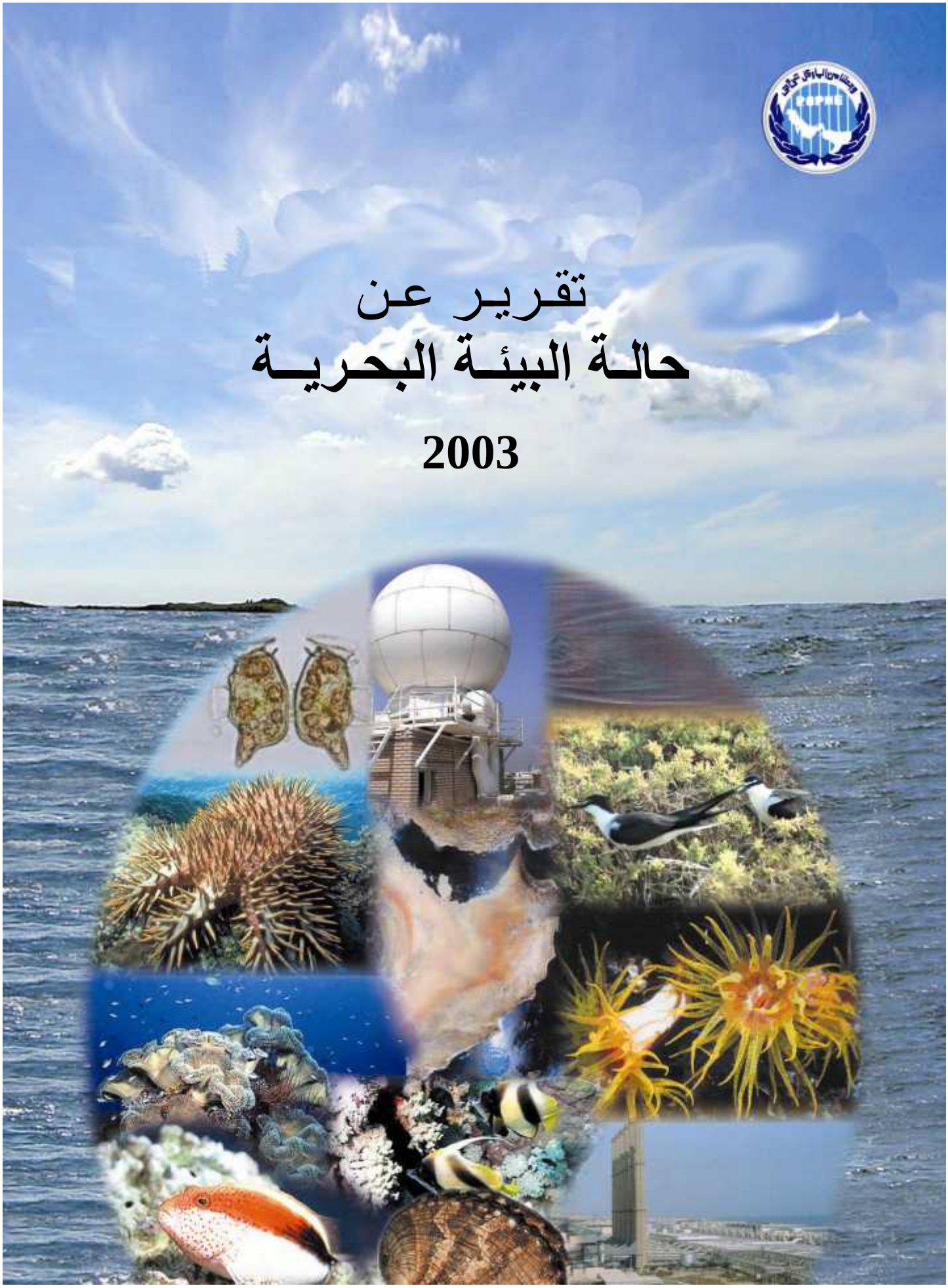
تقرير عن
حالة البيئة البحرية

2003



ROPME/GC-11/003
النسحة العربية

تقريـر عن
حالـة البيئـة البحـريـة

2003

ترجمة: محمد عبد القادر الفقي

المـنـظـمـة الإقـلـيـمية لحماية البيئة الـبـحـريـة

الكويت – أكتوبر 2006

الإصدار الأول (بالإنجليزية) : مارس 1999
الإصدار الثاني (بالإنجليزية) : أكتوبر 2000
الإصدار الثالث (بالإنجليزية) : أكتوبر 2004
(بالعربية) : أكتوبر 2006

تم إعداد هذا التقرير من قبل :
المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية
صندوق بريد : 26388 – الصفاة 13124 – دولة الكويت
هاتف : 4 – 5312140 (965)
فاكس : 5335243 / 5324172 (965)
البريد الإلكتروني : ropme@qualitynet.net

حقوق الطبع© 2004
جميع حقوق الطبع محفوظة . لا يسمح بإعادة طباعة هذا الإصدار أو نسخه بأية وسيلة إلكترونية أو ميكانيكية ، بما في ذلك التصوير أو استخدام نظم تسجيل المعلومات وتخزينها واسترجاعها ، إلا بعد الحصول على إذن مسبق من المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .

للأغراض البيبلوجرافية ، يذكر ما يلي عند تصنيف هذه الوثيقة :
SOMER (2003) ، تقرير عن حالة البيئة البحرية ، ROPME/GC-11/003 ،
المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، الكويت، 394 صفحة.

فهرس المحتويات

تقديم 1
الملخص التنفيذي 4
مقدمة 42

الفصل الأول : معلومات عامة 45
1 – 1 المنطقة البحرية للمنظمة 47
1 – 1 – 1 تعريف 47
1 – 1 – 2 لمحة تاريخية 47
1 – 1 – 3 السمات الفيزيائية والجغرافية للمنطقة البحرية للمنظمة 49
1 – 1 – 3 – 1 المنطقة البحرية الداخلية 50
1 – 1 – 3 – 2 المنطقة البحرية الوسطى 52
1 – 1 – 3 – 3 المنطقة البحرية الخارجية 52
1 – 2 الموارد الطبيعية 52
1 – 3 السمات الاقتصادية والاجتماعية 53

الفصل الثاني : السمات البيئية للمنطقة البحرية 63
2 – 1 السمات المناخية والظواهر الجوية 63
2 – 1 – 1 درجة حرارة الجو 64
2 – 1 – 2 الرياح 64
2 – 1 – 3 العواصف الترابية والرملية 65
2 – 1 – 4 التوازن المائي 68
2 – 1 – 4 – 1 التساقط 68
2 – 1 – 4 – 2 البخر 69
2 – 1 – 4 – 3 الانسيابات المائية السطحية للمياه من البر 70
2 – 2 السمات الأوقيونوغرافية 70
2 – 2 – 1 السمات الأوقيونوغرافية الفيزيائية 72
2 – 2 – 1 – 1 درجة حرارة سطح البحر 72
2 – 2 – 1 – 2 حركة المد والجزر 73
2 – 2 – 1 – 3 دورة المياه 74

2 – 2 – 2 السمات الأوقيونوغرافية الكيميائية 76
2 – 2 – 2 – 1 المغذيات 76
2 – 2 – 2 – 2 الملوحة 81
2 – 2 – 2 – 3 الأكسيجين الذائب 83
2 – 2 – 2 – 4 تركيز أيونات الهيدروجين 84
2 – 3 الخصائص الجيولوجية والرسوبية 85
2 – 3 – 1 الجيولوجيا 85
2 – 3 – 2 السمات الرسوبية 87
2 – 4 السمات الميكروبيولوجية والبيولوجية 89
2 – 4 – 1 السمات الميكروبيولوجية 89
2 – 4 – 2 السمات البيولوجية 90
2– 4 – 2 – 1 الإنتاجية الأولية 90
2 – 4 – 2 – 2 وجود أنواع الهوائم النباتية ووفرتها 96
2 – 4 – 2 – 3 الهوائم الحيوانية 102
2 – 4 – 2 – 4 بيض ويرقات الأسماك 108
2 – 4 – 2 – 5 الأحياء القاعية 111

الفصل الثالث : الموارد البحرية في منطقة عمل المنظمة 117
3 – 1 الموائل البحرية الرئيسية 117
3 – 1 – 1 مهد الحشائش البحرية 119
3 – 1 – 2 مجموعات الطحالب 122
3 – 1 – 3 أشجار القرم 127
3 – 1 – 4 الشعاب المرجانية 131
3 – 1 – 4 – 1 حالة الشعاب المرجانية والتغيرات الطارئة عليها 137
3 – 1 – 4 – 2 تقييم وإدارة الشعاب المرجانية 138
3 – 1 – 5 المسطحات الطينية المد جزرية 141
3 – 1 – 6 مناطق المحميات 143
3 – 2 الثروات البحرية الحية 145
3 – 2 – 1 القشريات 145

3 – 2 – 1 – 1 الروبيان 145
3 – 2 – 1 – 2 جراد البحر 148
3 – 2 – 1 – 3 القباقب 149
3 – 2 – 2 الرخويات 151
3 – 2 – 2 – 1 البطنقدميات والمحار ذو الصدفتين 151
3 – 2 – 2 – 2 رأسيات الأرجل 153
3 – 2 – 3 الأسماك 155
3 – 2 – 4 الزواحف البحرية 157
3 – 2 – 4 – 1 السلاحف البحرية 157
3 – 2 – 4 – 2 أفاعي البحر 161
3– 2 – 5 الطيور 162
3 – 2 – 6 الثدييات البحرية 167
3 – 2 – 7 الأحياء البحرية الخطرة في المنطقة البحرية 169
3 – 2 – 7 – 1 اللافقاريات المفرزة للسموم 170
3 – 2 – 7 – 2 الفقاريات الخطرة 174
3 – 2 – 7 – 2 – 1 الفقاريات غير المفرزة للسموم 174
3 – 2 – 7 – 2 – 2 الفقاريات المفرزة للسموم 176
3 – 2 – 7 – 2 – 3 الفقاريات السامة 178
3 – 3 الموارد البحرية غير الحية 180

الفصل الرابع : الأنشطة والبنى الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر في المنطقة البحرية للمنظمة 181
4 – 1 الأنشطة البرية 181
4 – 1 – 1 الصناعات الرئيسية والإنتاج الصناعي 181
4 – 1 – 1 – 1 الآثار الناجمة عن معامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء ... 184
4 – 1 – 1 – 2 تقديرات السوائل الصناعية العادمة 186
4 – 1 – 1 – 3 تقديرات النفايات الصناعية الصلبة 191
4 – 1 – 1 – 4 تقديرات الانبعاثات الغازية الصناعية 195
4 – 1 – 2 تصريف المياه العادمة المنزلية 200

4 – 1 – 3 المستنقعات وتدفقات مياه الأنهار 204
4 – 1 – 4 التنمية الساحلية وإحداث تغييرات طبيعية 209
4 – 1 – 5 المرافق الترفيهية والسياحية 216
4 – 2 استكشاف الموارد البحرية الحية واستغلالها 217
4 – 3 استغلال الموارد البحرية غير الحية – الأنشطة البحرية وآثارها 221
4 – 3 – 1 جرف الرمال والطين 223
4 – 3 – 2 النقل البحري 226
4 – 3 – 3 شبكات خطوط الأنابيب 227
4 – 4 كرات القار 227
4 – 5 القمامة 230

الفصل الخامس : تلوث المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 231
5 – 1 تلوث المياه الساحلية 232
5 – 1 – 1 الهيدروكربونات البترولية 235
5 – 1 – 1 – 1 الهيدروكربونات البترولية في المياه الساحلية 235
5 – 1 – 1 – 2 الهيدروكربونات البترولية في الرواسب الساحلية 236
5 – 1 – 1 – 3 الهيدروكربونات البترولية في الأحياء البحرية 240
5 – 1 – 2 مركبات الكلور العضوية 243
5 – 1 – 2 – 1 مركبات الكلور العضوية في الرواسب 243
5 – 1 – 2 – 2 مركبات الكلور العضوية في الأحياء البحرية 248
5 – 1 – 3 المعادن النزرة 254
5 – 1 – 3 – 1 المعادن النزرة في الرواسب 254
5 – 1 – 3 – 2 المعادن النزرة في الأحياء البحرية 261
5 – 1 – 4 الإستيرولات الغائطية في الرواسب 269
5 – 2 التلوث في الحوض المائي للمنطقة البحرية 271
5 – 2 – 1 توزيع إجمالي الكربون العضوي 271
5 – 2 – 2 الهيدروكربونات البترولية 272
5 – 2 – 3 المركبات العضوية المكلورة 278
5 – 2 – 4 المعادن النزرة 281

5 – 2 – 4 – 1 تقييم مواقع محددة 283
5 – 2 – 4 – 2 نتائج قياسات عناصر محددة 284
5 – 2 – 4 – 2 – 1 الزرنيخ 284
5 – 2 – 4 – 2 – 2 الباريوم 284
5 – 2 – 4 – 2 – 3 الكادميوم 286
5 – 2 – 4 – 2 – 4 الكروم 286
5 – 2 – 4 – 2 – 5 النحاس 287
5 – 2 – 4 – 2 – 6 الرصاص 288
5 – 2 – 4 – 2 – 7 الزئبق 288
5 – 2 – 4 – 2 – 8 النيكل 289
5 – 2 – 4 – 2 – 9 الفضة 290
5 – 2 – 4 – 2 – 10 الفاناديوم 290
5 – 2 – 4 – 2 – 11 الخارصين 291
5 – 3 النتائج العامة لتقييم مستويات الملوثات في المنطقة البحرية للمنظمة 292
5 – 3 – 1 المياه الساحلية 292
5 – 3 – 2 المياه البحرية المفتوحة 296

الفصل السادس : الحوادث الرئيسية والعرضية بالمنطقة البحرية 299
6 – 1 البقع النفطية الناجمة عن الحروب 299
6 – 1 – 1 الحرب العراقية الإيرانية (1980 – 1988) 300
6 – 1 – 2 حرب 1991 300
6 – 1 – 3 حرب 2003 303
6 – 2 حوادث الناقلات 306
6 – 3 النفوق الجماعي للأحياء البحرية 307
6 – 3 – 1 التدخل البشري 311
6 – 3 – 2 النفوق العرضي للأسماك 312
6 – 3 – 3 التغيرات السريعة في الخصائص الفيزيوكيميائية لعمود مياه البحر 314
6 – 3 – 4 الإثراء الغذائي 316
6 – 3 – 5 ازهرار الطحالب الضارة 319

6 – 3 – 6 انتشار البكتيريا والفيروسات والطفيليات 325
6 – 4 غزو الأحياء البحرية 330
6 – 4 – 1 الطحالب الدقيقة 331
6 – 4 – 2 قنديل البحر 332
6 – 4 – 3 نجم البحر ذو التاج الشوكي 334
6 – 4 – 4 سمكة الحفار الذهبية 335
6 – 4 – 5 المبادرات الخاصة بمكافحة الأحياء البحرية الدخيلة 336

الفصل السابع : التحكم في التلوث البحري ، والقضايا البيئية الملحة، وإستراتيجيات التنمية المستدامة 337
7 – 1 التحديات البيئية 337
7 – 1 – 1 المحافظة على أهوار منطقة الرافدين وإعادة تأهيلها 338
7 – 1 – 2 التلوث من الأنشطة التي تجرى في البر 339
7 – 1 – 3 التلوث من السفن 340
7 – 1 – 4 التلوث من العمليات البحرية 341
7 – 1 – 5 المحافظة على التنوع الحيوي 341
7 – 2 أساليب منع التلوث البحري والتحكم فيه 343
7 – 2 – 1 سياسات منع التلوث البحري والتحكم فيه 343
7 – 2 – 2 التشريعات البيئية 343
7 – 2 – 3 الترتيبات المؤسساتية 349
7 – 3 الإستراتيجيات وأولويات العمل من أجل تحقيق التنمية المستدامة 350
7 – 3 – 1 الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية 351
7 – 3 – 2 إستراتيجيات المحافظة على البيئة البحرية 352
7 – 3 – 3 دعم تطبيق وتنفيذ بروتوكولات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .. 352
7 – 3 – 4 بناء القدرات 353
7 – 3 – 5 تعزيز برامج التوعية العامة ، وتبادل المعلومات ، وشبكات البيانات 353
7 – 3 – 6 التعاون مع المنظمات غير الحكومية 354
7 – 3 – 7 التنسيق بين المنظمات الإقليمية والدولية 354
7 – 3 – 8 ملاءمة التشريعات الدولية للدول الأعضاء في المنظمة 355

7 – 3 – 9 التقييم والمراقبة البيئية 356
7 – 3 – 10 مراقبة ومعالجة البقع النفطية 358
7 – 3 – 11 التحكم في التلوث الناجم من مصادر في البر 359
7 – 3 – 12 التحكم في عمليات جرف رمال الشواطئ واستصلاح الأراضي وتغيير مورفولوجية السواحل 360
7 – 3 – 13 استزراع أشجار القرم، وإعادة تأهيل مناطق الشعاب المرجانية، وحماية المناطق الرطبة 360
7 – 3 – 14 إعداد نظام المعلومات البيئية، وتطوير برنامج الإبلاغ عن الحوادث البيئية 361
7 – 4 التوصيات 362
دلالات الاختصارات الواردة في التقرير 363
المراجع 367

قائمة الجداول

الجدول 2 – أنواع الهوائم النباتية التي وجدت في العينات التي تم جمعها من المنطقة 98

1 البحرية الداخلية في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م

الجدول 2 – 2 قائمة بالأحياء القاعية وأماكن وجودها في المنطقة البحرية الداخلية . وقد تم تسجيلها من عينات جمعت في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف عام 2001م 113

الجدول 4 - 1 تراكيز الانبعاثات الغازية إلى الهواء من محطات توليد الكهرباء والغلايات والمصافي وحركة المرور في سلطنة عمان عام 2001م 197

الجدول 4 – 2 تراكيز الملوثات في مياه ثلاثة أنهار رئيسية في الجمهورية الإسلامية الإيرانية تصب في المنطقة البحرية للمنظمة 207

الجدول 4 – 3 تطوير الموانئ البحرية واستصلاح الأراضي الساحلية في سلطنة عمان في عام 2002م 212

الجدول 5 – 1 رموز محطات جمع العينات لعمليات المسح البحري للملوثات في المنطقة البحرية للمنظمة 234

الجدول 5 – 2 تراكيز مادة (PCBs) في الرواسب في مناطق مختلفة بالعالم 244

الجدول 5 – 3 معدل ومدى التراكيز لإجمالي مادة PCBs وإجمالي مادة د. د. ت. في عينات الرواسب التي جمعت من عدة مواقع من المياه الساحلية (التراكيز مقاسة بوحدة البيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف) 245

الجدول 5 - 4 تركيز مادة د.د.ت. DDT في الرواسب البحرية حول العالم 247

الجدول 5 – 5 معدل ومدى التراكيز (بالنانوجرام/ جرام) لإجمالي مركبات PCBs وإجمالي مركبات DDTs في المحار الصخري *Sacostrea cucullata* من عدة مواقع في سلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة 252

الجدول 5 – 6 تراكيز بعض المعادن النزرة (بالميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) في عينات رواسب جمعت من ثلاث محطات 256

الجدول 5 – 7 مقارنة بين مدى تراكيز المعادن النزرة (بالمليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف) في عينات الرواسب البحرية المأخوذة من مملكة البحرين وبين عينات مماثلة من دول أخرى . وبالنسبة للأدلة الإرشادية الكندية فإن الأدلة الإرشادية لجودة الرواسب البحرية في أثناء فترة القياس (ISQGs): بالوزن الجاف ، والأعداد الموجودة بين قوسين تمثل مستويات التأثير المحتملة (Pels) بالوزن الجاف 259

الجدول 5 – مدى تراكيز المعادن النزرة في الرواسب الساحلية لسلطنة عمان 260

8
الجدول 5 – 9 مقارنة بين تراكيز الإستيرولات الغائطية لعينات الرواسب التي جمعت من دولتي قطر والإمارات العربية المتحدة (التراكيز مقاسة بوحدة النانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) 270
الجدول 5 – 10 الأدلة الإرشادية لنوعية الرواسب الموضوعة من قبل كل من الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA بالولايات المتحدة الأمريكية وهيئة البيئة بكندا 282
الجدول 6 - 1 أهم الحوادث الموثقة عن النفوق الجماعي للأحياء البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 308
الجدول 7 - 1 موقف الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من التوقيع والتصديق على اتفاقية الكويت الإقليمية وبروتوكولاتها 345
الجدول 7 - 2 موقف الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من المشاركة في الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة 347
الجدول 7 - 3 المؤسسات والإدارات البيئية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 349

قائمة الأشكال والصور

الشكل 1 - 1 المقر الرئيسي للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 46

الشكل 1 – 2 صورة بالقمر الصناعي للمنطقة البحرية للمنظمة وما يجاورها 48

الشكل 1 – 3 خريطة توضح مناسيب عمق المياه في المنطقة البحرية للمنظمة 51

الشكل 1 – 4 معدلات النمو السكاني في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بين عامي **1995** و **2000**م 55

الشكل 1 – 5 المستوطنات البشرية في المناطق الساحلية (التي تقع في المائة كيلومتر المجاورة لخط الساحل) بالدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية عام **1995**..... 56

الشكل 2 – 1 صورة بالقمر الصناعي لعاصفة ترابية في الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة البحرية للمنظمة والساحل الجنوبي للجمهورية الإسلامية الإيرانية والجزأين الأوسط والخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة في نوفمبر **2003** (Aqua / MODIS – درجة الوضوح : **500** ، قنوات مزج الألوان **143**) 67

الشكل 2 – 2 صورة لعاصفة رملية صفراء شديدة الكثافة هبت على مدينة الكويت في **26** مارس **2003** 68

الشكل 2 – 3 معدلات سقوط الأمطار على الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من **1961** إلى **1990** 69

الشكل 2 – 4 مسارات الرحلات البحرية، ومحطات جمع العينات لرحلات سفن الأبحاث البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 71

الشكل 2 – 5 أنواع الرواسب في المنطقة البحرية للمنظمة المصدر: (Carpenter *et al.* 1997) 88

الشكل 2 – 6 توزيع بكتيريا إيشريشيا كولاي **E. coli** (**1999**) وإجمالي الكوليفورم (**2000**) على طول خور دبي (مستعمرة **cfu**/**100** ملي لتر) (المصدر : MNR – UAE, 2003) 90

الشكل 2 - 7 توزيع الإنتاجية في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة (المصدر: Hashimoto *et al.*, 1995) 92

الشكل 2 – 8 تراكيز صبغ الكلوروفيل – أ (اليخضور) في المياه السطحية للمنطقة البحرية الداخلية وفقاً للقياسات التي أجريت في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف **2001**م 93

الشكل 2 – 9	صورتان بالقمر الصناعي للمنطقة البحرية الداخلية توضحان بقع ازهرار الهوائم النباتية في أكتوبر 2003 (L 2) ، درجة الوضوح : m 500 ، قنوات مزج الألوان : 143)	95
الشكل 2 – 10	صور القمر الصناعي توضح ازهرار الهوائم النباتية في المنطقة البحرية الخارجية في أكتوبر 2003 (L 2) ، درجة الوضوح : m 500 ، قنوات مزج الألوان : 143)	95
الشكل 2 – 11	بعض الأنواع التي يحتمل أن تكون سامة، والتي وجدت في العينات التي أخذتها سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (التقطت الصور بواسطة Y. Fukuyo و H. Inoue)	99
الشكل 2 – 12	تراكيز الهوائم النباتية (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر والتثبيت بالفورمالين)	100
الشكل 2 – 13	تراكيز الهوائم النباتية (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : أخذ العينات بجهاز روزيت Rosette والتثبيت بمحلول لوجول Lugol)	100
الشكل 2 – 14	تراكيز الدياتومات (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر والتثبيت بالفورمالين)	100
الشكل 2 – 15	تراكيز الدياتومات Diatoms (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول)	100
الشكل2 – 16	تراكيز السوطيات الدوارة (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر والتثبيت بالفورمالين)	101
الشكل 2 – 17	تراكيز السوطيات الدوارة (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول)	101
الشكل 2 – 18	تراكيز البكتيريا الزرقاء (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر والتثبيت بالفورمالين).	101
الشكل 2 – 19	تراكيز البكتيريا الزرقاء (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول).	101
الشكل 2 – 20	لقطة مجهرية لسمكة الملك من النوع *Scomberomorus commerson* في الطور ما بعد اليرقي (4.9 مليمترات حجماً) (تصوير: M. Thangaraja)	110
الشكل 2 – 21	إجمالي عدد اللافقاريات القاعية لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001	115

الشكل 2 – 22 إجمالي عدد الرخويات لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001 115
الشكل 2 – 23 إجمالي عدد قنافذ البحر لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001 115
الشكل 2 – 24 إجمالي عدد القشريات لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001 115
الشكل 2 – 25 إجمالي عدد الحلقيات لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001 115
الشكل 3 – 1 طحالب شاطئية (تصوير: M. Thangaraja) 125
الشكل 3 – 2 أنواع من الطحالب البحرية الطافية التي تجرفها الأمواج إلى الشاطئ (المصدر: MAF, Oman, 1999) 126
الشكل 3 – 3 أشجار القرم من النوع *Avicennia marina* (تصوير: M. Thangaraja) 127
الشكل 3 – 4 مزرعة لأشجار قرم عمرها عام واحد في منطقة رأس السوادي على ساحل الباطنة في سلطنة عمان (المصدر: MRMEWR, Oman, 2003) 129
الشكل 3 – 5 آثار شباك صيد مهجورة ومرساة تركت على الشعاب المرجانية (المصدر: MRMEWR - Oman, 1996; Wilson & Baldwin, 1997) 135
الشكل 3 – 6 مستعمرة للمرجان الغصيني من النوع *Acropora* (المصدر: Wilson & Baldwin, 1997) 138
الشكل 3 – 7 غزو نجم البحر ذي التاج الشوكي من النوع *Acanthaster planci* للشعاب المرجانية (المصدر: MRMEWR, Oman, 2003).....139
الشكل 3 – 8 مواقع المحميات البحرية والشاطئية القائمة بالفعل والمقترح إنشاؤها (المصدر: Krupp, 2002، نقطة الارتباط الوطني – البحرين – 2000 ، MRMEWR, Oman, 2003، MINR, UAE, 2003). 144
الشكل 3–9 إجمالي الروبيان الذي تم صيده في سلطنة عمان خلال الفترة من 1986 إلى 2000 147
الشكل 3 – 10 جراد البحر الشوكي من النوع *Panulirus homarus* يستوطن شقوق الشعاب المرجانية 149
الشكل 3 – 151

11 عبدالسلام – 1995) .....

الشكل 3 – 12 أذن البحر من النوع *Haliotis mariae* 152

الشكل 3 – 13 إجمالي آذان البحر التي تم صيدها في سلطنة عمان خلال الفترة من 1986 إلى 2000 153

الشكل 3 – 14 الحبار الفرعوني *Sepia pharaonis* (تصوير: عبدالسلام – 1995) 155

الشكل 3 – 15 ذكر السلحفاة البحرية الخضراء *Chelonia mydas* وهو يسبح في المياه القريبة من الشاطئ بالمنطقة البحرية للمنظمة (المصدر: Wilson & Baldwin, 1997) 158

الشكل3 – 16 أفعى البحر من النوع *Hydrophis lapemoides* (تصوير: البحارنة – 1992) 161

الشكل 3 – 17 طيور بحرية صورت في سلطنة عمان (المصدر: MRMEWR, Oman, 2003) 165

الشكل 3 – 18 اللافقاريات المفرزة للسموم في المنطقة البحرية للمنظمة (تصوير: M. Thangaraja و J. Randall)..... 172

الشكل 3 – 19 بعض الأسماك الخطرة في المنطقة البحرية للمنظمة (تصوير: عبدالسلام – 1995، J. Mee) 175

الشكل 3 – 20 بعض الأسماك المفرزة للسموم في المنطقة البحرية للمنظمة (تصوير: J. Mee و J. Randall) 177

الشكل 3 – 21 بعض الأسماك السامة في المنطقة البحرية للمنظمة (تصوير: عبدالسلام – 1995) 179

الشكل 4 – 1 خصائص مياه التبريد المنصرفة إلى البيئة البحرية من شركة عمان للغاز الطبيعي المسال في بعض الأشهر من عامي 2001 و 2002..... 188

الشكل 4 – 2 النسب المئوية لمختلف الملوثات السائلة التي تم تصريفها من الجانب السعودي في المنطقة البحرية في عام 1999 190

الشكل 4 – 3 مستويات المواد الصلبة العالقة (SS) ، وإجمالي الكربون العضوي TOC ، والزيت والشحوم، والنيتروجين والكلور (مليجرام/ لتر) في النفايات الصناعية السائلة التي تم تصريفها من المملكة العربية السعودية خلال عام 2001 190

الشكل 4 – النسب المئوية لمختلف ملوثات الهواء في الجانب السعودي من المنطقة 199

4 البحرية للمنظمة في عام 1999. .....

الشكل 4 – 5 الانبعاثات وأحمال الملوثات الناجمة عن الصناعات في دبي بالإمارات العربية المتحدة في عام 1999 200

الشكل 4 – 6 حجم النفايات البلدية السائلة غير المعالجة (بالمتر المكعب/ يوم) التي تم تصريفها من الجمهورية الإسلامية الإيرانية في عام 2002 201

الشكل 4 – 7 النفايات الصناعية والمنزلية التي تم تصريفها من محطات معالجة مياه المجاري بسلطنة عمان في عام 2001 203

الشكل 4 – 8 صورة بالقمر الصناعي توضح وديان أنهار دجلة، والفرات، وكارون، وخاركه، ودز ، ومارون، وزُهره، وأهوار الرافدين. وقد التقطت الصورة في 2 أبريل 2003، MODIS / Terra (L2 ، درجة الوضوح: 250 m ، قنوات مزج الألوان : 122) 209

الشكل 4 – 9 صورة بالقمر الصناعي توضح المناطق الحضرية في مملكة البحرين ، وقد التقطت الصورة في مارس 2003 ، MODIS (L2 ، درجة الوضوح: 250 m ، قنوات مزج الألوان : 122) 210

الشكل 4 – 10 صورة بالقمر الصناعي توضح التوسع العمراني في أحد أجزاء دولة قطر . وقد التقطت الصورة في عام 2003 ، MODIS (L2 ، درجة الوضوح : 250 m ، قنوات مزج الألوان: 122) 213

الشكل 4 - 11 صورة بالقمر الصناعي توضح التوسع العمراني في إمارتي أبو ظبي ودبي بدولة الإمارات العربية المتحدة . وقد التقطت الصورة في عام 2003 ، MODIS (L2 ، درجة الوضوح : m250 ، قنوات مزج الألوان : 122) ... 215

الشكل 4 - 12 أنواع الأسماك التي تم صيدها في سلطنة عمان في عام 2000 219

الشكل 4 – 13 كرات القار المترسبة على طول الساحل العماني في عام 1996 (المصدر: MRMEWR, Oman, 2003). 228

الشكل 4 - 14 كثافة كرات القار (جرام/ متر على الواجهة البحرية) في سلطنة عمان (المصدر: MRMEWR, Oman, 2003). 229

الشكل 5 – 1 خريطة توضح محطات جمع العينات من المياه الساحلية بالمنطقة البحرية لمشروع المسح البحري للملوثات الذي أجرته المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية 233

الشكل 5 - مقارنة بين التراكيز الهيدروكربونية البترولية في مواقع مختلفة توضح كيف 239

2 تغيرت مع الزمن (1994 – 2000) .....

الشكل 5 - 3 التغيرات الزمنية في الهيدروكربونات البترولية في عينات الرواسب البحرية التي أخذت من على طول الساحل الشرقي لمملكة البحرين خلال الفترة من 1993 إلى 1998. 240

الشكل 5 - 4 تراكيز مركبات PCBs في عينات الرواسب خلال عقد من السنوات في مواقع مختارة من المياه الساحلية في منطقة عمل المنظمة (1994– 2000) 245

الشكل 5 - 5 تراكيز مركبات د. د. ت. DDTs في عينات الرواسب خلال الفترة من 1994 – إلى 2000 في مواقع مختارة من المياه الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة 245

الشكل 5 - 6 مقارنة بين تراكيز المبيدات المكلورة ومركبات PCBs في عينات الرواسب خلال الفترة من 1994 إلى 2000 في مواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة ... 248

الشكل 5 – 7 تراكيز مركبات PCBs في المحار الصخري خلال عقدين من الزمن (1980– 2001) بمواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة 253

الشكل 5 - 8 تراكيز إجمالي مركبات د. د. ت. DDTs في المحار الصخري خلال عقدين من الزمن (1980– 2001) بمواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة ... 253

الشكل 5 – 9 مستويات تراكيز المعادن النزرة في عينات الرواسب المأخوذة من على طول الساحل الشرقي لمملكة البحرين خلال عام 2001 259

الشكل 5 - 10 مواقع جمع العينات لغرض استخدامها في تحليل الملوثات في المنطقة البحرية الداخلة المنظمة 272

الشكل 5 - 11 إجمالي تراكيز الهيدروكربونات البترولية في الرواسب المأخوذة من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001 273

الشكل 5 - 12 تراكيز الألكانات (n- alkanes) والخلائط المعقدة للمواد غير القابلة للذوبان في الماء، وإجمالي الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات في عينات الرواسب المأخوذة من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام .2001 275

الشكل 5 - 13 إجمالي مادة د. د. ت. DDT في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001 279

الشكل 5 - 14 إجمالي مادة سداسي كلورو الهكسان الحلقي (HCHs) في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001 280

الشكل 5 - 15 إجمالي مادة PCBs في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001 280

الشكل 5-16	توزيع الزرنيخ في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001، حيث إن منتصف كل عمود يحدد الموقع الذي أخذت منه العينة ...	285
الشكل 5 - 17	تراكيز الزرنيخ باعتبار الألومنيوم مرجعا للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001.	285
الشكل 5 - 18	تراكيز الكادميوم باعتبار الألومنيوم مرجعا للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	286
الشكل 5 - 19	تراكيز الكروم باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	287
الشكل 5 - 20	تراكيز النحاس باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	287
الشكل 5 - 21	تراكيز الرصاص باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	288
الشكل 5 – 22	تراكيز الزئبق باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	289
الشكل 5 - 23	تراكيز النيكل باعتبار الألمونيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	289
الشكل 5 – 24	تراكيز الفضة باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001.	290
الشكل 5 - 25	تراكيز الفاناديوم باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	291
الشكل 5-26	تراكيز الخارصين (الزنك) باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001	292
الشكل 6 - 1	ألغام عراقية تم العثور عليها ضمن مخلفات حرب 1991 (المصدر: الهيئة العامة للبيئة بدولة الكويت – 2002)	302
الشكل 6 - 2	حرائق الآبار النفطية التي تم تصويرها في أثناء حرب 2003 (مارس – أبريل 2003) (المصدر: بالنسبة للصورة رقم (6): جريدة كويت تايمز الصادرة في 31 مارس 2003)	304
الشكل 6 - 3	النسب المئوية للنفط الذي تم تسريبه إلى المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية خلال الفترة من 1998–2002	306
الشكل 6 -	ظاهرة حدوث المدين الأحمر والأخضر في خليج عمان (المصدر: المد الأحمر :	321

4 تصوير : M. Thangaraja, 1990، المد الأخضر : تصوير : M. Thangaraja, 2000).
الشكل 6 – 5 أسماك نافقة طرحتها الأمواج على شاطئ بركة بسلطنة عمان في عام **2000** (تصوير : M. Thangaraja, 2000). **322**
الشكل 6 - 6 لقطة مجهرية للسوطيات *Noctiluca scintillans* المسببة للمد الأحمر (تصوير : M. Thangaraja) **323**
الشكل 6 – 7 صورتان التقطتا بالمجهر الإلكتروني للسوطيات من النوع *Gonyaulax diegensis* (تصوير : M. Thangaraja, 2000) **325**
الشكل 6 - 8 أسماك مصابة بالبكتيريا من النوع *Atherinomorus lacunosus* الذي يعيش في مياه المحيطات (تصوير : M. Thangaraja, 2000) **326**
الشكل 6 9 – سمكة متضررة من التلوث تصارع من أجل الحياة (تصوير : Thangaraja *et al.*, 2001b) **327**
الشكل 6 – 10 البقع الحمراء في الأسماك تمثل المناطق المصابة بالبكتيريا (تصوير : Thangaraja *et al.*, 2001b) **329**
الشكل 6 – 11 ازهرار كبير للسوطيات الدوارة من النوع *Noctiluca* المسببة للمد الأخضر في **1999** (تصوير : M. Thangaraja, 2000) **332**
الشكل6 – 12 قنديل البحر من النوع *Pelagia noctiluca* (تصوير :Thangaraja *et al.*, 1999) **333**
الشكل6 – 13 نجم البحر ذو التاج الشوكي *Acanthaster planci* (المصدر : MRMEWR, Oman, 2003) **334**
الشكل 6 - 14 سمكة الحفار الذهبية *Sparus auratus* **335**
الشكل 7 1 – المحطة الأرضية للاستشعار عن بعد في مبنى الأمانة العامة للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بدولة الكويت **357**

تقديم

هذا الكتاب هو الإصدار الثالث من (تقرير حالة البيئة البحرية) الذي تصدره المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بصورة دورية. وهو يرمز إليه اختصاراً بكلمة **SOMER**. ومن الجدير بالذكر أنه قد تم إعداده وفقاً لما تنص عليه الفقرة (د–2) من المادة السابعة عشر لاتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث لعام 1978، ووفقاً للقرار 1/12 الصادر عن الاجتماع الثاني عشر للمجلس الوزاري للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وقد تم نشر الإصدارين الأول والثاني من هذا التقرير في عامي 1999 و 2000م على التوالي، وتم توزيعهما على مختلف المعاهد والمؤسسات العلمية – الإقليمية والدولية، فضلاً عن المتخصصين والمهتمين من الباحثين والشخصيات البيئية.

ولتحديث بيانات إصدار عام 2000م من هذا التقرير فقد تسلمت الأمانة العامة للمنظمة تقارير حالة البيئة البحرية من نقاط الارتباط الوطنية للجمهورية الإسلامية الإيرانية وسلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة، كما تسلمت قدراً لا بأس به من البيانات والمعلومات ذات العلاقة بهذا التقرير وذلك من نقاط الارتباط الوطنية لكل من مملكة البحرين ودولة الكويت ودولة قطر والمملكة العربية السعودية. وتم الانتهاء من إعداد مسودة تقرير حالة البيئة البحرية لعام 2003 في ديسمبر 2003. وروجعت هذه المسودة في فبراير 2004 من قِبَل فريق مشترك من المستشارين التابعين لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والخبراء التابعين للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وعقب ذلك روجعت المسودة من قبل الفنيين ممثلي نقاط الارتباط بالدول الأعضاء للمنظمة، وذلك في اجتماعهم الذي عقد بمقر الأمانة العامة للمنظمة في مايو 2004.

وقد تم إعداد هذا التقرير استناداً إلى البيانات والمعلومات التي تم تلقيها من الدول الأعضاء في المنظمة، ومن نتائج الرحلات التي قامت بها سفن الأبحاث البحرية، ومن نتائج دراسات المسح البحري للملوثات التي أجرتها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA، ومن العديد من المقالات المنشورة في الأدبيات والدوريات العلمية الإقليمية والدولية. ويحتوي التقرير على معلومات وافية تم استقاؤها من العديد من المصادر بالإضافة إلى توصيات الخبراء، وقد حرصنا على أن يكون هذا التقرير متوافقاً مع المعايير المعتمدة دولياً والمتفق عليها من قبل جميع المعنيين بحماية البيئة البحرية. ومع ذلك فإننا نرحب بأية ملاحظات أو إسهامات إضافية، وسنكون ممتنين لكل من يزودنا بأية تعليقات أو تصحيحات أو اقتراحات تسهم في تحسين مستوى التقرير.

ومما هو جدير بالذكر أن نشير هنا إلى ما تلقته المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من دعم من قِبَل الدول الأعضاء فيها، ومن تعاون الخبراء الإقليميين، وذلك في أثناء إعدادها للإصدار الحالي من التقرير. ونحن نثمن بكل اعتزاز وتقدير جميع ما تلقيناه من إسهامات وما بذله ممثلو نقاط الارتباط الوطنية في الدول الأعضاء من جهود. وفي هذا الصدد فإننا نشيد بتعاون كل من: الدكتور شاكر خمدن (من مملكة البحرين)، والدكتور سيد محمد رضا فاطمي والسيد/ محمد رضا شيخ الإسلام (من الجمهورية الإسلامية الإيرانية)، والسيد/ محمد أبل والدكتورة/ ناهدة بدر الماجد بوطيبان والدكتور/ بهجت حبشي (من دولة الكويت)، والسيد/ مسلم بن مبارك الجابري (من سلطنة عمان)، والسيدين/ إبراهيم سالم الدرويش وسيف شندهور (من دولة قطر)، والسيد/ حمدان الغامدي (من المملكة العربية السعودية)، والدكتور سعد النميري (من دولة الإمارات العربية المتحدة). ونحن نطمح إلى تحقيق المزيد من التعاون المشترك والوثيق مع الدول الأعضاء، حتى نحصل على أفضل النتائج والارتقاء بمستوى الإصدارات القادمة من هذا التقرير. ولا يفوتنا أن نقدم شكراً خاصاً لكل من الدكتور/ سيد فاطمي والدكتور/ سعد النميري، والسيد/ مسلم الجابري، وذلك تقديراً لجهودهم المباركة في إعداد التقارير الوطنية لدولهم. والشكر موصول أيضاً للسيد/ محمد شيخ الإسلام لمراجعته الفنية لمسودة التقرير، والسيدة/ كاثرين مافي جاكسون لتحريرها النص الإنجليزي.

كما أننا نقدر بكل امتنان إسهامات كل من برنامج البحار الإقليمية، والمكتب الإقليمي لغرب آسيا التابعين لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، في الترتيب لزيارة الخبراء الذين شاركوا في مراجعة النص النهائي للتقرير، وهم: السيد/ ديفيد ماكديفيت (من المفوضية الأفريقية للتنمية المستدامة EASD بجنوب أفريقيا)، والدكتور/ عادل فريد عبدالقادر (من برنامج الأمم المتحدة للبيئة – المكتب الإقليمي لغرب آسيا) والسيد/ حسن بارتو (من برنامج الأمم المتحدة للبيئة – برنامج البحار الإقليمية). والشكر موصول أيضاً للبرنامج العالمي للعمل التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP/GPA) وذلك للدعم المادي الذي قدمه لتحرير وطباعة هذا التقرير.

وقد كانت جهود الدكتور م. ثانجاراجا M. Thangaraja – الأخصائي البيئي بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، المتمثلة في دمج أحدث البيانات في هذا التقرير محل تقديرنا، فقد قام بمعالجة بعض البيانات، وعمل مع خبراء إقليميين ودوليين، وقام بإعداد التصميم النهائي للتقرير، كما قام بتجميع بعض المواد المنشورة وذلك لغرض الاستفادة منها في إعداد التقرير.

كما أننا نثمن المشاركات البناءة التي قدمها الدكتور حسن محمدي، منسق الشئون الفنية في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، فقد اضطلع بمهمة قيادة الخبراء والباحثين الإقليميين أثناء إعدادهم للتقارير الوطنية، كما قام بالحصول على أحدث البيانات ذات الصلة بهذا التقرير

من خلال المنظمات والهيئات الدولية، فضلاً عن قيامه بالتنسيق والترتيب لمراجعة مسودة التقرير من قبل فريق الخبراء والفنيين المتخصصين، إلى جانب دوره كمحرر رئيسي لتقرير حالة البيئة البحرية لعام 2003م.

كما نشيد بالجهود التي بذلها كل من الربان عبدالمنعم الجناحي مدير مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية MEMAC والمتمثلة في تحديث المعلومات المتعلقة بالبقع والتسربات النفطية، والدكتور بيتر بتروف Peter Petrov خبير الاستشعار عن بعد الذي وفر صور الأقمار الصناعية للتقرير، والسيد/ إبراهيم هادي (رحمه الله) المسئول المالي والإداري الذي قدم كل التسهيلات الضرورية لإصدار التقرير، والذي وافته المنية – رحمه الله – قبل إعداد هذه الترجمة العربية للتقرير. ونقدر بكل امتنان أيضاً ما قام به كل من السيد / فرانسيس بيكاردو Francis Picardo في تنضيد نص هذا التقرير وإعداد صوره وجداوله وأشكاله، والسيد/ عبد القادربشيرأحمد الذي تولى مهمة تصميم وطباعة التقرير بهذا الشكل القشيب، والسيدة/ هناء العارف التي قامت بصف وتنضيد هذا التقرير بعد ترجمته إلى العربية. والشكر موصول لهؤلاء جميعاً على ما بذلوه وما أسهموا به من جهد لإنجاز التقرير.

وأخيراً فإنني أعبر عن خالص شكري وتقديري إلى جميع الذين زودونا ببيانات ومعلومات حديثة، وأولئك الذين أرسلوا إلينا بملاحظاتهم القيمة واقتراحاتهم البناءة. وسوف يظل (تقرير حالة البيئة البحرية) كتاباً مفتوحاً أمام جميع المهتمين، بحيث يعكس بكل وضوح وشفافية حالة البيئة البحرية بكل أبعادها ومشكلاتها، وعلينا أن نتعاون جميعاً لجعل هذا التقرير مرآة تعكس بكل صدق حالة بيئتنا البحرية. وختاما، أدعو الله عز وجل أن يكلل هذا العمل بالنجاح، وأن يحقق الأهداف المرجوة منه، بحيث تتلقفه أيدي جميع المعنيين والجهات ذات العلاقة بالدول الأعضاء بالمنظمة، وأن يكون نبراساً لهم يسترشدون بما فيه، وفي الوقت نفسه يكون حافزاً لهم على المشاركة في توفير بيئة بحرية صحية وأكثر أماناً لنا وللأجيال القادمة.

والله ولي التوفيق.

د.عبدالرحمن عبدالله العوضي
الأمين التنفيذي للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

ملخص تنفيذي

1 – نبذة عامة

يعتبر هذا التقرير نسخة منقحة من (تقرير حالة البيئة البحرية) للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ، الذي سبق نشره مرتين عامي 1999 و 2000م .

والأهداف الرئيسية لهذا التقرير – كما حددها قرار المجلس الوزاري للمنظمة – تتمثل فيما يلي :

- تقييم وتوثيق الحالة الراهنة للمنطقة البحرية للمنظمة، مع مراعاة التغيرات المستحدثة في الظروف البيئية وتأثير الأنشطة البشرية على البيئة البحرية والمناطق الساحلية.

- تحديد الاهتمامات الإقليمية الحالية والقضايا المستحدثة التي تمثل تحديات رئيسية للمنطقة.

- اقتراح الإستراتيجيات الإقليمية والإجراءات ذات الأولوية التي تتناسب مع هذه الاهتمامات والقضايا لمساعدة الحكومات وصانعي القرار على مواجهة هذه التحديات على المستوى الوطني وأيضاً على المستويين الإقليمي والدولي.

والمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي تلك المنطقة البحرية التي تقع في أقصى الجزء الشمالي الغربي للمحيط الهندي، والمحاطة بالدول الثمانية الأعضاء في المنظمة: مملكة البحرين، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، وجمهورية العراق، ودولة الكويت، وسلطنة عمان، ودولة قطر، والمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة. وقد تم وضع مصطلح (المنطقة البحرية للمنظمة) من قبل مفوضي الدول الأعضاء للدلالة على المنطقة التي تغطيها اتفاقية الكويت الإقليمية لعام 1978 .

وتتكون المنطقة البحرية للمنظمة من ثلاثة أجزاء، يتسم كل جزء منها بخصائص وسمات مميزة له فيزيائياً وحيوياً (بيولوجيا) ، وهذه الأجزاء تتضمن: المنطقة البحرية الداخلية التي تمتد إلى أكثر من ألف كيلومتر على طول محور الشمال الغربي/ الجنوبي الشرقي، من

مضيق هرمز إلى الساحل الشمالي للجمهورية الإسلامية الإيرانية . وهذا الجزء هو في واقع الأمر خليج ضحل يصل متوسط عمقه إلى 35 متراً، ويبلغ عمقه نحو 100 متر قرب فتحته الضيقة عند مضيق هرمز التي تصله بخليج عمان وبحر العرب.

وتتكون المنطقة البحرية الوسطى من خليج عمان الذي يعد حوضاً بحرياً عميقاً يزيد عمق المياه فيه على 2500 متر. وتمتد هذه المنطقة على الجانب الإيراني من مضيق هرمز إلى شاهبهار عند الحدود الباكستانية .

وتمتد المنطقة البحرية الخارجية من رأس الحد إلى الحدود الجنوبية لسلطنة عمان . وهي تشكل جزءاً متكاملا مع المحيط الهندي. ويحدها من جهة الشمال المناطق الجبلية بكل من سلطنة عمان والجمهورية الإسلامية الإيرانية، ويزداد عمقها بشكل كبير كلما اتجهنا جنوباً، إذ لا توجد فواصل تفصلها عن بحر العرب وبقية المحيط الهندي.

2- أهم المشكلات البيئية الرئيسية في المنطقة البحرية للمنظمة

كان تأثير الأحداث التي مرت بها البيئة البحرية في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية خلال الثلاثين عاماً الماضية كبيراً. وكان من بين أكثر القضايا البيئية إلحاحاً: انخفاض مستوى جودة مياه البحر، وتدهور أحوال البيئات الساحلية والبحرية، ومشروعات استصلاح السواحل واقتطاع بعض أراضيها. ومن أبرز المشكلات البيئية الأخرى التي نجمت عن تلك الأحداث: حالات التلوث والفساد البيئي التي نتجت من إقامة المستوطنات والمنشآت السكنية بالمناطق الساحلية، وفقدان التنوع الحيوي (البيولوجي)، والتلوث الصناعي، والإدارة غير المناسبة للمواد الكيميائية السامة والنفايات الخطرة. كما أسهمت محطات توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر في إحداث التلوث الحراري بمياه المنطقة البحرية. وقد شكل ذلك كله في نهاية الأمر ضغوطاً كبيرة على صحة النظم البيئية بالمنطقة.

وقد أدت التغيرات السريعة والكبيرة بهذه المنطقة إلى ظهور مشكلات خطيرة في الإدارة البيئية. فالسلطات البيئية المحلية في الدول الأعضاء ما تزال بوجه عام حديثة العهد والنشأة، وهي بحاجة إلى خبراء ليس فقط للتعامل مع القضايا البيئية التي تعاني منها هذه الدول حالياً، بل لدراسة الاتجاهات المستقبلية للمشكلات المتمثلة في نضوب الموارد والثروات

الطبيعية، والتلوث البيئي. وقد بدأت المشكلات البيئية تدريجياً تحتل مكاناً متقدما في قائمة القضايا الوطنية لكل دولة من هذه الدول. وثمة علامات مشجعة أيضاً بدأت في الظهور وتتمثل في وعي جمهور المواطنين بمدى الحاجة إلى حماية البيئة. وقد شهد العقدان الأخيران ظهور عدد من المنظمات غير الحكومية العاملة في مجال البيئة والتي بدأت في تشجيع المواطنين على دعم الجهود الوطنية لحماية البيئة. كما أن رجال الأعمال والصناعيين أيضاً بدأوا في تحمل مسئولياتهم البيئية بشكل أكثر جدية.

وبشيء من التفصيل فإن أكثر المشكلات البيئية الحالية إلحاحا وإثارة للقلق في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تتضمن ما يلي: إدخال أنواع مختلفة من الملوثات إلى البيئة البحرية، والتغيرات الفيزيائية التي تشتمل على تدمير الموائل الطبيعية، واستخدام تقنيات الصيد الجائر المدمر للمصائد السمكية، واستنزاف الثروات والموارد الحيوية (البيولوجية) البحرية، وإدخال أحياء غريبة إلى المنطقة البحرية. ويمكن تلخيص هذه المشكلات كما يلي:

- *التصريفات السائلة إلى البحر من أنشطة قائمة في البر، وتأتي هذه التصريفات بصورة رئيسية من صناعات مثل الصناعات البترولية والبتروكيميائية ومعامل تحلية مياه البحر، وصناعات الأسمنت ومواد البناء، والنسيج، وإصلاح السفن والصناعات الغذائية. وفي شمال المنطقة البحرية فإن مصادر التلوث تتضمن: مياه المجاري، والملوثات العضوية، والمبيدات الحشرية ، والمعادن النزرة، والنفط . ولا تتناسب معدلات النمو السكاني وتمركز السكان حول السواحل هناك مع تطوير البنية التحتية. فالنفايات السائلة الناجمة عن المدن والقرى الساحلية ومناطق الترويح والمنتجعات يتم تصريفها بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى البحر بدون معالجة، مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي* eutrophication *في المياه الساحلية. وقد تكون المواقع الترفيهية المقامة على امتداد السواحل هناك سبباً في مشكلات الإثراء الغذائي التي تظهر بمحاذاة الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة.*
- *إن معظم الآثار الرئيسية التي تتعرض لها النظم البيئية البحرية سببها هو التغيرات الطبيعية التي يحدثها الإنسان في السواحل والموائل الساحلية من خلال عمليات الردم والتجريف التي يقوم بها لاستصلاح السواحل، ومن خلال الزيادة في تصريف مياه*

المجاري والمياه العادمة الناتجة عن الصناعات المختلفة المقامة على مقربة من البحر، وتفريغ النفايات الزيتية من ناقلات النفط وأرصفة تحميل الزيت، وإلقاء القمامة والنفايات الناجمة من مصادر برية وبحرية.

- *يتم تصريف قرابة 1.2 مليون برميل من النفط سنوياً إلى المنطقة البحرية للمنظمة من خلال عمليات النقل البحري. وتزيد مستويات الهيدروكربونات البترولية في المنطقة عن مستوياتها في بحر الشمال بمقدار ثلاثة أضعاف تقريباً، كما أنها تبلغ ضعفي مستوياتها في البحر الكاريبي. ويصل حجم النفايات الخطرة التي ينتجها كل شخص في الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية إلى أكثر من 2- 8 أضعاف ما ينتجه الشخص الواحد في الولايات المتحدة الأمريكية.*

- *ما يزال التلوث النفطي يمثل مشكلة بيئية في مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة. وهو يتمثل في الهيدروكربونات البترولية الناجمة عن المصافي، والصناعات البتروكيميائية، ومرافق (فُرَض) تصدير البترول، والتسربات النفطية من السفن ومن الأنابيب التي تقوم بتصريف مياه التوازن الملوثة بالزيت من الناقلات إلى البحر، والنفايات السائلة التي يتم تصريفها من السفن، والحمأة النفطية، والزيوت المرتجعة.*
- *إن نحو 20- 30 % من مياه المجاري التي يتم تصريفها إلى البحر تكون بدون معالجة أو بعد إجراء معالجة جزئية لها، وهو الأمر الذي قد يتسبب في حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي في المناطق المحصورة وشبه المغلقة كالخلجان.*

- *إن كميات الرمال والأتربة التي تترسب من الهواء تعتبر عالية، فقد سُجّلت معدلات مرتفعة لهذه الترسبات، حيث بلغت 29 جراما لكل متر مربع سنوياً .*

- *ما تزال مستويات الملوثات العضوية الثابتة (الطويلة الأمد)* POPs *منخفضة نسبياً، وقد أوضح المسح البحري للملوثات في الرواسب والأحياء البحرية وجود تراكيز منخفضة من المبيدات المهلجنة ومركبات متعدد ثنائي الفينيل المكلور* (PCBs) *والمركبات الفوسفورية العضوية. وتبين أن تراكيز مركبات* PCBs *في المحار قد بدأت*

في الانخفاض خلال العقدين الأخيرين، ولكن تراكيز مركبات الـ د.د.ت (D.D.T) تغيرت بمقادير متفاوتة خلال السنوات السابقة.

- *إن تراكيز المعادن النزرة منخفضة بوجه عام، ولكن ما تزال هناك بعض "النقاط الساخنة" قرب المواضع التي كان يتم سابقاً تصريف مخلفات المصانع الكيميائية فيها، إذ توجد فيها مستويات عالية نسبياً من الزئبق. كما أن مستويات النحاس والنيكل عالية نسبياً قرب أماكن تصريف المياه العادمة لمعامل تحلية المياه ومحطات توليد الطاقة. ويعنى تلوث الرواسب بمستويات عالية من بعض المعادن النزرة كالنيكل – بالإضافة إلى المبيدات الحشرية – أن هذه المواد كان يتم إلقاؤها في بعض الأماكن بالمنطقة البحرية.*

- *يمثل تصريف المياه العالية الملوحة والحرارة من معامل تحلية المياه إحدى المشكلات البيئية الرئيسية بالمنطقة البحرية.*

- *تحتوي المنطقة البحرية على نحو 8 % فقط من الشعاب المرجانية بالعالم، ولكن زهاء ثلثي هذه الشعاب الموجودة بالمنطقة يتم تصنيفها على أنها معرضة للخطر. ويرجع ذلك بصورة أساسية إلى الصيد الجائر وإلى أن أكثر من 30 % من ناقلات النفط بالعالم تجوب هذه المنطقة كل عام.*

- *تمثل مصائد الأسماك أحد الموارد المهمة للدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ولكن إنتاج الأسماك يقل عاماً بعد عام بسبب تلوث السواحل، والصيد الجائر، واستخدام أساليب صيد غير مناسبة، بالإضافة إلى القصور في إدارة المصائد.*

- *تتعرض الأحياء البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة للنفوق نتيجة لعدة عوامل بيئية. وقد عزيت أسباب النفوق البحري في منطقة عمل المنظمة إلى الملوثات، والتغيرات المفاجئة في العمليات الفيزيائية والكيميائية، وتفشي البكتيريا، والفيروسات، والفطريات، وازهرار الطحالب الضارة، والمد الأحمر.*

- *يعدُّ غزو الأحياء البحرية الدخيلة على المنطقة إحدى صور التهديدات الكبيرة للبيئة البحرية بالمنطقة. والحاجة ماسة إلى إجراء دراسة علمية متعمقة لتحديد الأنواع الدخيلة، والوسائل الممكن اتباعها للحد من أعدادها.*

- *شهدت المنطقة ثلاث حروب كانت لها آثار مدمرة على البيئة، وذلك منذ بداية الثمانينيات وحتى أوائل عام 2003. وأدت أعمال إعادة البناء اللاحقة إلى إحداث عمليات تطوير جوهرية على طول سواحل الدول التي تضررت من جراء هذه الحروب. وخلال عقد التسعينيات حدث توسع عمراني كبير للمدن الساحلية التي يعيش فيها معظم سكان المنطقة. ومن المؤسف أن ذلك التوسع لم يكن خاضعاً للمراقبة، وهو الأمر الذي أسفر في نهاية المطاف عن إضافة المزيد من الضغوط على البيئة البحرية والساحلية.*

- *تسببت الحروب الثلاث التي وقعت بالمنطقة في حدوث أضرار بيئية كبيرة في المنطقة البحرية. فالحرب العراقية الإيرانية – التي ظلت رحاها دائرة طيلة ثماني سنوات – استهدفت مصافي النفط وفرض وأرصفة تصدير البترول وآبار النفط البحرية والناقلات. ولكن حرب عام 1991 تجاوزت جميع الكوارث البيئية الأخرى التي شهدتها المنطقة في العقود الأربعة السابقة لنشوبها. فقد سُكِب أكثر من تسعة ملايين برميل من النفط في البيئة البحرية. ومن المعروف أن معافاة البيئة من آثار أية بقعة نفطية تستغرق وقتاً، وهي عملية بطيئة نسبياً. وقد كان لتساقط نواتج احتراق المنتجات البترولية (من جراء انفجارات آبار النفط بالكويت) أثره في تكوين طبقة رقيقة جداً من ذلك التساقط على سطح البحر. وأدى ذلك إلى تسمم الهوائم البحرية (العوالق) Plankton ويرقات الأحياء البحرية. ولم يتم حتى الآن – بوجه عام – تقييم جميع الآثار البيئية الطويلة الأمد لهذه الحروب على المصائد والبيئة البحرية، وإن كان قد تم إجراء وتنفيذ عدد من المشروعات منذ عام 1991 لتقييم الآثار الطويلة الأمد لكارثة التلوث النفطي عام 1991 على النظم البيئية (الإيكولوجية) البرية والبحرية وعلى مصائد الأسماك بدولة الكويت والدول الأعضاء المجاورة لها. وتضمنت هذه المشروعات دراسة مشكلات الجهاز التنفسي وغيرها من الأمراض والعلل الصحية التي نجمت عن هذه الحرب. وكان*

للحرب الأخيرة بالعراق (مارس/ أبريل 2003) تأثيرات بيئية ملحوظة بالمنطقة. وبالإضافة إلى كل ما سبق، فإن وجود المئات من حطام السفن الغارقة بالممرات المائية البحرية للكويت والعراق يمثل تهديداً مستمراً للبيئة البحرية وما فيها من أحياء، فضلاً عن آثار ذلك على أعمال الملاحة البحرية، وعلى الصحة العامة أيضاً.

3- السمات البيئية للمنطقة البحرية

تقع المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في المنطقة المدارية الشمالية المعتدلة المناخ. ويكون المناخ فيها شديد الحرارة وجافا في فصل الصيف، في حين يكون بارداً نسبياً في الشتاء، مع سقوط زخات قليلة من المطر في الشتاء والربيع. ويتسم موسم الشتاء (من ديسمبر إلى يناير) بقصره، أما الربيع الذي غالبا ما يكون في مارس أو أبريل فلا يستمر أكثر من شهر.

وتعتبر شبه الجزيرة العربية والمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من أكثر بقاع العالم سخونة، إذ يتم تسجيل درجات حرارة أعلى من 49° مئوية بشكل متكرر في بعض محطات الأرصاد الجوية بالمنطقة، وبخاصة في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة. ويتسم فصل الشتاء بمعدلات درجات حرارة يومية تقل عن 20° مئوية، وقد تنخفض حتى تقترب من الصفر المئوي في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة.

وتسود أربعة أنواع من الرياح في المنطقة البحرية للمنظمة، وهي تتضمن: رياح الشمال، والكوس (وهو اصطلاح محلي يعني الرياح الجنوبية الشرقية)، ونسيم البحر في المناطق الساحلية، والرياح الموسمية.

وتعدّ رياح الشمال هي أكثر هذه الأنواع الأربعة شيوعا، وهي تهب على المنطقة البحرية من جهة الشمال الغربي في كل من فصلي الصيف والشتاء. ويمكن أن تصل سرعتها خلال فصل الصيف إلى 153 كيلومتراً في الساعة، فتكون سبباً في هبوب العواصف الترابية وانتشار الضباب. وتهب رياح الكوس من الجنوب والجنوب الشرقي وتتبعها جبهة باردة.

ويهب نسيم البحر بقوة على طول خط الساحل، وبخاصة على امتداد سواحل شبه الجزيرة العربية. وتتأثر أنماط الرياح بقوة في المنطقتين الوسطى والخارجية من المنطقة البحرية للمنظمة بفعل دورة الرياح المدارية في بحر العرب وبالرياح الموسمية الجنوبية الغربية التي تهب خلال الصيف، والرياح الشمالية الغربية التي تهب في أشهر الشتاء.

وتعتبر العواصف الترابية والرملية إحدى الظواهر المهمة المميزة للطقس في كل من الكويت وجنوب العراق والجمهورية الإسلامية الإيرانية. وتقوم هذه العواصف بترسيب ما يصل إلى 1002.7 طن/ كيلومتر مكعب بالمنطقة البحرية الداخلية في شهر يولية وحده. وتعتبر العواصف الترابية التي تهب على الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة المصدر الرئيسي للرواسب البحرية بها.

وتختلف كمية التساقط (من أمطار وندى وضباب ... إلخ) فوق المنطقة البحرية اختلافاً كبيراً، ولكنها تتزايد مع التحرك من الجنوب إلى اتجاه الشمال. وهي تبلغ في الدوحة عاصمة قطر (في جنوب المنطقة) نحو 48 مليمتراً، في حين تبلغ في بوشهر (في شمال المنطقة) بالجمهورية الإسلامية الإيرانية قرابة 275 مليمتراً. ويتغير معدل التساقط السنوي في المنطقة بشكل ملحوظ بين عام وآخر، ولكن متوسط التساقط الذي تم تسجيله خلال فترة امتدت 17 عاماً بلغ 78 مليمتراً في السنة، وهو ما يناظر 1.9×10^{10} متر مكعب في السنة.

وتم تقدير كمية البخر من المياه المفتوحة في المنطقة البحرية للمنظمة بنحو 144 سنتيمترا/ سنة. كما تم تقدير أعلى وأدنى متوسط شهري للبخر كمية من المناطق الساحلية والوسطى بـ 29.3 سنتيمتر في يونية، و 8.1 سنتيمتر في فبراير على الترتيب.

وتحدث الانسيابات المائية من الأنهار إلى المنطقة البحرية للمنظمة بصورة أساسية في الشمال (دجلة، والفرات، وكارون)، ومن الجانب الإيراني بشكل أولي. ويبلغ المعدل السنوي لتدفق المياه من نهري دجلة والفرات معاً 708 أمتار مكعبة في الثانية، ويضيف نهر كارون إليهما 748 متراً مكعباً من المياه في الثانية، وبذلك فإن المعدل الكلي للمياه التي تنساب من شط العرب يبلغ 1456 متراً مكعباً في الثانية.
إن الطبيعة الرسوبية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي محصلة الأمطار الكثيفة التي تساقطت خلال عصر البلايستوسين Pleistocene، والتي جلبت معها

الرواسب من نهري دجلة والفرات اللذين يتدفقان عبر الأهوار العراقية والإيرانية، ومن نهري كارون وكرخة اللذين يأتيان من جبال زاجروس الإيرانية، ومن نهر الباطن (الذي أصبح جافاً الآن) والذي كانت مياهه تأتي من المرتفعات الموجودة في المنطقة الوسطى الغربية لشبه الجزيرة العربية. وقد انعكس تأثير ما حملته هذه الأنهار معها إلى البحر على تركيب الرواسب على قاع البحر. ومن الجدير بالذكر أيضاً أن كميات كبيرة نسبياً من الرمال الناعمة تتموضع (أي تترسب) عن طريق الرياح الشمالية الغربية السائدة في المنطقة، التي تهب عبر محور المنطقة البحرية للمنظمة. وقد تم تقدير كمية الرمال التي تترسب سنوياً في المنطقة البحرية الداخلية بنحو 100 طن/ كيلومتر مربع. وتسود الرواسب (الطمييية) الناعمة في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية، وهي تعكس أثر حمولة الأنهار التي تموضعت (أي: ترسبت) في المنطقة. ومعظم مكونات قاع المنطقة البحرية عبارة عن رواسب حيوية المنشأ biogenic، أنتجتها المتعضيات (الأحياء) الدقيقة، وبشكل أساسي: المنخربات (الفورامينيفيرا). وهناك مجموعة كبيرة من الأحياء النباتية والحيوانية الأخرى المنتجة للكلس (الأحجار الجيرية)، مثل المرجانيات وبعض الطحالب الكلسية، على الرغم من أنه في مجال إنتاج الرسوبيات فإن إنتاجية هذه الأحياء غير مهمة لضآلتها من الناحية الكمية. وتسود الرمال الجيرية (المكونة من كربونات الكالسيوم) سواحل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة، أما في الجانب الإيراني فتختلط هذه الرمال مع مقادير كبيرة من الرواسب البرية المنشأ الناتجة من تأثير الرياح وما تحمله معها الأنهار من رسوبيات.

وتتفاوت درجة حرارة مياه السطح في المنطقة البحرية للمنظمة بين 12° مئوية في الشتاء، وبين أكثر من 35° مئوية في الصيف.

ويتسم نظام المد والجزر في المنطقة البحرية للمنظمة بتعقيده، واختلاف دورة تكراره من دورة نصف يومية إلى دورة يومية. ومدى المد والجزر كبير، وتزيد قيمه التي تم تسجيلها في كل مكان بالمنطقة على المتر. ويتغير مدى كل من المد والجزر في المنطقة البحرية الداخلية من نحو 1.4 متر قرب قطر إلى 3 أمتار في أقصى الشمال الغربي، وإلى 2.8 متر في أقصى الجنوب الشرقي. وفي المياه الساحلية العمانية (المنطقة البحرية الوسطي والخارجية) فإن نظام

المد والجزر السائد بها هو النوع النصف يومي. وتتراوح متوسطات المدى بينهما على الساحل العماني بين 1.5 متر ومترين، في حين تبلغ قيمة أقصى فرق بينهما 3 أمتار.

ويوضح النموذج التخطيطي لدوران المياه في المنطقة البحرية الداخلية الذي أعده (هنتر) Hunter (1983) أن اختلاف الكثافة هو السبب الرئيسي لحركة المياه، مع حدوث انسياب سطحي للمياه من مضيق هرمز إلى المنطقة البحرية الداخلية وذلك بجوار الساحل الإيراني. وثمة انسياب آخر للمياه باتجاه الجنوب على امتداد الساحل الجنوبي كله للمنطقة البحرية الداخلية. وتركد حركة المياه شرق قطر، إذ إن البخر العالي وهبوط المياه ذات الكثافة العالية إلى أسفل يتسببان في حدوث تدفق للمياه القاعية العالية الكثافة إلى جهة الشمال الشرقي، والتي ينتهي بها المطاف بالخروج عبر مضيق هرمز. ويكون انسياب المياه إلى المنطقة البحرية الداخلية عبر مضيق هرمز قوياً (20 سنتيمتراً / ثانية) في الصيف، وضعيفاً (نحو 10 سنتيمترات/ ثانية) في فصلي الربيع والخريف. وقد تم أيضاً تصنيف أسلوب دورة المياه في المنطقة البحرية الداخلية إلى عدة أنواع: تبادل كل من المياه العالية الملوحة والقليلة الملوحة في مضيق هرمز، ودوران المياه نتيجة لاختلاف الكثافة في المنطقة البحرية الداخلية الوسطى والجانبية، والحركة الناجمة عن تأثير الرياح في شمال غرب المنطقة البحرية الداخلية، والتدفق المستحث للمياه في القاع تحت تأثير البخر.

وتتغير تراكيز المغذيات (أي: العناصر الغذائية للأحياء البحرية) في مياه البحر بتغير المكان والزمان. وقد أوضحت القياسات التي أجريت عليها أن محتوى المغذيات السطحية في المنطقة الوسطى والخارجية أعلى بكثير من نظيره في المنطقة البحرية الداخلية. والمياه السطحية ذات المستوى العالي من الفوسفات (أكبر من ميكرومول واحد/ لتر) الموجودة بالمنطقة البحرية الخارجية تفقد الفوسفات بسرعة نتيجة للامتزاج وعمليات الفصل الحيوي (البيولوجي) عند تحرك هذه المياه شمالاً إلى المنطقة البحرية الداخلية (إذ يصبح محتواها من الفوسفات هناك أقل من ميكرومول واحد/ لتر)، أما تراكيز النيترات (من 2 إلى أكثر من 10 ميكرومول / لتر) فكانت في أغلب القياسات أقل من حد الاستشعار (الفحص) detection limit. ويمكن أن يؤخذ ذلك كدليل مادي على أن النيترات تعد من المغذيات المحدودة (غير المتوفرة بكميات معقولة) في المنطقة البحرية الداخلية خلال فترة الشتاء.

وتزداد ملوحة المياه تدريجياً كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال بسبب ارتفاع البخر، مع انخفاض الملوحة أيضاً على طول الجانب الإيراني. وفي منتصف الصيف تتراوح نسبة ملوحة المياه السطحية بين 34 ‰ (في شهر يونية) بالساحل العماني الجنوبي لبحر العرب وبين 38.9 ‰ في الجزء الشمالي من خليج عمان، وتزداد الملوحة حتى تصل إلى 42 ‰ بعد البحرين مباشرة. وقد تم تسجيل درجة ملوحة عالية جداً للمياه قيمتها 70 ‰ في أقصى الطرف الجنوبي لخليج سلوى. وفي فصل الشتاء تكون درجة الملوحة أعلى بقدر ما عن نسبتها في أوائل الصيف في أقصى الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية الداخلية. ومن الجلي أن سبب ذلك هو التغير في كمية المياه العذبة التي تنساب من شط العرب إلى المنطقة البحرية ، فضلاً عن التأثيرات المناخية وبخاصة البخر.

وعادة ما يكون تركيز الأكسيجين الذائب في المياه السطحية للمنطقة البحرية هو 6 مليجرامات/ لتر، أو أكثر من ذلك، اعتمادا على درجة حرارة المياه والملوحة. ويحدث استنزاف للأكسيجين المذاب في بعض المياه الضحلة نتيجة لتشبعها بالمغذيات.

كما تكون مستويات أيونات الهيدروجين (الرقم الهيدروجيني pH) عادة: 8.130 – 8.214 في المياه السطحية في كل من المنطقة البحرية الوسطى والخارجية أقل من نظائرها (8.210 و 8.320) في المنطقة البحرية الداخلية. وتقل قيمة الرقم الهيدروجيني مع زيادة العمق، وقد تصل إلى 7.454 عند عمق 800– 900 متر تقريباً في خليج عمان. وتعد مياه البحر محلولا طبيعيا حاجزا، ولهذا فإنه يلاحظ وجود اختلاف طفيف في مقدار الرقم الهيدروجيني بين المياه السطحية والمياه القاعية. ويبدو ذلك جليا بوضوح في مياه المنطقة البحرية للمنظمة.

إن الاستحمام في مياه البحر الملوثة بمياه المجاري المحتوية على جراثيم يحمل بين طياته خطر الإصابة بأمراض معدية ومعوية. كما أن تناول الأطعمة البحرية الملوثة يسبب الإصابة بأمراض الكبد في مختلف أنحاء العالم.
وقد أوضح تحليل الكلوروفيل وإحصاء خلايا الهوائم النباتية أن إنتاجية الهوائم النباتية مقصورة على بعض المناطق، ولا تتم في جميع أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وقد تم تسجيل قياسات (الكلوروفيل – أ) في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة، وتبين أنها تتراوح بين 0.2 و 0.86 مليجرام/ متر مكعب، في حين أجريت قياسات مماثلة في مياه بحر العرب بلغت قيمها 0.5 مليجرام/ متر مكعب. وثمة تقدير حديث تم

إجراؤه في أثناء رحلة سفينة الأبحاث (القدس) في صيف عام 2001 أوضح أن مدى الهوائم النباتية يتراوح بين 0.11 و 1.46 ميكروجرام/ لتر في المياه السطحية بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة. وقد تم رصد وتصنيف 147 نوعاً من الهوائم النباتية من العينات التي جُمِعَت أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في المنطقة البحرية الداخلية، وتراوح عدد الأنواع التي وجدت في كل محطة من محطات القياس بين 17 و 62 نوعا. والمعلومات المتوافرة عن الخصائص الميكروبيولوجية والإنتاجية الأولية بالمنطقة البحرية للمنظمة تتسم بقلتها ومحدوديتها نسبيا، ولهذا فإن الحاجة تدعو إلى إجراء أبحاث أخرى في هذا المضمار لسد هذه الفجوة.

وتختلف إنتاجية الهوائم الحيوانية بالمنطقة البحرية للمنظمة باختلاف المكان والزمان، وقد تم إجراء تقديرات لها من خلال عدة أنواع من التحاليل، ولهذا فإن مقارنة مستويات الإنتاجية تتسم بصعوبتها. وقد وجدت المستويات العظمى للكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في شمال غرب المنطقة البحرية للمنظمة، حيث تتسم مياه البحر بارتفاع درجة حرارتها وانخفاض ملوحتها، وحيث تم تسجيل جود تراكيز عالية من المغذيات والكلوروفيل (أ). وقد وجد أن معدل وفرة الهوائم الحيوانية التي تم تقديرها في أثناء رحلات سفينة الأبحاث البحرية يوميتاكا- مارو هو 2064.5 ± 3282 في كل متر مكعب. ومن بين الأنواع التي دُرِسَت كانت مجدافيات الأرجل Copepods هي المجموعة الأكثر انتشاراً، إذ بلغ متوسط أعدادها 10680 ± 1383 في كل متر مكعب. وتعتبر مجدافيات الأرجل Copepods أكثر الهوائم الحيوانية وجوداً ووفرة، ويبلغ معدل وفرتها 48.93 % من إجمالي هذه الهوائم في مياه مسقط أيضا. وفي المياه الكويتية تراوحت الكتلة الحيوية من الهوائم الحيوانية بين 4.8 و 288 مليجرام/ متر مكعب (بالوزن الجاف)، بمتوسط عام قدره 186.7 مليجرام/ متر مكعب. وفي المياه القطرية تراوحت بين 100- 500 مليجرام/ متر مكعب. وفي خليج عمان وُجِد أن المعدل العام للكتلة الحيوية هو 84681 مليجرام/ 100 متر مكعب (بالوزن الرطب)، في حين كان هذا المعدل على ساحل سلطنة عمان على بحر العرب هو 62465 مليجرام/ 100 متر مكعب. وتقل الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في بحر العرب بمقدار 1.35 مرة عن تلك التي للكتلة المناظرة في خليج عمان. وقد تم رصد حدوث تغيرات موسمية في وفرة الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية حيث تكون عالية في الشتاء عنها في الصيف. وفي المنطقة

البحرية الداخلية والمنطقة البحرية الوسطى للمنظمة، كانت الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية أعلى في الشتاء من الصيف بمقدار 3 – 3.5 و 2.27 مرة على التوالي.

وتضع معظم الأسماك البحرية بيضها في المناطق البحرية المفتوحة، وهي تنتج بيضا ويرقات تهيم في مياه البحر. والمناطق التي تحتوي على أعلى كثافة من بيض ويرقات الأسماك ينظر إليها على أنها مناطق تكاثر وتفريخ عدد من الأنواع السمكية، ولهذا إذا استدعى الأمر يتم حظر الصيد فيها خلال موسم التفريخ للمحافظة عليها وكإجراء مناسب لاستعادة المخزون السمكي لها. وفي المنطقة البحرية الداخلية فإن الأنواع السائدة من بيض الأسماك هي تلك التي للأنشوجيات Engraulidae، والرنجيات Clupeidae، والتي شكلت 45.4 % من جميع البيض. أما اليرقات السائدة فهي يرقات الأنشوجيات Engraulidae، وأسماك ديدان الطين Gobiidae، والرنجيات Clupeidae، والتي شكلت 42.5 % من جميع اليرقات. وقد تم تحديد يرقات 53 عائلة من الأسماك في المنطقة البحرية الداخلية. أما في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية فتم تحديد 54 نوعا من بيض الأسماك، و 93 نوعاً من يرقات الأسماك. وتوضح الدراسات المقارنة لهاتين المنطقتين (الوسطى والخارجية) أن بحر العرب يحتوي على وفرة من بيض الأسماك تزيد بمقدار 20 ضعفاً على الوفرة المناظرة في خليج عمان، في حين أن خليج عمان يحتوي على وفرة من يرقات الأسماك تبلغ 2.6 مرة ضعف الوفرة المناظرة في بحر العرب. وتسود يرقات السردين ويرقات أسماك الطبقة الضوئية الوسطى mesopelagic في خليج عمان. ويكثر وجود بيض ويرقات الأسماك في فصل الصيف، الذي يمثل فترة الذروة بالنسبة لوضع الأسماك لبيضها في المنطقة البحرية للمنظمة.

ويوضح تحليل عينات الأحياء الحيوانية القاعية التي تم تجميعها خلال الرحلة الحديثة لسفينة الأبحاث البحرية وجود عدد من الأنواع بالمنطقة البحرية للمنظمة بلغ إجماليه 304 أنواع. وقد سُجِّلت أعظم قيمة لوفرة اللافقاريات القاعية قرب ساحل قطر، في حين تم تسجيل أقل عدد لها في المياه القريبة من الخطوط الساحلية لكل من الكويت والعراق. وكانت أعلى قيمة لوفرة الرخويات في المياه البحرية لقطر، في حين سجلت أعداد قنافذ البحر أعلى قيمة لها في مياه دولة الإمارات العربية المتحدة. وكانت أعلى قيمة لوفرة القشريات والحلقيات في

مياه قطر، ثم في الجمهورية الإسلامية الإيرانية على التوالي. وتحتاج هذه الدراسة إلى توسيع نطاقها لتشمل مناطق أخرى في المستقبل.

4- الموارد البحرية في منطقة عمل المنظمة

توفر البيئة البحرية أكبر مساحة قابلة للاستيطان من قبل الأحياء الحيوانية والنباتية البحرية. وتتدرج الموائل البحرية من الشواطئ المكشوفة إلى المناطق البحرية المفتوحة التي تتضمن: موائل القيعان العميقة، وموائل المياه الضحلة التي تقع تحت مستوى المد والجزر، والموائل البين مدية، والشواطئ الصخرية، والشواطئ الرملية، والشواطئ الطينية، وموائل سطح البحر المفتوح، والمنطقة الوسطى من البحر، والقاع. وبعض هذه الموائل في وضع حرج، مثل المسطحات الطينية التي توفر المأوى للعديد من المتعضيات (الأحياء). وقد تم حصر الموائل البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، والجدير بالذكر أن أكثر من 85 موقعا هي مناطق محميات بحرية.

وتعدّ الحشائش والأعشاب البحرية مصدرا غذائيا مهما، كما أنها تمثل أفضل الموائل البحرية التحت سطحية، حيث توفر مأوى للعديد من الأحياء البحرية. كما تعتبر أعشاب البحر ذات أهمية تجارية، فهي تستغل للحصول على ما تحتويه من الألجينات alginates والأغرة agar (مادة هلامية تستخلص من الطحالب البحرية) والكاراجينان carrageenan. كما أنها غالباً ما تستخدم بصورة مباشرة كغذاء للإنسان، وتستخدم أيضاً كسماد عضوي. والطحالب البحرية غنية بالبروتينات، وفيتامينات (أ) و (ب) و (ج) و (ح) H، والمعادن ، وحمض الفوليك ، ومركبات الفينول، والإستيرولات sterols والتربنويدات terpenoids ، وبعض المركبات المستخدمة في إنتاج الأدوية. وأعشاب البحر من النوع phaeophyta (الطحالب البنية)، والنوع Rhodophyta (الطحالب الحمراء)، والنوع Chlorophyta (الطحالب الخضراء) يتم حصادها في مختلف أنحاء العالم . ويشيع وجود أربعة أنواع من حشائش البحر في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وأكثر هذه الأنواع الأربعة شيوعا هو: *Halodule uninervis* و*Halophila ovalis* . وتشكل حشائش البحر في (مصيرة) جزءاً أساسياً من طعام السلاحف الخضراء *Chelonia mydas* . وقد أوضحت دراسة حديثة وجود 232 نوعاً من الأعشاب البحرية في المياه العمانية. وتمثل مُهُد الأعشاب البحرية الكثيفة في

المناطق الواقعة أسفل مستوى المد على طول ساحل ظفار الغذاء الأساسي للعديد من الأحياء البحرية التي ترعى هذه الأعشاب مثل أذن البحر *Haliotis mariae* ، والسمكة الأرنبية .*Siganus* spp ، والسمكة الببغائية .*Scarus* spp ، والسلحفاة الخضراء *Chelonia mydas*.

وتوجد أشجار القرم في المسطحات الطينية، وهي توفر حيزاً حيوياً لأكثر من 2000 نوع من الأحياء البحرية. وفي المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وبسبب الظروف المناخية الحادة، والعدد المحدود من الموائل، يوجد نوع واحد فقط لمجموعات متفرقة من أشجار القرم من النوع *Avicennia marina*. ولما كانت درجات حرارة الجو تهبط إلى درجة التجمد في فصل الشتاء في أقصى الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية الداخلية فإن أشجار القرم لا توجد في دولة الكويت ولا في معظم السواحل الشمالية الشرقية للمملكة العربية السعودية . وعلى طول الساحل الإيراني يوجد نحو 10000 هكتار من نباتات القرم من النوع *Avicennia marina*. أما على طول السواحل والجزر العمانية فتتوزع أشجار القرم على أكثر من عشرين موقعاً، وهي تتضمن تجمعات حيوانية من الأسماك، والسرطانيات (القباقب)، والروبيان من النوعين *Penaeus indicus* و *P. semisulcatus* ، والأصداف shells والبطلينوس clams ، وأكثر من 200 نوع من الطيور، وثلاثة أنواع من السلاحف البحرية ، وأربعة أنواع من الثدييات . وفي دولة قطر توجد أشجار القرم في منطقة الساحل الشمالي الشرقي. وفي سواحل دولة الإمارات العربية المتحدة تم تقدير الكتلة الحيوية لأشجار القرم فوجد أنها تتراوح بين 70 و 110 طن / هكتار.

وتعدّ الشعاب المرجانية جواهر البحر. ويعتبر وجود الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية مثالاً فريداً لتكيف الأحياء والمتعضيات البحرية في مثل هذه البيئات ذات الظروف البيئية القاسية. ويوجد العديد من بقع وتجمعات الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة، مع وجود جزر مرجانية تمثل قمة نمو الشعاب المرجانية وتطورها. وقد تم تحديد نحو 55– 60 نوعاً من الزوزانتلات (وهي طحالب مجهرية تكافلية) Zooxanthellate في المنطقة البحرية للمنظمة. وفي الجزء الداخلي من هذه المنطقة البحرية توجد الشعاب المرجانية في بيئات تتسم بالتطرف الكبير في درجة الحرارة والملوحة، فضلاً عن درجة العكارة العالية. وبرغم ذلك، لا توجد أنواع مرجانية في الأماكن

التي تزيد نسبة الملوحة فيها على 46 في الألف. فنمو وازدهار الشعاب المرجانية يكون محدودا حينما تكون الظروف الطبيعية شديدة التطرف.

إن أعداد الأنواع المرجانية الموزعة في المياه الساحلية للدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي كما يلي: 31 نوعا في مملكة البحرين، و19 نوعاً في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، و 26 نوعا في دولة الكويت، و 91 نوعا في سلطنة عمان ، و 8 أنواع في دولة قطر، و 34 نوعا في دولة الإمارات العربية المتحدة. وقد تم تسجيل وملاحظة حالات ابيضاض الشعاب المرجانية في مملكة البحرين وسلطنة عمان والمملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة بسبب ارتفاع درجة حرارة مياه البحر. كما أن الشعاب المرجانية تعرضت لضرر شديد من جراء نجم البحر ذي التاج الشوكي في سلطنة عمان والإمارات العربية المتحدة. وتعتبر إزالة نجم البحر الشوكي عن طريق التقاطه يدويا من الشعاب المرجانية المتضررة وسيلة مناسبة لمنع حدوث تدمير كبير وجماعي للشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة.

ويعد الروبيان أحد أهم أصناف الأطعمة البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة. وتوجد المناطق الغنية بالروبيان في مياه كل من الجمهورية الإسلامية الإيرانية ودولة الكويت، وإن كانت هناك بعض المناطق الأخرى التي تصاد منها كميات صغيرة من الروبيان في مياه مملكة البحرين وسلطنة عمان وقطر والمملكة العربية السعودية. والأنواع الرئيسية التي تستخدم لاستغلالها تجاريا في دولة الكويت هي: *Penaeus semisulcatus* ، و *Metapenaeus affinis*. وعلى الرغم من وجود 12 نوعاً معروفا من الروبيان في المياه العمانية فإن 4 أنواع فقط منها تسهم بشكل كبير في المصائد التجارية، وهذه الأنواع هي: *Penaeus indicus* ، و *Metapenaeus monoceros* ، *P. semisulcatus* و *M. stebbingi* . وفي المياه البحرينية فإنه من بين الأنواع السبعة من طائفة penaeid، فإن الصيد التجاري يعتمد بصورة أساسية على نوع واحد هو *Penaeus semisulcatus* .

ومن بين جراد البحر يوجد نوعان فقط من جراد البحر الشوكي يتم استغلالهما تجارياً في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية للمنظمة، هما: *Panulirus homarus*،

و *P. versicolor* . ويتم الحصول على جراد البحر ذي الأنف الجاروفي *Thenus orientalis* كصيد جانبي في أثناء صيد الروبيان في مملكة البحرين. وتعدّ القباقب التي تنتمي إلى عائلتي Grapsidae و Ocypodidae أحد عناصر المملكة الحيوانية الشائعة الوجود في المسطحات الطينية المد جزرية وبيئات أشجار القرم في المنطقة البحرية للمنظمة ، حيث تم التعرف على ستة أنواع من القباقب grapsid و 21 نوعاً من السرطانات ذات الأرجل Ocypodid. ويعد قبقب الرمل *Portunus pelagicus* ، وقبقب الطين *Scylla serrata* من الأنواع ذات الأهمية التجارية في المنطقة البحرية للمنظمة.

ومن بين الرخويات فإن أذن البحر من النوع *Haliotis mariae* يوجد فقط في المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة، ويقتصر وجوده على ساحل ظفار في سلطنة عمان. ويتم استغلاله تجاريا. ويوجد محار اللؤلؤ الذي ينتمي إلى الجنس *Pinctada* في المنطقة البحرية للمنظمة. والنوع *Pinctada radiata* شائع ومتوافر بكثرة في المياه البحرينية، كما يشيع وجوده أيضا في المياه الكويتية والسعودية. أما النوع *P. margaritifera* فيوجد بوفرة على طول الساحل الإيراني. ومن المثير للاهتمام أن هذين النوعين يوجدان أيضا في خليج عمان. ومن بين رأسيات الأرجل cephalopod التي توجد في مياه المنطقة البحرية للمنظمة يعد الخثاق squids والحبار cuttlefish والأخطبوط octopus أهم المجموعات الأحيائية – التي تنتمي إلى هذه الطائفة – ذات القيمة التجارية. كما يعد الحبار الفرعوني *Sepia pharaonis* أحد أهم الأنواع ذات القيمة التجارية في المنطقة البحرية للمنظمة.

وتحتوي المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة على أكثر من 500 نوع من الأسماك ، يعيش معظمها في مواطن أوقيانوسية أو مواطن قاعية، أو في الشعاب المرجانية. ومن بين هذه الأنواع يوجد نحو 130 نوعاً في الكويت، و 71 نوعاً في البحرين، و 106 نوع في المملكة العربية السعودية. وفي المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية للمنظمة قبالة السواحل العمانية، تم التعرف على 1138 نوعاً من الأسماك. وفي الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة فإن التطرف في الظروف البيئية قد حد من توزيع العديد من أنواع الأسماك فيها. ومن ناحية أخرى، فإن التنوع الحيوي العالي لأسماك سلطنة عمان يعزى إلى تنوع الموائل الساحلية لها، والتنوع الكبير في الظروف المناخية على مدار العام ، والموقع

الجغرافي الفريد والمتمثل في وجود التيارات الصاعدة في المنطقة الشمالية الغربية للمحيط الهندي.

وتحتل السلاحف البحرية مكانا متميزا ضمن قائمة الأحياء الحيوانية في المنطقة البحرية للمنظمة. وجميع الأنواع الخمسة من سلاحف المناطق الشبه مدارية معروف وجودها بالمنطقة، حيث تتوجه إناثها إلى الشاطئ لوضع البيض. وعلى الرغم من أن السلاحف البحرية الموجودة تعشش لتضع بيضها في الشواطئ وبعض الجزر في مملكة البحرين، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، والكويت، وقطر، والمملكة العربية السعودية، فإن ثلاثة أنواع من السلاحف التي تضع بيضها في سلطنة عمان تتصف بأهميتها العالمية. فجزيرة مصيرة يوجد بها أكبر تجمع للسلاحف ذات الرأس الضخم التي تعشش بها، في حين تمثل شواطئ رأس الحد أكبر موقع معروف في شمال المحيط الهندي لتعشيش السلاحف الخضراء. وفي جزر الحلانيات توجد السلحفاة ذات منقار الصقر بأعداد كبيرة لتضع بيضها هناك . ويعدّ طائر الخرشنة .*Sterna* spp المهاجر والقبقب الشبح *Ocypode rotundata* من المفترسات الرئيسية لصغار السلاحف عندما تفقس من البيض.

وتعتبر أفاعي البحر أكثر الأفاعي سمية في العالم. ويوجد تسعة أنواع معروفة من الأفاعي البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة. ومن بين هذه الأنواع فإن أفعى البحر ذات أنف الصقر (أو أفعى البحر ذات الأنف المستدق) *Enhydrina schistosa* ، وأفعى البحر ذات الحلقات *Hydrophis cyanocinctus* هما أشد الأنواع خطورة بالمنطقة. أما النوع *Hydrophis* فهو أكثر الأفاعي البحرية شيوعاً بالمنطقة، وهو يوجد في المياه الطينية الدافئة، وبيئاته المفضلة هي الموائل القاعية ذات التربة الناعمة في الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة.

وتحتوي المنطقة البحرية على مجموعات متنوعة من الطيور البحرية ذات الأهمية العالميةO وتقوم أعداد كبيرة من الطيور البحرية بالتكاثر ووضع بيضها في الجزر البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وبخاصة طيور الغاق السوقطري والخرشنة sterninae. ويأوي إلى منطقة ما بين المد والجزر نحو أربعة ملايين طائر من الطيور الخواضة waders في فصل الشتاء، مما يجعل المنطقة البحرية للمنظمة واحدة من أهم خمس مناطق بالعالم لإيواء هذه الطيور. كما أن المنطقة الواقعة أسفل منطقة المد والجزر ذات أهمية

عالمية أيضا في مواسم هجرة الطيور وذلك لتجمعات نحو عشرين نوعاً آخر من الطيور المائية التي تتضمن: الطيور الغواصة، والغاق، والبلشون، والنحام (الفلامينجو)، والنوارس، والخرشنة.

وتستوطن الثدييات البحرية والأطوميات (أبقار البحر) والدلافين والحيتان المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويقدر عدد الأطوميات بالمنطقة بـ 7310 أطوم، مما يجعل المنطقة البحرية للمنظمة أهم منطقة للأطوميات في النصف الغربي لمواطن وجود هذه الحيوانات، وثاني منطقة معروفة بأهميتها عالميا للأطوميات بعد أستراليا. ويوجد نحو 20 نوعاً من الدلافين والحيتان في المنطقة البحرية للمنظمة.

ومن بين بعض الموارد البحرية الحية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تتسم بعض أنواع خاصة من الأحياء البحرية بكونها خطرة على الإنسان، إذ تسبب له إصابة أو تسمماً في أثناء المواجهة المباشرة بينهما. وتنتمي الأحياء البحرية التي تتصف بذلك إلى طائفتي الفقاريات واللافقاريات، وهي تتدرج من عشائر اللاحشويات (قناديل البحر) إلى الفقاريات (مثل أفاعي البحر). ويمكن تجنب العديد من الحوادث الخطرة عن طريق زيادة الوعي والتثقيف العام، ولهذا فإن من الأهمية بمكان لسكان المنطقة أن يعرفوا الأحياء الخطرة التي تمثل تهديداً للبشر في المنطقة.

5- الأنشطة والبنى الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر في المنطقة البحرية للمنظمة

إن الأنشطة البشرية والاقتصادية والاجتماعية العديدة للدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية على طول امتداد الساحل والبحر قد أحدثت آثارا كبيرة على البيئة في المنطقة. فالمواد التي تنتج من أنشطة تجرى في البر أو في البحر، مثل: مياه المجاري المنزلية، والمياه المنصرفة من المصانع، والمواد السامة، والهيدروكربونات البترولية، والمغذيات، والقمامة تمثل تهديدا كبيرا للبيئة، ويجب التحكم فيها ومراقبتها في مختلف أنحاء المنطقة.

إن الصناعات الثقيلة بالمنطقة التي تتضمن: المصافي النفطية، والمجمعات البتروكيميائية، ومعامل تحلية مياه البحر ومحطات توليد القدرة الكهربائية، بالإضافة إلى الصناعات الغذائية والزراعية والحيوانية (المواشي) هي المصادر الرئيسية لزيادة حمل الكربون العضوي. ويختلف حمل التلوث من كل صناعة باختلاف القدرة الإنتاجية ونوع المنتج الناجم عن هذه الصناعة. فعلى سبيل المثال، تنتج المجمعات البتروكيميائية عددا كبيرا من المنتجات، هي: الميثانول، والإيثانول، وكلوريد الإيثيلين، وإيثيل البنزين، والإستيرين، والكلوريد، والصودا الكاوية، والفورمالدهيد، والبولي إيثيلين، والإيثيلين، وغازي النيتروجين والأكسيجين، واليوريا، والأمونيا، ... إلخ. فكل هذه المنتجات لها آثارها الضارة على الأحياء البحرية.

وتحتوي مياه التبريد والمياه العالية الملوحة التي يتم تصريفها من معامل تحلية مياه البحر ومحطات توليد القدرة الكهربائية على ملوثات من بقايا الكلور والأحمال الحرارية. وتقوم معامل تحلية مياه البحر بتصريف مياه ساخنة عالية الملوحة إلى البحر، مما يؤدي إلى حدوث تغيرات في الخصائص والسمات الفيزيائية والكيميائية للنظم البيئية (الإيكولوجية) البحرية المحلية.

وتحتوي المياه الصناعية التي يتم تصريفها من المصافي النفطية على هيدروكربونات سائلة ، وفينول، وكبريتيدات، ومواد صلبة ذائبة. وبالإضافة إلى ذلك، تضاف أحمال ثقيلة من الملوثات من مصانع البتروكيماويات والأسمدة، ومن صناعات الغاز والوقود بالمنطقة البحرية للمنظمة. ويمكن للنفايات الصلبة الناتجة عن مختلف الصناعات القائمة بالمنطقة أن يكون لها تأثير ضار على المنطقة البحرية للمنظمة إذا لم يتم إدارتها والتعامل معها ومعالجتها بشكل مناسب.

إن أحمال الانبعاثات الغازية في الهواء من مصادر صناعية قائمة في البر بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تصل في نهاية المطاف إلى البيئة البحرية. والمصادر الرئيسية للانبعاثات الغازية هي: المصافي النفطية، ومصانع البتروكيماويات والأسمدة، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية، والمركبات والسيارات... إلخ. وقد أسهم معدل الزيادة الكبيرة في عدد المركبات في تلوث الهواء بشكل كبير. وتتسبب الانبعاثات الناجمة من الصناعات المختلفة في تلويث الهواء بأكاسيد الكبريت، وثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد

النيتروجين، والهيدروكربونات. وتتسبب الجسيمات العالقة الناجمة من مصادر صناعية في زيادة الحمل الإجمالي من الملوثات للبيئة البحرية.

وتعدّ مياه المجاري المنزلية التي يتم تصريفها من المناطق الحضرية والريفية إلى البيئتين الساحلية والبحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية مصدرا آخر للتلوث. ومياه المجاري هذه إما أن تكون معالجة بصورة جزئية أو غير معالجة. ويقدر إجمالي الطاقة الاستيعابية لمحطات معالجة مياه المجاري في المنطقة بأكثر من مليوني متر مكعب/ يوم. ومع ذلك فإن هناك كميات كبيرة من مياه المجاري غير المعالجة يتم تصريفها باستمرار إلى المنطقة البحرية، مسببة تدهورا للبيئة البحرية. وتتفاوت الطاقة الاستيعابية لمحطات معالجة مياه المجاري في الدول الأعضاء بالمنظمة، وقد اتخذت بعض الإجراءات الفعالة من قبل هذه الدول لتقليل التلوث الناجم عن هذه المياه. وتستخدم مياه المجاري المعالجة بصورة رئيسية في أغراض ري المسطحات الخضراء، والحدائق والمنتزهات، ومرافق الترفية والطرق السريعة، وملاعب الغولف.

وقد تأثرت النظم البيئية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بشكل كبير من جراء الأنشطة التنموية في أحواض بعض الأنهار في بعض الدول الأعضاء بالمنظمة، مثل إنشاءات السدود وتغيير مجاري الأنهار... إلخ. فقد تسببت هذه الأنشطة في إحداث تغيرات كبيرة في النظم الهيدرولوجية الطبيعية للأنهار وفي أنماط التدفق، وأحدثت تغيرات في نوعية وكمية المياه التي تنساب إلى المنطقة البحرية للمنظمة. وكانت التأثيرات كبيرة وعديدة في النظام البيئي لشط العرب وللموارد السمكية في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة. كما تسبب انخفاض معدل تدفق مياه النهر إلى المنطقة البحرية للمنظمة في إحداث عدة مشكلات بيئية (إيكولوجية) بالمنطقة، وهو أمر يتطلب تعاونا بين الدول في مجال المراقبة المستمرة والترتيبات الخاصة بالإدارة الإقليمية لحوض النهر.

وتمثل التغييرات الطبيعية الناجمة عن التنمية الساحلية تهديدا رئيسيا للبيئة البحرية بالمنطقة. ويتطلب تطوير الساحل إجراء عمليات جرف للرمال الشاطئية وإصلاح الأراضي أو زيادة مساحة الأراضي عن طريق ردم المناطق الساحلية، وذلك للاستفادة منها في مشروعات

تنموية بالمستقبل. وتتضمن هذه الأنشطة العديد من مختلف الأعمال الإنشائية المرتبطة بالتنمية الصناعية، والمناطق السكنية، والمنشآت الرياضية، والجسور، وموانئ الصيد، والموانئ التجارية، والمرافئ، ... إلخ. وتتسبب التغييرات الطبيعية على خط الساحل في تدمير مناطق تكاثر وتفريخ العديد من الأنواع الأحيائية البحرية، وكذلك تدمير مُهُد الحشائش البحرية، والمسطحات الطينية. كما أنها تتسبب أيضا في زيادة الطمي بمياه البحر وزيادة عكارة المياه، التي تسبب بدورها تهيجاً أو انسداداً لخياشيم الأسماك، وتعوق عملية التمثيل الضوئي في النباتات البحرية، وتتسبب في نحر السواحل. ولهذا فإن أنشطة تنمية المناطق الساحلية، التي تجرى بصورة سريعة ومستمرة، تتطلب تقييما إستراتيجيا لآثارها، وخطط إدارة جيدة، ومراقبة.

ويشكل المعدل السريع لنمو المرافق الترفيهية والسياحية على طول الساحل تهديدا كبيرا للبيئة بالمنطقة. وتتضمن هذه المرافق: مراسي اليخوت والقوارب والطرادات، ومرافق الألعاب المائية والصيد والمنتزهات البحرية، وإقامة المعسكرات على الشواطئ. ويجب مراقبة وتقليل الآثار الضارة لهذه المرافق من أجل حماية المناطق الساحلية من أي تدهور بيئي آخر.

وقد تأثرت الموارد والثروات البحرية الحية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من جراء حالة التدهور البيئي الناجمة عن مختلف الأنشطة البشرية بالمنطقة. فقد كان لتدمير أماكن تفريخ وحضانة العديد من الأنواع البحرية نتيجة استصلاح السواحل وعمليات الدفان وتقليل كميات المياه العذبة التي تنساب من شط العرب آثار سلبية كبيرة على الثروات البحرية الحية بالمنطقة البحرية للمنظمة. وبالإضافة إلى ذلك، تسببت أساليب الصيد التدميرية في إحداث أضرار شديدة بالمصائد السمكية والنظم البيئية (الإيكولوجية) بالمنطقة. كما أن الاستغلال الجائر لبعض الأنواع ألحق أضرارا كبيرة بالمخزون السمكي للعديد من الأنواع ذات الأهمية التجارية. ويمكن معالجة هذه المشكلات بشكل فعال من خلال سنّ التشريعات والإجراءات التي تحد من أنشطة الصيد، وتحديد مساحة فتحات (ثقوب) الشباك وحجم الأسماك المصادة، وإغلاق مناطق الصيد، وتقليل فترة موسم الصيد.

ويتم استغلال الموارد البحرية غير الحية – كالنفط والغاز – من الرواسب البحرية من قبل الدول الأعضاء بالمنظمة. كما تستخدم مياه البحر في معامل التحلية، وفي أغراض التبريد وإنتاج البخار لتوليد الكهرباء. كما يتم استغلال الرمال والحصباء (الصلبوخ) من المياه الساحلية في العديد من الاستخدامات. ويتسبب الاستغلال والإنتاج البحري للنفط والغاز في حدوث مشكلات بيئية مزمنة بالمنطقة. كما يتسبب تصريف الكيماويات والكميات الكبيرة من المياه المنتجة من الحقول البحرية في زيادة حجم الآثار البيئية، وهي مصدر للقلق البيئي بالمنطقة.

ويتم إجراء أعمال جرف الرمال والطين على نطاق كبير في المناطق الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة، وبخاصة لاستصلاحات الأراضي، وإزالة الرمال من الموانئ ... إلخ. وتحتوي المواد التي يتم جرفها على العديد من المواد التي قد تلوث البيئة. ويجب تبني تقنيات مناسبة للتخلص من المواد المجروفة دون أن يسبب ذلك أية آثار بيئية ضارة. كما يجب التحكم في التسربات النفطية، ومياه التوازن، ومياه المجاري، وكرات القطران التي تترسب على طول الساحل، والقمامة التي يتم إلقاؤها من الناقلات والسفن؛ لأنها تلوث مياه المنطقة البحرية للمنظمة كلها بشكل مستمر. كما أن الشبكة الكبيرة من خطوط الأنابيب التي تمتد على قاع البحر في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تمثل مصدرا آخر للتلوث النفطي الذي غالبا ما يسبب أخطارا بيئية نتيجة أية تشققات أو تصدع لخطوط الأنابيب المغمورة تحت سطح البحر.

6- تلوث المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

على الرغم من أن تغطية أعمال المسح البحري للملوثات التي أجريت في بعض المواقع في المياه الساحلية لم تكن شاملة في أثناء مسح الملوثات، فإن العديد من النتائج الخاصة والعامة يمكن تركيز الأضواء عليها اعتمادا على نتائج المسح التي تم الحصول عليها في عامي 2000 و 2001 من الدول الأربع الأعضاء في المنظمة، بالإضافة إلى البيانات التي تم الحصول عليها من أعمال المسح البحري السابقة للملوثات في المنطقة من مواقع أخذ

العينات وباتباع أساليب مماثلة في إعداد العينات ومنهجية التحليل وإجراءات ضمان الجودة والتحاليل.

وما يزال التلوث النفطي يمثل مشكلة في العديد من المواضع بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. فبعد مرور ست سنوات تقريباً على حادث البقعة النفطية الكبيرة الذي وقع في خليج عمان قبالة الساحل الشرقي لدولة الإمارات العربية المتحدة فإن تراكيز عالية نسبياً من الهيدروكربونات النفطية ما زالت تلاحظ في الرواسب والمحار حول رأس عكة. والتراكيز الموجودة في الرواسب أقل بكثير من تلك التي تم قياسها عقب الحادث، ولكنها مع ذلك تشهد على البطء الذي يحدث في معافاة البيئة من آثار أي تلوث نفطي شديد بها. ومن المثير للانتباه أن الرواسب التي جمعت عيناتها من هذه المنطقة احتوت أيضاً على تراكيز عالية جداً من المعادن النزرة (مثل النيكل) وتراكيز عالية من بعض المبيدات الحشرية التي تحتوي على مركبات الكلور العضوية. وفي مقابل ذلك فإن مستويات المعادن النزرة في عينات المحار التي أخذت من رأس عكة وشاطئ عكة لم تكن عالية على وجه الخصوص، مما يدل على أن ملوثات المعادن النزرة الموجودة حاليا في الرواسب يجعلها تعمل كبالوعة أكثر من جعلها مصدراً لتلوث المحار ذي الصدفتين الذي يوجد بالجوار. ولم يتم التعرف على مصدر الخليط المتنوع من الملوثات الذي وجد في رأس عكة وشاطئ عكة، ولكن من المرجح أنه ليس نتيجة مباشرة لبقعة 1994 النفطية. ولهذا فإنه من الضروري استمرار مراقبة المنطقة بصورة منتظمة وإجراء تحاليل خاصة لعيناتها لتحديد ما إذا كانت هناك عمليات طرح للمخلفات في هذه المنطقة.

وبالإضافة إلى ما سبق، فقد مر أكثر من ثلاث سنوات على آخر سلسلة من القياسات التي أجريت لبقايا المتخلفات النفطية والملوثات المرتبطة بها في مناطق معينة في شمال غرب ساحل المملكة العربية السعودية والكويت، وهي المناطق التي تضررت بشدة من جراء البقعة النفطية التي نجمت عن حرب 1991. ومن أجل الحصول على بيانات دقيقة تسمح بإجراء تقييم أفضل لاحتمالات معافاة الأنظمة البيئية في هذه المنطقة التي تضررت من التلوث النفطي يجب إجراء المزيد من القياسات وأعمال المسح في المواقع نفسها في المستقبل القريب. وسوف تستمر أعمال المسح البحري للملوثات في المناطق السابق ذكرها لتحديد "البقع الساخنة" بها والتأكد من الحصول على بيانات من خلال تغطية شاملة، لمستويات ملوثات محددة، مكانياً وزمانياً، في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وثمة موضع آخر يعاني من تلوث مزمن بخليط من الملوثات، وهو يقع قبالة مجمع (بابكو) الصناعي في مملكة البحرين. فقد وجدت في هذا المكان أعلى تراكيز لمجموعة متنوعة من المواد السامة. ويجب دراسة وفحص المستويات العالية جداً للبنزوبيرين (أ) التي تم تسجيلها قبالة (بابكو) و(عسكر) باهتمام وحرص، وهي تحتاج إلى مراقبة مستمرة.

وقد أثبتت النتائج الجديدة المتعلقة بمركبات الكلور العضوية على وجه الخصوص أنها مفيدة لتوسيع قواعد البيانات المتعلقة بالتوصيف الزماني للملوثات بالمنطقة البحرية للمنظمة. وفي الوقت الذي تبين فيه أن تراكيز PCB في مجموعات المحار قد انخفضت عبر العقدين الأخيرين فإن تراكيز مركبات DDT قد تغيرت قليلاً خلال الفترة نفسها. وهذه البيانات فريدة في نوعها، ويجب توسيع نطاقها لتشمل رواسب المياه الساحلية في بعض المناطق المحددة حتى يمكن للدول أن تجري تقييماً أفضل للتغيرات الزمنية واحتمالات معافاة البيئة في المناطق التي تعرضت لتلوث شديد مثل شاطئ عكة في دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة البحرية المواجهة لمصفاة (بابكو) في مملكة البحرين.

إن مصادر التراكيز العالية للمعادن النزرة والمستويات المرتفعة لمركبات القصدير العضوية في عينات المحار الصخري التي أخذت من بعض المواقع في جزيرة (مصيرة) غير معروفة، وربما كانت التراكيز العالية للمعادن النزرة ناتجة من العمليات الجيوكيميائية والأوقيونوجرافية الطبيعية. وبالمثل فإن التراكيز العالية للكادميوم التي لوحظت في أكباد بعض الأسماك في جنوب سلطنة عمان قد تكون ناجمة من التراكم الحيوي لمستويات عالية من الكادميوم عبر السلسلة الغذائية ودخولها إلى المياه السطحية ذات الإنتاجية العالية من خلال ظاهرة التيارات المائية الصاعدة التي تحدث في هذه المنطقة. ولن يتم الفصل في هذه المسألة إلا بإجراء المزيد من الدراسات التفصيلية على عينات يتم أخذها من تلك المنطقة، ويتم فحصها زمانياً ومكانياً وكمياً ونوعياً.

كما يجب أن تستمر أعمال دراسة عينات أكباد الأسماك في جنوب سلطنة عمان بصورة تفصيلية لتفسير وجود التراكيز العالية من الكادميوم في العينات التي أخذت منها (هل هذه

التراكيز ناجمة من التراكم الحيوي عبر السلاسل الغذائية بفعل التيارات المائية الصاعدة أم ناجمة من مصدر آخر؟).

وبوجه عام فإن تراكيز الزئبق ما زالت منخفضة في الرواسب، كما وجد أن إجمالي مستويات الزئبق في المفترسات العليا من الأسماك التي تُستهلَك في المنطقة يقل عن 0.5 ميكروجرام/ جرام بالوزن الرطب، وهي قيمة الحد الآمن التي اتخذت معياراً لسلامة الأسماك في العديد من الدول الأعضاء بالمنظمة. وقد وُجِد أن هذا الإجمالي يتماثل مع المستويات السابقة التي تم قياسها لنفس الأنواع من الأسماك في سنوات أسبق.

ومن الأمور المثيرة للانتباه، والتي لم يتم تفسيرها إلى الآن، هو ملاحظة وجود تراكيز عالية جداً من الزرنيخ في بعض أنواع المحار ذي الصدفتين في المنطقة البحرية للمنظمة بالمقارنة مع تراكيز أنواع مماثلة في مناطق أخرى من العالم. وليس من الواضح ما إذا كان ذلك مرتبطاً بمصادر محددة للتلوث (وهو احتمال غير مرجح) أو بعمليات بيوجيوكيميائية طبيعية في المنطقة (وهو الاحتمال الأكثر ترجيحاً). ومن الجلي أنه لتفسير مصادر أي تلوث معدني محتمل تفسيراً صحيحاً يجب أن نتفهم احتمالات حدوث تراكم حيوي طبيعي للملوثات، ومعرفة مصادر الوجود الطبيعي لتراكيز بعض العناصر مثل الزرنيخ في الأنواع قيد الدراسة، حيث إن محتوى المعادن النزرة ونسبها تتفاوت بشكل كبير بين الأنواع التي تستخدم كمؤشرات حيوية bioindicators (وبخاصة المحار ذا الصدفتين) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وبالإضافة إلى الجوانب المحددة التي ذكرناها أعلاه، والتي يجب أن تحظى بالاهتمام في أعمال المراقبة التي ستجرى مستقبلاً، ما زالت هناك بعض الثغرات فيما لدينا من معلومات حول التوزيع المكاني (والمحلي) لبعض الملوثات الرئيسية في المياه الساحلية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ومعظم البيانات الموثوق فيها، والمتوافرة لدينا، هي تلك التي تتعلق بالمنطقة الشمالية الغربية للمنطقة البحرية. والمساحات الواقعة شمال شرق شط العرب تعرضت لأعمال مسح محدودة وقليلة مثل العديد من المواقع على طول الشواطئ الشرقية والجنوبية الشرقية للمنطقة البحرية للمنظمة. ولما كان نظام تصريف مياه شط العرب هو أكثر المصادر احتمالا لإدخال كميات كبيرة من الكيماويات الزراعية

وغيرها من الملوثات الصناعية والحضرية إلى المنطقة البحرية للمنظمة فإن ذلك يتطلب إجراء مسح للملوثات العضوية الثابتة POPs وغيرها من الملوثات المحتمل أن تكون من مصادر برية.

ومن الجدير بالملاحظة أن آخر عمليات مسح بحري للملوثات في المياه الساحلية بالكويت والمملكة العربية السعودية قد أجريت في عام 1998، أي قبل خمس سنوات. وقد تضررت هاتان الدولتان بشدة من جراء البقعة النفطية الناجمة عن حرب 1991م. ومن أجل الحصول على بيانات دقيقة (ومرتبطة بالزمن) يمكن الاستفادة منها في إجراء تقييم أفضل لاحتمالات معافاة الأنظمة البيئية (الإيكولوجية) في هذه المنطقة المتضررة من التلوث النفطي يجب إجراء أعمال مسح أخرى وقياسات للملوثات في نفس هذه المواقع في المستقبل القريب.

ويبدو أن الإستيرولات الغائطية الناجمة عن مياه المجاري، أو مركبات القصدير العضوية الناتجة من مبيدات حيوية، يمثلان مشكلة رئيسية في المناطق التي تم فحصها في أثناء أعمال المسح البحري هذه. فالمستويات البيئية لمركبات القصدير العضوية التي وجدت في الرواسب الساحلية التي أخذت من المنطقة البحرية للمنظمة كانت منخفضة بالنسبة للمعايير الدولية. وبالمثل فإن محتوى القصدير العضوي في الأحياء البحرية كان منخفضاً أيضاً عند مقارنته بتلك المعايير، وهذا يعني أنه لا يمثل أي تهديد على الصحة العامة لسكان المنطقة. إن دراسة الملوثات في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية، والتي أجريت على عينات الرواسب التي تم جمعها في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م، قد أوضحت أن المياه المفتوحة بالمنطقة البحرية للمنظمة تتسم بوجود هيدروكربونات طبيعية فيها ناتجة من خليط من المصادر المحلية والبرية، كما تتصف بمستويات منخفضة من الهيدروكربونات البترولية المتحللة التي دخلت إلى المنطقة من جراء أنشطة بشرية. ولما كانت التراكيز العالية والانتشار الواسع للألكانات n-alkanes (التي يتراوح عدد ذرات الكربون بها بين C_{12} و C_{22}، وهو عدد غالباً ما يكون زوجياً) يغطي دائماً كل أثر لبقع النفط المتسرب، فإن هذا يستدعي الاستمرار في مراقبة المنطقة لمتابعة أية تغيرات تحدث في توزيع المركبات الدهنية (الأليفاتية).

وباستثناء عدد محدود من محطات جمع العينات التي تمت زيارتها من قبل سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م فإن تراكيز إجمالي مركبات د. د. ت. DDTs وإجمالي مركبات HCHs وإجمالي مركبات PCBs كانت منتظمة ومتماثلة تقريباً. ومحطات جمع العينات التي تم تسجيل تراكيز عالية بها، مقارنة بغيرها، اقتصرت فقط على المحطة رقم 20 (بالنسبة لإجمالي DDT) ، والمحطة رقم 56 (بالنسبة لإجمالي HCHs)، والمحطتين رقمي 27 و 78 (بالنسبة لإجمالي PCBs). وبوجه عام، فإن تركيز مركبات الكلور العضوية في الرواسب في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يعد منخفضاً نسبياً وفقاً للمعايير العالمية.

إن المصادر المحلية تؤثر في كثافة وميل الحبيبات الناعمة إلى التراكم، كما تؤثر في توزيع الملوثات المعدنية في الرواسب في المنطقة البحرية للمنظمة. وثمة ترابط كبير بين تراكيز المعادن النزرة وتركيز الألومنيوم – الذي يعد ممثلاً جيداً للمواد الأرضية (ذات المنشأ البري) وبين مقدار مواد الحبيبات الناعمة الموجودة بالرواسب. وقد تبين أن تراكيز عدة معادن نزرة (الزرنيخ والكروم والنيكل) قد بلغت حداً من الارتفاع تجاوزت معه معايير الخطوط الإرشادية لجودة الرواسب. وتوجد مثل هذه المعادن النزرة – على الأقل في حالتي الكروم والنيكل – بصورة طبيعية لا يتطرق إليها شك في المنطقة التي تتسم بغناها بهذه المعادن. ومع ذلك فإن الأنشطة البشرية – وبخاصة التعدين – ربما تكون قد زادت من حمل المعادن النزرة في الرواسب بالمنطقة البحرية للمنظمة، وهو ما يفسر وجود "بقع ساخنة" ذات تراكيز عالية من الخارصين في المنطقة. وتوجد عدة معادن نزرة أخرى (الفضة والكادميوم والرصاص) بمستويات منخفضة نسبياً لا تمثل أية مشكلات بيئية.

7- الحوادث الرئيسية والعرضية بالمنطقة البحرية

تمثل المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أكثر الطرق البحرية ازدحاماً بحركة الشحن البحري في العالم، إذ يمر بها نحو 25000 ناقلة نفط، تحمل زهاء 60 % من إجمالي صادرات النفط الخام التي يتم نقلها بحرياً. ويتم سكب ما يعادل نحو 1.2 مليون برميل من النفط سنوياً في هذه المنطقة. ويعدّ النقل البحري وحوادث الناقلات المصدر

الرئيسي للنفط الذي يتم تصريفه في المنطقة البحرية بالمقارنة مع مصادر التلوث الأخرى من النزوز النفطية الطبيعية، وملوثات الهواء التي تتساقط في البحر، والمياه العادمة التي يتم تصريفها في المنطقة البحرية.

ولعل أعظم الآثار البيئية شدة في المنطقة البحرية للمنظمة هي تلك التي نجمت عن الحروب. وقد كانت الحرب العراقية الإيرانية وما صاحبها من تفجير آبار حقل (نيروز) النفطية البحرية قبالة الساحل الإيراني، أول كارثة بيئية من نوعها، إذ أدت إلى تسرب أكثر من مليوني برميل من الزيت الخام إلى مياه البحر. وخلال حرب عام 1991 تجاوزت كمية النفط التي تم تصريفها وتسريبها إلى المنطقة البحرية للمنظمة من مصادر مختلفة 9 ملايين برميل، مما تسبب في إحداث إجهاد بيئي كبير للنظام البيئي بأكمله. وكان للبقعة النفطية تأثير كبير على الشواطئ والمناطق البحرية في كل من الكويت والمملكة العربية السعودية. كما كان تفجير أكثر من 730 بئرا نفطية كويتية حدثا مأساويا آخر من حوادث حرب عام 1991. فقد تسببت حرائق الآبار النفطية في حدوث تلوث هوائي ومائي كبير وخطير أضر بصحة الناس، كما أضر بالأحياء الأخرى.

وقد أدت البقعة النفطية الناجمة عن حرب عام 1991 إلى الإضرار بالبيئة البحرية وبموائل العديد من الأحياء بالمنطقة البحرية. وقد قامت التيارات المائية بنشر النفط على جميع السواحل والجزر في الكويت والأجزاء الشرقية من المملكة العربية السعودية وقطر. وتسبب النفط الذي ترسب في قاع البحر في التأثير في نمو الشعاب المرجانية وسائر الأحياء القاعية الأخرى. وقد تم زرع عدد ضخم من الألغام على طول المنطقة الساحلية خلال الحرب، وكان لذلك آثار سلبية على البيئة البحرية والساحلية، بالإضافة إلى ما تحمله من تهديد خطير لأرواح مستخدمي الشاطئ والصيادين.

وقد كانت حوادث النفوق الجماعي للأحياء البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ناجما من عدة عوامل بيئية. وأُرجِعَت ظاهرة النفوق الجماعي للأحياء بالمنطقة إلى الملوثات، والتغيرات المفاجئة في العمليات الفيزيوكيميائية للبحر، وتفشي البكتيريا، والفيروسات والفطريات والطفيليات، وازهرار الطحالب الضارة، والمد الأحمر. وقد تم توثيق وتسجيل حوادث النفوق الجماعي للأحياء البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة خلال الفترة من 1986 – 2001، وتم تفسير أسباب النفوق في كل حادث.

ويمثل غزو الأحياء البحرية شكلا جديدا من أشكال الأخطار التي تهدد البيئة البحرية، إذ يمكن لهذه الأحياء أن تدمر الأنواع النادرة من الأحياء الأصلية المستوطنة لهذه البيئة بافتراسها، أو بمنافستها على المأوى أو الطعام أو الاثنين معاً، كما أن هذا الغزو يدخل جراثيم وطفيليات ضارة إلى بيئات الأنواع المحلية، مما يتسبب في تغيير الوظيفة الرئيسية للنظام البيئي (الإيكولوجي) البحري المتضرر. ولهذا فإن من الضروري إعداد دراسة متعمقة لتحديد الأنواع الغازية، والوسائل التي يمكن الاعتماد عليها لمنع غزوها للمنطقة البحرية.

8- التحكم في التلوث البحري، والقضايا البيئية الملحة، واستراتيجيات التنمية المستدامة

يقدم هذا الفصل ملخصا للمعلومات المتعلقة بإجراءات وسياسات وإستراتيجيات الإدارة البيئية الصحيحة والتنمية المستدامة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. كما يتضمن معلومات عن التحديات البيئية، وآليات منع ومكافحة التلوث البحري، والإستراتيجيات وأولويات العمل من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

واعتمادا على القضايا البيئية الراهنة والمستجدة فإن التحديات البيئية الخاصة التي تواجهها المنطقة يمكن توصيفها كما يلي:

- **المحافظة على أهوار منطقة الرافدين وإعادة تأهيلها:** فيما يخص هذا الموضوع، يجب إعداد برنامج إدارة لنهر شط العرب وحوضه بأكمله. ويمكن للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أن توفر برنامجاً (أو منتدى) للتعاون عبر الحدود لإعادة تأهيل أهوار الرافدين، ولكن الحاجة ماسة إلى دعم دولي، وأن يقوم برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتقديم يد المساعدة لتسهيل إجراء حوار إقليمي بين الدول الأعضاء لاتباع برنامج ناجح للتعامل مع هذه الكارثة البيئية.

- **التلوث من الأنشطة التي تُجرَى في البر:** خلال العقود الثلاثة الماضية شهدت المنطقة البحرية للمنظمة واحداً من أعلى معدلات النمو الاقتصادي زيادة في العالم.

وكان للارتفاع الكبير في عمليات التصنيع، مع زيادة النمو السكاني، والنمو الحضري المتسارع، أثره في تزايد المشكلات البيئية بشكل مستمر في المنطقة. وللتعامل مع هذه المشكلات قامت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بإعداد أدلة إرشادية حول الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية ICAM لتحقيق التوافق بين الأنشطة التنموية في المناطق الساحلية وبين المحافظة على البيئة. وتقوم الدول الأعضاء في المنظمة أيضاً باتخاذ التدابير والإجراءات المناسبة لإعداد وتطوير خططها الوطنية الخاصة بالإدارة المتكاملة لمناطقها الساحلية، ولمنع أو الحد من ومكافحة التلوث الناجم من مصادر في البر.

- **التلوث من السفن:** تعد المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية واحدة من أكثر المناطق البحرية في العالم عرضة لمخاطر التلوث النفطي الناجم من مصادر مختلفة مثل: المنشآت البحرية، وأرصفة تحميل ناقلات النفط، والحجم الكبير والكثافة العالية لأعمال النقل البحري للنفط. كما أن حوادث التلوث النفطي التي تقع على مستوى أصغر – مثل تشقق خط أنابيب ممتد تحت البحر، أو انفجار الآبار النفطية البحرية – تعد حوادث كثيرة الوقوع في المنطقة البحرية للمنظمة. وتقوم المنظمة بدعم كل الجهود التي تبذل للتصديق على اتفاقية ماربول، وتوفير متطلبات إنشاء المرافق الملائمة لاستقبال مياه التوازن في المنطقة حتى يمكن إعلان المنطقة البحرية للمنظمة كمنطقة خاصة، وذلك بمساعدة الدول الأعضاء، والمنظمات الإقليمية والدولية، وشركات النفط.

- **التلوث من العمليات البحرية:** إن تأثير العمليات التي تجرى في المناطق المغمورة على البيئة البحرية – وبخاصة في المياه الضحلة أو بالقرب من المناطق الحساسة بيئياً – يمكن ملاحظته بشكل واضح وكبير. كما أن ارتفاع كل من ملوحة البحر، ودرجة حرارة هذه المياه، والمحتوى النفطي في المياه المنتجة من آبار النفط البحرية يعد من بين الأسباب الرئيسية للضغوط البيئية والتأثير في الأحياء البحرية. وللحد من ذلك فإن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تبذل كل جهد ممكن لمعالجة كافة الجوانب

المتعلقة بهذه المياه وذلك بطريقة شاملة ومتكاملة، حتى يمكن تقليل آثارها الضارة على البيئة البحرية إلى أقل حد ممكن.

- **المحافظة على التنوع الحيوي:** تعد حالات نفوق الأحياء البحرية ظاهرة طبيعية ومألوفة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وخلال العقدين السابقين وصلت حالات نفوق الأسماك والدلافين والأطوميات والحيتان والطيور المائية السابحة والطحالب والمرجان إلى معدلات قياسية. وقد عزيت ظاهرة النفوق إلى المستويات العالمية من الملوثات ذات المصدر البشري، وارتفاع درجة حرارة مياه البحر في غير أوانها، والعوامل المسببة للأمراض، والسموم الحيوية، والتغيرات في مصادر الغذاء. وقد بدأت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في خطة عمل حول النفوق البحري، وقامت بتشكيل مجموعة دائمة من الخبراء الإقليميين للتعامل مع حالات النفوق البحري. ويجري العمل حاليا في إعداد بروتوكول خاص بالمحافظة على التنوع الحيوي من قبل المنظمة. كما تم عقد عدة اجتماعات للخبراء القانونيين والفنيين لمراجعة مسودة البروتوكول. وسوف يؤدي تصديق الدول الأعضاء على هذا البروتوكول إلى تسريع وتفعيل الجهود الإقليمية للمحافظة على التنوع الحيوي في المنطقة البحرية للمنظمة.

وتبدأ آلية منع ومكافحة التلوث البحري بتبني سياسات محدودة وإجراءات وقائية لتحقيق ذلك، وسن التشريعات البيئية، بالإضافة إلى إعداد الترتيبات المؤسسية الضرورية لتنفيذ التشريعات بشكل فعال.

- **سياسات منع التلوث البحري والتحكم فيه:** تُعنَى سياسات منع التلوث والتحكم فيه بالسياسات والمبادرات الوطنية والإقليمية والسياسية، وإنشاء المحميات والمنتزهات البحرية، وإعداد خطط الطوارئ وآليات الاستجابة لحالات الطوارئ، والسياسات الوقائية لحماية البيئة، وبرامج التوعية العامة، وإجراءات التنفيذ. وتشتمل هذه الإجراءات على مراجعة إجراءات تقييم المردود البيئي، والحاجة إلى تبني معايير جودة مناسبة للمياه البحرية والساحلية.

- **التشـريعات البيئيـة:** تتضـمن التشـريعات البيئيـة القضـايا الأساسـية مثـل: القـوانين واللوائح الوطنيـة، واتفاقيـة الكويت الإقليميـة وبروتوكولاتهـا، والاتفاقيـات الدوليـة الأخرى، والبرامج ذات الصلة بحماية البيئة البحرية. وقد أُتبِعت اتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث (1978) بصدور أربعة بروتوكولات، تم إعدادها وفقاً لتوصيات الشق القانوني من خطة عمل الكويت. كما أن الدول الأعضاء في المنظمة أطراف أيضا في معاهدات واتفاقيات دولية. ومع ذلك، يلاحظ أن معظم التشريعات والقوانين البيئية الوطنية في بعض دول المنطقة بحاجة إلى تحديث وتنقيح، وبخاصة في الأقسام التي تتعلق بالمعايير والنظم المناسبة والملائمة.

- **الترتيبات المؤسسية:** يتم عمل الترتيبات المؤسسية على المستوى الإقليمي بالإضافة إلى المستوى الوطني، وذلك في صورة هيئات حكومية وغير حكومية تتعامل مع القضايا البيئية أو من خلال المتابعة مع الهيئات المسئولة عن التنسيق الشامل لمعالجة هذه القضايا. وقد قامت بعض الدول الأعضاء في المنظمة بإعادة هيكلة مؤسساتها في السنوات الأخيرة لإكسابها مكانة سياسية أعلى. وقد أصبح للمنظمات غير الحكومية دور أكثر أهمية، ويتزايد هذا الدور في المناطق التي تحتاج إلى مشاركة شعبية فعالة، وفي مجالات رفع مستوى التوعية العامة بالقضايا البيئية. وفي جميع الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تقريباً فإن المنظمات غير الحكومية تمارس دورها، وتقوم بتنفيذ العديد من الأنشطة والفعاليات التي يرتبط العديد منها بالبيئة البحرية.

وبقدر ما تتطلبه الإستراتيجيات وأولويات العمل لتحقيق التنمية المستدامة من اهتمام، فإن الالتزام على أعلى مستوى، والطويل الأمد، من قبل حكومات المنطقة يعدّ ضرورياً لتوفير الحماية المناسبة والإدارة الفعالة والتنمية المستدامة للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ومواردها. كما أن دمج الاتفاقيات والسياسات (المعاهدات والتشريعات) الإقليمية والدولية في التشريعات الوطنية يوفر للمنطقة فرصة للتفاعل والاستفادة من والتأثير في إعداد وتطوير البرامج والسياسات العالمية. ويمكن للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أن تقوم بدور وسيط بين القضايا العالمية والوطنية. فإدماج القضايا البيئية للمنطقة في خطط العمل السياسية والاجتماعية – الاقتصادية

للدول الأعضاء هو جوهر إعلان ريو لعام1992. ويجب إدراج القضايا التالية في إستراتيجية حماية البيئة بالمنطقة وجعلها في قائمة الأولويات.

- **الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية:** يمكن إعداد وتطوير خطط الإدارة المتكاملة للمناطق السياحية من خلال منظور إقليمي لتوفير إطار عمل شامل لإدارة المناطق الساحلية. ويتم استكمال هذه الخطط بإعداد خطط محددة أخرى للتنمية الساحلية.

- **إجراءات تقييم المردود البيئي:** من أدوات التخطيط الأخرى المكملة للإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية: إجراءات تقييم المردود البيئي (EIA) التي قد تساعد على تقليل التدهور البيئي إلى حد كبير، وبخاصة من الأنشطة القائمة في البر في جميع الدول الأعضاء في المنظمة.

- **إستراتيجيات المحافظة على البيئة البحرية:** يجب مراعاة سلامة المنطقة البحرية للمنظمة وكذلك سائر المناطق ذات الأهمية الإقليمية. ويجب تطوير وتفعيل التشريعات الوطنية والإقليمية من أجل حماية الموائل البحرية. ومن الجدير بالذكر أن الإستراتيجيات الإقليمية والوطنية الخاصة بالمحافظة على البيئة يكمل بعضها بعضاً، ولهذا يجب تطويرها بالنسبة للموائل الرئيسية مثل: الأراضي الرطبة الساحلية، وأشجار القرم، ومناطق الحشائش البحرية، والشعاب المرجانية، والمنحدرات الساحلية التي يزدهر فيها المحار في المنطقة البحرية للمنظمة.

- **دعم تطبيق وتنفيذ بروتوكولات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية:** كما ذكر سابقا، فإن اتفاقية الكويت الإقليمية يتصل بها أربعة بروتوكولات تختص بجوانب مختلفة لحماية البيئة البحرية وإداراتها. وتم تبني هذه البروتوكولات لتحقيق أهداف الاتفاقية. ولهذا، ومن أجل تحقيق الأهداف المتوخاة من هذه الوسائل القانونية المهمة، يجب أن يكون دعم وتنفيذ وتطبيق تلك البروتوكولات أحد العناصر الرئيسية في إعداد الإستراتيجيات والتشريعات الوطنية للدول الأعضاء؛ من أجل حماية المناطق البحرية والساحلية التابعة لها وتحقيق التنمية المستدامة فيها.

- **بناء القدرات:** يجب تشجيع ومضاعفة الجهود التي تبذل بهدف بناء القدرات الوطنية والإقليمية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، مثل: التدريب المحلي، والدورات التدريبية القصيرة المدة، بالإضافة إلى زيارة المختبرات والمعاهد ذات الكفاءة، وذلك من خلال إيجاد برنامج لتبادل العلماء والخبراء بين دول المنطقة أو بالتعاون مع المناطق الأخرى. ويتطلب ذلك اهتماماً أكبر بالقضايا البيئية من قِبَل المعاهد العلمية والجامعات. ويجب أن ندرج تلك القضايا في جميع المناهج التعليمية، بحيث تشكل جزءاً كبيراً من المواد التي يتم تعليمها لمختلف التخصصات، حتى يمكن توفير متخصصين أكفاء وخبراء في مختلف المجالات البيئية، يمكن من خلالهم مواجهة التحديات المستقبلية في المنطقة.

- **تعزيز برامج التوعية البيئية العامة، وتبادل المعلومات، وشبكات البيانات:** على المستوى الإقليمي يجب إعداد ومتابعة تنفيذ إستراتيجيات تعزيز التوعية البيئية بين الجمهور، والاستفادة من الخبرات الوطنية المتوافرة بالفعل في العديد من الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وفي هذا الصدد تجدر بنا الإشارة إلى أن عدداً كبيراً من المستفيدين من المناطق الساحلية بحاجة إلى برامج توعية متعددة المستويات تستهدف مختلف الفئات منهم.
- **التعاون مع المنظمات غير الحكومية:** تم إنشاء عدد متزايد من المنظمات غير الحكومية في معظم الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ولكن دور هذه المنظمات في تخطيط وتنفيذ مشروعاتها وبرامجها بحاجة إلى تعضيد.

- **التنسيق بين المنظمات الإقليمية والدولية:** ثمة عنصر إستراتيجي على درجة كبيرة من الأهمية أيضاً هو زيادة التعاون بين المنظمات البيئية الإقليمية والجهات والهيئات التي لها علاقة بالبيئة البحرية. ولعل أفضل نموذج للتدليل على ذلك هو التعاون القائم بين المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية والهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن، وهو التعاون الذي بلغ ذروته في عقد مؤتمر (من بحر إلى بحر) في عام 1995. وتجدر بنا الإشارة إلى جهود المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في إقامة علاقات عمل وتعاون وثيق مع العديد من المنظمات الإقليمية والدولية وبرامجها ومعاهداتها ذات الصلة، مثل: منظمة الأغذية والزراعة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، والمكتب الدولي للهيدروغرافيا، والمنظمة البحرية الدولية، واللجنة

الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، والمنظمة الدولية للمقاييس، والاتحاد الدولي لصون الطبيعة، ومنظمة الدول المصدرة للنفط، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وبرنامج الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم، ومنظمة الصحة العالمية.

- **ملاءمة التشريعات الدولية للدول الأعضاء في المنظمة:** إن الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، باعتبارها دولا أعضاء في المجتمع الدولي، لها جميعاً دور مهم يجب أن تقوم به على المستوى العالمي. وعلى هذه الدول أن تدرك أن دور المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هو المشاركة في إعداد المعاهدات الدولية لضمان مراعاة هذه المعاهدات لمتطلبات منطقتنا البحرية وما توفره من فرص لخدمة دول هذه المنطقة.

- **التقييم والمراقبة البيئية:** على الرغم من التقدم الكبير الذي حدث منذ عام 1999 في إعداد التقييم البيئي ونظم مراقبة حالة البيئة بالمنطقة البحرية للمنظمة بصورة منتظمة، فإن الحاجة ماسة إلى برنامج يتم تعزيزه ودعمه للمراقبة والتقييم البيئي وذلك لمواجهة التحديات الجديدة بالمنطقة. ويجب إعداد هذا البرنامج بحيث يكون متكاملاً مع برامج عالمية أكبر للتقييم البيئي مثل برنامج الأمم المتحدة الدولي للتقييم البحري، وكذلك توقعات البيئة العالمية (جيو) Global Environment Outlook، على أن يتم إعداد هذا البرنامج بالتعاون مع المؤسسات العلمية الإقليمية والدولية ووكالات الأمم المتحدة ذات العلاقة. ويمكن للإمكانيات التي تمتلكها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في مجال الاستشعار عن بعد، بالإضافة إلى الجهود المشتركة من قِبَل الدول الأعضاء فيها أن تساعد على تحقيق تقييم بيئي أفضل ومراقبة مثلى للمنطقة في المستقبل.

- **مراقبة ومعالجة البقع النفطية:** كما سبق أن ذكرنا، يعدّ التلوث النفطي أعظم أنواع التلوث في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويلاحظ أن ثمة عدداً محدوداً وغير مناسب من مرافق الاستقبال يوجد في المنطقة. وهذا النقص العام في مرافق الاستقبال الملائمة غالباً ما يؤدي إلى طرح كميات كبيرة من مياه التوازن والنفايات النفطية الأخرى في البيئة البحرية للمنطقة. ولهذا فإن الانضمام إلى اتفاقية ماربول 73/ 78 وتنفيذها، وتبني "إجراءات مراقبة حالة الموانئ"، من قبل جميع الدول

الأعضاء في المنظمة، يعدّ وسيلة ضرورية للتحكم في التلوث النفطي بالمنطقة البحرية للمنظمة.

- **التحكم في التلوث الناجم من مصادر في البر:** يجب على الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أن تتابع بجدية تنفيذ البروتوكول الخاص بحماية البيئة البحرية من التلوث الناجم من مصادر في البر وبرنامج العمل الإقليمي المرافق لهذا البروتوكول، وبخاصة ما يتعلق بالإدارة المتكاملة لحوض نهر شط العرب وإدارة مياه المجاري المنزلية. وقد بدأت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في التعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ برنامج العمل الدولي UNEP/GPA في خطة عملها الإستراتيجية حول مياه المجاري المنزلية.

- **التحكم في عمليات جرف رمال الشواطئ واستصلاح الأراضي وتغيير مورفولوجية السواحل:** إن أنشطة جرف الرمال من الشواطئ، واستصلاح السواحل وردمها، تعد أحد الملامح التي يمكن ملاحظتها بصورة دائمة في العديد من الأماكن الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ومن المفضل أن يتم تجنب هذه الأنشطة التدميرية بصورة كلية إذا كان ذلك بالإمكان. أما إذا لم يكن بالإمكان تحقيق ذلك، فيجب – والوضع كذلك – إجراء تقييم المردود البيئي لمثل هذه الأنشطة، والحصول على ترخيص رسمي قبل البدء في أي مشروع على أي مستوى كان، صغيراً أو كبيراً، يتطلب جرفاً أو رداماً، وبخاصة في الأماكن المجاورة للمناطق الحساسة بيئياً. وعلاوة على ذلك، فإن عمليات جرف الرمال المسموح بها يجب أن تتبع معايير تشغيلية واضحة.

- **استزراع أشجار القرم، وإعادة تأهيل مناطق الشعاب المرجانية وحماية المناطق الرطبة:** تمثل مناطق أشجار القرم، والبحيرات الساحلية، ومُهُد الحشائش البحرية، والشعاب المرجانية، مكونات مهمة للنظم البيئية (الإيكولوجية) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تلك النظم التي تعرضت لتدهور وفساد كبيرين. وإعادة تأهيل النظم البيئية المتضررة، وإعادة إدخال الأنواع التي فقدتها المنطقة من الأحياء البحرية أو تجمعات هذه الأحياء، من خلال التعاون الفعال بين معاهد البحوث العلمية والجهات المسئولة عن مصائد الأسماك وحماية البيئة، تُعدّ إجراءات

ضرورية لوقف تيار التدمير والتحرك قدماً باتجاه إعادة تأهيل هذه المواطن. وفي الوقت نفسه، لما كانت مشروعات إعادة التأهيل مكلفة جداً فإن على الحكومات وبنوك وصناديق التمويل والتنمية والقطاع الخاص أن تدعم هذا الجهد الإقليمي المهم.

- **إعداد نظام المعلومات البيئية، وتطوير برنامج الإبلاغ عن الحوادث البيئية:** هناك حاجة ملحة إلى إعداد وتطوير نظام معلومات بيئية له القدرة على أن يرتبط بنظام معلومات جغرافية. فمثل هذا النظام من نظم المعلومات يمكن استخدامه على نطاق واسع، والاستفادة منه من قبل العلماء والسلطات المعنية بحماية البيئة البحرية. وفي هذا الصدد، فإن الحاجة ماسة إلى تقوية وتعزيز قدرات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية على الإبلاغ البيئي (المتعلق بالحوادث البيئية البحرية والتزويد بالمعلومات الضرورية المتعلقة برصد الملوثات وغيرها)، ونشر تقاريرها البيئية في صورة ورقية أو إلكترونية، بما في ذلك نشرها من خلال موقع المنظمة على شبكة الإنترنت.

مقدمة

يعتبر هذا التقرير نسخة منقحة من (تقرير حالة البيئة البحرية) للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ، الذي سبق نشره مرتين عامي 1999 و 2000م . وقد تم تزويد هذا التقرير ببيانات ومعلومات أساسية حول حالة البيئة البحرية للمنطقة البحرية للمنظمة، وتضمنت هذه البيانات والمعلومات نتائج مشروع المسح البحري للملوثات الذي قامت بتنفيذه المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، وكذلك نتائج رحلات سفن الأبحاث البحرية التي تمت في المنطقة البحرية للمنظمة ، والمعلومات التي تم الحصول عليها من الدول الأعضاء والأدبيات والدوريات العلمية العالمية .

والأهداف الرئيسية لهذا التقرير – كما حددها قرار المجلس الوزاري للمنظمة – تتمثل فيما يلي:

- تقييم وتوثيق الحالة الراهنة للبيئة البحرية للمنطقة البحرية للمنظمة ، مع مراعاة التغيرات المستحدثة في الظروف البيئية وتأثير الأنشطة البشرية على البيئة البحرية والمناطق الساحلية .

- تحديد الاهتمامات الإقليمية الحالية والقضايا المستحدثة التي تمثل تحديات رئيسية للمنطقة .

- اقتراح الإستراتيجيات الإقليمية والإجراءات ذات الأولوية التي تتناسب مع هذه الاهتمامات والقضايا لمساعدة الحكومات وصانعي القرار على مواجهة هذه التحديات على المستوى الوطني وأيضاً على المستويين الإقليمي والدولي .

ويحتوي هذا التقرير على سبعة فصول ، يقدم الفصل الأول منها نبذة موجزة عن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ، والمنطقة البحرية لها ، ولمحة تاريخية عنها ، والسمات الفيزيائية والجغرافية لها، وبعض التفاصيل المتعلقة بأبرز السمات الاقتصادية والاجتماعية

للمنطقة . أما الفصل الثاني فيتناول بالوصف الظروف العامة المناخية والظواهر الجوية السائدة في المنطقة ، بالإضافة إلى السمات والخصائص الأوقيونوغرافية والجيولوجية والرسوبية والميكروبيولوجية والبيولوجية للمنطقة البحرية للمنظمة . وقد خصص القسم الأول من الفصل الثالث للحديث عن أبرز الموائل البحرية بالمنطقة التي تتضمن : موائل الأعشاب البحرية ومجموعات الطحالب، وأشجار القرم، والشعاب المرجانية، والمسطحات الطينية ومناطق المحميات . أما القسم الثاني من هذا الفصل فهو يقدم عرضاً موجزاً للموارد البحرية الحية بالمنطقة التي تتضمن: القشريات والرخويات والأسماك والزواحف والطيور والثدييات البحرية. ويمثل القسم الأخير من ذلك الفصل وصفاً مختصراً للموارد غير الحية بالمنطقة. ويناقش الفصل الرابع أبرز الأنشطة والبنى الاجتماعية والاقتصادية في منطقة عمل المنظمة . وقد تم دمج المزيد من المعلومات التي استقيناها من التقارير الوطنية للدول الأعضاء حول الأنشطة القائمة على البر ، بما في ذلك تصريفات المياه العادمة المنزلية والصناعية الرئيسية ، وتجفيف الأهوار ، والمياه المنصرفة من الأنهار ، والتنمية الساحلية وما يصاحبها من تغييرات طبيعية للبيئة الساحلية، بالإضافة إلى استكشاف واستغلال الموارد الحية وغير الحية والآثار المترتبة على ذلك. ويركز الفصل الخامس الأضواء على فئات خاصة من الملوثات السامة الثابتة (المواد الدائمة السمية Persistent Toxic Substances بصورة رئيسية) التي تعد مستوياتها وتوزيعها الملحوظ في عمود الماء والرواسب والأحياء النباتية والحيوانية السطحية والتحت سطحية أدلة على صحة البيئة البحرية . ويوضح هذا الفصل تفاصيل الدراسات الخاصة بتقييم الملوثات التي أجرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية خلال الفترة من 1994 – 2001، بالإضافة إلى الدراسات الحديثة التي قامت بها الدول الأعضاء . وتعكس هذه الدراسات جميعها معاً حالة التلوث في المياه الساحلية والتحاليل التي أجريت حول الملوثات الموجودة بالعينات التي تم تجميعها أثناء رحلات سفن الأبحاث البحرية التي وفرت البيانات اللازمة لإجراء تقييم شامل للملوثات في مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة . ويستعرض الفصل السادس أبرز الحوادث البحرية والرئيسية والعرضية . كما يناقش هذا الفصل عدداً من الموضوعات المهمة مثل : البقع النفطية الناجمة عن الحروب التي شهدتها المنطقة ، وحوادث الناقلات ، وحالات النفوق الجماعي للأسماك والأحياء البحرية، وغزو الأحياء الدخيلة للمنطقة. أما الفصل السابع والأخير فيناقش أبرز التحديات البيئية وأساليب منع التلوث البحري والحد منه

ومراقبتـه ، والإسـتراتيجيات وأولويـات العمـل مـن أجـل تحقيـق التنميـة المسـتدامة بالمنطقـة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .

إن هذا التقرير الذي تنشره المنظمة عن حالة البيئة البحرية قد تمت مراجعته من قبل خبراء وفنيين ومتخصصين تابعين لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية والدول الأعضاء بهدف تزويد السلطات المسئولة عن حماية البيئة وصناع القرار والجامعات والمراكز العلمية بالمنطقة بتقييم عادل عن حالة البيئة البحرية بالمنطقة البحرية للمنظمة . كما يوفر هذا التقرير أهم النتائج والتوصيات التي يجب مراعاتها وتبنيها من خلال المسئولين والمعنيين بالدول الأعضاء في المنظمة عند قيامهم بصياغة وإعداد البرامج الوطنية والإقليمية وفقاً لما تنص عليه اتفاقية الكويت الإقليمية وبروتوكولاتها .

وهذا التقرير بمثابة كتاب مفتوح ، وهذا يعني أنه عرضة للمراجعة والتنقيح والتحديث بصورة دورية. ومن هذا المنطلق فإننا نأمل في أن يوفقنا الله تعالى إلى الاستمرار في إصداره لتوفير معلومات مفيدة والإسهام في تكوين رؤية أفضل حول سبل حماية النظم البيئية واستدامتها ، باعتبارها مصدراً مهماً من المصادر التي تقوم عليها حياتنا وحياة من سيأتي بعدنا من الأجيال القادمة .

والله الهادي إلى سواء السبيل.

الفصل الأول

معلومات عامة

تعّد المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية موطناً للعديد من الموارد والثروات الطبيعية القيمة ، وهي ثرية بالتنوع الحيوي الذي يضم الكثير من الأنواع النباتية والحيوانية . ومن بين الكنوز التي تذخر بها المنطقة : المناطق الرطبة ، وأشجار القرم ، والأسماك ، والثدييات والسلاحف والطيور البحرية ، والمرجان ، والعديد من الصور الأخرى للحياة والأحياء البحرية. وعبر السنين فإن هذه الموارد والثروات النفيسة تحملت وطأة العديد من التدخلات والاعتداءات عليها والحوادث المأساوية ، وهي اليوم بحاجة ماسة إلى حماية؛ وذلك بمنع أي تدهور في أحوالها ، ومساعدتها على العودة إلى وضعها القديم وإعادة تأهيلها .

ومنذ 25 عاماً، وخلال الفترة من 15 إلى 23 إبريل 1978، واعترافاً بأهمية البيئة الساحلية والبحرية، عقد بدولة الكويت المؤتمر الإقليمي للمفوضين لحماية وتنمية البيئة البحرية والمناطق الساحلية لمملكة البحرين، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، وجمهورية العراق، والكويت، وسلطنة عمان، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة. وقد تبنى هذا المؤتمر خطة العمل لحماية وتنمية البيئة البحرية والمناطق الساحلية واتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث، والبروتوكول الخاص بالتعاون الإقليمي في مكافحة التلوث بالزيت والمواد الضارة الأخرى في الحالات الطارئة.

وفي الأول من يولية 1979 دخلت الاتفاقية حيز التنفيذ بعد إيداع (5) من وثائق التصديق وفقاً للفقرة (أ) من المادة (28) من اتفاقية الكويت الإقليمية. وتبعاً لذلك تم تأسيس المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في العام نفسه (1979) ، والتي تتكون من ثلاثة أجهزة رئيسية هي: المجلس، والأمانة، واللجنة القضائية. وفي يناير 1982 أنشئت الأمانة العامة للمنظمة ومقرها دولة الكويت (شكل 1– 1)، وذلك بعد فترة انتقالية كان يتم في أثنائها تنفيذ برامج

المنظمة تحت إشراف السكرتارية المؤقتة التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (اليونيب)، ومن خلال برنامجه الخاص بالبحار الإقليمية.

ومنذ إنشاء المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية قامت بالتنسيق الفني لتنفيذ خطة عمل الكويت وساعدت الدول الثماني الأعضاء فيها على تطبيق الاتفاقية وبروتوكولاتها. كما أسهمت في تنفيذ العديد من المشروعات التي تتراوح بين التقييم البيئي والإدارة البيئية وبين التوعية العامة والتدريب.

وكجزء من عملية توفير المعلومات للمساعدة على تطبيق اتفاقية الكويت يتم إصدار سلسلة من التقارير عن (حالة البيئة البحرية)، وهي توفر معلومات حول حالة البيئة وما يطرأ عليها، وتحدد ما يستجد من قضايا، وتضع المقترحات حول الإجراءات اللازمة لضمان حماية البيئة البحرية وتحقيق التنمية المستدامة.

شكل 1– 1 المقر الرئيسي للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في دولة الكويت.

1-1 المنطقة البحرية للمنظمة

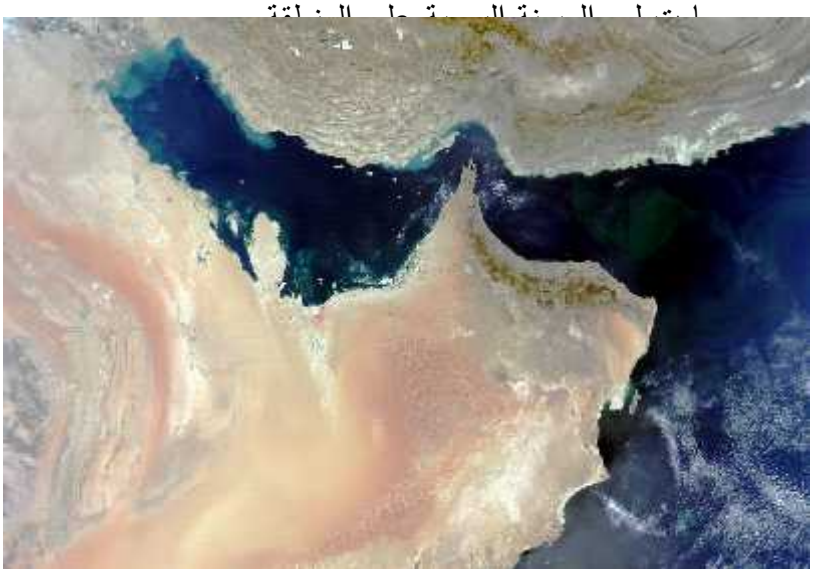
1-1-1 تعريف

المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي تلك المنطقة من البحر المحاطة بالدول الثماني الأعضاء في المنظمة: مملكة البحرين، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، وجمهورية العراق، والكويت، وسلطنة عمان، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة. وقد تم وضع مصطلح (المنطقة البحرية للمنظمة) من قبل مفوضي الدول الأعضاء للدلالة على المنطقة التي تغطيها اتفاقية الكويت الإقليمية لعام 1978.

وتعرف المادة الثانية من الاتفاقية المذكورة المنطقة البحرية بأنها المنطقة الممتدة من خطي 39َ 16(N) شمالاً و 30ً 3َ 53° (E) شرقاً، ثم خطي 00َ 16°(N) شمالاً و 25َ 53°(E) شرقاً، ثم خطي 00َ 17°(N) شمالاً و 30َ 56°(E) شرقاً، ثم خطي 30َ 20°(N) شمالاً و 00َ 60°(E) شرقاً، ثم إلى خطي 04َ 25°(N) شمالاً و 25َ 61°(E) شرقاً (شكل 1–2).

1-1-2 لمحة تاريخية

إن أقدم السجلات المتعلقة بالنشاط البحري البشري في المنطقة البحرية للمنظمة تدلل على انتعاش التجارة قديماً بين دلمون (البحرين) وعمان والهند. ولعدة قرون، احتفظ البحارة في المنطقة بأسرار الاستفادة من الرياح الموسمية في تسيير مراكبهم التجارية بين موانئ المنطقة والهند والساحل الشرقي لأفريقيا. وظلت هذه الأسرار مجهولة لغيرهم حتى القرن الأول قبل ميلاد المسيح عليه السلام حينما عرفها قدامى الإغريق وقتذاك فراحوا ينافسون بحارة المنطقة. وفي القرن الثالث بعد الميلاد بدأ نفوذ الإمبراطورية الرومانية في التراجع ، وفي الوقت نفسه أصبح الساسانيون هم المنافسين الرئيسيين،



صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS التابعة للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية RGB color composite resolution 1 km (درجة الوضوح: L1, m 500 قنوات مزج الألوان: 1، 4، 3)

شكل 1– 2 صورة بالقمر الصناعي للمنطقة البحرية للمنظمة وما يجاورها.

وقد كان لبزوغ فجر الإسلام في عام 610م أثره الكبير في تغيير النظرة الضيقة التي كان يتسم بها سكان المنطقة. فقد نقلهم الدين الجديد إلى آفاق عالمية أرحب. وكانت الفتوحات الإسلامية سبباً في مزج ثقافات شعوب البلاد المفتوحة ببعضها في إطار إسلامي، وبخاصة الجزيرة العربية والعراق وبلاد فارس والشام ومصر، وهي المناطق التي انضوت تحت راية الدولة الإسلامية. وبدا وكأن أهالي تلك البلاد كانوا ينتظرون دين الإسلام. ولهذا سرعان ما قاموا بنشر عقيدة التوحيد في معظم أرجاء العالم القديم، من حدود الهند مع الصين شرقاً إلى الأندلس غرباً. وقد انفتح المسلمون على حضارات الدول التي فتحوها وتفاعلوا مع ثقافات الإغريق والهنود والصينيين. وازدهرت حركة التجارة والشحن البحري في ظل الخلافة والدولة الإسلامية، حيث انتعشت التجارة بين الموانئ الإسلامية وبين موانئ الدول الأخرى. وكانت هناك عدة عوامل ساعدت البحارة المسلمين على توسيع نطاق تجارتهم حتى الصين وفرض سيطرتهم على بحار العالم القديم. وفي مقدمة هذه العوامل تأتي حالة الأمن والأمان التي نجمت عن قوة الدولة الإسلامية. وتتمثل العوامل الأخرى فيما استحدثه المسلمون من تقنيات جديدة أسهمت في تطوير التجارة البحرية، وبخاصة تطوير السفن ذات الأشرعة المثلثة وإدخالها في أعمال النقل البحري، واستخدام البوصلة المغناطيسية، واختراع السدسية (وهي آلة تستخدم لقياس ارتفاع الأجرام السماوية من السفينة في أثناء إبحارها)، وإعداد خرائط جغرافية أكثر دقة من تلك التي كانت مستخدمة من أيام الإغريق.

ومع مرور القرون بدأت الدولة الإسلامية في الانقسام إلى ممالك وإمارات صغيرة بسبب الصراعات الإقليمية، وهو الأمر الذي أدى إلى تقلص سيطرة الأساطيل الإسلامية على بحار العالم القديم. وبرغم ذلك ظلت هذه الأساطيل تشكل قوة ضاربة في المنطقة حتى وصول الأساطيل الأوروبية إليها في القرن الرابع عشر الميلادي. وقد كانت القوات البحرية الأوروبية مزودة بسفن أكبر حجماً من سفن المسلمين، فضلاً عن استخدامها للمعادن بصورة أساسية في بنائها . كما أن بحارتها كانوا مزودين بمعارف ملاحية وبحرية اكتسبها الأوروبيون من البحارة المسلمين من قبل ونقحوها وأضافوا إليها. وبحلول عام 1515م بدأ البرتغاليون حملاتهم العسكرية البحرية لإحكام سيطرتهم على المنطقة. وجاء في أثرهم الأسبان والهولنديون والفرنسيون والبريطانيون. وبعد مقاومة عنيفة من (القواسمة) الذين كانوا يقطنون المنطقة، وكان لديهم أسطول يضم نحو 700 سفينة و 18 ألف رجلاً ، والذين ظلت هيمنتهم على المنطقة حتى النصف الثاني من القرن الثامن عشر الميلادي ، تمكّن البريطانيون من احتلال رأس الخيمة. وكان ذلك إيذاناً بنهاية سيطرة مراكب (الدو) على المنطقة (Price, 1986). فقد أصبح النشاط البحري بالمنطقة محدوداً ومقتصراً على التجارة مع الهند وأفريقيا، والغوص على اللؤلؤ، وصيد الأسماك، والتجارة الداخلية. واستمر هذا الوضع قائماً إلى أن اُكتشِف النفط وبدأت عمليات استخراجه واستغلاله في القرن العشرين.

1-1-3 السمات الفيزيائية والجغرافية للمنطقة البحرية للمنظمة

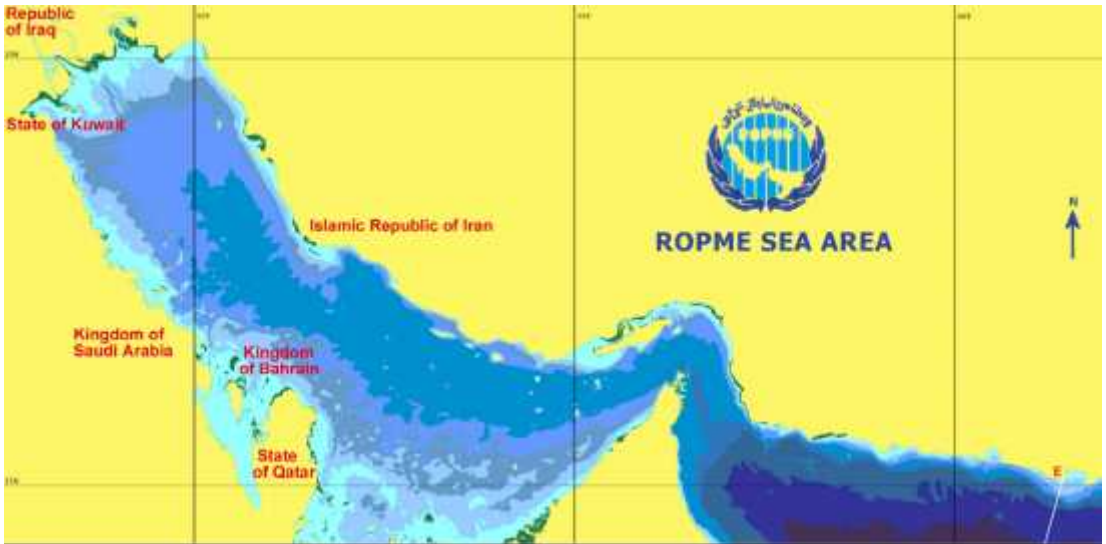
يمكن تقسيم المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية إلى ثلاثة أجزاء ، يتسم كل جزء منها بسمات مميزة له فيزيائياً وحيوياً (بيولوجيا). وهذه الأجزاء هي :

1-1-3-1 المنطقة البحرية الداخلية

تتكون المنطقة البحرية الداخلية من المنطقة البحرية التي تقع غرب خط الطول 56 درجة شرقاً الذي يمتد على طول محور الشمال الغربي/ الجنوب الشرقي من مضيق هرمز إلى الساحل الشمالي لإيران . وهي محاطة بجبال عالية على الجانب الإيراني

وأراضٍ منخفضة في الجانب العربي . ويمتد الشريط الساحلي بطول يزيد على ألف كيلومتر ، وتبلغ المساحة السطحية للمنطقة المحصورة بين جوانب هذا الشريط 239000 كيلومتر مربع . والمنطقة البحرية الداخلية هي في واقع الأمر خليج ضحل يصل متوسط عمقه إلى 35 متراً ، في حين يتراوح أقصى عمق له بين 90 و 100 متر عند جانبه الشرقي الشمالي قرب الساحل الإيراني، ونحو 100 متر قرب فتحته الضيقة عند مضيق هرمز التي تصله بخليج عمان وبحر العرب (Emery, 1956; Kasslar, 1973). ويبلغ عرض مضيق هرمز 56 كيلومتراً فقط عند أضيق منطقة فيه. ويصل العمق عبر هذا المضيق إلى أكثر من 100 متر، في حين يزيد إلى أكثر من 2000 متر بعد أقل من 200 كيلومتر من المضيق ، وذلك في منطقة خليج عمان. ويبلغ أقصى عرض للجزء الداخلي للمنطقة البحرية للمنظمة 338 كيلومتراً . وثمة تفاوت في تقدير حجم المياه بهذا الجزء ، إذ يبلغ 7800 كيلومتر مكعب وفقاً لتقديرات (لِندْن) Linden وزملائه التي أجريت في عام 1990، و 8630 كيلومترا مكعبا وفقاً لتقديرات رينولدز Reynolds (1993) .

وتعني ضحالة هذه المنطقة أنها تتأثر بسرعة بالتغيرات والظواهر الجوية . فانتشار مساحات صحراوية شاسعة في أحد الجوانب ووجود الجبال في الجانب الآخر يزيد من معدل تبخر المياه ويعمل على ضمان استمرارية تبادل المياه عبر مضيق هرمز بصورة فعالة (Hunter, 1985) . وتتباين الطوبوغرافيا البحرية للمنطقة تبايناً شديداً ، ففي أقصى الشمال توجد منطقة مصب شط العرب ، في حين تتسم منطقة خليج سلوى التي تقع بين المملكة العربية السعودية ومملكة البحرين ودولة قطر بضحالة مياهها بشكل كبير ، كما يوجد جرف واسع في المنطقة الواقعة بين قطر والإمارات العربية المتحدة وعمان، (Hassan and El-Samra, 1985) . ويوضح الشكل 1– 3 مناسيب عمق المياه في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .



شكل 1-3 خريطة توضح مناسيب عمق المياه في المنطقة البحرية للمنظمة.

1-1-3-2 المنطقة البحرية الوسطى

تتضمن المنطقة البحرية الوسطى: خليج عمان ، الذي يعّد حوضاً بحرياً عميقاً يزيد عمق المياه فيه على 2500 متر، وهو يتصل مباشرة ببحر العرب والمحيط الهندي ، ولكنه لا يقع ضمن نطاق منطقة هبوب الرياح الموسمية . وتعتبر هذه المنطقة حلقة وصل

مهمة إذ إنها تسمح لمياه المحيط بأن تنساب إلى الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة ، كما تسمح للمياه المالحة الدافئة بالجزء الداخلي بأن تكّون طبقة سفلى تخرج وتمر أسفل المياه السطحية في خليج عمان . وتمتد المنطقة البحرية الوسطى على الجانب الإيراني من مضيق هرمز إلى شاهبهار عند الحدود الإيرانية الباكستانية .

1-1-3-3 المنطقة البحرية الخارجية

تمتد المنطقة البحرية الخارجية من رأس الحد إلى الحدود الجنوبية لسلطنة عمان . وهي تضم نطاقاً كبيراً من الموائل والبيئات البحرية تتراوح بين الشواطئ الرملية للجرف القاري الكبير وبين المناطق الصخرية المرتفعة التي تبرز من أقصى الأعماق ذات الجرف القاري المحدود العرض. وهي منطقة تشكل جزءاً متكاملاً مع المحيط الهندي ، وتقع حول خطوط العرض العشرينية المنخفضة في الحلقة التي تمثل منطقة هبوب الرياح الموسمية. ويحدها من جهة الشمال المناطق الجبلية بكل من سلطنة عمان وإيران ، ويزداد عمقها بشكل كبير كلما اتجهنا جنوباً ، إذ لا توجد فواصل تفصلها عن بحر العرب وبقية المحيط الهندي .

1-2 المـوارد الطبيعية

إن الموارد الطبيعية الرئيسية الموجودة في جميع دول المنطقة تتمثل في النفط والغاز الطبيعي المرافق له أو غير المصاحب له. وبالإضافة إلى هاتين الثروتين فإن لكل دولة على حدة مواردها الطبيعية التي تتميز بها، والتي تتضمن: الفحم والنحاس والكروم وخام الحديد والرصاص والمنجنيز والخارصين (الزنك) والكبريت في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، والفوسفات والكبريت في جمهورية العراق ، والنحاس والأسبستوس والرخام والحجر الجيري والكروم والجبس في سلطنة عمان ، وخام الحديد والذهب والنحاس بالمملكة العربية السعودية . وقد كان النفط هو المحرك الأول لعجلة الاقتصاد بالمنطقة، وتمثل عائدات تصديره نحو 75 % إلى 95 % من جملة عائدات التصدير لكل دولة من دول المنطقة. كما يعزى النمو الحضري والصناعي بالمنطقة في واقع الأمر إلى أثر

الاستثمارات النفطية والبتروكيميائية. ويتضمن هذا النمو الاستفادة من البترول في توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر.

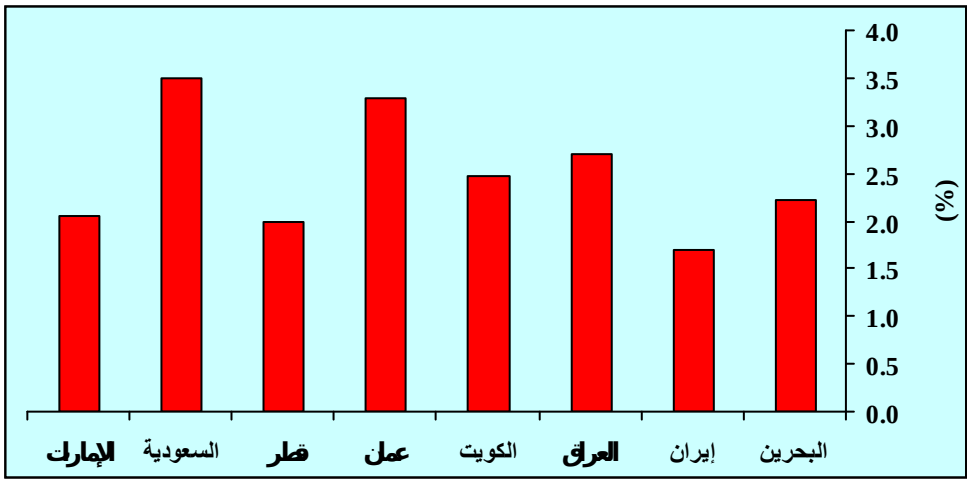
3-1 السمات الاقتصادية والاجتماعية

قبل اكتشاف النفط في المنطقة ، كان المناخ القاسي أحد العوامل الرئيسية في توفير قدر ضئيل من الموارد الطبيعية التي تقوم عليها حياة الأهالي. فقد كانت المناطق الساحلية تضم عدداً من القرى الصغيرة المتناثرة القليلة السكان ، دون أن تكون هناك مراكز حضرية كبيرة . ولهذا كان اكتشاف النفط في أوائل ثلاثينيات القرن العشرين إيذاناً ببداية فصل جديد من فصول التنمية الاقتصادية والتطوير البيئي شهدته المنطقة لأول مرة في تاريخها. فقد بزغ نجم المناطق الشرقية لشبه الجزيرة العربية وشمال العراق كمراكز رئيسية لإنتاج الوقود الأحفوري (النفط ، والغاز) بالعالم. وجاءت عقب ذلك فترة اتسمت بتغيرات اقتصادية واجتماعية سريعة بدول المنطقة، وبخاصة في عقدي السبعينيات والثمانينيات . ومنذ ذلك الوقت شهدت المنطقة معدلات غير مسبوقة في النمو الحضري، وإنشاء المصانع التي تم تخطيطها بسرعة، والهجرة الجماعية إلى دول النفط الغنية من مختلف أنحاء المنطقة، بالإضافة إلى تدفق الوافدين من خارجها. وقد كان لكل هذه التغيرات، والتحول السريع في أنماط المعيشة والحياة ، وأنماط الاستهلاك، أثره الكبير في المنطقة ، إذ صارت مختلفة بصورة جذرية وشاملة عما كانت عليه قبل النفط (GEO, 2000).

إن المصدر الرئيسي للثروة والدخل في المنطقة هو الوقود الأحفوري. وتعني التغيرات في أسعار النفط أن إجمالي الناتج المحلي (GDP) يمكن أن يتغير بشكل كبير كما حدث في عقد الثمانينيات بالقرن العشرين الميلادي. وقد بلغ متوسط إجمالي الناتج المحلي لكل فرد في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 12409 دولاراً أمريكياً، وكان حده الأدنى في جمهورية العراق (3197 دولاراً أمريكياً) في عام 1999، وحده الأعلى في دولة قطر (20987 دولاراً أمريكياً) في عام 1998 (UNDP/

RBAS, 2002). وكان إجمالي الناتج المحلي في بقية الدول الأخرى الأعضاء بالمنظمة كما يلي: مملكة البحرين: 13688 دولاراً أمريكياً في 1999، سلطنة عمان: 9960 دولاراً أمريكياً في 1998، الإمارات العربية المتحدة: 18162 دولاراً أمريكياً في 1999 (UNDP/ RBAS, 2002)، الجمهورية الإسلامية الإيرانية: 5326 دولاراً أمريكيا، الكويت : 16377 دولاراً أمريكيا، والمملكة العربية السعودية: 11578 دولاراً أمريكيا في عام 2000 (WRI, 2003). ولكن النمو الاقتصادي خلال الثلاثين عاماً الماضية اقترن بزيادة الضغوط البشرية والسكانية على المناطق الساحلية، مما أدى إلى حدوث تدهور كبير للثروات والموارد الطبيعية بالمنطقة.

وخلال العقود الأربعة الماضية تضاعف عدد السكان بأكثر من 3.5 أضعاف، فقد كان أقل من 33.75 مليون نسمة في عام 1960، ووصل إلى 121.88 مليون نسمة في عام 2000 م. ويتراوح معدل النمو السكاني من 1.69 % بالجمهورية الإسلامية الإيرانية إلى 3.49 في المملكة العربية السعودية (شكل 1– 4). ويبلغ متوسط العمر المتوقع 70 عاماً ، وهو يتراوح بين 58.7 سنة بجمهورية العراق إلى 75.9 سنة في دولة الكويت (GEO 3, 2002). وبوجه عام يزيد متوسط العمر المتوقع للإناث بالمنطقة على متوسط العمر المتوقع للذكور، فهو 72.6 سنة للإناث في مقابل 69.93 سنة للذكور (UNDP/ RBAS, 2002).



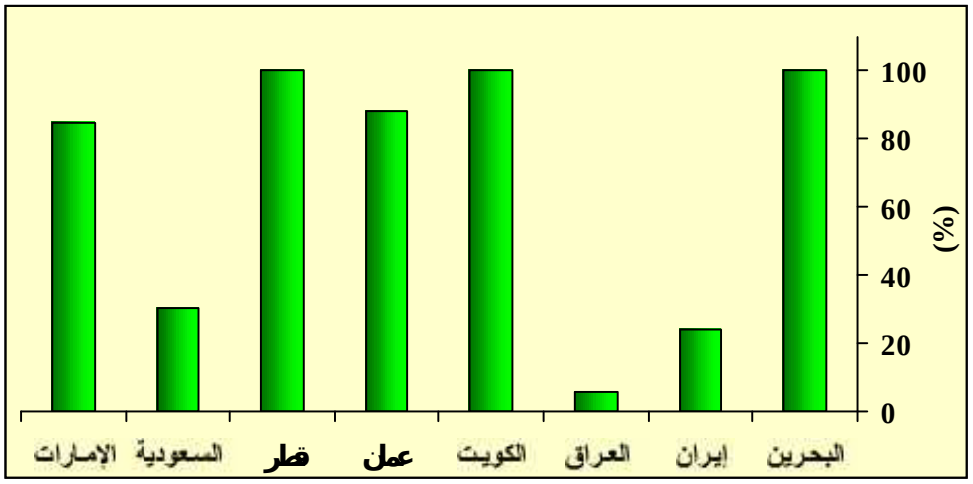
شكل 1- 4 معدلات النمو السكاني في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بين عامي 1995 و 2000م.

وقد بلغت معدلات معرفة القراءة والكتابة في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية 53.7 % (بجمهورية العراق) و 86.5 % (بمملكة البحرين) في عام 1998 (UNDP/ RBAS, 2002)، وكانت معدلات معرفة القراءة والكتابة في بقية الدول الأعضاء الأخرى بالمنظمة كما يلي: الجمهورية الإسلامية الإيرانية : 78 % ، دولة الكويت: 85 % ، سلطنة عمان 82 % ، المملكة العربية السعودية : 84 % ، الإمارات العربية المتحدة : 76 % في عام 2000 (WRI, 2000) وفي دولة قطر: 80.4 % في عام 1998 (UNDP/ RBAS, 2002).

ويبلغ طول السواحل البحرية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية كما يلي : مملكة البحرين : 255 كيلومتراً ، جمهورية العراق : 105 كيلومترات، دولة الكويت: 756 كيلومتراً ، دولة قطر : 909 كيلومترات (GEO 3, 2002)، الجمهورية الإسلامية الإيرانية 1950 كيلومتراً . وفي حالة الجمهورية الإسلامية الإيرانية إذا أضفنا سواحل الجزر التابعة لها فإن إجمالي طول الشريط الساحلي للدولة سيزيد على 2500 كيلومتر . ويبلغ طول السواحل بالمنطقة البحرية للمنظمة في المملكة العربية السعودية 790 كيلومتراً (SOMER, 1999)، وفي سلطنة عمان : 3165 كيلومتراً (MRMEWR, Oman, 2003) وفي الإمارات العربية المتحدة : 735 كيلومتراً (MNR, UAE, 2003) . وقد أسهمت الثروات البحرية في توفير مقومات العيش والحياة لسكان المناطق الساحلية بهذه الدول قروناً طويلة ، كما ساعدت على ازدهار التجارة البحرية التي ربطت بين شبه الجزيرة العربية والقارات الثلاث : آسيا وأفريقيا وأوروبا .

وفي الماضي كانت الآثار البيئية الرئيسية للنمو البشري في المناطق الساحلية محدودة ومقتصرة على الموانئ . وكانت المصائد – بصورة رئيسية – صغيرة ، وهو الأمر الذي لم يكن يؤثر سلباً في مخزونها من الأسماك . ولكن ما أن وضعت الحرب العالمية الثانية أوزارها حتى بدأت البيئة البحرية تعاني من آثار النمو الحضري والأنشطة الأخرى

التي صاحبت هذا النمو في المناطق الساحلية . واستمر السكان في تعدياتهم على المناطق الساحلية. فقد وصل معدل الاستيطان البشري ضمن حدود 100 كيلومتر من الشريط الساحلي إلى 100 % في البحرين والكويت وقطر (GEO 3, 2002) (شكل 1- 5) . وليس بغريب أن تمثل هذه الكثافة السكانية العالية ضغوطاً كبيرة على البيئة البحرية.



شكل 1- 5 المستوطنات البشرية في المناطق الساحلية (التي تقع في المائة كيلومتر المجاورة لخط الساحل) بالدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية عام 1995 .

وخلال الثلاثين عاما الماضية كان تأثير الأحداث التي مرت بها المنطقة على البيئة البحرية كبيراً . وكان أكثر القضايا البيئية إلحاحاً وإثارة للقلق هو انخفاض مستوى جودة مياه البحر ، وتدهور أحوال البيئات الساحلية والبحرية ، ومشروعات استصلاح السواحل واقتطاع بعض أراضيها . ومن أبرز المشكلات البيئية الأخرى التي نجمت عن تلك الأحداث: حالات التلوث والفساد البيئي التي نتجت من إقامة المستوطنات السكنية بالمناطق الساحلية، وفقدان التنوع الحيوي (البيولوجي)، والتلوث الصناعي ، والإدارة غير المناسبة للمواد الكيميائية السامة، والنفايات الخطرة. كما أسهمت محطات توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر في إحداث التلوث الحراري بمياه المنطقة البحرية . ويشكل ذلك كله في نهاية الأمر ضغوطاً كبيرة على صحة النظم البيئية بالمنطقة .

وقد أدت التغيرات السريعة والكبيرة بهذه المنطقة إلى ظهور مشكلات خطيرة في الإدارة البيئية. فالسلطات البيئية المحلية في الدول الأعضاء ما تزال بوجه عام حديثة العهد والنشأة، وهي بحاجة إلى خبراء ليس فقط للتعامل مع القضايا البيئية التي تعاني منها هذه الدول حالياً، بل لدراسة الاتجاهات المستقبلية للمشكلات المتمثلة في نضوب الموارد والثروات الطبيعية، والتلوث البيئي. وقد بدأت المشكلات البيئية تدريجياً تحتل مكاناً متقدماً في قائمة القضايا الوطنية لكل دولة. وثمة علامات مشجعة أيضاً بدأت في الظهور وتتمثل في وعي جمهور المواطنين بمدى الحاجة إلى حماية البيئة . وقد شهد العقدان الأخيران ظهور عدد من المنظمات غير الحكومية العاملة في مجال البيئة، والتي بدأت في تشجيع المواطنين على دعم الجهود الوطنية لحماية البيئة. كما أن رجال الأعمال والصناعيين أيضاً بدأوا في تحمل مسئولياتهم البيئية بشكل أكثر جدية .(GEO, 2000)

إن أبرز المشكلات البيئية الحالية المثيرة للقلق في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تتضمن ما يلي : إدخال أنواع مختلفة من الملوثات إلى البيئة البحرية ، والتغيرات الفيزيائية التي تشتمل على تدمير الموائل الطبيعية ، واستخدام تقنيات الصيد الجائر المدمر للمصائد السمكية، واستنزاف الثروات والموارد الحيوية (البيولوجية) البحرية ، وإدخال أحياء غريبة إلى المنطقة البحرية . ويمكن تلخيص هذه المشكلات كما يلي :

- التصريفات السائلة من أنشطة قائمة في البحر ، وتأتي هذه التصريفات بصورة رئيسية من صناعات مثل الصناعات البترولية والبتروكيميائية ومعامل تحلية مياه البحر، وصناعات الأسمنت ومواد البناء ، والنسيج ، وإصلاح السفن والصناعات الغذائية. وفي شمال المنطقة البحرية فإن الملوثات ومصادرها تتضمن: مياه المجاري، والملوثات العضوية، والمبيدات الحشرية، والمعادن النزرة، والنفط. ولا تتناسب معدلات النمو السكاني وتمركز السكان حول السواحل هناك مع تطوير البنية التحتية. فالنفايات السائلة الناجمة عن المدن والقرى الساحلية ومناطق الترويح والمنتجعات يتم تصريفها بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى البحر بدون معالجة، مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي eutrophication في المياه الساحلية

(GEO, 2000). وقد تكون المواقع الترفيهية المقامة على امتداد السواحل هناك سبباً في مشكلات الإثراء الغذائي التي تظهر بمحاذاة الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة.

- إن معظم الآثار الرئيسية التي تتعرض لها النظم البحرية سببها هو التغيرات الطبيعية التي يحدثها الإنسان في السواحل والموائل الساحلية من خلال عمليات الردم والتجريف التي يقوم بها لاستصلاح السواحل ، ومن خلال الزيادة في تصريف مياه المجاري والمياه العادمة الناجمة عن الصناعات المختلفة المقامة على مقربة من البحر ، وتفريغ النفايات الزيتية من ناقلات النفط وأرصفة تحميل الزيت ، وإلقاء القمامة والنفايات الناجمة من مصادر برية وبحرية .

- يتم تصريف قرابة 1.2 مليون برميل من النفط سنوياً إلى المنطقة البحرية للمنظمة من خلال عمليات النقل الجماعي البحري (ROPME / IMO, 1996). وتزيد مستويات الهيدروكربونات البترولية في المنطقة عن مستوياتها في بحر الشمال بمقدار ثلاثة أضعاف تقريباً ، كما أنها تبلغ ضعفي مستوياتها في البحر الكاريبي (GEO, 2000). ويصل حجم النفايات الخطرة التي ينتجها كل شخص في الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية إلى أكثر من 2– 8 أضعاف ما ينتجه الشخص الواحد في الولايات المتحدة الأمريكية (GEO, 2000).
- ما يزال التلوث النفطي يمثل مشكلة بيئية في مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة. وهو يتمثل في الهيدروكربونات البترولية الناجمة عن المصافي ، والصناعات البتروكيميائية ، ومرافق (فُرَض) تصدير النفط ، والتسربات النفطية من السفن ومن الأنابيب التي تقوم بتصريف مياه التوازن الملوثة بالزيت من الناقلات إلى البحر ، والنفايات السائلة التي يتم تصريفها من السفن ، والحمأة النفطية، والزيوت المرتجعة .

- إن نحو 20– 30 % من مياه المجاري يتم تصريفها إلى البحر بدون معالجة أو بعد إجراء معالجة جزئية لها ، وهو الأمر الذي قد يتسبب في حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي في المناطق المحصورة وشبه المغلقة كالخلجان .

- إن كميات الرمال والأتربة التي تترسب من الهواء تعتبر عالية ، فقد سُجِّلت معدلات مرتفعة لهذه الترسبات، إذ بلغت 29 جراماً لكل متر مربع سنوياً (Gharib *et al*., 1985).

- ما تزال مستويات الملوثات العضوية الثابتة (الطويلة الأمد) POPs منخفضة نسبياً. وقد أوضح المسح البحري للملوثات في الرواسب والأحياء البحرية وجود تراكيز منخفضة من المبيدات المهلجنة ومركبات متعدد ثنائي الفيذيل المكلور (PCBs) والمركبات الفوسفورية العضوية (IAEA, 1999). وتبين أن تراكيز مركبات (PCBs) في المحار قد بدأت في الانخفاض خلال العقدين الأخيرين ، ولكن تراكيز مركبات الـ د.د.ت (D.D.T) قد تغيرت بمقادير متفاوتة خلال السنوات السابقة (IAEA, 2002).

- إن تراكيز المعادن النزرة منخفضة بوجه عام ، ولكن ما تزال هناك بعض "النقاط الساخنة" قرب المواضع التي كان يتم تصريف مخلفات المصانع الكيميائية فيها سابقا ، إذ سُجِّل وجود مستويات عالية نسبياً من الزئبق (Al-Majed, 2000). كما أن مستويات النحاس والنيكل عالية نسبياً قرب أماكن تصريف المياه العادمة لمعامل تحلية المياه ومحطات توليد الطاقة الكهربائية (Saeed *et al*., 1999). ويعني تلوث الرواسب بمستويات عالية من بعض المعادن النزرة كالنيكل ، بالإضافة إلى المبيدات الحشرية ، أن هذه المواد كان يتم إلقاؤها في بعض الأماكن بالمنطقة البحرية (IAEA, 2002).

- يعتبر تصريف المياه العالية الملوحة والحرارة من معامل تحلية المياه إحدى المشكلات البيئية الرئيسية بالمنطقة البحرية (GEO, 2000).

- تحتوي المنطقة البحرية على نحو 8 % فقط من الشعاب المرجانية بالعالم ، ولكن زهاء ثلثي هذه الشعاب الموجودة بالمنطقة يتم تصنيفها على أنها معرضة للخطر. ويرجع ذلك بصورة أساسية إلى الصيد الجائر، وإلى أن أكثر من 30 % من

ناقلات النفط بالعالم تجوب هذه المنطقة كل عام (Downing and Roberts, 1993) .

- تمثل مصائد الأسماك أحد الموارد المهمة للدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ولكن إنتاج الأسماك يقل عاماً بعد عام بسبب تلوث السواحل والصيد الجائر واستخدام أساليب صيد غير مناسبة، بالإضافة إلى القصور في إدارة المصائد (GEO, 2000).

- إن المعدلات العالية لنفوق الأحياء البحرية التي تم تسجيلها في المنطقة البحرية هي محصلة مجموعة مختلفة من العوامل البيئية . وقد عزيت أسباب النفوق البحري في منطقة عمل المنظمة إلى الملوثات ، والتغيرات المفاجئة في العمليات الفيزيائية والكيميائية ، وتفشي البكتيريا ، والفيروسات ، والفطريات ، وازهرار الطحالب الضارة ، والمد الأحمر .

- يمثل غزو الأحياء البحرية الدخيلة على المنطقة تهديداً كبيراً للبيئة البحرية بالمنطقة ، والحاجة ماسة إلى إجراء دراسة علمية متعمقة لتحديد الأنواع الدخيلة، والطرق الممكن اتباعها للحد من أعدادها .

- شهدت المنطقة ثلاث حروب كانت لها آثار مدمرة على البيئة ، وذلك منذ بداية الثمانينيات وحتى أوائل عام 2003 . وقد أدت أعمال إعادة البناء اللاحقة إلى إحداث عمليات تطوير جوهرية على طول سواحل الدول التي تضررت من جراء هذه الحروب. وخلال عقد التسعينيات حدث توسع عمراني للمدن الساحلية التي يعيش فيها معظم سكان المنطقة. ومن المؤسف أن ذلك التوسع لم يكن خاضعاً للمراقبة ، وهو الأمر الذي أسفر – في نهاية المطاف – عن زيادة الضغوط على البيئة البحرية والساحلية .

- تسببت الحروب الثلاث التي وقعت بالمنطقة في حدوث أضرار بيئية كبيرة في المنطقة البحرية. فالحرب العراقية الإيرانية – التي ظلت رحاها دائرة طيلة ثماني سنوات – استهدفت فيما استهدفت مصافي النفط ومرافق (فرض) تصدير البترول

وآبار النفط البحرية والناقلات . ولكن حرب عام 1991 تجاوزت جميع الكوارث البيئية الأخرى التي شهدتها المنطقة في العقود الأربعة السابقة لنشوبها . فقد سُكِبَ أكثر من تسعة ملايين برميل من النفط في البيئة البحرية (PAAC, 1999). ومن المعروف أن معافاة البيئة من آثار أية بقعة نفطية تستغرق وقتاً ، وهي عملية بطيئة نسبياً (IAEA, 2002). وكان لتساقط نواتج احتراق المنتجات البترولية (من جراء انفجارات آبار النفط بالكويت) أثره في تكوين طبقة رقيقة جداً من ذلك التساقط على سطح البحر. وأدى ذلك إلى تسمم الهوائم البحرية (العوالق) Plankton ويرقات الأحياء البحرية. وبوجه عام لم يتم حتى الآن تقييم جميع الآثار البيئية الطويلة الأمد لهذه الحروب على المصائد والبيئة البحرية، وإن كان قد تم إجراء وتنفيذ عدد من المشروعات منذ عام 1991 لتقييم الآثار الطويلة الأمد لكارثة التلوث النفطي في عام 1991 على النظم البيئية (الإيكولوجية) البرية والبحرية وعلى مصائد الأسماك بدولة الكويت والدول الأعضاء المجاورة لها. وتضمنت هذه المشروعات دراسة مشكلات الجهاز التنفسي وغيرها من الأمراض والعلل الصحية التي نجمت عن هذه الحرب (KISR/ PAAC, 1998). وكان للحرب الأخيرة بالعراق (مارس/ أبريل 2003) تأثيرات بيئية ملحوظة بالمنطقة. وبالإضافة إلى كل ما سبق فإن وجود المئات من حطام السفن الغارقة بالممرات المائية البحرية للكويت والعراق يمثل تهديداً مستمراً للبيئة البحرية وما فيها من أحياء، فضلاً عن آثار ذلك على أعمال الملاحة ، وعلى الصحة العامة أيضاً (ROPME/ UNDP, 2004).

الفصل الثاني

السمات البيئية للمنطقة البحرية

2-1 السمات المناخية والظواهر الجوية

تقع المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في المنطقة المدارية الشمالية المعتدلة المناخ، وهي المنطقة التي تمثل الحد بين المناخ المداري (ذي الدوران الخلوي للرياح) وبين أنظمة الطقس السائدة في خطوط العرض المتوسطة. وتتسم هذه المنطقة بهوائها الجاف الذي يؤدي إلى جعل السماء صافية والأرض قاحلة (Reynolds,1993). ويتأثر المناخ المحلي تأثراً كبيراً بجبال طوروس وجبال البحر الأسود في تركيا، وجبال القوقاز في إيران ، وجبال الحجاز في شبه الجزيرة العربية. وثمة عواصف تهب – بوجه عام – من خارج المناطق المدارية على المنطقة من جهة الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وذلك على طول المحور الذي تنتظم عليه هذه السلاسل الجبلية.

ويكون المناخ السائد في المنطقة البحرية للمنظمة شديد الحرارة وجافا في فصل الصيف، في حين يكون بارداً نسبياً في الشتاء، مع سقوط زخات قليلة من المطر في الشتاء والربيع (MEPA, 1989; Qatar, 1990). ويتسم كل من موسمي الشتاء والربيع بقصرهما ، إذ لا تزيد فترة الشتاء على شهري ديسمبر ويناير ، أما الربيع الذي يكون في مارس أو أبريل فلا يستمر أكثر من شهر (Ali, 1994).

2-1-1 درجة حرارة الجو

خلال فصل الشتاء تكون درجة الحرارة في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة أقل منها في الجزء الجنوبي، إذ يتسم الشتاء بمعدلات درجات حرارة يومية تقل عن 20° مئوية، وقد تنخفض حتى تقترب من الصفر المئوي في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية (Reynolds , 2002). أما في فصل الصيف فإن المتوسط اليومي لدرجة حرارة الهواء يكون بشكل عام أكثر من 30° مئوية.

وتعتبر شبه الجزيرة العربية والمنطقة البحرية للمنظمة من أكثر بقاع العالم سخونة (Takahasi and Arakawa,1981)، إذ يتم تسجيل درجات حرارة أعلى من 49° مئوية بشكل متكرر في بعض محطات الأرصاد الجوية بالمنطقة ، وبخاصة في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة (Safar, 1985; MEPA, 1989; Qatar, 1990; Al-Kulaib, 1990). وفي عام 1997 تم تسجيل درجة حرارة قدرها 84° مئوية في الشمس و 52° مئوية في الظل في الصحراء المفتوحة بالكويت. وبلغت درجة الحرارة القصوى في سلطنة عمان 47.8° مئوية في يونية 2002، في حين بلغت درجة الحرارة الدنيا بها 5.4° مئوية في فبراير 2002م (MRMEWR–Oman, 2003). وهذا التفاوت الكبير في درجات الحرارة يعني أن على النباتات البرية والبحرية بالمنطقة أن تتسم بقدرات خاصة على التكيف مع تلك التغيرات الحرارية.

2-1-2 الرياح

تسود أربعة أنواع من الرياح في المنطقة البحرية للمنظمة : رياح الشمال خلال فصلي الشتاء والصيف ، والكوس (وهو اصطلاح محلي يعني الرياح الجنوبية الشرقية) ، والرياح الساحلية التي يجلبها نسيم البحر (Ali, 1994) ، والرياح الموسمية التي تهب من جهة الجنوب الغربي خلال فصل الصيف ومن جهة الشمال الشرقي خلال فصل الشتاء.

ولعل رياح الشمال هي أكثر هذه الأنواع الأربعة إثارة للاهتمام . وهي تهب على المنطقة من جهة الشمال الغربي في كل من فصلي الصيف والشتاء . ويمكن أن تصل سرعتها خلال فصل الصيف إلى 153 كيلومتراً في الساعة ، فتكون سبباً في هبوب

العواصف الترابية وانتشار الضباب . وعادة ما تهب بشكل عنيف وقوي ما بين شهري نوفمبر ومارس ، ولكن نادراً ما تتجاوز سرعتها 10 أمتار في الثانية . وعلاوة على ما تجلبه الشمال من رياح قوية معها فإنها تتسبب في ارتفاع أمواج البحر إلى أعلى مستوى خلال الموسم ، وإن كان حدوث ذلك نادراً نسبياً . ومن الجدير بالذكر أن رياح الشمال تهب على الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة، وهي ترفع مستوى الرطوبة عند هبوبها على طول محور تلك المنطقة .

وتهب رياح الكوس من الجنوب والجنوب الشرقي وتتبعها جبهة باردة . وتزداد شدة هذه الرياح مع وصول تلك الجبهة الباردة ، فتتحول إلى ريح هوجاء . كما أن قوتها تزداد أيضاً عندما تهب باتجاه الشمال الغربي ، فتجلب معها المزيد من الرطوبة خلال أشهر الصيف .

ويهب نسيم البحر بقوة على طول خط الساحل ، وبخاصة على امتداد سواحل شبه الجزيرة العربية . ويتحرك نسيم البحر بسبب الفارق الكبير في درجات الحرارة بين البر والبحر. ويؤثر هذا النسيم في حركة الهواء على اليابسة ، كما يدفع الملوثات التي تطفو على سطح الماء باتجاه الشاطئ بسرعة تفوق السرعة التي قد تنتقل بها بأية طريقة أخرى . وتتأثر أنماط الرياح بقوة في المنطقتين الوسطى والخارجية من المنطقة البحرية للمنظمة بفعل دورة الرياح المدارية في بحر العرب وبالرياح الموسمية الجنوبية الغربية التي تهب خلال الصيف ، والرياح الشمالية الغربية التي تهب في أشهر الشتاء .

2-1-3 العواصف الترابية والرملية

تعتبر العواصف الترابية والرملية إحدى الظواهر المهمة المميزة للطقس في كل من الكويت وجنوب العراق والجمهورية الإسلامية الإيرانية . وتتعرض هذه المنطقة بصورة خاصة لتلك العواصف بسبب تضاريسها الطوبوغرافية المنخفضة ، وغطائها النباتي الهزيل ، وسطح تربتها الهش ، وتكرار تعرضها لهبوب الرياح القوية العنيفة . وتقوم هذه العواصف بترسيب ما يصل إلى 1002.7 طن / كيلومتر مكعب بالمنطقة البحرية

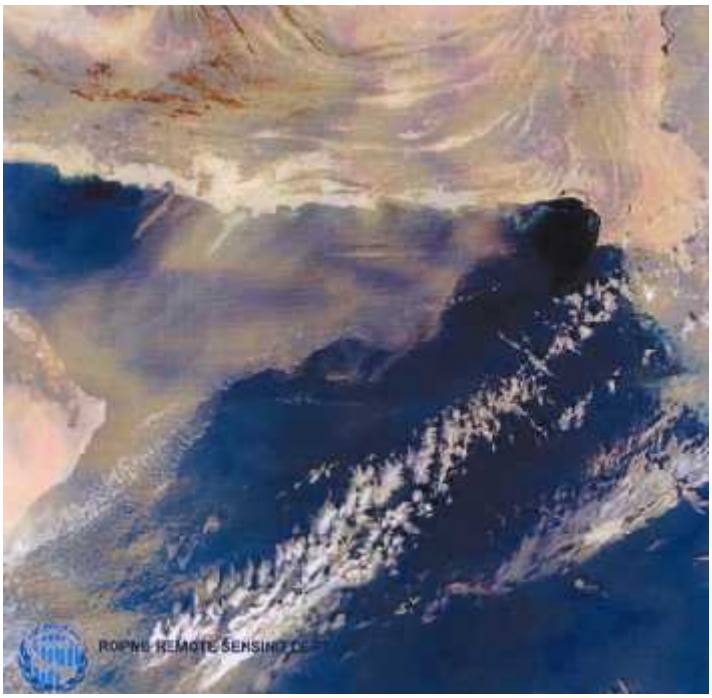
الداخلية في شهر يولية (Khalaf and Al-Ajmi, 1993) . كما أن لهذه الرياح آثاراً ضارة كبيرة على البيئة والاقتصاد ونوعية الحياة بتلك المنطقة .

وتعتبر العواصف الترابية التي تهب على الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة المصدر الرئيسي للرواسب البحرية بها (Khalaf *et al*., 1982; Al-Bakri *et al*., 1984) . ولتساقط الغبار في المنطقة أثره على حركة ومصير البقع النفطية الطافية على سطح البحر ، فهو يعمل على غوص قطرات النفط إلى القاع (Foda, 1984)، كما أن الغبار يعمل كناقل لمختلف أنواع الملوثات ، وبخاصة المبيدات الحشرية ، وذلك بامتزازها كجسيمات عالقة في عمود الماء ونقلها إلى مناطق نائية (Risebrough *et al*., 1968). ويمكن للغبار العالق بالهواء أن ينتقل عدة آلاف من الكيلومترات حتى ينتهي به المطاف إلى أن يترسب بصورة جزئية في المنطقة البحرية (Darwin, 1846; Delany *et al*., 1967; Prospero *et al*., 1970).

وخلال الفترة من أبريل 1979 إلى مارس 1980 فإن كمية الغبار المتساقط الذي تم تسجيله على المنطقة الساحلية بالكويت تراوح من 9.8 طن / كيلومتر مربع في نوفمبر إلى 1002.7 طن / كيلومتر مربع في يولية (Khalaf *et al*., 1980) . ومع ذلك ، فخلال عام 1998 تراوحت كمية الغبار المتساقط في الكويت من 9.4 طن/ كيلومتر مربع إلى 145 طناً / كيلومتر مربع، بمتوسط عام مقداره 40.2 ± 42.3 طن/ كيلومتر مربع (EPA – Kuwait, 1999).

وقد أوضحت عمليات الرصد التي تمت باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية أن معظم جسيمات الغبار التي تنقلها العواصف الترابية تجيء أساساً من أسطح المناطق الصحراوية المكشوفة أو من الأراضي الزراعية القاحلة التي تقع في مسار هبوب الرياح السائدة بتلك المناطق . كما صورت عمليات الرصد – التي اعتمدت على نفس التقنية والتي أجريت في مارس 2003 – عاصفة ترابية كبيرة انتشرت فوق المنطقة البحرية من جهة الشمال وغطت المناطق البرية القاحلة الممتدة عبر صحاري المملكة العربية السعودية . ويوضح الشكل رقم 2–1 لقطة بالقمر الصناعي، أخذت بواسطة MODIS/ Aqua في 25 نوفمبر 2003 ، لعاصفة ترابية غطت الساحل الجنوبي

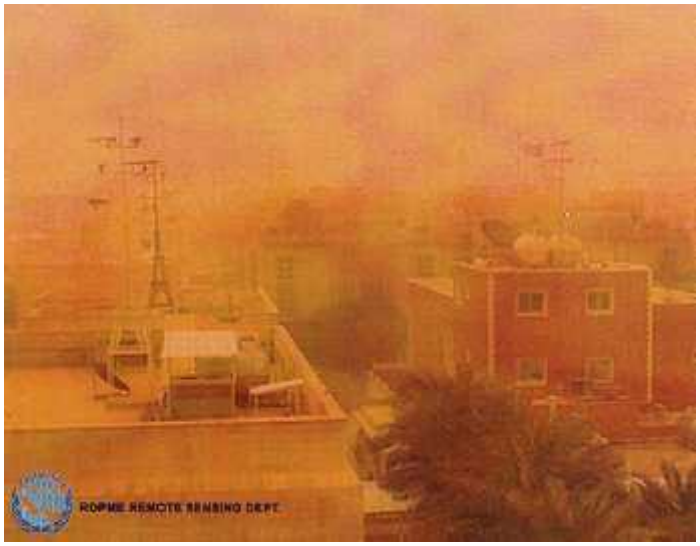
للجمهورية الإسلامية الإيرانية والجزأين الأوسط والخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة . ويلاحظ في هذه الصورة أن العاصفة الترابية الكبيرة التي تم رصدها فوق خليج عمان في أثناء تلك الفترة قد تسببت في عدم وضوح حدود خط الساحل في المنطقة التي غطتها العاصفة .



تبدو العاصفة الترابية في صورة غمامة ذات لون أبيض مائل إلى الرمادي، أو رمادي خفيف، فوق الأرض القاحلة – التي تبدو بألوان رمادية خفيفة – واضحة تماما ، وفوق خليج عمان وبحر العرب . وتوضح النقاط ذات اللون الأخضر أو الأخضر المزرق تركيز اليخضور (الكلوروفيل) الموجود في الطحالب أو الهوائم النباتية. ويرى اليخضور (الكلوروفيل) واضحا تحت طبقة الغبار. أما الخط الرقيق جدا من السحب (التي تبدو أكثر بياضا ولمعانا من الغبار) فيشير إلى أنها تتحرك في اتجاه الجنوب الشرقي فوق خليج عمان ، وهو يحدد حافة جبهة العاصفة.

شكل 2– 1 صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد التابعة للمنظمة MODIS/Aqua في نوفمبر 2003 لعاصفة ترابية في الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة البحرية للمنظمة والساحل الجنوبي للجمهورية الإسلامية الإيرانية والجزأين الأوسط والخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة (درجة الوضوح :500 m، قنوات مزج الألوان 143) .

ويأتي الغبار من مصادر برية وساحلية . ويوضح الشكل 2–2 عاصفة ترابية هبت على مدينة الكويت في 26 مارس 2003م . وكقاعدة عامة ، فإن سحب الغبار (الجسيمات العالقة في الهواء التي تنقلها الرياح) تظل عدة أيام ، ثم ينتهي بها الأمر لتنتشر فوق سطح البحر ، وتُرَسِّب هناك حمولتها من الغبار. ومن الجدير بالذكر أن الغبار المتساقط بصورة رئيسية من العواصف الترابية فوق البحر يمثل المصدر الرئيسي للرواسب القاعية البحرية .



شكل 2– 2 صورة لعاصفة رملية صفراء شديدة الكثافة هبت على مدينة الكويت في 26 مارس 2003.

2-1-4 التوازن المائي

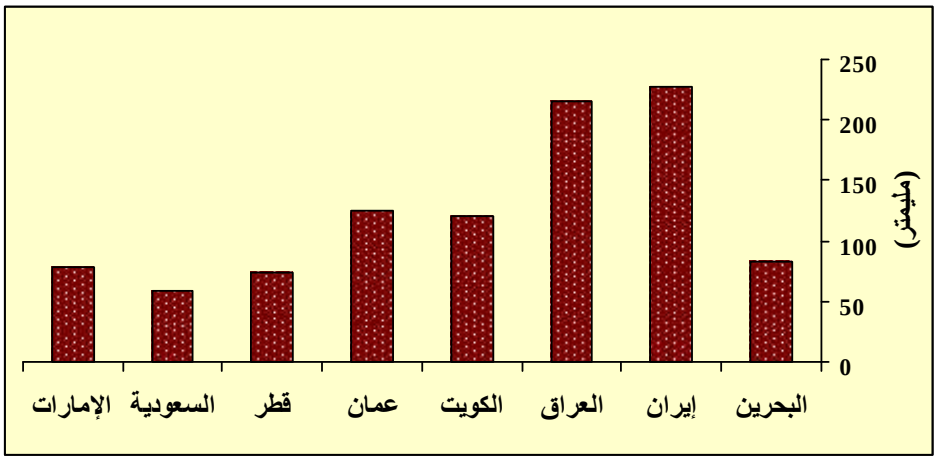
2-1-4-1 التساقط

تختلف كمية التساقط (من أمطار وندى وضباب ... إلخ) فوق المنطقة البحرية اختلافاً كبيراً ، ولكنها تتزايد مع التحرك من الجنوب إلى اتجاه الشمال . وهي تبلغ في الدوحة عاصمة قطر (في جنوب المنطقة) نحو 48 مليمتراً ، في حين تبلغ في بوشهر (في شمال المنطقة) بالجمهورية الإسلامية الإيرانية قرابة 275 مليمتراً . ويتغير معدل التساقط السنوي في المنطقة بشكل ملحوظ بين عام وآخر ، ولكن متوسط التساقط الذي تم تسجيله خلال فترة امتدت 17 عاماً بلغ 78 مليمتراً في السنة ، وهو ما يناظر 1.9×10^{10} متر مكعب في السنة (Hassan and Hassan, 1989) . وعلى أية حال ، فإن هناك تفاوتاً كبيراً في معدلات التساقط من سنة إلى أخرى ، حتى على مستوى الدولة الواحدة . فالبيانات التفصيلية التي تم الحصول عليها من الجمهورية الإسلامية الإيرانية توضح أنه في عام 1995 كان أقصى معدل للتساقط السنوي تم تسجيله هو 587.8 مليمتراً في مدينة بوشهر . أما أدنى معدل للتساقط فقد كان 94.1 مليمتر في مدينة الأهواز . وقد بلغ معدل التساقط الذي تم تسجيله خلال عام 1996 في الجمهورية الإسلامية الإيرانية

168 مليمتراً (LBA – I. R. Iran, 1999). وخلال الفترة من 1961 إلى 1990 تراوح المعدل العام لتساقط الأمطار بين 59 مليمتراً في المملكة العربية السعودية وبين 227.6 مليمتراً في الجمهورية الإسلامية الإيرانية (GEO, 2002) (شكل 2– 3).

2-1-4-2 البخر

تم تقدير كمية البخر من المياه المفتوحة في المنطقة البحرية للمنظمة بنحو 144 سنتيمترا/ سنة (Privett, 1959). وقام Meshal و Hassan (1986) بتقدير كمية البخر من المناطق الساحلية والوسطى (في المنطقة البحرية) فوجدا أن متوسط البخر الشهري من المياه الساحلية بالمنطقة يبلغ أقصى قيمة له (وهي 29.3 سنتيمتر) في يونية، أما أقل قيمة له (وهي 8.1 سنتيمتر) فيبلغها في فبراير ، ويكون المعدل الكلي للبخر 202.6 سنتيمتر/ سنة . وبناء على ذلك، فإن البخر الناتج من جميع مياه المنطقة البحرية للمنظمة يمثل متوسط هاتين القيمتين، أي 172 سنتيمترا/ سنة (Said, 1998).



شكل 2– 3 معدلات سقوط الأمطار على الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من 1961 إلى 1990.

2-1-4-3 الانسيابات المائية السطحية من البر

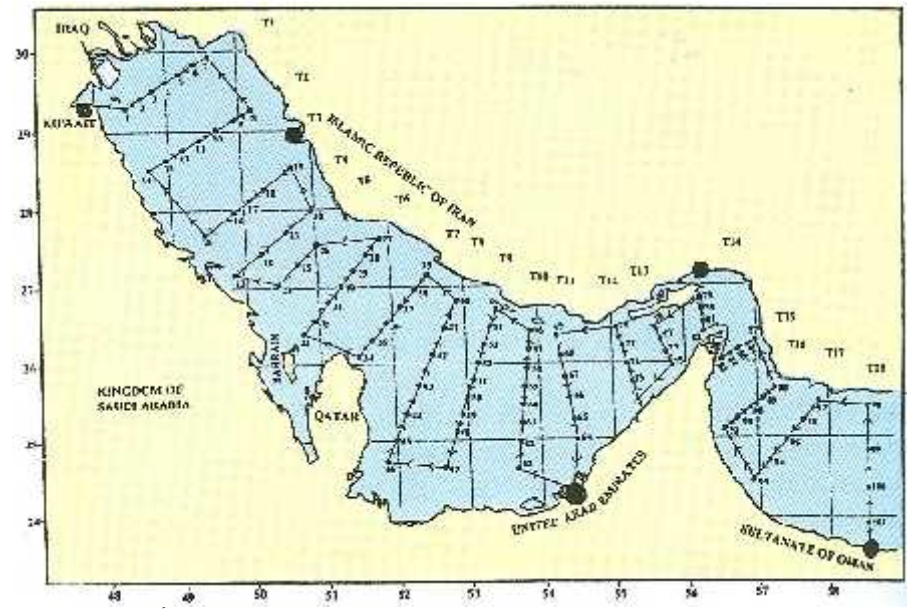
تحدث الانسيابات المائية من الأنهار إلى المنطقة البحرية للمنظمة بصورة أساسية في الشمال (دجلة ، والفرات ، وكارون) ، ومن الجانب الإيراني بشكل أولي . وتصب أنهار ميناب وكهير وكاجو وباهوكلات في خليج عمان . ويمثل شط العرب الرابطة التي تجمع

بين ثلاثة أنهار رئيسية : دجلة والفرات اللذين يبلغ معدل التدفق السنوي للمياه منهما معاً 708 أمتار مكعبة في الثانية ، ونهر كارون الذي يضيف إليهما 748 متراً مكعباً من المياه في الثانية ، وبذلك فإن المعدل الكلي للمياه التي تنساب من شط العرب يبلغ 1456 متراً مكعباً في الثانية (Reynolds, 1993). والأنهار الرئيسية الأخرى هي : هندجان (203 أمتار مكعبة في الثانية)، وهليه (444 متراً مكعباً في الثانية) ومُنْد (1387 متراً مكعباً في الثانية)، ويبلغ المعدل الكلي لتدفق المياه منها جميعاً 110 كيلومترات مكعبة في السنة. وهذا الرقم أعلى من التقديرات التي تمت سابقاً، التي جعلت كمية الانسيابات المائية تتراوح بين 5 و 100 كيلومتر مكعب في السنة (Ahmed and Sultan, 1991). وقد كان للتنمية الصناعية والزراعية أثر ملحوظ على كمية المياه التي تتدفق إلى المنطقة البحرية من شط العرب، إذ تناقص معدل المياه التي تنساب إلى المنطقة بشكل كبير خلال العشرين عاماً الماضية (Reynolds, 1993; UNEP, 2001).

2-2 السمات الأوقيانوغرافية

يمكن الحصول على معلومات متكاملة عن التكوين الهيدروجرافي (الخاص بوصف المياه) للمنطقة البحرية للمنظمة من خلال نتائج فحص أحواضها الثلاثة (الداخلي والأوسط والخارجي) التي تمت من قبل رحلات المسح البحري للمياه المفتوحة في المنطقة . وقد قام (إمري) Emery (1956) بتسجيل النتائج التي توصلت إليها الرحلة البحرية التي قامت بها سفينة الأبحاث الألمانية (ميتيور Meteor) في صيف 1948. كما قام (برور)Brewer و (ديرسن) Dyrssen (1985) بتسجيل نتائج رحلة سفينة الأبحاث (أطلانس 2) Atlantis II التابعة لمعهد وودز هول لدراسة المحيطات Woods Hole Oceanographic Institution بالولايات المتحدة الأمريكية ، والتي قامت برحلة علمية بالمنطقة في شتاء 1976 . وقام أيضاً (رينولدز) Reynolds (1993) بتسجيل نتائج رحلة المائة يوم التي قامت بها سفينة الأبحاث (ماونت ميتشل) Mt. Mitchell التابعة للإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والهواء (NOAA) خلال عام 1992. وقد أعقبت رحلات (ماونت ميتشل) ثلاث رحلات بحرية أجرتها سفينة الأبحاث اليابانية (يوميتاكا – مارو) Umitaka-Maru التابعة لمدرسة المصائد بجامعة طوكيو في الفترة من 1993 – 1994 .

وفي السنوات الأخيرة قامت سفينة الأبحاث الإيرانية (القدس) برحلتين علميتين بحريتين في المنطقة البحرية الداخلية خلال موسمي صيف 2001 و 2002 . ويوضح الشكل رقم 2-4 مسار الرحلات البحرية ومحطات جمع العينات من المنطقة ، أما النتائج التي أسفرت عنها هذه الرحلات فيجدها القارئ في عدة مواضع من هذا الفصل . كما قامت بعض الدول الأعضاء في المنظمة – كل على حدة – بإجراء العديد من الدراسات وأعمال الفحص والتحليل لمياهها الساحلية ومعرفة أنماط التيارات والنظم السائدة فيها .



ملاحظة : جميع مواقع جمع العينات تقع بعد منطقة الاثني عشر ميلا لكل دولة

شكل 2– 4 مسارات الرحلات البحرية، ومحطات جمع العينات لرحلات سفن الأبحاث البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

2-2-1 السمات الأوقيونوغرافية الفيزيائية

2-2-1-1 درجة حرارةسطح البحر

تتفاوت درجة حرارة مياه السطح في المنطقة البحرية للمنظمة على مدار العام ، إذ تبلغ 12° مئوية في الشتاء ، في حين تصل إلى أكثر من 35° مئوية في الصيف . ويلاحظ أن الفارق في معدلات درجة الحرارة بين الشتاء والصيف يكون أكبر ما يمكن (أكثر من

20° مئوية) في الجزء الشمالي الغربي ، وأصغر ما يمكن (أقل من 11° مئوية) عند مضيق هرمز . وتتفاوت درجة حرارة سطح المياه التي تدخل من مضيق هرمز إلى المنطقة البحرية الداخلية على مدار العام ، فتكون في الصيف أعلى من 28° مئوية ، في حين تكون أقل من 20° مئوية في الشتاء . ويمكن شرح التغيرات في درجة حرارة مياه البحر بالمنطقة على مدار العام ، إذ يصل عمق البحر إلى 20 متراً في مايو، ويصل إلى أعماق أكبر في فبراير، من خلال درجة حرارة الهواء وشدة الامتزاج العمودي. فالامتزاج القوي في فبراير يؤدي إلى تجانس المياه عمودياً مع حدوث تغيرات تمتد إلى أعماق أبعد (Reynolds, 1993) . وفي مايو فإن الانحدار الحراري thermocline يعمل كحاجز ويحد من التغيرات بحيث تقتصر على العشرين متراً العليا من مياه البحر بالمنطقة (Reynolds, 1993) . وقد أوضحت دراسة حديثة أجريت خلال رحلة سفينة الأبحاث البحرية التي تم القيام بها في أغسطس 2001 أن درجة حرارة المياه السطحية في المنطقة البحرية الداخلية تراوحت بين 30.15° مئوية (في مضيق هرمز) و 35.81° مئوية (على الساحل الإيراني).

وتتراوح درجة حرارة المياه السطحية في المنطقة البحرية الوسطى بين 22.08° مئوية و31.74° مئوية . وقد سُجِّلت أدنى درجة حرارة (22.08° مئوية) في مضيق هرمز في يناير ، في حين تم تسجيل أقصى درجة حرارة (31.74° مئوية) على شاطئ منطقة (الباطنة) بسلطنة عمان في مايو.

وفي المنطقة البحرية الخارجية فإن درجة حرارة المياه السطحية تراوحت بين 20.07° مئوية و27.59° مئوية . وقد سُجِّلت أدنى درجة حرارة (07 و 20° مئوية) بالقرب من رأس شربثات Ras Sharbithat في سبتمبر ، في حين تم تسجيل أقصى درجة حرارة (27.59° مئوية) في ريسوت Raysut على شاطئ ظفار في ديسمبر (Thangaraja, 1995).

2-2-1-2 حركة المد والجزر

يتغير مدى كل من المد والجزر في المنطقة البحرية الداخلية من نحو 1.4 متر قرب قطر إلى 3 أمتار أقصى الشمال الغربي ، وإلى 2.8 متر في أقصى الجنوب الشرقي . وحينما تكون الرياح البرية قوية فإن منسوب المياه الساحلية ، وبخاصة في الجزء الجنوبي ، قد يرتفع بمقدار 2.4 متر فوق مستويات المد ، وتتسبب هذه المياه في غمر السبخات المنخفضة على نطاق واسع . وتكون تيارات المد قوية (بمعدل متر واحد في الثانية) قرب نهاية مضيق هرمز من جهة الغرب ، ولكن في المناطق الأخرى – باستثناء مناطق المد والجزر أو عند مصبات الأنهار estuaries ومداخل البحيرات الشاطئية lagoon – فإن المد نادراً ما يتجاوز 0.2 – 0.4 أمتار في الثانية (Reynolds, 2002) . ويكون مدى المد والجزر أقل ما يمكن في الحوض الأوسط للمنطقة ، ويتراوح بين متر واحد ومترين في البحرين .

وفي المياه الساحلية العمانية (المنطقة البحرية الوسطى والخارجية) فإن نظام المد والجزر السائد بها هو النوع النصف يومي، الذي يتمثل في حدوث مدين وجزرين كل يوم ، مع اختلاف كبير في عدم التماثل بين مستويات كل منهما . وتتراوح متوسطات المدى بينهما على الساحل العماني بين 1.5 متر ومترين ، في حين تبلغ قيمة أقصى فرق بينهما 3 أمتار (WIMPOL, 1986) .

ويتسم نظام المد والجزر في المنطقة البحرية للمنظمة بتعقيده، واختلاف دورة تكراره من دورة نصف يومية إلى دورة يومية. ومدى المد والجزر كبير، وتزيد قيمه التي تم تسجيلها في كل مكان بالمنطقة على المتر (Lehr, 1984). ومن السمات المهمة التي لوحظت في بعض المواقع بعيداً عن الساحل – كما هي الحال في الكويت على سبيل المثال – أن الطبيعة النصف يومية لدورة المد والجزر بها تتسبب في تعقيد نظم تبادل الهواء بالمنطقة، أي: سرعة الرياح، واتجاهها، والتفاعل بين مكونات البيئة الساحلية، وهو الأمر الذي يؤثر في حركة كل من الهواء ومياه البحر. وفي شمال غرب المنطقة البحرية عند دلتا شط العرب فإن ارتفاع المد يكون عادة في حدود 2.5 متر، أما في الجنوب (في خليج عمان) فيكون ارتفاعه نحو مترين. وقد تم رصد مستويات لارتفاع المد تراوحت بين ثلاثة وأربعة أمتار في دبي (بالإمارات العربية المتحدة) ولنجه (بالجمهورية الإسلامية الإيرانية) (Hartman *et al*., 1971; Linden *et al*., 1990).

3-1-2-2 دورة المياه

أوضحت الدراسات التي أجريت حول دورة المياه في المنطقة البحرية للمنظمة أن إجمالي الفقد في المياه بسبب البخر يتم تعويضه من خلال التدفق السطحي لمياه المحيط إلى المنطقة البحرية عبر مضيق هرمز . والجدير بالذكر أنه على مدار العام فإن المياه ذات الملوحة المنخفضة نسبياً لبحر العرب تنساب إلى المنطقة البحرية الداخلية من خلال مضيق هرمز ، وتتدفق بعكس اتجاه رياح الشمال السائدة هناك ، ومن ثم فإنها تخفف كثافة المياه ذات الملوحة العالية في تلك المنطقة . وبمجرد دخول هذه المياه فإنها تتعرض للبخر وتصبح أعلى كثافة ، ومن ثم تهبط إلى أسفل المياه السطحية ، وبعد ذلك فإن تلك المياه ذات الملوحة العالية تغادر المنطقة الداخلية من خلال التيار السفلي التحت سطحي، وتنساب إلى بحر العرب من أسفل مضيق هرمز (أي من أعماق المضيق) (Al-Hajri, 1990) . وتسمى هذه الدورة بالانسياب المضاد للمصب reverse estuary .

ويكون انسياب المياه إلى المنطقة البحرية الداخلية عبر مضيق هرمز قوياً (20 سنتيمتراً / ثانية) في الصيف، وضعيفاً (نحو 10 سنتيمترات/ ثانية) في فصلي الربيع والخريف (Hunter, 1982) . وقد تم أيضاً تصنيف أسلوب دورة المياه في المنطقة البحرية الداخلية إلى عدة أنواع : تبادل كل من المياه العالية الملوحة والقليلة الملوحة في مضيق هرمز ، ودوران المياه نتيجة لاختلاف الكثافة في المنطقة البحرية الداخلية الوسطى والجانبية ، والحركة الناجمة عن تأثير الرياح في شمال غرب المنطقة البحرية الداخلية ، والتدفق المستحث للمياه في القاع تحت تأثير البخر (Hunter , 1983).

إن النموذج التخطيطي لدوران المياه في المنطقة البحرية الداخلية الذي أعده هنتر Hunter (1983) – يوضح أن اختلاف الكثافة هو السبب الرئيسي لحركة المياه ، مع حدوث انسياب سطحي للمياه من مضيق هرمز إلى المنطقة البحرية الداخلية وذلك بجوار الساحل الإيراني . وثمة انسياب آخر للمياه باتجاه الجنوب على امتداد الساحل الجنوبي كله للمنطقة البحرية الداخلية . وتركد حركة المياه شرق قطر ، إذ إن البخر

العالي وهبوط المياه ذات الكثافة العالية إلى أسفل يتسببان في حدوث تدفق للمياه القاعية العالية الكثافة إلى جهة الشمال الشرقي ، والتي ينتهي بها المطاف بالخروج عبر مضيق هرمز.

وعلى امتداد الساحل الإيراني بالمنطقة البحرية الداخلية فإن السرعة التي تتحرك بها المياه تظل ثابتة عند معدل 10 سنتيمترات / ثانية حتى شبه جزيرة قطر تقريباً . وبالقرب من قاع البحر في هذه المنطقة يحدث انسياب عكسي للمياه باتجاه مضيق هرمز . وفي الجانب الإماراتي من المنطقة البحرية الداخلية تتأثر حركة المياه تأثراً كبيراً بالرياح السائدة هناك ، والتي تتسبب في انسياب المياه السطحية نحو الشرق بمعدل يتراوح بين 12– 15 سنتيمتراً / ثانية . ويؤدي هذا الانسياب إلى جعل المياه السفلية بالمنطقة نفسها تنساب هي أيضاً في نفس الاتجاه . وأما بالنسبة لحركة المياه السطحية حول الساحل الشمالي الإيراني فإنها تدور في عكس اتجاه عقارب الساعة بسرعات صغيرة نسبياً (أقل من 4 سنتيمترات / ثانية) (Lardner *et al*., 1993).

ومن الجدير بالذكر أن الطاقة التي تتسبب في حركة المياه بالمنطقتين البحريتين الوسطى والخارجية تأتي من ثلاثة مصادر هي: قوى المد والجزر، وقوى الرياح، والفارق في كثافة المياه من موضع إلى آخر. وتتذبذب قوى المد والجزر في المنطقة البحرية الوسطى (خليج عمان) مع تلك التي تحدث في بحر العرب. ويحدث المد والجزر في تلك المنطقة مرتين يومياً، وذلك خلال مدى ارتفاع يتراوح بين 1.7 ومترين يومياً. وتكون حركة المياه في غرب خليج عمان في اتجاه عقارب الساعة في شكل حلقة دائرية، في حين تكون هذه الحركة في شكل حلقة دائرية أيضاً في الجهة الشرقية للخليج في اتجاه مضاد لعقارب الساعة. والمنطقة التي يحدث فيها تداخل بين هذين النمطين من أنماط حركة المياه (الشكل الحلقي) هي منطقة التيارات المائية الصاعدة من أسفل إلى أعلى upwelling على امتداد الساحل الإيراني. ويبدو أن هذا النمط لدوران المياه يكون موجوداً خلال فصلي الشتاء والصيف، ولكن تعتمد قوته وكذلك صعود المياه السفلية إلى أعلى، على الرياح السائدة بالمنطقة. وترتبط قوة الرياح في عمان (المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية) بالرياح الموسمية في

المحيط الهندي. وتهب هذه الرياح خلال موسم الصيف (من مايو إلى سبتمبر) من جهة الجنوب والجنوب الشرقي، في حين تهب الرياح الموسمية الشمالية الشرقية خلال موسم الشتاء (من نوفمبر إلى فبراير). وتتسم الأمواج التي تصل إلى المنطقة بضخامتها ، وطولها الموجي الكبير، وانخفاض السعة الموجية لشكل الموجة low amplitude waveform الناتجة من تأثير الرياح من بعد. وتتسبب الرياح المحلية في إحداث أمواج صغيرة يصل ارتفاعها إلى 0.2 متر خلال الفترة من أبريل إلى مايو، في حين تكون سبباً في تكوين أمواج أشد قوة خلال أشهر الشتاء من نوفمبر إلى فبراير، ويرتفع مستوى هذه الأمواج في شهر ديسمبر ، وتزيد سرعة الرياح آنذاك على 15 متراً في الثانية .

2-2-2 السمات الأوقيونوغرافية الكيميائية

1-2-2-2 المغـذيات

إن القياسات التي أجراها معهد وودز هول لدراسة المحيطات Woods Hole Oceanographic Institution في مارس 1977م للمغذيات (العناصر الغذائية للأحياء البحرية) في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية قد أوضحت أن محتوى المغذيات السطحية في المنطقة الوسطى والخارجية أعلى بكثير من نظيره في المنطقة البحرية الداخلية. والمياه السطحية ذات المستوى العالي من الفوسفات (أكبر من ميكرومول واحد / لتر) الموجودة بالمنطقة البحرية الخارجية تفقد الفوسفات بسرعة نتيجة للامتزاج وعمليات الفصل الحيوي (البيولوجي) biological stripping عند تحرك هذه المياه شمالاً إلى المنطقة البحرية الداخلية (إذ يصبح محتواها من الفوسفات هناك أقل من ميكرومول واحد / لتر) ،أما تراكيز النيترات nitrate (من 2 إلى أكثر من 10 ميكرومول / لتر) فكانت في أغلب القياسات أقل من حد الاستشعار (الفحص) detection limit. ويمكن تفسير ذلك بأنه دليل مادي على أن النيترات تعد من المغذيات المحدودة (غير المتوفرة بكميات معقولة) في المنطقة البحرية الداخلية خلال فترة الشتاء.

إن نتائج أعمال المسح التي أجرتها سفينة الأبحاث البحرية يوميتاكا – مارو (1993–1994) في المنطقة البحرية الداخلية بين خط عرض 28 درجة شمالا ومضيق هرمز قد أوضحت وجود تراكيز عالية للنيترات في بعض أجزاء هذه المنطقة . وقد تراوح المتوسط العام لتراكيز أيونات الأمونيوم من 0.75 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1994) إلى 1.91 ميكرومول/ لتر (في يناير 1993) وتراوح تركيز النيترات nitrates من 1.07 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1994) إلى 2.10 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1993)، وتراح تركيز الفوسفات من 0.34 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1993) إلى 0.51 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1994) ، وتراوح تركيز السيليكات من 1.93 ميكرومول/ لتر (في يناير 1993) إلى 4.74 ميكرومول/ لتر (في ديسمبر 1993). وقد سجلت أقصى قيم لتراكيز النيترات والفوسفات والسيليكات في عينات المياه التي أخذت على مقربة من الساحل الإيراني (Hashimoto *et al.*, 1995). وفي المناطق الضحلة القريبة من المصبات مثل جون الكويت ، فإن القياسات التي أجرتها إدارة حماية البيئة الكويتية قد أوضحت أن تراكيز المغذيات تراوحت بين 29.6 و 76.1 ميكروجرام/ لتر (0.48 – 1.3 ميكرومول/ لتر) للنيترات، وبين 16.4 و24.1 ميكروجرام/ لتر (0.17– 0.25 ميكرومول/ لتر) للفوسفات، وبين 397 و 590 ميكروجرام/ لتر للسيليكات (6.6 – 9.8 ميكرومول/ لتر – ثاني أكسيد السيليكون) (EPD – Kuwait, 1994).

وفي مملكة البحرين، أخذت عينات المغذيات مرتين سنوياً (في شهري أغسطس وديسمبر) من المحطات الأربع لجمع العينات. وقد أوضحت نتائج القياسات أن تراكيز النيتريت nitrites والنيترات nitrates والأمونيا والفوسفات والسيليكات كانت تتراوح بين 0.02 – 0.11 ، 0.38– 0.77 ، 0.04 – 16.60، 0.04 – 0.23 ، و0.8 – 64.7 ميكروجرام/ لتر على التوالي (MNR - Bahrain, 2000).

وفي الفترة الأخيرة ، وكجزء من البرنامج الخاص بالمراقبة البحرية ، بدأت دولة الكويت في إجراء دراسات عن المغذيات بصورة شهرية ، وذلك على العينات التي تؤخذ من المحطات الثلاث عشرة لجمع العينات ، بهدف تحديد تراكيز المغذيات . وقد كان متوسط

التراكيز التي تم تسجيلها كما يلي : 7.1 ميكروجرام/ لتر (0.15 ميكرومول / لتر) للنيتريت ، و 19.6 ميكروجرام/ لتر (0.32 ميكرومول / لتر) للنيترات ، و 4.9 ميكروجرام/ لتر (0.27 ميكرومول / لتر) للأمونيا ، و 10.7 ميكروجرام/ لتر (0.11 ميكرومول / لتر) للفوسفات ، و 349 ميكرومول/ لتر – ثاني أكسيد السيليكون) للسيليكات (MNR-Kuwait, 1999). ومع أن قيم هذه التراكيز عالية إلى حد ما، فإنها ما تزال أقل من تلك التي تم تسجيلها في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية.

وكما سبق أن ذكرنا ، فإن تراكيز المغذيات تكون عالية في المياه السطحية لخليج عمان خلال فترة الرياح الموسمية ، إذ يصل تركيز الفوسفات في المياه السطحية إلى أكثر من ميكرومول واحد/ لتر ، وتركيز النيترات إلى أكثر من 8 ميكرومول / لتر في شهري فبراير ومارس (Brewer *et al*.,1978). وفي بحر العرب ، على طول ساحل ظفار ، خلال فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية ، زادت تراكيز المغذيات إلى أكثر من 20 ميكرومول / لتر للنيترات – النيتروجين وإلى نحو 2 ميكرومول / لتر للفوسفات – الفوسفور في أثناء الفترة من يولية إلى منتصف أكتوبر (Savidge *et al*., 1990).

وفي دولة قطر ، أخذت العينات مرتين (في يناير ويونية) عام 2001 من محطات جمع العينات الخمس وعشرين . وأوضحت نتائج الفحص وجود تراكيز أقل لمعظم المغذيات التي تم قياسها مقارنة بالدراسة السابقة . فبالنسبة للنيترات كان مستوى التركيز منخفضاً جداً حتى أنه لم يمكن استشعاره وقياسه في جميع العينات ، في حين تباينت مستويات السيليكات بين 2.45– 270.99 ميكروجرام / لتر (0.04 – 4.5 ميكرومول/ لتر) في يناير، وبين 2.99 – 342.8 ميكروجرام/ لتر (0.05 – 5.7 ميكرومول/ لتر) في يونية (MNR- Qatar, 2003). ويمكن أن يعزى التذبذب في تراكيز المغذيات إلى طبيعة المواضع التي أخذت منها العينات ، أي إلى المحطات الخمس وعشرين الموزعة على طول خط الساحل في قطر .

وقد وُجِد هذا النموذج نفسه لتراكيز المغذيات في المياه الساحلية لدولة الإمارات العربية المتحدة خلال الفترة من أكتوبر 1993 إلى سبتمبر 1994. وأظهرت عمليات الفحص أن تراكيز الأمونيا تباينت من المستويات التي لا يمكن قياسها لضآلتها إلى 15.32 ميكروجرام / لتر. وارتفعت تراكيز النيترات أيضاً من مستويات لا يمكن قياسها لصغرها الشديد إلى 5.18 ميكروجرام / لتر . وتراوحت تراكيز النيترات بين 0.07 و 14.32 ميكروجرام/ لتر ، وتراكيز السيليكات بين 0.4 و 26.5 ميكروجرام/ لتر. وأوضحت نماذج توزيع المغذيات أن هناك فارقاً كبيراً بين نسب هذه المغذيات في الطبقات السطحية وبينها في الطبقات القاعية. ويمكن أن يعزى ذلك إلى ضحالة المياه في المنطقة ، وعكارة عمود الماء، وتأثير مياه المجاري التي يتم تصريفها إلى البحر هناك . وإذا استثنينا النيترات فإن أعلى مستويات لتراكيز المغذيات الأخرى قد تم تسجيله في موسم الشتاء . وفي إمارة الشارقة كانت تراكيز معظم المغذيات تقل كلما ابتعدنا عن خط الساحل واتجهنا إلى داخل البحر ، والسبب في ذلك هو وجود مصادر فعالة للتلوث بمياه المجاري على ساحل الإمارة تصب المياه المنصرفة منها في خليج الشارقة . ومن هذا الوضع يمكن استنتاج أن تصريف مياه المجاري والمياه العادمة الصناعية قد أضر بجودة مياه البحر داخل بعض المناطق الشبه مغلقة ، وبخاصة في خليج الشارقة ، وتجلى أثر ذلك في ارتفاع تراكيز المغذيات (Shriadah and Al-Ghais, 1999) .

وقد تم مؤخراً قياس مستويات المغذيات في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية الداخلية (شكل 2– 4) خلال رحلة سفينة الأبحاث البحرية التي تمت خلال شهر أغسطس من صيف 2001م . وبوجه عام ، تبين من القياسات التي أجريت خلال هذه الرحلة أن تراكيز النيتريت في المياه السطحية كانت منخفضة جداً ، إذ تبلغ مقادير لا يمكن قياسها لضآلتها ، في حين كان أقصى تركيز تم قياسه لها هو 15.63 ميكروجرام / لتر (0.34 ميكرومول/ لتر) وذلك في المياه القاعية لمضيق هرمز . وكانت مستويات النيتريت في مياه القاع أعلى من مستوياتها في المياه السطحية في جميع محطات أخذ العينات ، وتراوح مداها بين 0.03 إلى 170.97 ميكروجرام/ لتر (صفر – 3.7 ميكرومول/ لتر) . وأقصى مستوى تم تسجيله كان في المياه البحرية لدولة الإمارات العربية المتحدة . وفيما يتعلق بالنيترات كانت المستويات الدنيا والقصوى لها في المياه السطحية منخفضة جداً ، وتراوحت بين الصفر و 5.3 ميكروجرام/ لتر (صفر – 0.1

ميكرومول/ لتر) . وكانت التراكيز الصغرى والكبرى للنيترات في المياه القاعية هي 270.97 – 804.13 ميكروجرام/ لتر (4.4 – 13 ميكرومول/ لتر) . وقد تم تسجيل أقل مستوى للنيترات بالمياه السطحية في المنطقة البحرية المفتوحة قبل أن تصل المياه إلى مضيق هرمز ، في حين تم تسجيل الحد الأعلى لتراكيز النيترات في المياه السطحية والقاعية بالمنطقة نفسها ، أي في المياه البحرية لدولة الإمارات العربية المتحدة .

وقد كانت تراكيز الفوسفات في المياه السطحية للمنطقة البحرية الداخلية منخفضة جداً ، وتراوحت بين 0.17 و 2.67 ميكروجرام/ لتر (صفر – أقل من 0.03 ميكرومول/ لتر) ، في حين كانت تراكيزها في المياه القاعية أعلى بشكل ملحوظ ، وتراوحت بين 247.3 و 448 ميكروجرام/ لتر (2.6 – 4.7 ميكرومول/ لتر). وقد سجلت أعلى مستويات للفوسفات في المياه السطحية الإيرانية .

وتراوحت مستويات الأمونيا في مياه المنطقة البحرية الداخلية بين 0.45 ميكروجرام/ لتر و 38.07 ميكروجرام/ لتر (0.02 – 2.1 ميكرومول/ لتر) للمياه السطحية، وبين 0.57 ميكروجرام/ لتر إلى 25.37 ميكروجرام/ لتر (0.03 – 1.4 ميكرومول/ لتر) للمياه القاعية . وتم تسجيل أعلى تركيز للأمونيا في المياه السطحية البحرية بمنتصف المنطقة البحرية الداخلية بين الجمهورية الإسلامية الإيرانية والمملكة العربية السعودية. وتراوحت مستويات السيليكات في المياه السطحية بين 0.17 ميكروجرام/ لتر (أقل من 0.003 ميكرومول/ لتر) (بالقرب من مضيق هرمز) إلى 303.77 ميكروجرام/ لتر (5.05 ميكرومول/ لتر) (في الكويت) ، في حين تباينت مستويات السيليكات في المياه القاعية بين 2.87 ميكروجرام/ لتر (0.05 ميكرومول/ لتر) (في منتصف الشمال) وبين 342.43 ميكروجرام/ لتر (5.4 ميكرومول/ لتر) (في الكويت) . وتكشف النتائج العامة للقياسات أن المياه الكويتية تحتوي على أعلى تراكيز من السيليكات ، سواء أكانت هذه المياه سطحية أم قاعية .

2-2-2-2 الملوحة

تزداد ملوحة المياه تدريجياً كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال بسبب ارتفاع البخر ، مع انخفاض الملوحة أيضاً على طول الجانب الإيراني . وفي منتصف الصيف تتراوح نسبة ملوحة المياه السطحية بين 34 ‰ (في شهر يونية) بالساحل العماني الجنوبي لبحر العرب وبين 38.9 ‰ في الجزء الشمالي من خليج عمان ، وتزداد الملوحة حتى تصل إلى 42 ‰ بعد البحرين مباشرة . وقد تم تسجيل درجة ملوحة عالية جداً للمياه قيمتها 70 ‰ في أقصى الطرف الجنوبي لخليج سلوى. وفي فصل الشتاء تكون درجة الملوحة أعلى بقدر ما عن نسبتها في أوائل الصيف في أقصى الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية الداخلية . ومن الجلي أن سبب ذلك هو التغير في كمية المياه العذبة التي تنساب من شط العرب إلى المنطقة البحرية ، فضلاً عن التأثيرات المناخية وبخاصة البخر .

وخلال فصل الصيف تدخل المنطقة البحرية الداخلية – عبر مضيق هرمز – مياه سطحية منخفضة (نسبتها نحو 37 ‰) . وهذا الانسياب نفسه للمياه السطحية قد تمت ملاحظته وقياسه في فصل الشتاء ، وكانت نسبة ملوحة هذه المياه 39 ‰ (Reynolds, 1993).

وفي أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية خلال شهر أغسطس 2001 ، تم إجراء قياسات لنسب الملوحة للمياه السطحية والقاعية في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وخلال تلك الفترة تراوحت ملوحة المياه السطحية بالمنطقة البحرية الداخلية بين 36.98 و 41.07 ‰ ، وتم تسجيل أقل درجة ملوحة في محطات جمع العينات بمضيق هرمز ، أما أعلى درجة ملوحة فقد تم تسجيلها في المحطات المناظرة بالكويت . وكانت نسبة ملوحة المياه القاعية أعلى من نسبتها في المياه السطحية بجميع محطات جمع العينات ، وتم تسجيل أقصى حد للملوحة للمياه القاعية في المياه الكويتية ، إذ بلغ 41.35 ‰.

أما عن توزيع نسبة الملوحة في المياه السطحية لخليج عمان ، فقد تراوحت بين 36.5 و 38.9 ‰ من مضيق هرمز (شبه جزيرة مسندم) إلى رأس الحد عند مدخل خليج عمان .

وفي بحر العرب تراوحت نسبة الملوحة في المياه السطحية بين 35.5 و 37.70 ‰ من رأس الحد إلى أقصى الجزء الجنوبي لسلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية).

ومن الجدير بالذكر أن معدل التفاوت بين نسبة الملوحة في عمود الماء (من المياه السطحية إلى المياه القاعية) بخليج عمان وبحر العرب يتسم بصغر قيمته، وهذا يعني أن معدل الامتزاج بين المياه السطحية والمياه القاعية هناك كبير وشامل. وفي معظم أنحاء المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية فإن قياسات نسب الملوحة للمياه السطحية والمياه القاعية كانت متماثلة تقريباً أو تتفاوت بمقدار ضئيل لا يتجاوز جزءاً واحداً أو جزأين من الألف. وقد أوضحت الدراسات المختلفة التي أجريت في فترات زمنية متباينة في ثلاث مناطق جغرافية مهمة بالمنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية أن نسبة الملوحة في المياه السطحية بـ (خصب) في مضيق هرمز تظل عالية وتتراوح بين 37.80 و 40.30‰. وقد تم تسجيل الحد الأقصى (40.30 ‰) في شهر أكتوبر. كما أن دراسة استغرقت عاماً كاملاً أجريت على المياه في مسقط أوضحت أن مستويات الملوحة تراوحت بين 33.10 و 39.00 ‰، وقد سجلت النسبة الصغرى في شهر يناير ، في حين تم تسجيل النسبة العظمى في شهر نوفمبر. هذا وتتسبب الأمطار الموسمية في تقليل معدلات الملوحة بشكل ملحوظ في المياه الساحلية لظفار (Thangaraja , 1995).

3-2-2-2 الأكسيجين الذائب

تراوح مستوى الأكسيجين الذائب في المياه السطحية للمنطقة البحرية الداخلية بين 4.05 و 6.8 مليجرام/ لتر في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية التي أجريت في صيف 2001م . وقد تم تسجيل معدلات توزيع الأكسيجين المذاب في المياه السطحية في عدة مواضع بالمنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية بالمياه العمانية في أزمنة مختلفة . وتراوحت معدلات الأكسيجين المذاب بين 4.37 مليجرام/ لتر و 11.2 مليجرام/ لتر في خليج عمان . وقد وجد أن أقل معدل للأكسيجين المذاب (4.37 مليجرام/ لتر) كان في المياه القريبة من الشاطئ برأس الحد ، وتم تسجيل ذلك في 15

سبتمبر 1990 ، في حين تم تسجيل أعلى تركيز (11.2 مليجرام/ لتر) في المياه البحرية لصور في 27 أغسطس 1990. وبالنسبة للمياه القاعية فإن تركيز الأكسيجين المذاب فيها تراوح بين 0.04 مليجرام/ لتر و 9.49 مليجرام/ لتر . وتم قياس أقل تركيز (0.04 مليجرام/ لتر) عند عمق 108.6 أمتار في المياه البحرية قبالة مسقط في 29 يناير 1990 . أما أعلى تركيز (9.49 مليجرام/ لتر) فتم قياسه عند عمق 18 متراً في المياه القريبة من شاطئ منطقة الباطنية بسلطنة عمان ، وكان ذلك في 23 مايو 1990 .

وفي بحر العرب (المنطقة البحرية الخارجية) تراوح معدل الأكسيجين المذاب في المياه السطحية بين 2.62 و 9.13 مليجرام/ لتر . وتم تسجيل أدنى تركيز (2.62 مليجرام/ لتر) بالقرب من شربثات Sharbithat في خليج مدركة ، وكان ذلك في 29 سبتمبر 1990م ، أما أعلى تركيز (9.13 مليجرام/ لتر) فقد تم تسجيله في خليج مصيرة في 20 سبتمبر 1990 . وتراوح تركيز الأكسيجين المذاب في طبقات المياه القاعية بين 0.12 و 6.91 مليجرام/ لتر . وقد وجد أن الحد الأدنى (0.12 مليجرام/ لتر) للأكسيجين المذاب كان على عمق 160 متراً في شمال ساحل الشرقية ، وكان ذلك في 16 سبتمبر 1990 ، أما أعلى مستوى للأكسيجين المذاب (6.91 مليجرام/ لتر) فقد تم قياسه في 10 ديسمبر 1989 عند عمق 15 متراً في المياه القريبة من الشاطئ عند رأس مدركة .

وقد أوضحت الدراسات التي أجريت في مراحل زمنية مختلفة في المياه التي تقع قبالة مسقط أن هناك تغييرات طفيفة في معدلات الأكسيجين المذاب قد حدثت مع مرور السنين. فخلال الفترة من سبتمبر 1987 إلى أكتوبر 1988 تراوحت معدلات الأكسيجين المذاب بين 3.22 و 8.74 مليجرام/ لتر، وكان أقل معدل في شهر فبراير، وأعلى معدل في شهر مارس. وخلال الفترة من يناير إلى ديسمبر 1992 ارتفعت هذه المعدلات، إذ تراوحت بين 4.07 و 9.69 مليجرام/ لتر في المنطقة نفسها .

وفي ظل الظروف البحرية العادية بالمنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية فإن عمود المياه السطحية يحتوي على معدلات عالية من الأكسيجين المذاب . وتقل هذه المعدلات مع زيادة العمق. وفي معظم المناطق التي أجريت القياسات فيها، والتي

يزيد عمق الماء فيها على 75 متراً، كانت معدلات الأكسيجين المذاب أقل من 2 مليجرام/ لتر (Thangaraja, 1995).

2-2-2-4 تركيز أيونات الهيدروجين

أوضحت قياسات مستويات أيونات الهيدروجين (الرقم الهيدروجيني pH) خلال رحلة سفينة الأبحاث البحرية في أغسطس 2001 وجود فروق طفيفة في مستويات الرقم الهيدروجيني بين المياه السطحية والمياه القاعية في المنطقة البحرية الداخلية . وفي جميع محطات القياس ، كانت مستويات الرقم الهيدروجيني في المياه القاعية أعلى منها في المياه السطحية . وقد تراوح الرقم الهيدروجيني للمياه السطحية بين 7.92 و 8.23 .

وأوضحت قياسات الرقم الهيدروجيني التي أجريت في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية من قبل معهد وودز هول لدراسة المحيطات في مارس 1977 (Brewer *et al.*,1978) أن الرقم الهيدروجيني للمياه السطحية في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية كان بين 8.130 – 8.214 ، وأن هذه القيم – بوجه عام – أقل من القيم التي تم تسجيلها للمياه السطحية في المنطقة البحرية الداخلية ، والتي تراوحت بين 8.210 و 8.320 . وتقل قيمة الرقم الهيدروجيني مع زيادة العمق ، وقد تصل إلى 7.454 عند عمق 800– 900 متر تقريباً في خليج عمان. أما في المنطقة البحرية الداخلية فإن الرقم الهيدروجيني للمياه القاعية لم يقل أبداً عن 8.160 في أثناء ذلك المسح .

2-3 الخصائص الجيولوجية والرسوبية

2-3-1 الجيولوجيا

نشأت المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية نتيجة التداخل بين اللوحين الأفريقي والأوراسي . وقد تحرك اللوح العربي تدريجياً تجاه الشمال الشرقي ، تحت اللوح الأوراسي ، وذلك لفترة زمنية كبيرة. وأدت هذه التحركات إلى حدوث إغلاق بطيء لممر مائي واسع كان يربط يوماً ما بين البحر الأبيض المتوسط والمحيط الهندي

، والذي تراكم فيه عمود سميك من الرواسب الحاملة للنفط والغاز تجاوز طوله 10000 متر .

وفي جهة الشمال الغربي فإن انغلاق الممر البحري القديم قد اكتمل ، واليوم فإن المنطقة البحرية السابقة (الممر القديم) مغطاة بالأراضي الطمية المسطحة التي تشكل الهلال الخصيب الذي يضم العراق والجمهورية الإسلامية الإيرانية . وهذه الأراضي المنخفضة تكونت بترسيب الطمي من مجموعة أنهار دجلة والفرات وكارون في المنطقة الهابطة التي تقع بين الدرع العربي الثابت وحزام الصدوع المتحركة بالجمهورية الإسلامية الإيرانية .

وفي جهة الجنوب فإن التاريخ الجيولوجي كان أكثر تعقيداً ، وكانت حركة الألواح التي تنقل اللوح العربي وقاع المحيط الهندي المجاور إلى الشمال الشرقي قد أدت إلى نشوء سلسلة جبال عمان في الجانب العربي من منطقة الهبوط .
وتعد المنطقة البحرية الداخلية وادياً فائضاً ومصباً . ويمكن البرهنة على تغير الأرض في تلك المنطقة من خلال الملامح والأشكال الفيزيوغرافية الغارقة التي تكونت بشكل ملحوظ فوق منسوب سطح البحر أو قريباً منه ، مثل الوديان ومجموعات كثبان الشاطئ الساحلية والمنبسطات الصخرية البحرية platforms التي تعرضت للنحر والحت abrasion ، وأيضاً بوجود الرواسب ذات الخصائص النسيجية والتركيبية textural and compositional properties التي تدل على أنها تكونت في الأساس في مياه ضحلة (مثل الرمال السرئية "الأوليتية" oolitic في المياه الضحلة) . وقد وجدت بقايا أحياء حيوانية fauna تحمل صفات الأنواع التي تعيش في المياه الضحلة ، إذ عثر عليها في رواسب عند أعماق تقع أسفل المستويات الأصلية لنشأتها . ويمكن اعتبار المنطقة البحرية الداخلية منطقة حديثة العهد من الناحية الجيولوجية ، وذلك في ضوء الحقيقة التي تنص على أن الحياة البحرية قد ظهرت مرة أخرى حديثاً في فترة طغيان البحر وغمره لليابسة في العصر الجيولوجي الحديث (الهولوسيني) Holocene transgression (Sheppard, 1993).

ويتسم الساحل الغربي للمنطقة البحرية بأنه – بوجه عام – منخفض ومسطح ورملي. وغالباً ما تقوم الحواجز الرملية (المتكونة بفعل المد والجزر أو التيارات المائية) sandbars المغطاة بالكثبان بعزل البحيرات الشاطئية lagoons التي تغمرها المياه في الشتاء ولكنها تكون جافة ومغطاة بالجبس أو الملح في بقية السنة . وتنتشر المسطحات المغطاة بالطحالب والمسطحات الواقعة في منطقة المد والجزر في جنوب أرخبيل مجموعة جزر البحرين . ويتصف ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة بوجود عدد من المسطحات الرملية الفسيحة والبحيرات الشاطئية الواسعة، والحواف ذات الشعاب المرجانية الحاجزة وغير المنتظمة. وفي الطرف الشمالي للمنطقة البحرية يوجد سهل الدلتا الفسيح لأنهار دجلة والفرات وكارون الذي يضم الأهوار (المستنقعات) swamps والحواجز الرملية sandbars والألسنة الرملية spits والجزر ذات الحدود المتغيرة . أما الساحل الشرقي فهو منطقة ترسيب قاري واسعة ، وهذا الساحل مسطح ومنخفض حتى بوشهر ، ثم يكون صخرياً وشديد الانحدار precipitous . وأمام رأس مسندم يأخذ الساحل شكل تجويف recess عند مضيق هرمز، مع جزيرتين رئيسيتين هما : كشم وهرمز . وعلى طول الشاطئ الشمالي تتناوب الجروف الصخرية الساحلية cliffs والسهول المنبسطة plains (Chiffings, 1998).

أما ساحل عمان المفتوح على المحيط الهندي فيتضمن مناطق ممتدة ، رملية وصخرية ، ذات جروف صخرية مسننة ragged . وتمثل الشواطئ الصخرية أحد المعالم الرئيسية لخليج عمان . ويتكون الساحل الجنوبي من ألسنة أرضية صخرية داخلة في البحر headlands مع جروف صخرية تتناوب مع شواطئ ذات رمال ناعمة تتلاطم عليها أمواج المحيط (Chiffings, 1998).

2-3-2 السمات الرسوبية

إن الطبيعة الرسوبية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي محصلة الأمطار الكثيفة التي تساقطت خلال عصر البلايستوسين Pleistocene ، والتي جلبت معها الرواسب من نهري دجلة والفرات اللذين يتدفقان عبر الأهوار العراقية

والإيرانية ، ومن نهري كارون وكرخة اللذين يأتيان من جبال زاجروس الإيرانية ، ومن نهر الباطن (الذي أصبح جافاً الآن) والذي كانت مياهه تأتي من المرتفعات الموجودة في المنطقة الوسطى الغربية لشبه الجزيرة العربية . وقد انعكس تأثير ما حملته هذه الأنهار معها إلى البحر على تركيب الرواسب القاعية للبحر (شكل 2– 5).

وتسود الرواسب (الطمية) الناعمة في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية، وهي تعكس أثر حمولة الأنهار التي تموضعت (أي: ترسبت) في المنطقة. ومعظم مكونات قاع المنطقة البحرية عبارة عن رواسب حيوية المنشأ biogenic، أنتجتها المتعضيات (الأحياء) الدقيقة، وبشكل أساسي: المنخربات (الفورامينيفيرا) foraminifera. وهناك مجموعة كبيرة من الأحياء النباتية والحيوانية الأخرى المنتجة للكلس (الأحجار الجيرية) ، مثل المرجانيات وبعض الطحالب الكلسية calcareous algae ، على الرغم أنه في مجال إنتاج الرسوبيات فإن إنتاجية هذه الأحياء غير مهمة لضآلتها من الناحية الكمية . وتسود الرمال الجيرية (المكونة من كربونات الكالسيوم) سواحل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة ، أما في الجانب الإيراني فتختلط هذه الرمال مع مقادير كبيرة من الرواسب البرية المنشأ terrigenous sediments الناتجة من تأثير الرياح وما تحمله الأنهار معها من رسوبيات (Purser and Siebold, 1973). ومن الجدير بالذكر أيضاً أن كميات كبيرة نسبياً من الرمال تتموضع (أي تترسب) عن طريق الرياح الشمالية الغربية السائدة في المنطقة ، التي تهب عبر محور المنطقة البحرية للمنظمة . وقد قدر خلف وزملاؤه (Khalaf *et al*., 1986) أن نحو 100 طن/ كيلومتر مربع من الرمال تترسب سنوياً في المنطقة البحرية الداخلية.

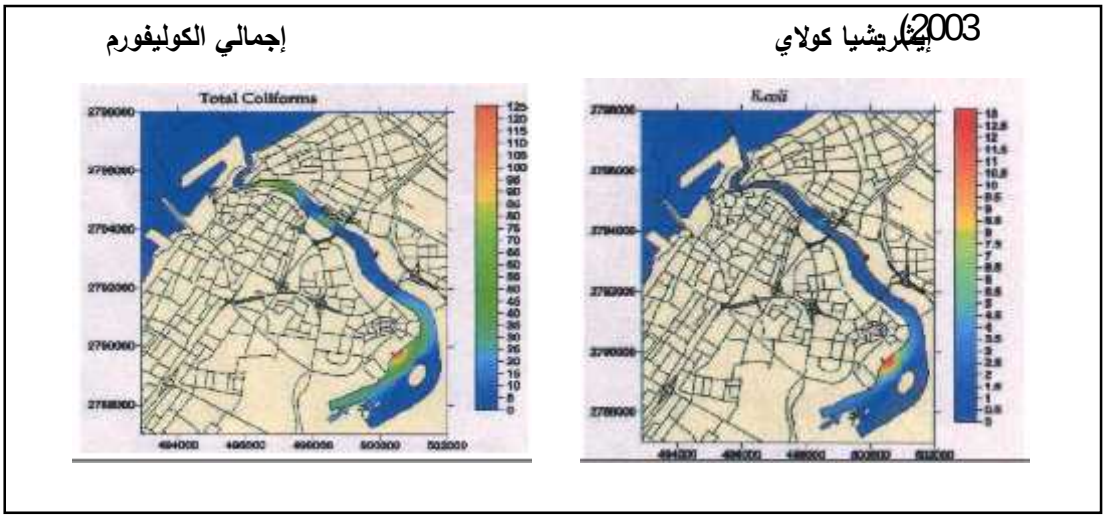
شكل 2- 5 أنواع الرواسب في المنطقة البحرية للمنظمة.

2-4 السمات الميكروبيولوجية والبيولوجية

2-4-1 السمات الميكروبيولوجية

تعد القياسات الميكروبيولوجية أحد المؤشرات التي تدل على وجود تلوث بمياه المجاري في البيئة البحرية . ولا تتوافر بيانات ميكروبيولوجية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية إلا في دولتي الكويت والإمارات العربية المتحدة ، وهذه البيانات لا تعد كافية لرسم صورة دقيقة عن حالة البيئة البحرية في منطقة عمل المنظمة . وتوضح نتائج القياسات التي أجريت في 12 محطة قياس دائمة في دولة الكويت أن القيم الوسطى للتراكيز الميكروبيولوجية متفاوتة ، فهي تتراوح بين 214 و 500 مستعمرة/ 100 مليلتر لإجمالي الكوليفورم total coliform ، ومن 1247 مستعمرة/ 100مليلتر للكوليفورم الغائطي faecal coliform ، ومن 63180 مستعمرة/ 100 مليلتر لبكتيريا ستربتوكوكاي الغائطية faecal streptococci في المياه الساحلية (MNR – Kuwait, 1999) .

وقد أوضحت عمليات القياس المنتظمة لمراقبة مناطق الاستحمام الترفيهية في ثمانية مواقع بأبو ظبي ، والتي أجريت خلال الفترة من يناير إلى نوفمبر 2002 أن مستويات إجمالي الكوليفورم تراوحت بين 4 و1100 مستعمرة cfu/100 مليلتر (الحد المسموح به: 2000 مستعمرة cfu/100 مليلتر) والإستربتوكوكس *Streptococcus* من صفر – 400 مستعمرة cfu / 100 مليلتر (الحد المسموح به : 400 مستعمرة cfu / 100مليلتر) . والقياسات التي أجريت لبكتيريا إيشريشيا كولاي *E. coli* وإجمالي الكوليفورم في عشرة مواقع على طول خور دبي خلال عامي 1999 و 2000 أوضحت أن النتائج كانت ضمن نطاق الحدود المسموح بها ، كما هو مبين في الشكل 2–6 (MNR- UAE , 2003)



شكل 2– 6 توزيع بكتيريا إيشريشيا كولاي *E coli* (1999) وإجمالي الكوليفورم (2000) على طول خور دبي (مستعمرة cfu /100 مليلتر).

2-4-2 السمات البيولوجية

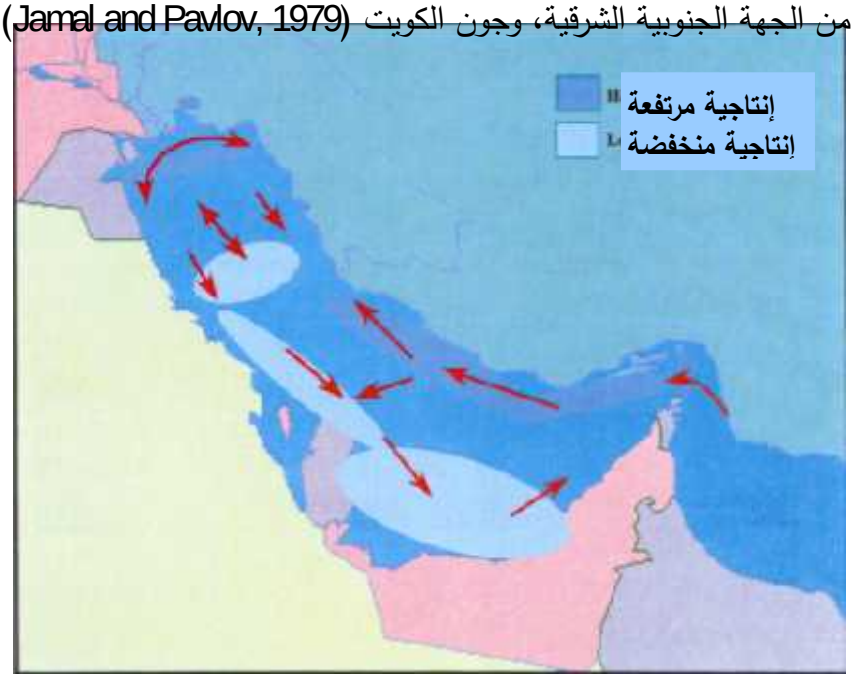
1-2-4-2 الإنتاجية الأولية

إن الدراسات التي أجريت في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية لتقدير الإنتاجية الأولية للهوائم (العوالق) النباتية phytoplankton من خلال الإحصاء الكلي لخلايا الهوائم النباتية والتحليل الكلوروفيلي chlorophyll analysis تتصف بأنها

كانت مقصورة على منطقة محدودة. وقد تم تسجيل قياسات (الكلوروفيل – أ) في البيئة البحرية المحيطة ambient التي تكتنفها المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة (Sheppard, 1993)، وتبين أنها تتراوح بين 0.2 و 0.86 مليجرام/ متر مكعب، وقيم هذه القياسات ليست مرتفعة بوجه خاص، في حين تم تسجيل قيم لقياسات أجريت في مياه بحر العرب (المنطقة البحرية الخارجية) تراوحت بين نحو 0.5مليجرام/ متر مكعب وأكثر. وقد تراوحت قيم القياسات التي تم إجراؤها في أثناء رحلات سفينة الأبحاث اليابانية يوميتاكا – مارو (في يناير 1993 وديسمبر 1993 وديسمبر 1994) بين 0.44 و 2.84 مليجرام/ متر مكعب لعمود المياه المتجانسة الرأسي (Hashimoto *et al*., 1995). وقد تم تقدير المعدل اليومي للإنتاجية الأولية في المنطقة التي خضعت للدراسة بـ 0.51 جرام كلوروفيل/ متر مربع/ اليوم (يتراوح من 0.12 إلى 1.27 جرام كلوروفيل/ متر مربع/ اليوم) (Hirawake *et al*., 1998). وتوضح هذه القياسات أن أعلى قيمة للإنتاجية الأولية قد تم قياسها في مياه جزيرة هندرابي (الساحل الشرقي للمنطقة البحرية للمنظمة، مقابل الجمهورية الإسلامية الإيرانية). كما أنها توضح أن الإنتاجية الأولية كانت عالية في المياه المقابلة للساحل الإيراني قرب مدخل المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة، في حين كانت المياه الموجودة في المنطقة الواقعة بين شبه الجزيرة القطرية ودولة الإمارات العربية المتحدة أقل إنتاجية. واعتماداً على البيانات المتوافرة، فإن توزيع الإنتاجية الأولية في المنطقة البحرية الداخلية موضح في الشكل رقم 2– 7 .

وقد تراوحت تراكيز (الكلوروفيل – أ) في البحرين من 4– 6 مليجرام/ متر مكعب ، في حين كانت هذه التراكيز في المياه الإقليمية الكويتية تتراوح بين 0.56 و 10.76 مليجرام / متر مكعب ، بمتوسط تركيز قيمته 2.23 مليجرام/ متر مكعب (MNR – Kuwait,1999) . وقد قام اليماني وزملاؤه (Al-Yamani *et al*., 1997 b) بتسجيل قيمة متوسطة لمعدلات الإنتاجية الأولية مقدارها 152.89 مليجرام كلوروفيل/ يوم $mg\ c1^{-1}d^{-1}$ بحد أدنى 11.40 مليجرام كلوروفيل / يوم وحد أقصى 610 مليجرام كلوروفيل/ يوم في المياه الكويتية. وخلال فترة ازدهار ظاهرة المد الأحمر بالمياه الكويتية تراوح إنتاج الهوائم النباتية بين 6.094 و 6.855 مليجرام كلوروفيل/ يوم (Rao and Al-Yamani, 1999). وإنتاج الهوائم النباتية – باعتبارها كتلة حيوية – يقدر بأنه أكثر من 4 مليجرام/ متر مكعب ، ولكنه

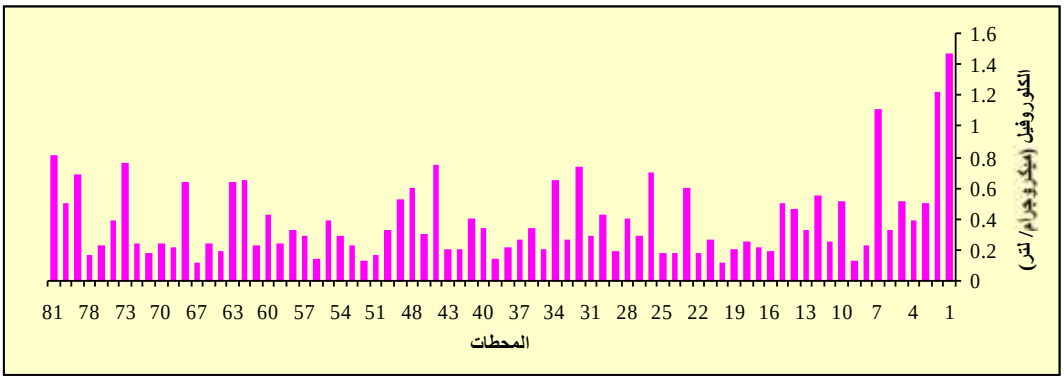
يزيد على ذلك في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة، إذ يصل إلى 15– 18 مليجراما/ متر مكعب (Jamal and Pavlov, 1979; Al-Yamani *et al*., 1997 a, b). وقد وصل إنتاج الهوائم النباتية إلى 60– 90 % من إجمالي الكتلة الحيوية (البيولوجية) في مناطق تصل فيها الكتلة الحيوية للهوائم إلى أكثر من 500 مليجرام/ متر مكعب . وتم تحديد ثلاث مناطق غنية بالكتلة الحيوية في المنطقة البحرية الداخلية ، مقابل الساحل الكويتي ، ومقابل شبه الجزيرة القطرية، وفي مضيق هرمز من الجهة الجنوبية الشرقية، وجون الكويت (Jamal and Pavlov, 1979).



شكل 2– 7 توزيع الإنتاجية في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة.

وقد تم قياس صبغ الكلوروفيل – أ في المياه السطحية في 76 محطة قياس بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة خلال رحلة سفينة الأبحاث البحرية التي أجريت في صيف 2001 (شكل 2– 4) . وقد تراوح تركيز الكلوروفيل – أ في المياه السطحية بين 0.11 و 1.46 ميكروجرام/ لتر ، بمتوسط قيمته 0.38 ميكروجرام/ لتر . وتم تسجيل الحد الأدنى (0.11 ميكروجرام/ لتر) لتركيز الكلوروفيل – أ في محطة القياس رقم 67 في المياه البحرية التي تقع بين الجمهورية الإسلامية الإيرانية ودولة الإمارات العربية المتحدة ، في حين تم تسجيل الحد الأقصى (1.46 ميكروجرام/ لتر) في محطة القياس رقم 1 في المياه الكويتية القريبة من الساحل (شكل 2– 8).

وفي خليج عمان فإن أقصى نسبة للكلوروفيل تحت سطح البحر وجدت عند عمق 20–40 متراً خلال موسمين في السنة (فترة الرياح الجنوبية الغربية الموسمية في سبتمبر ، والفترة البين موسمية inter-monsoon في نوفمبر وديسمبر). وخلال الفترة البين موسمية كان إجمالي تركيز الكلوروفيل – أ ، بوجه عام ، نصف القيمة التي تم تسجيلها له في شهر سبتمبر. وتم تسجيل أعلى تركيز للكلوروفيل (1.170 مليجرام/ متر مكعب) في مياه الجرف القاري shelf waters (Barlow *et al.*, 1999).



شكل 2– 8 تراكيز صبغ الكلوروفيل – أ (اليخضور) في المياه السطحية للمنظمة البحرية الداخلية وفقاً للقياسات التي أجريت في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م.

وقد تم تقدير تراكيز الكلوروفيل في المنطقة البحرية للمنظمة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية. وأوضحت عمليات الرصد التي أجريت خلال شهر سبتمبر 1999 في فترتين زمنيتين (من 7 إلى 13 سبتمبر 1999، ومن 14 إلى 21 سبتمبر 1999) وجود تراكيز عالية للكلوروفيل في الجزء الجنوبي من المنطقة البحرية للمنظمة (الساحل الغربي لخليج عمان) خلال الفترة الزمنية الثانية، تراوحت بين 7.5 و 10 مليجرام / متر مكعب، التي يمكن عزوها إلى التيارات المائية الصاعدة upwelling في هذه المنطقة. وأوضح التحليل أيضاً وجود تراكيز عالية نسبياً في المياه الضحلة والمناطق الساحلية (4– 5 مليجرام/ متر مكعب) ، مع حدوث انخفاض في قيم هذه التراكيز كلما ازداد العمق (المنطقة البحرية المفتوحة) .

إن عمليات الرصد التي أجريت حديثاً عن طريق الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية لمعرفة الخواص البيوفيزيائية للمنطقة البحرية الداخلية والمنطقة البحرية الخارجية

أظهرت وجود تغيرات واختلافات في معدلات إنتاجية الهوائم النباتية مع تغير المكان والزمان . فقد تم تسجيل حالات موضعية لازهرارالهوائم النباتية في المياه الساحلية للمنطقة البحرية الداخلية ، وكذلك في المياه الساحلية والبحرية للمنطقة البحرية الخارجية للمنظمة خلال شهر أكتوبر 2003. وتوضح صورة القمر الصناعي التي التقطت في 6 أكتوبر 2003 عن وجود ازهرار للهوائم النباتية في شكل بقع لونها مائل للخضرة في المياه الساحلية الضحلة حول الطرف الشمالي للمنطقة البحرية قرب دلتا شط العرب (الجمهورية الإسلامية الإيرانية، وجمهورية العراق، والكويت). وقد شوهدت أيضاً بقع مماثلة قرب مصب نهر (مند) Mond قرب المياه الساحلية للبحرين وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة ومضيق هرمز (شكل 2– 9).

وفي الوقت نفسه يمكن رؤية بقع ازهرار الهوائم النباتية في المياه العمانية بالجزء الخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة، وذلك في المناطق المحيطة بالدوامات البحرية eddies. وهي ظاهرة ترصد بالقمر الصناعي خلال شهر أكتوبر من كل عام، وتغطي مئات الكيلومترات. وتوضح صور القمر الصناعي كيف أن تيارات مائية قوية تأتي من جهة الجنوب وتصطدم بالشاطئ خلال هذا الشهر، وسرعان ما تتحرك هذه التيارات إلى داخل البحر مع الدوامات حاملة معها الهوائم المائية إلى مئات الكيلومترات بعيداً عن الساحل . وتكون الدوامات مصاحبة للنوافير السطحية jets. وهذه الدوامات والنوافير السطحية تنشر الهوائم النباتية الخيطية التي ترى بلون أخضر في الصور . وفي بعض الحالات توجد هوائم عديدة الخيوط multiple filaments مما يدل على أن مجال التدفق معقد (شكل 2– 10). وتدل عمليات الرصد البيوفيزيائية التي أجريت باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية في الجزء الخارجي من المنطقة البحرية أنه في 5 أكتوبر 2003 تحركت الدوامات من الساحل باتجاه داخل البحر، حيث كان بالإمكان رصد بقع كثيفة من الهوائم النباتية المزهرة ورؤيتها كبقع خضراء بين مدخل خليج عمان (رأس الحد) وخليج رأس شربثات. ويحدث الازهرار الكثيف للهوائم النباتية قرب قناة مصيرة وخليج رأس مدركة (شكل 2– 10 أ) . وكان مجال التدفق أكثر تعقيداً ، مصحوباً بالدوامات المتعددة والهوائم meanders وحويصلاتها مع ازهرار شديد للهوائم تمت ملاحظته في 6 أكتوبر 2003 (شكل 2– 10 ب). ولوحظت فعاليات (ظواهر) بيوفيزيائية مماثلة في 12 أكتوبر 2003 (شكل 2– 10 ج). وأمكن رؤية تطورات أخرى لحقل ازهرار الهوائم النباتية الكثيفة وهو يتحرك باتجاه جنوب عمان ، مغطياً الجزء الخارجي كله من المنطقة البحرية

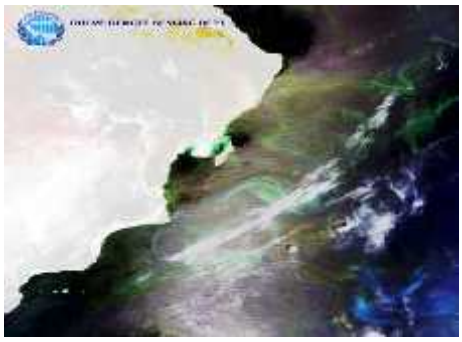
، وذلك في 19 أكتوبر 2003 (شكل 2– 10 و). ويبدو أن خاصية الدورة الديناميكية للمياه ذات الدوامة الكبيرة التي تحدث في مدخل خليج عمان تعد مصدرا رئيسيا للتزويد بالمغذيات التي تكون سبباً لتكوين الهوائم النباتية بشكل كبير وكثيف في أواخر

حرية للمنخ

(أ) مواقع ازهرار الهوائم النباتية
(6 أكتوبر 2003 ، MODIS)

(ب) مواقع الازهرار الكثيف للهوائم النباتية
(6 أكتوبر 2003 ، MODIS)

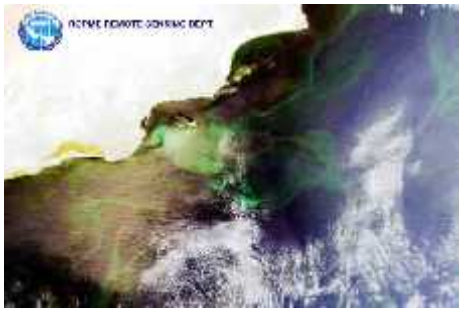
شكل 2– 9 صورتان بالقمر الصناعي للمنطقة البحرية الداخلية توضحان بقع ازهرار الهوائم النباتية في 6 أكتوبر 2003 (L2 ، درجة الوضوح : 500 m ، قنوات مزج الألوان : 143).



(أ) مناطق الدوامات وبقع ازهرار الهوائم
(5 أكتوبر 2003، MODIS/Terral).

(ب) تتدفق المياه بأنماط معقدة، وتكون مصحوبة بالعديد من الدوامات التي تنشر الهوائم النباتية في مساحات كبيرة، مما يؤدي إلى ازهارها (6 أكتوبر 2003 ، MODIS).

(ج) أنماط معقدة لازهرار الهوائم النباتية
(12 أكتوبر 2003 ، MODIS).



(د) حركة الهوائم النباتية المزهرة في المنطقة البحرية الخارجية (19 أكتوبر 2003، MODIS).

شكل 2–10 صور القمر الصناعي توضح ازهرار الهوائم النباتية في المنطقة البحرية الخارجية في أكتوبر 2003 (L2 ، درجة الوضوح : 500m ، قنوات مزج الألوان : 143).

2-2-4-2 وجود أنواع الهوائم النباتية ووفرتها

لقد تم رصد وتسجيل مدى الوفرة والتنوع الحيوي لمختلف أنواع الهوائم النباتية مرتين، إحداهما في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2000 (من 17 أغسطس إلى 4 سبتمبر 2000م) ، والأخرى في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (أغسطس 2001) . وخلال الرحلة التي أجريت في صيف عام 2000 تم رصد وتسجيل 17 صنفاً taxa من الهوائم النباتية ، منها 4 أنواع من السوطيات الدوارة الثنائية الأسواط dinoflagellates و 11 نوعاً من الدياتومات diatoms (وهي طحالب بحرية أحادية الخلية جدرانها مشبعة بالسيليكا) ونوعين من الطحالب الخضراء المزرقة blue green algae ، وذلك من 46 عينة تم أخذها من الهوائم النباتية . وقد كان السيراتيوم *Ceratium* والبيرودينيوم *Pyrodinium* (وهما من السوطيات الدوارة الثنائية الأسواط) أكثر الأنواع وجوداً دائماً ، وكانت نسبتاهما في جميع العينات هما 91 % و 98 % على الترتيب. ومن الهوائم النباتية المهمة الأخرى التي تم التعرف عيها وتحديدها في هذه العينات: السيندرا *Synedra* والكوسيسنودسكس *Coscinodiscus* اللذان ينتميان إلى الدياتومات . وكانت أغلب العينات (71 %) تحتوي على نسبة كبيرة من السوطيات الدوارة الثنائية الأسواط ، وبخاصة البيرودينيوم والسيراتيوم ، في حين كانت بقية العينات تحتوي على نسبة كبيرة من الدياتومات الشائعة : السيندرا ، والبلوروسيجما *Pleurosigma* ، والكوسيسينودسكس . ويعتبر النوعان المعروفان باسم البيرودينيوم والسيراتيوم من الطحالب السامة أو الضارة . وتتضمن الأنواع الأخرى التي تم تسجيلها في العينات: البروروسنتروم *Prorocentrum* ، والدينوفيسس *Dinophysis* ، والثالاسيوثريكس *Thalassiothrix* والبيدولفيا *Biddulphia* ، والشيتوسيروس *Chaetoceros* ، والنافيكولا *Navicula* ، والنتسيشيا *Nitzschia* ، والريزوسولينيا

Rhizosloenia ، والكورثـــورن *Corethorn* ، والـــديتونولا *Detonula* ، والفورميـــديوم *Phormidium* واللينجبيا *Lyngbya* . وفـي أثنـاء رحلـة سـفينة الأبحـاث البحريـة التـي أجريت في صيف 2001 تم رصد وتصنيف 147 نوعاً من الهوائم النباتية ، وهي مدرجة وموضحة في الجدول رقم 2– 1 .

والأنواع التي يحتمل أن تكون سامة أو ضارة ضمن القائمة الواردة في الجدول المذكور هـي : البيرودينيـوم بهـامينز *Pyrodinium bahamense* ، والدينوفيسـس كوداتـا *Dinophysis caudata* ، والدينوفيسس ترايبوس *D. tripos* ، والدينوفيسس ميلز *D. miles* ، والبروروسنتروم ترايستنوم *Prorocentrum triestinum* ، والبروروسنيتروم منـــيمم *P. minimum* (الشـــكل 2– 11) ، والفاليروم ـــا بلشـــيللا *Phalaeroma pulchella* ، وب. روتونـــــــــداتا *P. rotundata* ، والسيدونتشـــــــــيا *Pseudonitzschia* spp. ، والأنابينا *Anabaena* spp. .

وخـلال رحلـة سـفينة الأبحـاث البحريـة فـي صـيف 2001 ، تـم تجميـع مجمـوعتين مـن عينـات الهـوائم النباتيـة باسـتخدام جهـاز (روزيـت) لجمـع العينـات Rosette وشـبكة (بونجو) Bongo . وتم تحليل هاتين المجموعتين، كل مجموعة على حدة، لأغراض التحليل المقارن لوفرة الأنواع الموجودة بهما وتنوع كل منهما .

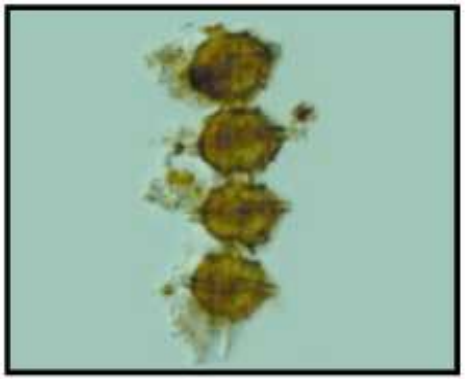
ويوضح توزيع طوائف الهوائم النباتية أن تراكيز إجمالي عدد هذه الهوائم يختلف في كل مجموعة عن الأخرى (من مجموعتي العينات التي تم جمعها وتحليلها) . ويمكن أن نرى من خلال الشكلين رقمي 2– 12 و 2– 13 أن تراكيز الهوائم النباتية أعلى من حيث العدد في العينات التي تم جمعها باستخدام جهاز روزيت لجمع العينات والتي تم حفظها في محلول يود (لوجول) Lugol´s iodine ، مقارنة بنظائرها في العينات التي تم جمعها بواسطة شباك (بونجو) والتي تم حفظها في الفورمالين . وعلى أية حال ، ففي كل

من المجموعتين كانت أعلى التراكيز في العينات التي تم أخذها من محطات جمع العينات الواقعة شمال المنطقة البحرية المجاورة لخط الساحل العراقي (شكل 2– 4).

الجدول 2– 1 أنواع الهوائم النباتية التي وجدت في العينات التي تم جمعها من المنطقة البحرية الداخلية في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م.

DIATOMS	*Rhizosolenia hebetata* var. *semispina*	small *Gymnodinium* sp.
Asteromphalus cf. *hookeri*	*Rhizosolenia imbricata*	medium *Gymnodinium* sp.
Azpeitia spp.	*R. imbricata* (1/2 valve)	*Gymnodinium* cf. *sanguineum*
Bacillaria paxillifera	*Rhizosolenia setigera*	*Diplopsalis* sp.
Bacteriastrum spp.	*Rhizosolenia styliformis*	*Gonyaulax* spp.
Bacteriastrum furcatum	*Thalassionema nitzschioides*	*Gonyaulax digitalis*
Bellerochea sp.	*Thalassionema* sp.	*Katodinium glaucum*
Corataulina pelagica	*Thalassiothrix* sp.	*Lingulodinium polyedra*
Chaetoceros cf. *affinis*	*Triceratium* cf. *favus*	*Mesoporos perforatus*
Chaetoceros compressus	small centric *Cyclotella* ?	*Ornithocercus steinii*
Chaetoceros decipiens	small *Thalassiosira* spp.	*Oxytoxum* cf. *laticeps*
Chaetoceros diversus	short *Pseudonitzschia* spp.	*Oxytoxum* spp.
Chaetoceros cf. *eibenii*	short thin *Pseudonitzschia*	*Peridiniopsis asymmetrica*
Chaetoceros laciniosus	*(delicatissima* ?)	*Phalacroma pulchella*
Chaetoceros messanensis	long *Pseudonitzschia* spp.	*Phalacroma rotundata*
Chaetoceros peruvianus	*Cylindrotheca closterium*	*Pronoctiluca* cf. *spinifera*
Chaetoceros spp.	small medium centric*Thalassiosira*	*Pronoctiluca* spp.
Coscinodiscus asteromphalus	unid. diatom a *(* possibly *C. affine)*	*Prorocentrum gracile*
Coscinodiscus concinnus	unid. diatom b *(Eucampia/Ceraulina*	*Prorocentrum micans*
Coscinodiscus granii	spp.?)	*Prorocentrum triestinum* ?
Coscinodiscus cf. *jonesianus*		*Prorocentrum minimum* ?
Coscinodiscus oculis-iridis	**CYANOBACTERIA**	small *Prorocentrum* spp.
Coscinodiscus radiatus	*Anabaena* spp.	*Podolampas bipes*
Coscinodiscus spp.	*Trichodesmium* spp.	*Protoperidinium bipes*
Dactyliosolen cf. *fragilissimus*	**Monad flagellates**	*Protoperidinium conicum*
Detonula pumila		*Protoperidinium depressum*
Fragilariopsis spp.	**DINOFLAGELLATES**	*Protoperidinium divergens*
Guinardia delicatula	*Alexandrium* spp.	*Protoperidinium globulus*
Guinardia striata	*Amphidinium* spp.	*Protoperidinium granii*
Hemiaulus hauckii	*Ceratium furca*	*Protoperidinium oceanicum*
Hemiaulus cf. *sinensis*	*Ceratium fusus*	*Protoperidinium steinii*
Lauderia annulata	*Ceratium horridum*	*Protoperidinium* cf. *subpyriforme*
Leptocylindris danicus	*Ceratium lineatum*	*Protoperidinium* spp.
Naviculoids sp.	*Ceratium longipes*	*Pyrocystis* cf. *robusta*
Odontella cf. *mobiliensis*	*Ceratium macroceros*	*Pyrodinium bahamense*
Odontella mobiliensis	*Ceratium tripos*	*Pyrophacus steinii*
Paralia sulcata	*Ceratium vultur*	*Scrippsiella trochoidea*
Planktonella sol	*Ceratium* spp.	*Scrippsiella precaria*
Pleurosigma sp.	*Ceratocorys horrida*	small *Peridinales* sp.
Proboscia sp.	*Cochlodinium* spp.	medium *Peridinales* sp.
Pseudosolenia calcar -avis	*Dinophysis caudata*	large *Peridinales* sp.
P. calcar -avis (1/2 valve)	*Dinophysis tripos*	Dinoflagellate cysts(unid.)
Rhizosolenia spp.	*Dinophysis miles*	*Zygabkodinium lenticulatum*
Rhizosolenia bergonii		

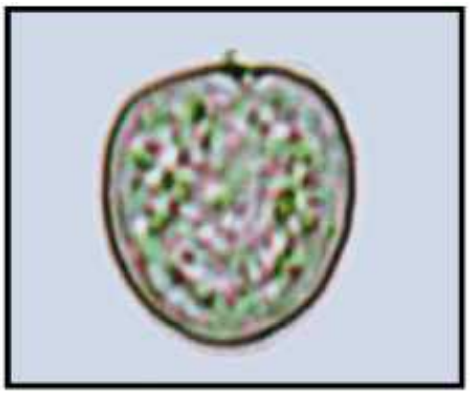
دينوفيسس كوداتا
Dinophysis caudata



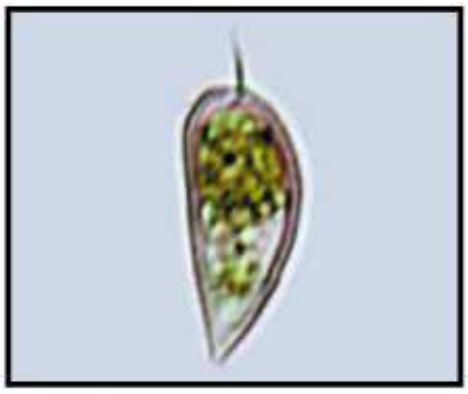
بيرودينيوم بهامينز
Pyrodinium bahamense

دينوفيسس ملز
Dinophysis Miles

دينوفيسس ترايبوس
Dinophysis tripos

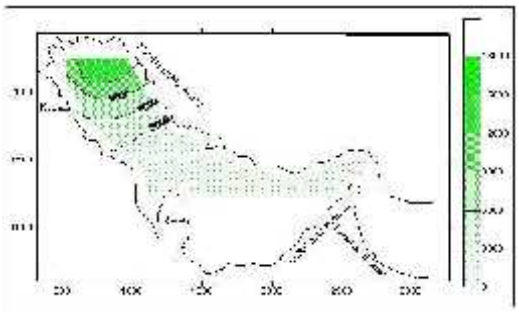


بروروسنتروم منيمم
Prorocentrum minimum

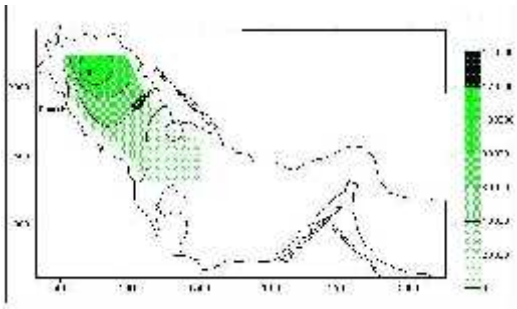


بروروسنتروم ترايستنوم
Prorocentrum triestinum

شكل 2– 11 بعض الأنواع التي يحتمل أن تكون سامة والتي وجدت في العينات التي أخذتها سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001.

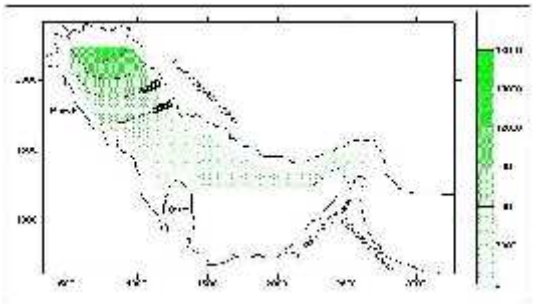


شكل 2– 12 تراكيز الهوائم النباتية (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: شباك الجر والتثبيت بالفورمالين).

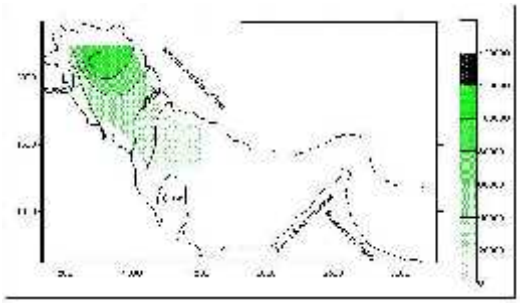


شكل 2– 13 تراكيز الهوائم النباتية (خلية/ لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول).

وتتشابه تراكيز الدياتومات مع تراكيز الهوائم النباتية الموضحة في شكلي 2– 14 و 2– 15 . ويمكننا أن نرى من خلال هذين الشكلين أن هناك تبايناً مرة أخرى بين كل مجموعة والأخرى (من مجموعتي العينات التي تم جمعها وتحليلها) ، إذ إن المجموعة التي تم أخذها بواسطة جهاز (روزيت) وحفظها بمحلول (لوجول) قد تبين أنها تحتوي على أعلى تراكيز للمتعضيات (الأحياء) . وقد وجدت أعلى تراكيز للدياتومات في معظم العينات التي تم جمعها من المواقع الموجودة في أقصى الشمال بالمنطقة البحرية . وهذا التفاوت والاختلاف بين طريقتي جمع العينات وحفظها قد لوحظ أيضاً في الطائفتين الباقيتين من الهوائم النباتية : السوطيات الدوارة الثنائية الأسواط dinoflagellates والبكتيريا الزرقاء cyanobacteria ، لذا كانت التراكيز عالية في العينات التي تم جمعها بجهاز (روزيت) وتم أيضاً تثبيتها بمحلول (لوجول) .

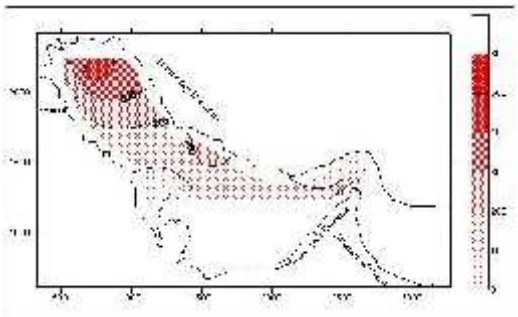


شكل 2– 14 تراكيز الدياتومات (خلية/ لتر) أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: شباك الجر، والتثبيت بالفورمالين).

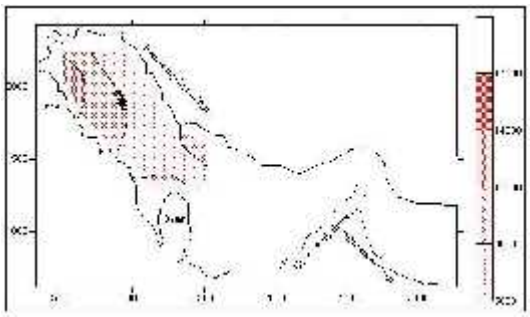


شكل 2– 15 تراكيز الدياتومات (خلية/ لتر) أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول).

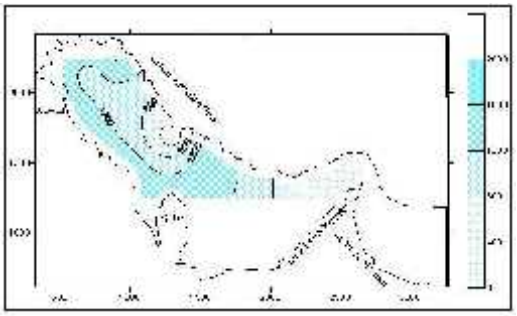
وبوجه عام ، فإن نتائج تحليل السوطيات الدوارة تتبع نفس الاتجاه مثل نتائج تحليل إجمالي الهوائم النباتية والدياتومات، فقد وجد أن أعلى تراكيز للسوطيات الدوارة كان في العينات التي أخذت من شمال المنطقة البحرية (شكل 2– 16 وشكل 2– 17). وعلى النقيض من ذلك فإن تراكيز البكتيريا الزرقاء تبدو وكأنها تزيد كلما اتجهنا صوب المواضع الجنوبية الشرقية من المنطقة البحرية (شكل 2– 18) ، على الرغم من أن العينات التي تم جمعها بشباك (بونجو) قد أظهرت وجود تراكيز عالية من السوطيات الدوارة في مياه المنطقة الجنوبية الشرقية وفي المياه الساحلية بشمال المنطقة البحرية (شكل 2– 19).



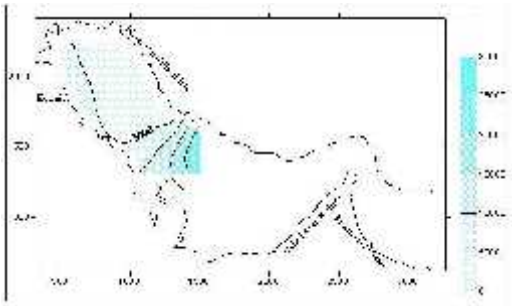
شكل 2– 16 تراكيز السوطيات الدوارة (خلية/لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر ، والتثبيت بالفورمالين).



شكل 2– 17 تراكيز السوطيات الدوارة (خلية/لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة: أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول).



شكل 2– 18 تراكيز البكتيريا الزرقاء (خلية/لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : شباك الجر ، والتثبيت بالفورمالين).



شكل 2– 19 تراكيز البكتيريا الزرقاء (خلية/لتر) في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001 (الطريقة : أخذ العينات بجهاز روزيت والتثبيت بمحلول لوجول).

3-2-4-2 الهوائم الحيوانية

تم التعرف على مجموعات الهوائم الحيوانية zooplankton الرئيسية وإحصاؤها في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في أثناء رحلات سفينة الأبحاث البحرية يوميتاكا– مارو . وقد وجد أن معدل وفرة هذه الهوائم هو 2064.5 ± 3282 في كل متر مكعب. وكانت مجدافيات الأرجل Copepods هي المجموعة الأكثر انتشاراً ، إذ بلغ متوسط أعدادها 10680 ± 1383 في كل متر مكعب. وتراوح معدل وفرة الهوائم الحيوانية بصورة إجمالية بين 41.3 % و 62.7 % . وكان كل من النوع Calanoids والنوع Cyclopoids متوافرين بأعداد متساوية في جميع محطات جمع العينات، في حين كانت الصدفيات Ostracods أكثر توافراً على طول الساحل الشرقي للمنطقة البحرية للمنظمة اليماني وآخرون ، 1998 (Al-Yamani *et al.*, 1998).

وقد تراوح إنتاج الكتلة الحيوية من الهوائم الحيوانية بين 4.8 و 288.0 مليجرام/ متر مكعب (بالوزن الجاف) في الجزء الداخلي من جون الكويت والمنطقة الجنوبية من المياه الإقليمية الكويتية (رأس الزور) على التوالي . وبلغ المتوسط العام 186.7 مليجرام/ متر مكعب (MNR – Kuwait , 1999).

وقد تم تقدير الكتلة الحيوية من الهوائم البحرية في كل من الأجزاء الشمالية والشرقية والجنوبية الشرقية من المياه القطرية بـ 100– 500 مليجرام/ متر مكعب، و 200– 500 مليجرام/ متر مكعب ، و 150 – 200 مليجرام/ متر مكعب لهذه الأجزاء على الترتيب . وتدل هذه الأرقام على الإنتاجية العالية للكتلة الحيوية في المياه حول قطر (UN, 1997). وتسود مستعمرات مجدافيات الأرجل مجتمع الهوائم الحيوانية (من الناحية العددية) على طول المياه الساحلية القطرية ، وتشكل 76 % من إجمالي عدد هذه الهوائم ، وهي توجد بمعدل 1897 حيوانا في كل متر مكعب ، وفقاً للدراسة الميدانية التي أجراها الباحثان نهاد والغباشي خلال شهري أكتوبر وديسمبر 1994 وفي شهر أبريل 1995 نهاد والغباشي، 1999 (Nehad and Ghobashy,1999).

وقد تم حديثاً تحليل وجود الهوائم الحيوانية ومدى وفرتها في عينات أخذت من المنطقة البحرية الداخلية وتم تجميعها خلال رحلات سفن الأبحاث البحرية في صيف 2000 وصيف 2001. وخلال الرحلة التي أجريت في صيف 2000 كانت العينات تحتوي على هوائم حيوانية تنتمي إلى 65 جنساً genera. وأنواع الهوائم الحيوانية التي تم تسجيلها من هذه العينات هي: المنخربات Foraminifera والشعاعيات Radiolaria ، والأبابيات (الهيدريات) Hydrozoa spp.، والهلاميات (الميدوسات) Medusae، والسحاريات Siphonophores، والمشطيات Ctenophores ، وهلبيات الفك Chaetognaths، ويرقات عديدات الأشواك Polychaete larvae وهدابيات الأرجل Cirriped nauplii، وأنواع الصدفيات Ostracods sp.، و *Penilia* sp. ، و Calanoid spp. ، ومجدافيات الأرجل من النوع Copepod nauplii، و*Undinula* sp. ،و *Canthocalanus* sp. ، و *Eucalanus* sp. ، و *Clausocalanus* sp. ،و *Paracalanus* ، *Acrocalanus* spp. ، و *Euchaeta* sp. ،و *Centropages* sp. ،و *Temora* sp. ، و *Candacia* sp. ،و *Calanopia sp.* ، و *Labidocera* sp. ، و *Pontellopsis* spp. ، و Pontellidae sp. ، و *Acartia* sp. ، و Harpacticoid sp. ، و *Microsetella* sp. ، و *Macrosetella* sp. ، و *Clytemnestra* sp. ، و *Euterpina* sp. ، و *Oithona* sp. ، *Oncaea* sp. ، و*Corycaeus* sp. ، و *Copilia* sp. ، و *Sapphirina* sp. ، و Mysids ومزدوجات الأرجل Amphipods ، و Hyperiidae spp ، والمتساويات الأرجل Isopoda sp. ، و Euphausid sp. ، والقشريات قصيرة الذيل Brachyuran zoea ، ويرقات طائفة Caridean ، وعشاريات الأرجل Decapoda sp. (يرقات نوع Megalopa) ، وعشاريات الأرجل Decapoda spp. (يرقات نوع Zoea)، ويرقات نوع Penaeid ، ويرقات أنواع Jaxea، والحيوانات البالغة من نوع *Lucifer* ، ويرقات هذا النوع (Zoea larva) *Lucifer* ، ويرقات بطنيات الأقدام Gastropoda spp. ، ونوع Heteropods sp. ، و *Creseis* sp. ، والحلزونيات *Limacina* sp. ، ويرقات المحار ذي الصدفتين Bivalves (يرقات الرخويات Veliger larva) ويرقات نوع Cyphanautes ، ويرقات أنواع Asterina spp. ، ويرقات الجلدشوكيات Echinoderm larvae ، ونوع Doliolids ، واليرقانيات Larvaceans ، وأسماك السالبا Salps،

وأنواع من الغلاليات (الذيل حبليات) Urochordata spp. ، وبيض الأسماك ويرقاتها . ومن بين الأنواع السابقة كانت الهوائم الحيوانية الأكثر انتشاراً هي: صغار مجدافيات الأرجل من القشريات Crustacean Copepods ، وبخاصة النوعين: Cyclopoids و Calanoid ، وهلبيات الفك Chaetognaths أيضاً .

وفي مقابل ذلك فإن الهوائم الحيوانية التي وجدت في العينات التي تم جمعها في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في عام 2001 أمكن تصنيفها علمياً إلى 71 نوعاً كما يلي : *Tintinnopsis* sp. ، و *Codonellopsis sp.* ، و Tintinnids sp. ، و *Globigerina sp.* ، و *Acanthometron Pellucidum* ، و Anthomedusa و Leptomedusa ، و Diphyes ، والسـحاريات (Planula و Cormidium) ، والساحليات (ديدان ملونة تحيا على السواحل البحرية) Nemertea ، والخيطيات (الديدان المستديرة – النيماتودا) Nematoda ، ويرقات الأنواع Trochophore و Spionid و Chaetopterus، ونوع Nereid sp.، وعديدات الأشواك Polychaete sp.، والأنواع *Sagitta setosa* و *Sagitta maxima* ، *Sagitta* sp. ، والأطوميات Barnacle (من النوعين: Nauplii و Cypris) ، والأنواع *Conchoecia* sp. و Ostracoda sp. ، ويرقات القشريات Crustacea larvae (من النوعين Nauplius و Metanauplius) ، والأنواع *Calanus finmarchicus* ، و Calanoid sp. ، و *Rhincalanus nasutus* ، و *Pseudocalanus elongatus* ، و *Paracalanus parvus* ، و *Acartia* sp. ، و *Oithona spinorostris* ، و *Oithona* sp. ، و Cyclopoid sp. ، و *Microsetella norvegica* ، و *Tigriopus* sp. ، و Harpacticoid sp. ، والسقلة (قشريات من فميات الأرجل تعيش في المياه الضحلة) *Squilla* sp. (يرقات النوع Alima)، و *Neomysis integer* ، و Mysidacea unid. sp. ، و *Thysanoessa* sp. ، و Euphausiacea (يرقات هذه الحيوانات Zoea larva) ، ويرقات الروبيان من الأنواع Caridea و Penaeidea ، ويرقات القباقب (السلطعونات) Crabs من الأنواع Paguridea و Brachyuran ، ويرقات Larva الخيتون (حيوان رخوي يلتصق بالصخور) Chiton sp.، و *Mangelia nebula* (يرقات الرخويات

Veliger larva) ، و.sp *Nassarius* (يرقات الرخويات Veliger larva)، ويرقات بطنيات الأقدام .Gastropoda sp (يرقات الرخويات Veliger larva) ، وأصداف (shells) نوع .*Cerithiopsis* sp ، ويرقات عاريات الخياشيم Nudibranchia ، والمحاريات ذوات الصدفتين Bivalvia (النوع .sp unid. Shells) ، والأنواع *Asterias rubens* و *Amphiura filiformis* و .*Echinocardium* sp و *Ophothrix fragilis* و *Phoronis* sp. ، ويرقات النوعين Pentacula وEchinopluteus ، والنوع .*Oikopleura* sp ، و .*Fritillaria* sp ، ويرقات الزقيات Ascidian larva ، وأسماك السالبا Salps ، ونوع Doliolids ، وبيض الأسماك Clupeiformes ، وبيض أسماك .Unid. sp ، ويرقات كل من القريسيات Clupeidae والأنشوجيات Engraulidae و Sparidae وأسماك Unid. spp. (DOE – I. R. Iran , 2003).

وقد تراوح تقدير الكتلة الحيوية biomass للهوائم الحيوانية في خليج عمان في عمود المياه الرأسي بين 3602 و 386067 مليجرام/ 100 متر مكعب (بالوزن الرطب) ، بمتوسط قدره 71006 مليجرام/ 100 متر مكعب، في حين كانت الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في المياه السطحية تتراوح قيمتها من 2082 إلى 690800 مليجرام/ 100 متر مكعب ، بمتوسط قدره 95066 مليجرام/ 100 متر مكعب . وقد وجد أن المتوسط العام للكتلة الحيوية في خليج عمان هو 84681 مليجرام/ 100 متر مكعب (بالوزن الرطب).

وفي المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة (بحر العرب قبالة سلطنة عمان) تراوح تقدير الكتلة الحيوية التي تم جمعها بشباك الجر الرأسية من 6614 إلى 604129 مليجرام/ 100 متر مكعب (بالوزن الرطب) ، بمتوسط قدره 94248 مليجرام/ 100 متر مكعب ، في حين كانت الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية تتراوح قيمتها من 1567 إلى 135122 مليجرام/ 100 متر مكعب ، بمتوسط قدره 39197 مليجرام/ 100 متر مكعب . وقد وجد أن المتوسط العام للكتلة الحيوية في بحر العرب هو 62645 مليجرام/ 100 متر مكعب . وتقل الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في بحر العرب بمقدار 1.35 مرة عن تلك التي للكتلة المناظرة في خليج عمان .

وقد تم رصد حدوث تغيرات موسمية في الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في المنطقة البحرية الوسطى والخارجية . ويتسم خليج عمان بموسمين رئيسيين : الصيف والشتاء ، ويستمر موسم الصيف من مايو إلى سبتمبر ، في حين يستمر الشتاء من نوفمبر إلى مارس . والتغيرات الفيزيوكيميائية المختلفة التي تحدث في مياه خليج عمان – بسبب الدورة الموسمية في الشتاء – تتسبب في تحفيز وزيادة إنتاجية الهوائم الحيوانية . وكان معدل الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية الذي تم تقديره في فصل الشتاء هو 113783 مليجراما/ 100 متر مكعب ، في حين كان هذا المعدل 50061 مليجراما/ 100 متر مكعب في فصل الصيف . وهذا يعني أن الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في الشتاء كانت أعلى بمقدار 2.27 مرة تقريباً عن القيمة المناظرة لها في فصل الصيف. وقد قام ميشيل وزملاؤه Michel *et al*. (1986) بتسجيل زيادة في الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية في مياه مسندم عند مضيق هرمز تعادل من 3 إلى 3.5 أضعاف الكتلة المناظرة في المياه الكويتية والسعودية المجاورة خلال الفترة من فبراير إلى مارس 1980 .

وفي المنطقة الوسطى وبخاصة على طول المياه القريبة من الشاطئ قبالة مسقط ، وجدت مقادير كبيرة نسبياً من الهوائم الحيوانية خلال الشهور الأربعة من نوفمبر إلى فبراير ، مع حدوث أقصى ارتفاع في هذه المقادير في شهر نوفمبر (42838/ 100 متر مكعب) . وخلال الفترة من مارس إلى يونية ، تنخفض أعداد الهوائم الحيوانية بشكل كبير ، وهي تصل إلى أدنى مستوياتها في مايو ، إذ بلغت أعدادها التي تم تسجيلها خلال ذلك الشهر 1435/ 100 متر مكعب . وتعد الفترة من يولية إلى أكتوبر بمثابة مرحلة معافاة ، ويحدث خلالها ارتفاع كبير في أعداد الهوائم الحيوانية في شهري يولية وسبتمبر ، وبين هذين الشهرين يحدث انخفاض كبير في أعداد تلك الهوائم ، أي في أغسطس وأكتوبر (Thangaraja , 1995).

وتعتبر مجدافيات الأرجل Copepods أكثر الهوائم الحيوانية وجوداً ووفرة، ويبلغ معدل وفرتها 48.93 %. وتأتي الكلادوسيرا Cladocera في المرتبة الثانية، بمعدل وفرة نسبته 21.14 %، ثم جنس هلبيات الفك Chaetognatha (8.27 %)، ثم الحبليات الدنيا lower Chordata (7.77 %)، ثم هدابيات الأرجل Cirripedia (4.37 %)، ثم

عشاريات الأرجل Decapoda (3.87 %) . وفي بعض محطات جمع العينات وجدت مجموعات أخرى بأعداد كبيرة في بعض الظروف، مثل نوع الصدفيات Ostracods والرخويات Molluscs واللاحشويات Coelenterates (وهي حيوانات بحرية لافقارية ذات تجويف بطني يقوم مقام القناة الهضمية كسمك المرجان والسمك الهلامي، إلخ)، ولكن – بوجه عام – فإن هذه الأنواع تمثل نسبة مئوية صغيرة جداً من الهوائم الحيوانية الموجودة بالمنطقة . كما أن الحلقيات Annelids (وهي ديدان تتكون أجسامها من حلقات متتالية) ومزدوجات الأرجل Amphipods (وهي رتبة من القشريات لها سبعة أزواج من الأرجل) ، وأنواع Cumaceans وقنفذيات الجلد Echinoderms (وهي طائفة من الحيوانات البحرية تشمل نجم البحر والقنفذ البحري) تشكل نسبة ضئيلة جداً من إجمالي الهوائم الحيوانية التي وجدت في المياه قبالة مسقط (Thangaraja, 1995).

والأنواع الشائعة التي تسهم في الإنتاجية الثانوية بخليج عمان هي: الشعاعيات radiolarians ، والهلاميات medusae مثل: anthomedusae و leptomedusae و limnomedusae و trachymedusae و nacromedusae و السـحاريات siphonophora (وهي طويئفة من الأبابيات الأوقيانوسية)، ويرقات جنس عديدات الأشواك polycheate ، وأجناس *Saggitta* ، ومجدافيات الأرجل مثل : calanoida و harpacticoida و cyclopodia ، والكلادوسيرا cladocera مثل: *Penelia avirostris* وجنس *Evadana* sp.، والمراحل اليرقية للنوعين: Nauplius و Cypris لجنس *Balanus* ، وأجناس *Lucifer* ، والمراحل اليرقية والحيوانية magalopa larval stages للقباقب (السلطعونات) crabs ، والمراحل بعد اليرقية zoea and mysis and postlarval stages لأنواع الروبيان . وتسهم في الإنتاجية الثانوية أيضاً : عشاريات الأرجل decapoda مثل : mysids و euphousids ومزدوجات الأرجل amphipods ويرقات الرخويات veliger larvae والبطنقدميات gastropods (وهي مرتبة من الرخويات تشمل الحلازين) والمحار ذو الصدفتين bivalves والرخويات الهائمة planktonic molluscs و *Creseis virgula* و *Clio acicula* ويرقات النجوم الثعبانية ophiopluteus larvae لنجم البحر starfish وأجناس .*Doliolum* spp ، وأجناس.spp *Oikopleura* من الحبليات Chordates ، وأنواع مختلفة من بيض الأسماك ويرقاتها .

وفي المنطقة البحرية للمنظمة ، وبخاصة في الجزء الجنوبي من سلطنة عمان ، وجد أن الكتلة الحيوية للهوائم الحيوانية تكون 40120 مليجراما/ 100 متر مكعب (في الفترة من سبتمبر إلى أكتوبر) ، و 70190 مليجراما/ 100 متر مكعب (في الفترة من ديسمبر إلى فبراير) . وهذا يدل على أن أعداد الهوائم الحيوانية في بحر العرب تبدأ في الزيادة في نهاية موسم الرياح الجنوبية – الغربية (من سبتمبر إلى أكتوبر) ، وتصل إلى ذروتها في الفترة من ديسمبر إلى فبراير . ويمكننا أن نتوقع حدوث ذلك في كل عام بالجزء الجنوبي لسلطنة عمان الذي يتأثر بظاهرة التيارات المائية الصاعدة upwelling التي تسود هناك خلال فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية .

4-2-4-2 بيض ويرقات الأسماك

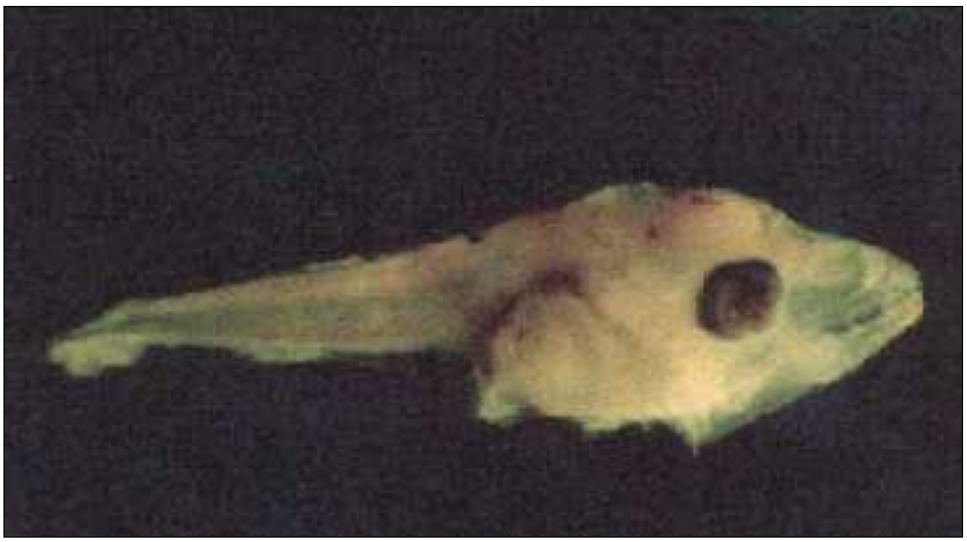
يلاحظ أنه توجد ندرة – بوجه عام – في المعلومات المتعلقة ببيض ويرقات الأسماك البحرية marine ichthyoplankton التي تكون هائمة في مياه البحر . وينطبق ذلك بصورة خاصة على المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ، إذ إن الأعمال التي تناولت ذلك الموضوع قليلة جداً . وما هو معروف منها هو أعمال نيلين Nellen (1973 a, b) وهود وزملاؤه Houde *et al*.(1986) ، وثانجراجا Thangaraja (1998b)، و(ثانجراجا والعسري) Thangaraja and Al-Aisry (2001) . وقد اهتم نيلين Nellen (1973a, b) بدراسة أنواع يرقات الأسماك ومدى وفرتها في بحر العرب وفي المنطقة البحرية للمنظمة كجزء من مسح بحري كبير للمحيط الهندي. أما هود وزملاؤه Houde *et al*.(1986) فقد درسوا مدى وفرة وتنوع بيض ويرقات الأسماك البحرية الهائمة في المنطقة البحرية الغربية في المياه الكويتية (المنطقة البحرية الداخلية). ودرس ثانجراجا Thangaraja (1998b) هذا الموضوع نفسه في المياه العمانية (المنطقة البحرية الداخلية والمنطقة البحرية الخارجية).

وقد تم تجميع 214 عينة من بيض ويرقات الأسماك البحرية الهائمة من المنطقة البحرية الداخلية خلال إحدى عشرة رحلة بحرية قامت بها سفينة الأبحاث Oloum I، وأخذت خلالها العينات من محطات بالمياه الكويتية ومحطات قبالة السواحل السعودية، ومن المنطقة البحرية الجنوبية أيضاً في أثناء رحلتين بحريتين أخريين. وقد وجد بهذه العينات 152632 بيضة و94392 يرقة. وقد كانت أكثر اليرقات وفرة هي يرقات عائلات الأنشوجيات Engraulidae وأسماك ديدان الطين Gobiidae والرنجيات Clupeidae التي شكلت 42.5 % من جميع اليرقات. أما عينات البيض التي تم تجميعها فكان معظمها للأنشوجيات، والرنجيات، والتي شكلت 45.4 % من جميع البيض. وتم تحديد يرقات 53 عائلة من الأسماك. كما وجد 41 جنساً genera و 24 نوعاً species و 84 نوعاً مختلفاً من يرقات الأسماك (Houde *et al.*, 1986).

وخلال الفترة بين عامي 1989 و 1990 تم تجميع بيض ويرقات الأسماك من 134 محطة لجمع العينات في خليج عمان (المنطقة البحرية الوسطى) وبحر العرب (المنطقة البحرية الخارجية) من قبل سفينة الأبحاث راستريلجر Rastrelliger التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) FAO . وقد وجد بهذه العينات بيض 54 نوعاً من الأسماك ويرقات 93 نوعاً من الأسماك بصورة إجمالية . وتدل التقديرات الإجمالية لمستويات وفرة بيض ويرقات الأسماك أن بحر العرب يحتوي على وفرة من بيض الأسماك تزيد بمقدار 20 ضعفاً على الوفرة المناظرة في خليج عمان ، في حين أن خليج عمان يحتوي على وفرة من يرقات الأسماك تبلغ 2.6 مرة ضعف الوفرة المناظرة في بحر العرب .

وقد تم تسجيل أعلى مستويات لوفرة يرقات الأسماك في خليج عمان ، حيث تسود يرقات السردين (*S.gibbosa* و *Sardinella longiceps*) ويرقات أسماك الطبقة الضوئية الوسطى mesopelagic (*Benthosema pterotum*) . ولأول مرة يتم تجميع يرقات سمكة الملك Kingfish (*Scomberomorus commerson*) (شكل 2-20) من خليج مصيرة (المنطقة البحرية الخارجية) في شهر سبتمبر. وهذا الاكتشاف يدل على أن سمكة الملك – التي تعد إحدى الأسماك التجارية المهمة في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية – تضع بيضها في المياه العمانية عقب الرياح

الموسمية الجنوبية – الغربية . ومنطقة وضع البيض هي خليج مصيرة ومياه بحر العرب المجاورة لهذا الخليج . وتضع أسماك التونة أيضاً بيضها في المياه العمانية عقب الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية. وقد وجدت يرقات التونة من النوع *Auxis thazard* في خليج عمان (المنطقة البحرية مقابل مسقط) وفي بحر العرب (المنطقة البحرية قبالة شربثات) في أغسطس وسبتمبر (Thangaraja, 1998 b).



شكل 2– 20 لقطة مجهرية لسمكة الملك من النوع *Scomberomorus commerson* في الطور ما بعد اليرقي (4.9 مليمترات حجماً).

وتعد سلسلة رحلات المسح البحري الإقليمية – التي تجرى على فترات زمنية مختلفة وبشكل مستمر – ضرورية؛ لأنه من خلال تجميع عينات بيض ويرقات الأسماك بصورة منتظمة يمكن رسم المناطق البحرية الحيوية وتحديد أنماط فقس وتكاثر الأسماك، ومدى الوفرة النسبية لبيض ويرقات الأسماك التجارية بالمنطقة . ويمكن الاستفادة من هذه المعلومات باستخدامها كدليل index عن مدى وفرة الأسماك أو للتنبؤ بمقدار رصيد نوع معين من الأسماك في السنة . والمناطق التي يوجد بها أعلى كثافة من بيض أو يرقات الأسماك يمكن الاهتمام بها خلال فترة وضع البيض ونمو أنواع معينة من الأسماك. ويتم إغلاقها – لو تطلب الأمر – في وجه سفن الصيد كإجراء وقائي للمحافظة على هذه الأنواع . وفي المراحل المبكرة جداً من نمو أجنة الأسماك

فإن البيض يميل إلى أن يوجد على مقربة كبيرة من أرضية البحر التي وضع فيها ، خلافاً لما يكون عليه الأمر في المراحل المتقدمة لنمو هذه الأجنة . وتفيد الدراسات المتعلقة ببيض ويرقات الأسماك في تقييم رصيد المخزون السمكي ، ومواقع أرضيات فقس البيض ، والمحافظة على أنواع الأسماك بالتزويد بذريات جديدة منها ، والمحافظة على المزارع المائية aquaculture (Thangaraja, 1998 b).

2-4-2-5 الأحياء القاعية

تم تسجيل ورصد أكثر من 270 نوعاً من الأحياء الحيوانية القاعية ذات الحجم الكبير (الماكروي) في 19 محطة لجمع العينات في قطر بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة . ومن بين الأحياء الحيوانية التي تعيش في قاع البحر احتلت الرخويات Molluscs المرتبة الأولى من حيث عدد الأنواع السائدة بالمنطقة (201 نوع) ، ثم القشريات Crustacea (26 نوعا) ، فقنفذيات الجلد Echinodermata (17 نوعاً) ، ثم الحلقيات Annelida (14 نوعاً) فالزقيات Ascidiacia (6 أنواع) ، فالهيدريات Hydrozoa (4 أنواع) . ويوضح معامل التنوع الحيواني Faunal diversity index وجود تفاوت بسيط بين محطات جمع العينات (الخياط والخياط ، 2000) Al-Khayat and Al-Khayat, 2000 .

وقد تم تحليل عينات الأحياء القاعية التي تم تجميعها بواسطة Van Veen Grab من المنطقة البحرية الداخلية في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م ، وذلك لمعرفة الأنواع الموجودة ومدى وفرتها . وقد تم تسجيل ورصد عدد من الأنواع بلغ إجماليه 304 أنواع ، وذلك من العينات التي تم جمعها ، وهذه الأنواع موضحة في الجدول رقم 2– 2.

وقد كانت أصداف المنخربات foraminifera shells موجودة في جميع العينات ، ولكن أيا منها لم يحتفظ باللون الوردي البنغالي rose Bengal colour ، وهذا يعني أن أحياء هذه المنخربات كانت ميتة بالفعل قبل تجميعها ، وإزاء هذا الوضع فإنه لم يتم تضمينها

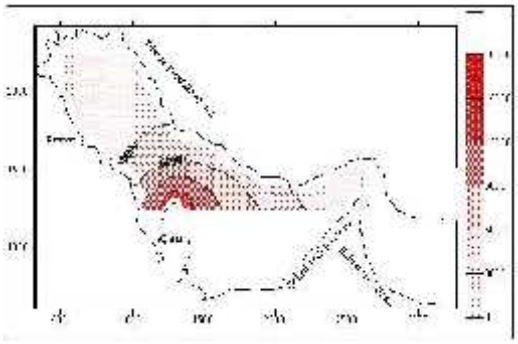
في عملية الإحصاء التي أجريت للأحياء الموجودة في العينات. وقد سُجِّلت أعظم قيمة لوفرة اللافقاريات القاعية benthic invertebrates في محطات جمع العينات القريبة من ساحل دولة قطر (شكل 2– 4)، إذ تم تسجيل معدلات بلغت قرابة 15000 حيوان لا فقاري/ متر مربع (individuals/ m²). وقد بلغت وفرة اللافقاريات القاعية حدها الأدنى في المياه القريبة من الخطوط الساحلية لكل من الكويت والعراق وفي المياه الموجودة شرق شبكة محطات جمع العينات (شكل 2–21). وكانت أعلى قيم لوفرة الرخويات في المياه المقابلة للساحل القطري، إذ بلغ معدلها نحو 3000 حيوان رخوي/ متر مربع (شكل 2– 22). وكانت أعداد قنافذ البحر Echinoids عالية (نحو 600 قنفذ بحري/ متر مربع) في المياه الموجودة في شرق المنطقة وفي المياه المقابلة لسواحل دولة الإمارات العربية المتحدة (شكل 2– 23). وكانت أعلى قيمة لمدى وفرة القشريات crustacean abundance في المياه الموجودة شمال قطر، إذ بلغت أعدادها التي تم تسجيلها نحو 10000 حيوان قشري/ متر مربع (شكل 2– 24). وكانت أعداد الحلقيات Annelid concentrations قد بلغت أعلى قيمتها في المياه البحرية المقابلة للساحل الجنوبي للجمهورية الإسلامية الإيرانية، إذ بلغت أعدادها التي تم تسجيلها نحو 3000 دودة حلقية/ متر مربع (شكل 2– 25).

جدول 2–2 قائمة بالأحياء القاعية وأماكن وجودها في المنطقة البحرية الداخلية . وقد تم تسجيلها من عينات جمِعت في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف عام 2001م.

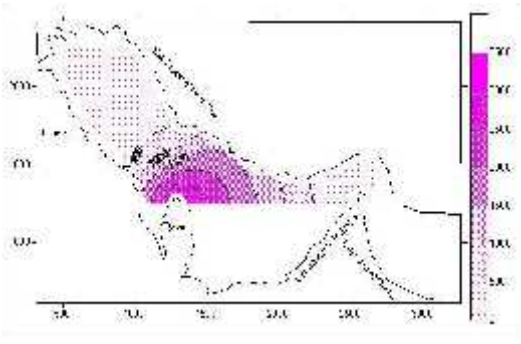
PROTOZOA	*Galathowenia ?* sp.	Polynoinae sp.
Folliculinidae sp	*Glycera convoluta*	*Potamilla ehlersi*
	Glycera rouxi	*Potamilla* sp. 1
PROIFERA	*Glycinda* cf. *capensis*	*Prionospio (Minuspio)* sp. 1
Porifera sp.	*Goniada emerita*	*Prionospio* sp. indet. (damaged)
	Goniada maculata ?	*Prionospio ehlersi*
CNIDARIA	*Goniadella* sp.	*Prionospio malmgreni*
Virgularia sp.	*Gyptis capensis*	*Prionospio pinnata*
Edwardsiidae sp.	*Halosydna* cf. *Alleni*	*Prionospio queenslandica*
	Harmothoe cf. *dictyophora*	*Prionospio sexoculata ?*
NEMATODA	*Heteromastus filiformis*	*Prionospio* sp. 1
Nematoda spp.	*Hydroides homocerous*	*Prionospio steenstrupi*
	Isolda albula	*Prionospio tridentata*
NEMERTEA	*Kefersteinia cirrata*	*Procerastea perrieri*
Nemertea spp.	*Laonice cirrata*	*Protodorvillea egena*
	Leocrates sp.*?*	*Protomystides* sp.
ANNELIDA	*Leonnates persica*	*Pseudoeurythöe hirsuta*
Polychaeta	*Lepidonotus* sp.	*Rhodine* sp.
Aisychis disparidentata	*Leptonereis* sp.	*Sabellaria spinulosa* var. *alcoki*
Amphiglena quadrioculatum	*Loandalla* sp.	*Samytha (=Amage)* cf. *bioculata*
Amphinomidae sp 1	*Loimia medusa*	*Schistomeringos neglecta ?*
Ancistrosyllis constricta	*Lumbrinereis* cf. *bifilaris*	*Sclerocheilus* cf. *minutis*
Ancistrosyllis parva	*Lumbrinereis gracilis*	*Scolelepis indica*
Ancistrosyllis rigida	*Lumbrinereis heteropoda heteropoda*	*Scoloplos chevalieri*
Ancistrosyllis sp.	*Lumbrinereis latreilli*	*Sphaerodoridium* sp. 2
Aonides oxycephala	*Lumbrinereis* sp. 1	*Sphaerodorum* sp.
Aphrodite sp. juv.	*Lumbrinereis* sp. 2	*Sphaerosyllis capensis*
Arabella mutans	*Magelona* cf. *alleni*	*Sphaerosyllis* sp.
Aricidea cf. *longobranchia*	*Magelona* cf. *cornuta*	*Spiofilicornis*
Aricidea jeffreysi	*Magelona cincta*	*Spiochaetopterus vitrarius*
Aricidea sp. 1	*Magelona* sp. indet.	Spionidae sp. indet.

(تابع) جدول 2- 2

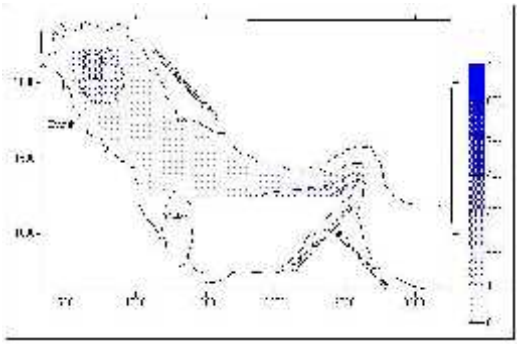
CRUSTACEA	*Microdeutopus anomalus*	*Modiolus philippinarum*
Ostracoda	*Perioculoides longicornis*	*Modiolus* sp. juv.
Ostracoda spp.	*Phitisca marina*	*Musculista perfragilis*
	Photis longicaudata	*Musculus cumingiana*
Cirripedia	*Sophrosyne* sp.	*Nucula inconspicua*
Chthamalus sp.	*Urothoe pulchella*	*Nuculana* sp.
		Pectinidae sp.
Leptostraca	**Stomaptopoda (Mantis shrimps)**	*Pinna bicolor* ?
Nebalia cf. *capensis*	*Harpiosquilla* cf. *harpax*	*Pteria* sp.
		Scintilla sp.
Cumacea	**Caridea**	*Tapes sulcarius*
Bodotria siamensis	*Procera* cf. *edulis*	*Tellina (Arcopella) isseli*
Campylaspis sp.	*Procera* sp.	*Tellina (Exotica) triradiata*
Cumella hispida	*Alpheus?* sp.	*Tellina (Moerella)* sp.
Cumella sp.	Hippolytidae sp.	*Tellina (Pinguitellina) pinguis ?*
Cyclaspis cf. *cingulata*	Pasiphaeidae sp.	*Tellina* sp. 1
Eocuma affine		*Tellina vernalis*
Eocuma lata	**Anomura**	*Tellinidae (Exotica)* sp.
Eocuma producta	*Callianassa* sp.	*Timoclea macfadyeni*
Eocuma sp.	Paguridae	
Heterocuma andamani ?	*Petrolisthes carinipes*	**Gastropoda**
Iphinoe stebbing		*Ancilla castanea*
Leptostylis sp.	**Brachyura (True crabs)**	*Architectonica* sp.
Makrokylindrus sp.	*Atelecyclidae kraussia* ?	*Atys cylindricus*
Sympodomma incertum	Calappidae crab	Buccinidae sp.
	Ebalia sp.	*Calyptraea pellucia*
Isopoda	*Inachus* sp.	*Calyptraea* sp. juv.
Amakusantura sp.	Majidae sp.	*Eulima* cf. *bilineata*
Arcturella brevipes	*Micropanope rufopunctata ?*	*Eulimella* sp.
Cymodoce richardsoniae	Ocypodidae sp. 1	Eulimidae sp.
Gnathia rhinobates	Ocypodidae sp. 2	*Gibberula* sp.
Gnathia sp.	*Typhocarcinodes* sp.	*Heliacus variegatus*
Eurydice arabica ?		*Natica lineata*
	MOLLUSCA	*Natica pomatiella* ?
Tanaidacea	**Scaphopoda (Tusk-shells)**	*Natica* sp.
Anatanis gracilis	*Dentalium octangulatum*	*Odostoia* sp.
Apseuda sp. 1	*Dentalium politum*	*Retusa tarutana*
Apseuda sp. 2		*Retusa truncatula*
Apseuda sp. 3	**Polyplacophora (Chitons)**	*Rissoina clathrata* ?
Typhotanais sp.	*Chition lamyi*	*Rissoina* sp.
	Chitonidae sp.	*Strombus decorus persicus*
Amphipoda		*Turbonilla* sp.
Ampelisca sp. 1	**Bivalvia**	*Vitreolina* sp.
Ampelisca sp. 2	*Amphilepida faba ?*	
Ampelisca sp. 3	*Atactodea* sp.	**ECHINODERMATA**
Ampelisca sp. 4	*Barbatia decussata*	Amphiuridae sp.
Ampelisca sp. 5 *(sarsi ?)*	*Bellucina sempriana*	*Asterina* sp.
Aoridae sp.	*Cardita* sp.	Echinoidae sp. juv.
Birubius sp.	*Donax paxillus*	*Labidoplax* sp.
Corophium sp.	*Frigidocardium exasperatum*	*Ophiura* sp.
Ericthonius sp.	*Fulvia papyracea*	Synaptidae sp.
Eriopisella cf. *schellensis*	Galeommatoidea sp. 1	
Gammaropsis sp.	Galeommatoidea sp. 2	**BRACHIOPODA**
Idunella sp.	*Gari* sp.	*Lingula* sp.
Lembos sp.	*Gastrochaena* sp.	
Lepidepecreum sp.	*Kellia cycladiformis*	**UROCHORDATA**
Leptocheirus sp.	*Limaria fragilis*	Tunicata spp.
Maera hirondellei	*Limposis multistriata*	
Melita sp.	*Loripes clausus ?*	



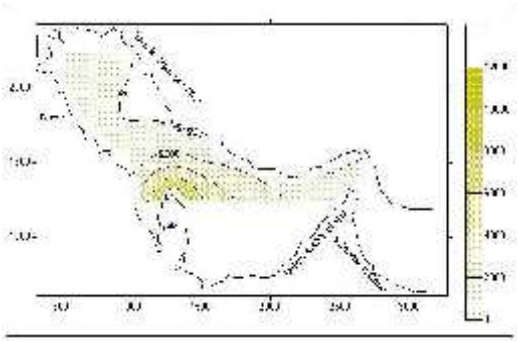
شـكل 2– 21 إجمـالي عـدد اللافقاريـات القاعية لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001.



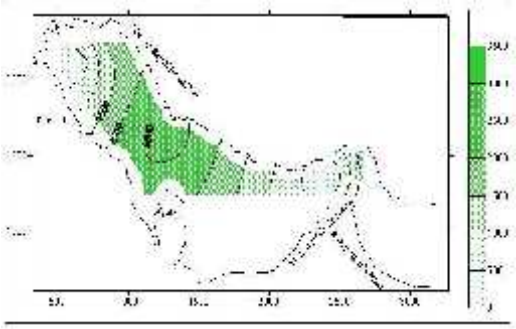
شـكل 2– 22 إجمـالي عـدد الرخويـات لكـل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001.



شكل 2– 23 إجمالي عدد قنافذ البحر لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001.



شـكل 2– 24 إجمـالي عـدد القشـريات لكـل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001.



شكل 2– 25 إجمالي عدد الحلقيات لكل متر مربع في المنطقة البحرية الداخلية – صيف 2001 .

الفصل الثالث

الموارد البحرية في منطقة عمل المنظمة

1-3 الموائل البحرية الرئيسية

توفر الموائل البحرية أكبر مساحة قابلة للاستيطان من قبل الكائنات الحية في الغلاف الحيوي، ولا يتفوق عليها في ذلك أي نوع آخر من الموائل . وقد تناولنا في الفصلين الأول والثاني من هذا التقرير وصف المتغيرات البيئية الرئيسية التي تتسم بها العناصر الفيزيوكيميائية والبيولوجية التي تؤثر في الموائل البحرية بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وتتدرج الموائل البحرية من الشواطئ المكشوفة إلى المناطق البحرية المفتوحة . وتلعب المنشآت الصناعية (كالمنصات والأرصفة والفرض البحرية Jetties ، إلخ) والجزر البحرية دوراً كبيراً في تنوع الموارد الموجودة بالمنطقة البحرية للمنظمة .

وقد تم تقسيم الموائل البحرية والساحلية في منطقة عمل المنظمة إلى : موائل القيعان العميقة، وموائل المياه الضحلة التي تقع تحت مستوى المد والجزر shallow subtidal habitats ، والموائل البين مدية intertidal ، والشواطئ الصخرية ، والشواطئ الرملية ، والشواطئ الطينية (Jones,1985) . ويؤدي تداخل العوامل الفيزيائية في المنطقة البحرية (إلى إحداث تأثيرات شديدة على الأحياء البحرية بالمنطقة ، وبخاصة تلك التي توجد في المناطق البين مدية (بين أقصى مستوى للمد وأدنى مستوى للجزر). ولهذا فإن التنوع الحيوي في المنطقة البحرية الداخلية أقل من ذلك الموجود في كل من خليج عمان والمحيط الهندي بوجه عام . وقد تم تحديد أربعة موائل بحرية مهمة بالمنطقة ، هي : الشعاب المرجانية ، والمستنقعات البين مدية intertidal marshes ، وأشجار القرم ومُهُد الحشائش البحرية mangroves and seagrass beds ، وغابات

الأعشاب البحرية Kelp forest (Basson *et al.* 1977; Barratt, 1984; Price, 1985). وبالإضافة إلى ذلك فإنه قد تم التركيز على توضيح أهمية بعض الموائل الأخرى ، مثل : الرمال البين مدية intertidal sand والمسطحات الطينية mudflats ، والشواطئ التي تسود فيها الطحالب algal dominated shores والمناطق المرجانية الطحلبية الواقعة تحت مستوى المد والجزر subtidal algal coral zones (Price, 1985) .

وتسود الموائل الطينية المجاورة للسواحل sub-littoral mud habitats في الجزأين الشمالي والشرقي من المنطقة البحرية الداخلية ، في حين تسود الرمال في المناطق الجنوبية والغربية .

والجانب العماني من المنطقة البحرية الوسطى – من مضيق هرمز وشبه جزيرة مسندم – يتصف بوجود الجبال العالية، والجروف الساحلية coastal cliffs ، والشواطئ الصخرية والخلجان الشبه مغلقة المشابهة للممرات البحرية التي تكتنفها الجروف like semi – enclosed fjord – bays. وتتصف المنطقة الممتدة من شناص إلى مسقط بالسهول الساحلية الفسيحة ذات المستوطنات البشرية الكثيفة، والشواطئ الرملية الممتدة لمسافات كبيرة، والمياه الضحلة، مع وجود بعض الشواطئ الصخرية الصغيرة المبعثرة هنا وهناك، والبحيرات الشاطئية lagoons ، وأشجار القرم. وفي المنطقة من مسقط إلى رأس الحد توجد جزر بحرية بالقرب من الشاطئ ينمو فيها المرجان وأشجار القرم ، كما توجد المصاطب المرتفعة المغطاة بالحصباء raised gravel terraces ، والجروف الساحلية والسهول والأراضي المنبسطة والسبخات الدلتاوية delta sabkhas . ويوفر الشاطئ الرملي في رأس الحد موئلاً للسلاحف الخضراء تضع فيه بيضها .

وفي المنطقة البحرية الخارجية تتعرض المنطقة الممتدة من رأس الحد إلى مصيرة للتأثيرات الناجمة عن حركة الأمواج، التي تتراوح طاقتها بين المستويين المتوسط والمرتفع. وتتسم هذه المنطقة بشواطئها الرملية التي تقع وراءها الجبال الصخرية. كما يوجد بها أشجار القرم والأعشاب البحرية seaweeds التي تختلط بمستعمرات المرجان المتناثرة هنا وهناك. وهذه الأخيرة هي التي توفر موارد الغذاء للسلاحف الخضراء. وتتصف المنطقة الممتدة من مصيرة إلى رأس مدركة بساحلها الذي تتراوح طاقة الأمواج

التـي تصـل إليـه بـين المسـتويين المتوسـط والمرتفـع، كمـا تتصـف بالشـعاب المرجانيـة الممتدة لمساحات كبيرة، والمناطق التي تختلط فيها الطحالب بالمرجان، بالإضافة إلى مُهُد الحشائش البحرية الكثيفة وغابات أشجار القرم. ويوفر القاع الطيني حول جزيرة (محوت) طبقة طينية سفلية substrate مناسبة للروبيان. كما توفر الشواطئ الرملية لجزيرة مصيرة أماكن مناسبة لتفريخ السلاحف البحرية الضخمة الرأس Loggerhead turtles. والمنطقـة الممتـدة مـن رأس مدركـة إلـى رأس شـربثات تتسـم بسـاحلها الـذي يتعرض لأمواج ذات طاقة عالية ، كما تتسم بوجود كثبان رملية منخفضة الارتفاع ، وسهول منبسطة تختلط فيها الرمال بالحصباء ، والأخوار الضحلة والمسطحات الكبيرة المعرضـة للمد والجزر، وتتنـاثر فيهـا أيضـاً مستعمرات المرجـان التـي تختلط بأعشـاب البحر. أما المنطقة الممتدة من رأس شربثات إلى (رأس جنجح) Ras Janjah فتتعرض موسمياً لأمواج ذات طاقة عالية تتراوح بين المستوى المتوسط والمرتفع جداً، وهي ذات شواطئ صخرية ورملية . وتتصف جزر الحلانيات بالسواحل المنحدرة انحداراً شديداً scarped coast مع وجود المرجان بوفرة وسطح صخري هدابيّ الحواف fringed rock pavement مكسو بالطحالب التي تعتمد عليها السلاحف الخضراء والسلاحف البحرية الضخمة الرأس في غذائها. وتتصف المنطقة الممتدة من رأس جنجح إلى حدود سلطنة عمان مع الجمهورية اليمنية بالشواطئ الرملية والصخرية التي تنحدر انحداراً شديداً. وتسهم الشواطئ الصخرية والشعاب المرجانية في دعم نمو أعشاب البحر البنية اللون، فـي حـين تمثـل المسـطحات الصـخرية rocky pavements – المغطـاة بكسـاء مـن الطحالـب – مـأوى لرخويـات أذن البحـر abalone. ويوجـد بهـذه المنطقـة تسـعة أخـوار ومجموعات من أشجار القرم stands of mangroves (Thangaraja, 1995).

1-1-3 مُهُد الحشائش البحرية

تـوفر الحشـائش البحريـة أفضـل الموائـل للعديـد مـن أنـواع الأحيـاء البحريـة ذات الأهميـة التجاريـة. ويوجـد فـي المنطقـة البحريـة للمنظمـة أربعـة أنـواع شـائعة مـن مُهُـد الحشـائش البحريـــة ، وأكـــثرها انتـــشاراً نـــوع *Halodule uninervis* ونـــوع *Halophila ovalis* (Sheppard *et al.*, 1992). وغالباً ما يتم تعزيز إنتاجية مُهُد الحشائش البحرية عن طريق حصائر الطحالب الزرقاء Cyanophyta السائدة بتلك المنطقة (Price, 1993).

ومن الجدير بالذكر أن مُهُد هذه الحشائش البحرية توجد في شكل بقع صغيرة ، وهي أقل انتشاراً في المناطق البحرية على طول الساحل السعودي . كما توجد على طول السواحل البحرية للعراق ، مروراً بسواحل كل من إيران والكويت والبحرين ، وتمتد إلى ما وراء دولة الإمارات العربية المتحدة. وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية توجد مُهُد الحشائش البحرية قرب مصبات الأنهار وفي منطقة (شابهار) Chabahar، وهي تنتشر هناك مغطية مساحات كبيرة (Harrington, 1976). أما انتشارها في الكويت فمحدود. وفي المملكة العربية السعودية فإن الكثافة العالية لها توجد في المنطقة الواقعة بين السفانية ومنيفة ، وفي المسلمية وفي جنوب منطقة أبو علي، وفي خليج البحرين (WCMC, 1991). وفي مملكة البحرين تزدهر الحشائش البحرية بشكل أكثر كثافة، على الرغم من أنها لا تمتد عموماً إلى أكثر من ثمانية أمتار عمقاً (Price *et al.*, 1993). ويبدو أن هناك أنواعاً كثيرة من تلك الحشائش في منطقة مدخل شط العرب. أما في سلطنة عمان فإن الرواسب الموجودة بالمياه الضحلة على طول السواحل هناك تساعد على انتشار مُهُد الحشائش البحرية في شكل بقع متفرقة sporadic.

وقد تم تسجيل أكثر من 600 نوع من الأحياء الحيوانية التي تعيش في موائل الحشائش البحرية بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (Basson *et al.*, 1977; McCain, 1984; Coles and McCain, 1990).

ويلاحظ أن المنطقة البحرية تتصف بغناها بالحشائش البحرية ووفرتها بها بشكل يفوق ما عليه الأمر في البحر الأحمر وبخاصة في الأجزاء الشمالية منه على الأقل (إذ تقدر الكتلة الحيوية لها بـ 0.05 – 0.24 جرام بالوزن الجاف لكل متر مربع) . وفي المنطقة البحرية فإن حيوانات القاع benthic fauna (التي تعيش داخل الحشائش البحرية وعلى مُهُد القيعان الرملية والطمييية sand /silt beds) تتغذى بصورة أساسية على المواد العالقة في الماء ، إذ إنها تستفيد من الجسيمات العضوية organic particulates المتوفرة في المنطقة البحرية للمنظمة بشكل يفوق ما هو متوفر منها في المياه الصافية بشمال البحر الأحمر.

وتستهلك الأطوميات (أبقار البحر) dugongs الحشائش البحرية بشكل مباشر ، في حين أن السلاحف الخضراء والقنافذ البحرية sea urchins ومعظم الأنواع السمكية تستهلك هذه الحشائش بصورة غير مباشرة، إذ تأكلها وهي مفتتة بعد أن تكون قد تحللت بفعل البكتيريا والحركة الميكانيكية للأمواج . وللحصول على تقدير كمي تقريبي للإنتاجية قدر (برايس) Price و(كولز) Coles (1992) أن منطقة مُهُد الحشائش البحرية – مثل تلك التي توجد في خليج تاروت بالمملكة العربية السعودية – يمكنها أن تدعم إنتاجية مليوني كيلوجرام من الأسماك سنوياً . ولعل هذا التقدير يوضح إمكانية تحقيق التنمية المستدامة للأنواع التجارية من الأسماك والروبيان بالمنطقة .

وفي سلطنة عمان توجد أربعة أنواع من الحشائش البحرية في المنطقتين البحريتين الوسطى والخارجية . وأكثرها شيوعاً هي الأنواع الصغيرة : *Halodule uninervis* و *Halophila ovalis* . وقد عثر على نوعين من الحشائش البحرية الكبيرة: *Syringodium isoetifolium* و *Thalassodendron Ciliatum* في خور مصيرة Masirah Channel، حيث توجد أعلى نسبة من الكتلة الحيوية لحشائش نوع *Halodule* في المناطق البين مدية، مع زيادة الكتلة الحيوية لحشائش نوع *Halophila* في المناطق البحرية العميقة . وقد وجد أن بيانات الكتلة الحيوية المأخوذة من الساحل الغربي لجزيرة مصيرة أقل من البيانات المماثلة التي أخذت من مواقع أخرى في سلطنة عمان (رأس السوادي)، والمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، والبحر الأحمر، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجة حرارة مياه البحر وزيادة العكارة خلال فترة الرياح الموسمية الجنوبية الغربية. وتشكل الحشائش البحرية بالمنطقة جزءاً أساسياً من طعام السلاحف الخضراء *Chelonia mydas* . كما أنها توفر موائل مهمة للأسماك والقشريات مثل النوع *Penaeus semisulcatus* ذي القيمة التجارية المميزة في خليج غبة حشيش Ghubbat Hashish (Jupp and Goddard , 2001).

وفيما يتعلق بدرجة توزيع الحشائش البحرية مع العمق، فقد وجد أن النوعين *Halodule uninervis* و *Halophila ovalis* – اللذين يعتبران أكثر الحشائش البحرية وفرة في الجانب الغربي من جزيرة مصيرة على ساحل بحر العرب في سلطنة عمان – يتداخلان وإن كانا يترابطان معاً ترابطاً عكسياً، إذ تسود حشائش *Halodule* في المنطقة البين

مدية ، في حين أن حشائش *Halophila* تكون أكثر انتشاراً في المنطقة العميقة الواقعة تحت مستوى المد والجزر Deep subtidal zone ، على الرغم من أن إجمالي الكتلة الحيوية لكلا النوعين من الحشائش البحرية كان متماثلاً في هذه المنطقة العميقة. وعند جميع الأعماق كانت الكتلة الحيوية لحشائش *Halophila* موزعة بالتساوي تقريباً بين الأوراق والجذور والسوق الأرضية (الجذمورات) rhizomes. وكانت الكتلة الحيوية لأوراق حشائش *Halodule* تتراوح بين 7– 20 % فقط من إجمالي الكتلة الحيوية، أما أعلى كتلة حيوية تحت أرضية below-ground فقد كانت بالمنطقة البين مدية. وقد أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها جب Jupp وزملاؤه أن نقص النمو الذي تعاني منه الحشائش البحرية في جزيرة مصيرة يبدو أنه من تأثير الضغوط الناجمة عن الرياح الموسمية التي تهب في فصل الصيف، ومن الضغوط الناجمة عن رعي هذه الحشائش (من قبل الأحياء البحرية). وترتبط المحافظة على بقاء مجموعات هذه الحشائش بمعدلات نموها وازهرارها (Jupp *et al.*, 1996).

3-1-2 مجموعات الطحالب

تتصف الطحالب الحمراء والبنية والخضراء التي تنمو في المياه الساحلية للدول الواقعة في المناطق الاستوائية – بما في ذلك المنطقة البحرية للمنظمة – بأن لها أهمية اقتصادية . ويتم تجميع هذه الطحالب بصورة أولية للحصول على ما تحتويه من الألجينات alginates أو الأغرة agar (مادة هلامية تستخلص من الطحالب البحرية) أو الكاراجينان carrageenan. كما أنها غالباً ما تستخدم بصورة مباشرة كغذاء وتستخدم أيضاً كسماد عضوي organic manure. وقد لوحظ أن مستخلصات الطحالب البحرية غنية بالبروتينات، وفيتامينات (أ) و (ب) و (ج) و (ح) H، والمعادن، وحمض الفوليك، ومركبات الفينول، والإستيرولات sterols والتربنويدات terpenoids ، وبعض المركبات التي تستخدم كأدوية ذات خواص مضادة للحمى anti-pyretic properties والمركبات المضادة لكوليسترول الدم anti-cholestemic compounds.

والطحالب التي تؤخذ من الحياة الفطرية وتزرع على حوامل ورفوف racks تعدّ إحدى الموارد البيئية الساحلية ذات الأهمية المتزايدة. وقد قدرت منظمة الأغذية والزراعة

(الفاو) FAO أن نحو 7.8 مليون طن من أعشاب البحر قد تم حصادها في مختلف أنحاء العالم في عام 1995. ويتضمن هذا الرقم 5.3 مليون طن من أعشاب البحر البنية اللون Phaeophyta و 1.8 مليون طن من أعشاب البحر الحمراء Rhodophyta و 0.3 مليون طن من أعشاب البحر الخضراء Chlorophyta.

والعديد من المناطق البحرية ذات الطبقات القاعية الصلبة (الحجرية) hard substrate في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تسود فيها الطحالب بدلاً من المرجانيات. وينطبق ذلك بشكل صحيح على الساحل العماني بصورة خاصة . وقد يحدث ذلك في مناطق الشعاب المرجانية الضحلة ، حيث تميل الطحالب إلى أن تكون خضراء خيطية filamentous greens وبنية صغيرة تنمو على شكل مروج طحلبية algal lawns (Sheppard *et al.,* 1992). وتنمو مجموعات الطحالب في معظم هذه المناطق بصورة موسمية. وترتبط موسميتها بدرجات حرارة مياه البحر، إذ يكون الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة هو الجزء الأكثر برودة في الشتاء ، ويكون بحر العرب هو الجزء الأكثر برودة في أثناء فترة صعود المياه إلى أعلى خلال فصل الصيف summer upwelling. والطحالب البنية الموجودة في معظم الأعماق هي من الأنواع الصغيرة، في حين أن الأنواع الكبيرة توجد على قمم الشعاب المرجانية وعلى المنبسطات الصخرية rocky platforms في مناطق صعود تيارات المياه القاعية إلى أعلى. وبالنسبة للطحالب الخضراء والحمراء فإنها واسعة الانتشار وتوجد في كل مكان وفي جميع الأوقات.

وفي المياه الساحلية للجمهورية الإسلامية الإيرانية توجد مجموعات أعشاب البحر على طول خط ساحل (شابهار) (200 كيلو متر من تانج Tang إلى خليج جوتر Guatr) وشواطئ لنجة Lengeh وبستنه Bostaneh وبوشهر (MNR –I. R. Iran, 2003). ويدعم خط الساحل الإيراني الجنوبي نمو عدة أنواع من الأعشاب البحرية ، هي : *Gelidium* ، و *Hpnea* ، و *Laurencia* ، و *Gracilaria* . وعلى طول ساحل (شابهار) الذي يوجد في الجزء الجنوبي – الشرقي من الجمهورية الإسلامية الإيرانية – توجد أربعة أنواع من أعشاب *Gracilaria* البحرية ، هي : *G. corticata* ، و *G .millarditti* ، و *G. pygmaea* و *Gracilaria sp.* (Ghoroghi *et al.,* 2001).

وفي سلطنة عمان يعد عشب *Sargassum* الساحلي النوع الوحيد ذا القيمة التجارية الذي يطفو على سطح البحر في شكل متصل أو كمجموعات يجرفها التيار . وتوجد أغلبية الموارد الطبيعية لأعشاب البحر في سلطنة عمان في أقصى الأجزاء الجنوبية بالسلطنة (ظفار) ، ويلاحظ أن وجود هذه الأعشاب هناك موسمي . وتؤثر الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية (في فصل الخريف) بصورة مباشرة في بحر العرب (المنطقة البحرية الخارجية) الذي تطل عليه سلطنة عمان ، كما تؤثر الرياح نفسها بصورة غير مباشرة على خليج عمان (المنطقة البحرية الوسطى) . وتبدأ أعشاب البحر في النمو خلال شهور الصيف (يولية وأغسطس) مع بداية فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية – الغربية. ويحدث ذلك بسبب التيارات الصاعدة الموسمية seasonal upwelling التي تسببها الرياح الموسمية الجنوبية – الشرقية التي تجلب معها المياه الغنية بالمغذيات . وحينما تكف الرياح الموسمية عن هبوبها في سبتمبر وتتناقص التيارات الصاعدة يبدأ موت أعشاب البحر، وتنفصل عن بعضها وتتحلل detached ، وفي النهاية تطرحها cast up الأمواج على الشواطئ (MAF – Oman, 1999). وقد وجدت كميات كبيرة من الطحالب الشاطئية على معظم شواطئ ظفار خلال فترة ما بعد الرياح الموسمية، أي بين سبتمبر وينابر (شكل 3– 1). وفي هذه الطحالب التي تجرفها الأمواج إلى الشواطئ تسود الطحالب البنية مثل النوعين *Nizamuddin* و *Sargassum* ، والطحلب الأخضر من النوع *Ulva* sp. (شكل 3– 2) .

وقد أوضحت دراسة حديثة وجود 232 نوعاً من الطحالب البحرية في المياه العمانية (Jupp and Goddard, 2001). والنمو الكبير الذي يحدث للأعشاب البحرية في المنطقة البين مدية ينجم بصورة أساسية من تأثير التغيرات الموسمية التي تحدث على طول سواحل بحر العرب خلال فترة الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الصيفية وللفترة التي تعقبها لبعض الوقت حينما تتسبب الأمواج الناجمة عن تأثير الرياح ورذاذ المياه في زيادة معدلات نمو النباتات البحرية الكثيفة في المنطقة البين مدية . وتتسبب درجات حرارة الهواء العالية والجفاف desiccation في تقليل نمو الطحالب في غير هاتين الفترتين. وتنمو تجمعات الأعشاب البحرية الكثيفة في المناطق الواقعة أسفل مستوى المد على طول ساحل بحر العرب خلال فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية، وتستمر هذه الأعشاب في المنطقة في الفترة التي تعقب موسم هبوب تلك الرياح ، وذلك

حتى شهر يناير. وهذه التجمعات الكثيفة من أعشاب البحر – وبخاصة في ظفار – تكون أساس السلاسل الغذائية في المياه الساحلية الضحلة. والعديد من الحيوانات البحرية التي ترعى هذه الأعشاب – تعتمد بصورة مباشرة على مجموعات الطحالب التي تنمو في المياه العمانية مثل أذن البحر *Haliotis mariae* ذي القيمة التجارية، والسمكة الأرنبية *Rabbitfish, Siganus* spp. والسمكة الببغائية *Scarus* spp. *Parrotfish*, ، والسلحفاة الخضراء *Chelonia mydas*.

شكل 3– 1 طحالب شاطئية

Sargassum sp. *Ulva fasciata* *Nizamuddinia zanardinii*

شكل 3– 2 أنواع من الطحالب البحرية الطافية التي تجرفها الأمواج إلى الشاطئ.

وقد قام خوجة Khoja (1998) بدراسة أنواع الطحالب البحرية التي وجدها في أخوار القرم بعنك والعوامية على الساحل السعودي. وقام بتسجيل ثمانية أنواع من الطحالب الزرقاء Cyanophyta هي: *Chroococcus turgidus var. maximus* ، و *Merismopedia glauca* ،و *Pleurocapsa fuliginosa* ،و *Spirulina subtilissima* ، و *Hydrocoleum cantharidosmum* ، و *Nodularia spumigena var. major* و *Nostoc punctiforme* ، و *Homoeothrix varians* ، ونوع واحد من الطحالب الخضراء Chlorophyte هو *Gomontia polyrhiza* تم التعرف عليه لأول مرة في المنطقة البحرية للمنظمة. وثمة أنواع من الطحالب مثل: *Gomphosphaeria aponina* ، و *Lyngbya majuscule* ، و *Enteromorpha intestinalis* ، و *Ulva lactuca* ، و *U. reticulate* لم يتم العثور عليها حتى الآن في المياه الساحلية للمملكة العربية السعودية.

3-1-3 أشجار القرم

تتضمن النظم البيئية لأشجار القرم mangroves أكثر من 60 نوعاً من الأشجار ، وهي توفر حيزاً حيوياً لأكثر من 2000 نوع من الأسماك واللافقاريات invertebrates والنباتات الهوائية epiphytic plants في مختلف أنحاء العالم (Clough , 1993). وفي المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يمكن العثور على مجموعات متفرقة من أشجار القرم من النوع *Avicennia marina* (شكل 3– 3) أينما وجدت مسطحات طينية mudflats .

شكل 3– 3 أشجار القرم من النوع *Avicennia marina*

ومن الجدير بالذكر أن توزيع أشجار القرم في الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة قد أصبح أقل كثافة وانتشاراً عما كان عليه الوضع قبل فترة النمو الكبير الذي شهدته المنطقة بعد ظهور النفط . فقد بقي نحو 125 – 130 كيلومتراً مربعاً فقط من أشجار القرم ، 80 % منها موجودة في الجانب الإيراني ، وكان قد تم تقديرها في عقد السبعينيات (من القرن العشرين) بنحو 8900 هكتار (Harrington, 1976). ونظراً للظروف المناخية الشديدة القسوة، بالإضافة إلى محدودية الموائل والبيئات الملائمة لنمو أشجار القرم، فإن نوعاً واحداً فقط من الأنواع القادرة على تحمل الحرارة العالية eurythermal والملوحة الشديدة euryhaline هو الذي يوجد بصورة طبيعية في المنطقة البحرية للمنظمة، وهو نوع *Avicennie marina* (Sheppard *et al.*, 1992).

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية امتدت أشجار القرم بشكل رئيسي في منطقة خليج نيبند Neyband Bay ومنطقة ميناء (داير) Dayer port (مصبات بردستان Bardestan وبردخون Bardkhoon) في مقاطعة (بوشهر). وتنتشر معظم أشجار القرم عند مصبات الأنهار التي لا تتدفق إليها مياه عذبة. ويوجد ما يقدر بنحو عشرة ألاف

هكتار من أشجار *Avicennia marina* على طول الساحل الإيراني. وقد تعرضت معظم أشجار القرم الموجودة في منطقة (أصلويح) Asaluyeh غرباً إلى القطع الجائر، ولهذا فإنها تتعرض للاختفاء بسرعة هناك. وتوجد أكبر غابة من أشجار القرم (6800 هكتار) في مضايق خوران Khouran Straits (UNEP,1999). ومساحات غابات القرم في كل منطقة هي كما يلي : جسك Jask (366 هكتاراً)، جوتر Guatr (107 هكتارات)، سرك Siric (459 هكتاراً)، طيب Tiab (514 هكتاراً)، قشم Qeshm (6647 هكتاراً)، خمير Khamir (321 هكتاراً)، نيبند Ni-band (73 هكتاراً)، بردستان Bardestan (هكتاران)، ملجنزة (9 هكتارات) (MNR – I. R. Iran, 2003). وتكون أشجار القرم مجموعات نباتية مع غيرها من النباتات الملحية Halophytic flora. وقد تم تحديد 16 نوعاً من هذه النباتات ضمن ثماني مجموعات نباتية . وقد أوجدت أشجار القرم في منطقة بوشهر بيئات حاضنة تستخدمها عدة أنواع من الحيوانات المائية للحصول منها على غذائها، وللتكاثر والنمو، ولمرحلة حياة اليرقات (IFRO, 2000).

وفي سلطنة عمان فإن النوع *Avicennia marina* من أشجار القرم هو النوع الوحيد الذي يوجد بصورة طبيعية . ومع ذلك ، فعلى الشواطئ الجنوبية للسلطنة فإنه قد تم استزراع النوعين *Rhisophora stylosa* و *Lumnitzera racemosa* من قبل اليابانيين في أوائل عقد الثمانينيات . ومن اللافت للانتباه أنه قد عثر مؤخراً على حبوب لقاح للنوع *R. stylosa* في عينات الرواسب التي تعود إلى العصر الحديث Holocene era المتأخر ، مما يدل على أن هذا النوع من أشجار القرم قد استوطن هذه المنطقة في ذلك الوقت (Lezine *et al.*, in press). وتحتوي بعض أماكن القرم في منطقة ظفار على أشجار من نوع *Conocarpus erectus* من عائلة Vervenaceae مع الأشجار التي من النوع *Avicennia marina* . ولما كانت درجات حرارة الجو تهبط إلى درجة التجمد في فصل الشتاء في أقصى الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية الداخلية فإن أشجار القرم لا توجد في دولة الكويت ولا في معظم السواحل الشمالية الشرقية للمملكة العربية السعودية .

ويجري حالياً استزراع أشجار القرم في عدة مناطق متفرقة بالمنطقة البحرية للمنظمة ، مما أدى مؤخراً إلى زيادة المساحة المزروعة بهذه الأشجار إلى 10 كيلو مترات مربعة. وفي سلطنة عمان، تم تنفيذ مشروع لاستزراع أشجار القرم في الأخوار في عام 2000

بمساعدة الوكالة اليابانية للتعاون الدولي Japan International Cooperation Agency (JICA). وقد استهدف هذا المشروع تحريج الأخوار حيث يمكن زراعة نباتات القرم بها. ويتكون المشروع من ثلاث مراحل : الإنشاءات وإعداد المشاتل nursery، ورعاية الشجيرات الصغيرة من النوع *Avicennia marina* ، ثم زراعة الشتلات في الأخوار (Shoji and Tomoo, 2001).

وفي أغسطس 2000 تم إعداد أول مشتل زراعي nursery للقرم الأسود *Avicennia marina* في محمية القرم الطبيعية. وقد تم تجميع كل البذور من الغابة الموجودة بالمحمية (التي تعرضت مساحتها للتقلص)، واستخدمت مياه الري التي يتم ضخها بالمضخات . وبعد ستة أشهر على فترة تجهيز الشتلات، وفي مارس 2002 تم استزراع 11500 شتلة في رأس السوادي (خليج عمان). وبعد مرور عام على زراعة هذه الشتلات، بقي نحو 85 % منها، ووصل ارتفاع الأشجار إلى 650 مليمتراً ± 450 مليمتراً (شكل 3– 4).

شكل 3– 4 مزرعة لأشجار قرم عمرها عام واحد في منطقة رأس السوادي على ساحل الباطنة في سلطنة عمان

وقد قامت وزارة البلديات الإقليمية والبيئة والموارد المائية بسلطنة عمان بإنشاء ثلاثة مشاتل إضافية ، واحد منها في محمية القرم الطبيعية (يروى بمياه المد) أنشئ في نوفمبر 2001 ، وأنشئ المشتل الثاني (الذي يروى بمياه المد أيضا) في (صير) في مايو 2002 ، في حين أنشئ المشتل الثالث (الذي يروى بمياه المضخات) في صلالة بجنوب عمان في يولية 2002. ويجري العمل في جميع هذه المشاتل، ومن المتوقع أن تنتج 60 ألف شتلة سنوياً (MRMEWR – Oman 2003).

وعلى طول جميع السواحل والجزر العمانية تتوزع أشجار القرم على أكثر من عشرين موقعاً: شمال الباطنة، ومنطقة العاصمة التي تمتد إلى صير، وخليج مصيرة، وبر الحكمان، ومنطقة ظفار (فودة Fouda,1995). وتتراوح أطوال القرم من النوع *Avicennia marina* بين مترين وستة أمتار في خليج عمان، ويصل طولها إلى نحو 10 أمتار في بحر العرب (فودة والمحرمي Fouda and Al-Muharrami,1996). أما في الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة فإن نمو أشجار القرم يكون ضعيفاً ومحدوداً ، وغالباً ما تتوقف الأشجار عن النمو عندما يصل ارتفاعها إلى نحو متر واحد أو مترين على الأقل بطول الشواطئ الغربية (Price *et al*.,1993). وتتضمن بيئات أشجار القرم في سلطنة عمان تجمعات حيوانية من الأسماك (أكثر من 100 نوع) والسرطانيات (القباقب)، والروبيان من النوعين *Penaeus indicus* و *P. semisulcatus* ، والأصداف shells والبطلينوس clams . وتشتمل الأحياء الفطرية الأكبر حجماً على أكثر من 200 نوع من الطيور ، وثلاثة أنواع من السلاحف البحرية ، وأربعة أنواع من الثدييات. وتضم مجموعات الطيور: الغاق cormorants ، ومالك الحزين herons ، والبلشون egrets ، وأبو ملعقة spoonbills ، والنحام (الفلامنجو) flamingos ، والعديد من الطيور الخواضة waders والنوارس gulls والخرشنة terns . كما يوجد في (محوت) و (بر الحكمان) بسلطنة عمان أكبر مجموعات عالمية من الطيور الشاطئية ، إذ يمكن رؤية طائر الزقزاق المائي crabplovers والزقزاق الرملي sandplovers وطيور الـ demlins والطيطوي الأحمر الساق redshank بشكل ملحوظ . وتوجد سلحفاة ريدلي الزيتونية Olive Ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) في مناطق تجمعات أشجار القرم (Salm, 1991). وقد تم تقدير إجمالي الإنتاجية الأولية للأشجار من النوع *Avicennia marina* بأقل من كيلو جرام واحد من الكربون/ متر مربع / سنة ، وبرغم ذلك فإن القيمة البيولوجية لأشجار القرم عظيمة الأهمية (IUCN , 1987).

وفي دولة قطر توجد أشجار القرم في منطقة الساحل الشمالي الشرقي، وهي تتداخل هناك مع النباتات الموجودة في أطراف السبخات من جهة البحر. وتعد أشجار القرم من النوع *Avicennia marina* النوع الوحيد الموجود في هذه الدولة (السعدوني والكساس ،

1998). وتستمر فترة إنتاج بذور القرم من أبريل إلى أكتوبر، في حين تستمر عملية النمو طوال السنة، وإن كان معدل النمو يكون في حده الأدنى في أواخر الخريف وأوائل الشتاء (حجازي Hegazy,1998).

وفي دولة الإمارات العربية المتحدة تم تقدير الكتلة الحيوية لأشجار القرم فوجد أنها تتراوح بين 70 و 110 أطنان / هكتار للأشجار الأكثر طولاً ، وتتراوح بين 14 و 65 طنا/ هكتار للنباتات الأقصر طولاً (Dodd *et al.*, 1999).

3-1-4 الشعاب المرجانية

على الرغم من الاعتقاد السائد بأن الشعاب المرجانية لا توجد في البيئات ذات الظروف المناخية القاسية الشديدة التطرف الواقعة في المناطق الموجودة فوق وأسفل خط عرض 23.5° في شمال وجنوب خط الاستواء على التوالي، فإن وجود الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يعد مثالاً فريداً لتكيف الأحياء والمتعضيات البحرية. وفي الجزء الداخلي من هذه المنطقة البحرية فإن الشعاب المرجانية توجد في بيئات تتسم بالتطرف الكبير في درجة الحرارة والملوحة ، فضلاً عن درجة العكارة العالية turbidity. وبرغم ذلك، فإن انخفاض معدل التنوع في مرجانيات المنطقة البحرية الداخلية – بالنسبة لما هو سائد في المحيطين الهندي والهادي – يرجع إلى الظروف البيئية المتطرفة في المنطقة ، والعمر القصير نسبياً بالمقياس الجيولوجي (أقل من 10000 سنة) ، ونقص فرصة حدوث التنوع نتيجة لعدم وجود رصيف متوسط intermediate platform في خليج عمان .

ويوجد العديد من بقع وتجمعات الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة ، كما توجد جزر مرجانية تمثل قمة نمو الشعاب المرجانية وتطورها . وبسبب انتشار الرمال المفككة (السائبة) في عمود الماء فإن البقع المرجانية لا توفر إلا دعماً قليلاً لعدد محدود من التجمعات الأحيائية مقارنة بالشعاب المرجانية المكونة للجزر ، تلك الشعاب التي تتصف بوجود مسطحات مرجانية reef flats واسعة وتمتد حتى عمق 10– 20

متراً . وقد تم تحديد نحو 55– 60 نوعاً من الزوزانتلات (وهي طحالب مجهرية تكافلية) Zooxanthellate في المنطقة البحرية للمنظمة (Sheppard and Sheppard , 1991)، وهو عدد محدود نسبياً إذا قارناه بأنواع الزوزانتلات في البحر الأحمر الذي يوجد به نحو 200 نوع ، والمنطقة الغربية من المحيط الهادي (التي يوجد بها أكثر من 500 نوعاً species – 80 جنساً genera) . ولهذا فإنه بتوفير الحماية وصون النظام البيئي في المنطقة البحرية للمنظمة فإن هناك احتمالاً لانتقال أنواع أحيائية أكثر من المحيط الهندي واستقرارها في هذه المنطقة . ويوجد فقط 57 نوعاً من المرجانيات البانية للشعاب hermatypic coral species في شعاب الجزر البحرية ، 24 منها توجد في الشعاب الشاطئية inshore reefs . ولا توجد أية شعاب مرجانية في الأماكن التي تزيد نسبة الملوحة فيها على 46 $^{0}/_{00}$ (فودة 1997 ,Fouda).

ويوجد في مملكة البحرين العديد من الشعاب المرجانية على طول جهاتها الشمالية والشمالية الشرقية . والمجموعة الأكبر من بقع الشعاب المرجانية الصغيرة تشكل سلسلة تصل إلى المياه الأكثر عمقاً في شمال البحرين ، ويقدر أنها توفر مساحة أكبر من الطبقات التحتية substrate أكثر من جميع الجزر المرجانية الموجودة في المنطقة البحرية الداخلية (Price, 1993). وقد تم التعرف في البحرين على 31 نوعاً من المرجان، تنتمي إلى 19 جنساً genera (Sheppard, 1985). ويسود المرجان من النوع الغصني *Acropora valenciennesi* ، إذ إنه يغطي أكثر من 80 % من مناطق كبيرة تقع على عمق 2– 5 أمتار حول (فشت أدهم) ومناطق الشعاب المرجانية الشمالية الأخرى الأقل منها مساحة. ويسود مرجان من النوع الغصيني *Porites compressa* مع أنواع مرجانية أخرى عند عمق 5– 10 أمتار ، حيث يكون التنوع كبيراً . ويشيد المرجان من النوع *Porites nodifera* البنى الأساسية للشعاب المرجانية في المناطق الأكثر ملوحة التي يكون فيها التنوع ضعيفاً .

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية فإن الجزر الموجودة في الجزء الشرقي محاطة بشعاب مرجانية شاسعة، ولكن بدون شعاب حاجزة barrier reefs. وقد لوحظ أيضاً وجود شعاب مرجانية عند عمق 6 أمتار في منطقة شابهار . وباستثناء الأعمال التي

كتبها هارنجتون Harrington (1976) و ماريني Marini (1985) فإن معظم الأعمال المنشورة حول بيئة (إيكولوجية) المناطق الساحلية الإيرانية تتعلق بالمصائد السمكية (IUCN/UNEP, 1988). وقد سجل (مرجنر) Mergner (1984) 19 نوعاً من المرجان في جزيرة هرمز، وهذه الأنواع قد تتشابه إلى حد كبير مع الأنواع الموجودة في الجانب العماني من مضيق هرمز. ومواقع الشعاب المرجانية والمساحات التي تغطيها هي كما يلي: خرك Khark (181 هكتاراً)، خركو Kharko (266 هكتاراً)، نيبند Ni-band (181 هكتاراً)، لافان Lavan (18 هكتارا)، شدفر Shidvar (13 هكتاراً)، كيش Kish (62 هكتاراً)، هندرابي Hendoorabi (20 هكتاراً)، هرمز (59 هكتارا)، لرك Larak (116 هكتاراً)، هنجام Hengam (36 هكتاراً) ، فرور Faroor (19 هكتاراً)، فارورجان Faroorgan (2.5 هكتار) ، صيري Siri (16 هكتارا) ، طنب بزورج Tonb – e – Bozorg وطنب كوتشك Tonb – e – Koochak (21 هكتارا)، وأبو موسى (11 هكتاراً) (MNR – I. R. Iran, 2003).

وفي دولة الكويت تقع الشعاب المرجانية حول الجزر المرجانية ، حيث وجد 26 نوعا من المرجان . وكما هي الحال في جميع الشعاب المرجانية المعروفة في المنطقة البحرية للمنظمة فإن هذه الشعاب تدعم النمو المرجاني بشكل محدود وضئيل في المناطق التي تقع تحت عمق 15 متراً. كما يوجد المرجان في مستعمرات معزولة على المنكشفات الصخرية Rocky outcrops في جنوب الكويت . ومع الاتجاه شمالاً فإن تأثير مصب شط العرب يبدو ملحوظاً حيث يحول دون نمو المرجانيات .

وفي سلطنة عمان توجد أربع مناطق تدعم نمو المرجانيات، وهي: شبه جزيرة مسندم (في مدخل المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة) ، والشواطئ الصخرية والخليج والجزر المجاورة لمنطقة العاصمة (مسقط)، والمضيق الواقع غرب جزيرة مصيرة وجنوبها، وعدد من الخلجان المحمية على طول سواحل منطقة ظفار في الجنوب، وجزر الحلانيات البحرية (المنطقة البحرية الخارجية). وبالنسبة لبقية الأجزاء الأخرى من الساحل العماني فإنها إما أن تفتقد وجود المرجانيات أو توفر دعماً محدوداً لكي تنمو مستعمرات مرجانية صغيرة تتبعثر هنا وهناك. ويرجع ذلك إلى غياب الطبقات التحتية المستقرة Stable

substrate المناسبة كتلك التي توجد في ساحل (الباطنة) ، أو الارتفاع الموسمي لتيارات مياه القاع الباردة ، والنمو الكثيف للطحالب، وحركة الأمواج العاتية على طول معظم ساحل بحر العرب (فودة Fouda,1997). ويوجد هناك 91 نوعاً من المرجانيات تنتمي إلى 53 جنساً و 18 عائلة (Sheppard and Salm, 1988; Salm, 1993). ويزداد التنوع المرجاني كلما تحركنا جنوباً باتجاه خط الاستواء، إذ يبلغ عند مسندم 41 جنساً ، وفي مسقط 42 جنساً ، وبظفار 48 جنساً. وفي جزيرة مصيرة يوجد 27 جنساً فقط من المرجانيات ، ويدل صغر هذا العدد على عزلة الجزيرة (Salm, 1993). وتحتوي جزيرة (الفحل) على أعلى تنوع حيوي في سلطنة عمان. وإن تنوع الطبقات التحتية substrate ، واختلاف الأعماق ، والتعرض للأمواج والتيارات المائية في المناطق المجاورة لجزيرة (الفحل) يعد أبرز العوامل الرئيسية لوجود هذا التنوع الحيوي الكبير بتلك المناطق (فودة Fouda,1997). ويعتبر النوع المرجاني *Porites* هو النوع السائد الباني للشعاب (Salm, 1993). والمستعمرات المرجانية الأخرى – سواء أكانت متناثرة أم كثيفة – في المياه العمانية تنتمي للأنواع : *Asterpoid* ، و *Goniopora* و *Turbinaria* . وقد تدهورت حالة الشعاب المرجانية في بعض المناطق بسبب شباك الصيد التي تركت في البحر ، وبخاصة شباك الغل gillnets (التي تسمح لرأس السمكة أن ينفذ من إحدى عيونها ولكنها تحجزه عندما تحاول السمكة الانسحاب)، ومراسي anchors القوارب التي تقوم بالصيد في مناطق الشعاب المرجانية (شكل 3– 5) ، وأعمال الغوص الترفيهي التي يقوم بها غواصون محليون وأجانب.

(أ) شبكة صيد تركت على الشباك المرجانية

(ب) مرساة أتلفت الشعاب المرجانية

شكل 3– 5 آثار شباك صيد مهجورة ومرساة تركت على الشعاب المرجانية

وفي دولة قطر لوحظ نمو كثيف للمرجان على طول السواحل الشمالية والشرقية ، حيث الملوحة عند أفضل مستوياتها. أما في الجزء الغربي من الدولة الذي يحد خليج سلوى حيث تبلغ نسبة الملوحة به ضعف نسبتها في مياه المحيط فإن الشعاب المرجانية ينعدم وجودها به . وثمة انخفاض في التنوع الحيوي للشعاب المرجانية وإن كان هناك نمو جيد لهذه الشعاب على طول الساحل الشرقي. وهي تشكل الجزء المركزي لخط واسع وطويل من الشعاب يمتد من البحرين ويتجه إلى أسفل نحو الساحل الشرقي لقطر وعلى طول ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة. وقد قام (شن) Shinn (1976) بفحص عدد من المواقع العرضية التي تبدأ من السواحل الشمالية والشرقية وتمر عبر مناطق الشعاب المرجانية الكثيفة التي تتكون من عدة كيلومترات من تجمعات مرجان *Acropora* مع بعض مرجان *Porites* ومرجانيات من عائلة المخيات brain coral. وقد بلغ إجمالي الأنواع التي حددها (شن) ثمانية أنواع .

وفي جزر المملكة العربية السعودية نمت الشعاب المرجانية وتطورت بشكل جيد. ويوجد بها نحو 50 نوعاً من المرجانيات (فودة Fouda,1997). ويلاحظ أن التجمعات الصغيرة للشعاب المرجانية الموجودة بالقرب من الشواطئ تتسم بقلة أنواع المرجان فيها بشكل كبير (McCain *et al.*, 1984; Coles, 1988). وتوفر حواف الشعاب المرجانية المحيطة بالجزر البحرية السعودية دعماً جيداً للتنوع الحيوي الكبير من الأسماك بها ، كما أنها تشكل أكبر مناطق الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة .

وفي دولة الإمارات العربية المتحدة تم تقييم تجمعات الشعاب المرجانية قبل وبعد حادث النفوق الجماعي لحيوانات المرجان في دبي في عام 1996 . وكانت الأحياء الحيوانية المرجانية تتكون من 34 نوعاً من رتبة Scleractinian قبل الحادث، وأصبحت 27 نوعاً بعده ، وقد تسبب الحادث في القضاء فعلياً على جميع المرجانيات من النوع *Acropora* . ولم يتم تسجيل أية مستعمرات من النوع Alcyonacea . وتم تحديد خمس فئات من المستعمرات التي تتصف بوجود الأنواع السائدة التالية :

(أ) مستعمرة متناثرة غير كثيفة العدد من النوع *Porites lutea* في المناطق الرملية .
(ب) مستعمرة كثيفة العدد من النوع *Acropora clathrata* في المناطق ذات الرمال القليلة.

(ج) مستعمرة من النوع Faviid في المناطق الطينية .
(د) مستعمرة من النوع *Siderastrea savignyana* في المناطق الرملية .
(هـ) مستعمرة من النوع *Porites compressa* التي تبنى هياكلها في المناطق الرملية .

وعند مقارنة هذه المستعمرات مع نظائرها التي تم وصفها في المناطق الأخرى بالمنطقة البحرية للمنظمة يتبين وجود نموذج متوازن للتباين بين المستعمرات . ويبدو أن التوزيع الموضعي (المكاني) spatial distribution وديناميكيات المستعمرات المرجانية يتأثران بشدة بأحداث النفوق الجماعي التي تقع كل 15 – 20 سنة . ويبدو أيضاً أن هناك عدة عوامل تتضافر معاً وتكون السبب الرئيسي لهذا النفوق. وهذه العوامل هي: ارتفاع درجة حرارة المياه ، والترسيب المرتفع، والعكارة العالية (Riegl, 1999).

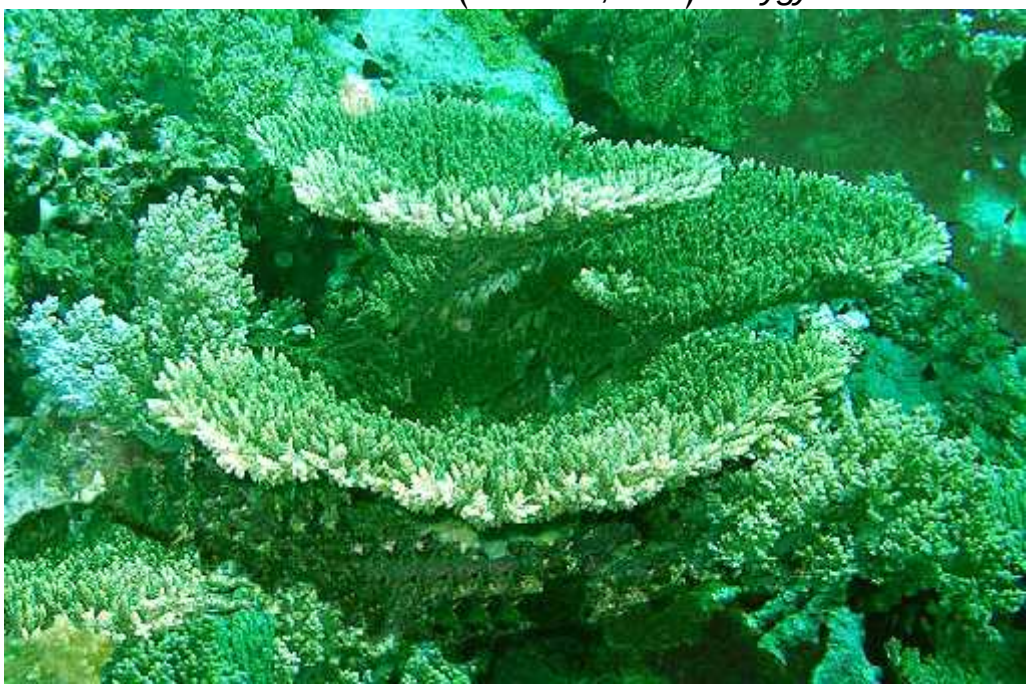
3-1-4-1 حالة الشعاب المرجانية والتغيرات الطارئة عليها

تتعرض الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة إلى مدى واسع من الضغوط والتأثيرات البشرية . وقد تم تسجيل وملاحظة حالات ابيضاض تلك الشعاب في مملكة البحرين وسلطنة عمان والمملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة ، وذلك خلال السنوات الخمس السابقة ، وبخاصة في عامي 1996 و 1998 م.

ففي مملكة البحرين حدث ابيضاض رئيسي للمرجان في عام 1996 في فشت الدبل ، إذ وصلت درجة الحرارة إلى 37.7 مئوية . وقد ابيضت معظم المرجانيات في فشت الأدهم ثم ماتت . وعلى بعد نحو 20 ميلاً شمال البحرين لوحظ ابيضاض الشعاب المرجانية بنسبة 100 % خلال شهر أغسطس 1998 ، وذلك عندما ارتفعت درجة الحرارة من 34 إلى 37 مئوية في المياه العميقة ، وعندما وصلت إلى 39 مئوية في المياه السطحية ، واستمر هذا الارتفاع طيلة أسبوع ، وظل الارتفاع ثابتاً عند هذا المستوى تقريباً لبضعة أسابيع أخرى. كما لوحظ ابيضاض آخر للمرجانيات، بلغت نسبته 50 % ، وذلك على بعد 50 ميلاً شمالي البحرين (Wilkinson, 1998).

وفي سلطنة عمان تم تسجيل حالات ابيضاض شديد للمرجان في نهاية شهر مايو 1998 حول منطقة (مرباط)، إذ تراوحت درجة الحرارة بين 29.5 و 31.5 مئوية . وقد ابيض نحو 75– 95 % من النوع Stylophora ونحو 50 % من مستعمرات النوع *Porites* التي تتصف بكبر حجمها (Wilkinson, 1998).

وفي المملكة العربية السعودية تم تسجيل العديد من حالات ابيضاض الشعاب المرجانية خلال سنة 1996 ، والتي تسببت في موت أكثر من 90 % من النوع *Acropora* (شكل 3– 6). كما تعرضت الشعاب من النوع *Porites* السائدة في الجزء الشمالي من المملكة العربية السعودية للتلف أيضاً. وقد حدثت حالة ابيضاض أخرى للمرجان في أغسطس 1998م عندما ارتفعت درجة حرارة مياه البحر إلى نحو 35 و 36 مئوية. وفي أثناء هذه الفترة تم تسجيل حالات نفوق كبيرة للنوع *Acropora* (نحو 95 %) وللنوع *Platygyma daedalea* (Wilkinson, 1998).

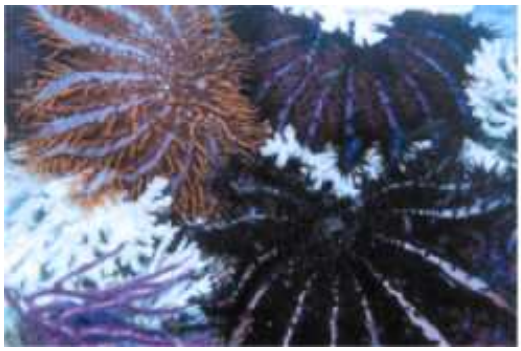


شكل 3– 6 مستعمرة للمرجان الفصيني من النوع Acropora

3-1-4-2 تقييم وإدارة الشعاب المرجانية

فـي أثـناء شـهر نوفـمبر 1999م قـام كـل مـن هاريسـون (Harrison) والهـزيم (Al-Hazeem) بإجراء دراسة لتقييم سلامة الشعاب المرجانية في سلطنة عمان والإمارات العربية المتحدة. وقد أجريت هذه الدراسة برعاية المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وبرنـامج الأمـم المتحـدة للبيئـة – المكتـب الإقليمـي لغـرب آسـيا UNEP/ROWA وذلـك لتحديـد مـدى الضـرر الـذي لحـق بالشـعاب المرجانيـة مـن جـراء نجـم البحـر ذي التـاج الشوكي Crown of Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) والابيضـاض الكبير للمرجانيات (شكل 3– 7). وقد كان الهدف الطويل المدى لهذه الدراسة هو إعداد خطة عمل لمراقبة حالة الشعاب المرجانية في المنطقة. ويمكن إيجاز أهم النتائج المستخلصة من هذه الدراسة فيما يلي :

تم تسجيل وجود أعداد كبيرة نسبياً من نجم البحر ذي التاج الشوكي في معظم الشعاب التي تم فحصها. وخلال العقود القليلة الأخيرة كان قد تم تسجيل وجود هذا النوع من نجم البحر في خليج عمان ، ولكن التقارير الناتجة عن أعمال المسح التي تمت حديثاً أوضحت حدوث زيادة في أعداد نجم البحر ذي التاج الشوكي في بعض الشعاب (Harrison and Al-Hazeem, 1999). وعند فحص شعبين من الشعاب المرجانية في جزر الديمانيات تم تسجيل نحو 25 نجماً شوكياً في كل شعب منهما. وفي بعض المناطق ارتفعت كثافة نجم البحر الشوكي إلى 0.3 نجم/ متر مربع، وكان النفوق الكبير الذي حدث للحيوانات المرجانية واضحاً. وتم أيضاً ملاحظة وتسجيل عشرة حيوانات من نجم البحر ذي التاج الشوكي في موقع معروف للغوص في بندر خيران في عمان.



شكل 3– 7 غزو نجم البحر ذي التاج الشوكي من النوع *Acanthaster planci* للشعاب المرجانية

وقد تم إزالة أكثر من 1000 نجم بحر شوكي من الشعاب المرجانية في عمان وخورفكان مؤخراً. وأوصت الدراسة بضرورة استمرارية الإزالة اليدوية لنجم البحر الشوكي من الشعاب ذات الأهمية الإيكولوجية وحيثما توجد مستعمرات من نجم البحر ذات آثار تدميرية محتملة. وبعد إزالة نجم البحر الشوكي من الشعاب يجب أن يتم القضاء عليها بسحق مركز منطقة القرص في كل نجم.

وفي خورفكان بدولة الإمارات العربية المتحدة تم تسجيل 100 نجم بحر شوكي في جزيرة (صيرة الخور). وقد تأثرت معظم مرجانيات المنطقة الجنوبية بشدة نتيجة اغتذاء نجم البحر الشوكي عليها، ولم يلاحظ وجود تشعبات مرجانية حية. وعلى طول المنطقة الشمالية الغربية من هذا الشعب المرجاني وجد تجمع كبير لنجم البحر الشوكي كثافته 0.3 نجم بحر/متر مربع، وقد تم عد أفراد هذا التجمع في قطاع عرضي transect area بطول 30 متراً وعرض أربعة أمتار . وهذا العدد من نجم البحر ذي التاج الشوكي يعدّ كبيراً من الناحية الإيكولوجية، ويمثل تهديداً لحياة المرجانيات الصغيرة ونموها . وقد تم تسجيل 15 نجماً بحرياً شوكياً في الشعاب المرجانية الموجودة على حافة البر الرئيسي في المنطقة المجاورة لهذه الجزيرة . كما تم تسجيل وجود 13 نجماً بحرياُ شوكياً في رأس لوليه Ras Lulayyah، كما شوهد نجما بحر شوكيان (2) في الشعاب الهدبية fringing في جبل الرأس، في حين لم ير أي نجم بحري شوكي أو آثار واضحة لاغتذائه على المرجان في الشعاب الموجودة قرب (زبارة) أو جزيرة (الغبة).

وفي أبو ظبي بدولة الإمارات العربية المتحدة تم تسجيل عدد من نجم البحر الشوكي في أغلب الشعاب المرجانية التي تم مسحها. ومع ذلك، فقد كان هذا العدد قليلاً نسبياً بالمقارنة مع حالات التفشي الرئيسية لنجم البحر الشوكي التي تم تسجيلها في شعاب

أخرى بالمحيطين الهندي والهادي في السنوات الأخيرة. وبرغم ذلك فإن تجمعات نجم البحر ذي التاج الشوكي في أبو ظبي ينظر إليها على أنها تمثل خطورة من الناحية البيئية (الإيكولوجية) بسبب الكثافة المرتفعة لنجم البحر الموجودة في هذه التجمعات مقارنة مع الصغر النسبي لمناطق الشعاب المرجانية التي يهددها الحيوان الغازي، ومع حالات النفوق الرئيسية التي تتعرض لها الأحياء البانية للشعاب المرجانية في هذه المناطق. وبسبب المناطق الصغيرة نسبياً للشعاب في هذه الأماكن، وكثافة أعداد نجم البحر الشوكي، ومعدلات التغذية المرتفعة له، وحالات موت المرجان التي تمت ملاحظتها مؤخراً، فقد تم استنتاج أن تجمعات نجم البحر الشوكي تمثل تهديداً كبيراً لحياة بعض حيوانات الشعاب المرجانية ونموها. وهذا التهديد حقيقي في (صيرة الخور) على وجه الخصوص، إذ تم تسجيل معدلات كثافة نجم البحر الشوكي بمقدار 0.3 نجم بحر/ متر مربع وذلك على شعب مرجاني هدبي صغير، كما كانت المعدلات العالية لنفوق الحيوانات المرجانية واضحة. وفي مناطق أخرى وصفت كثافات مماثلة من نجم البحر ذي التاج الشوكي على أنها تمثل حالات تفشى فيها هذا الحيوان بشكل كبير، وقد تمت إزالة نجم البحر الشوكي للمحافظة على هذه الشعاب.

إن القضايا المرتبطة بإدارة الشعاب المرجانية coral reef management والتي تم مواجهتها في أثناء تلك المهمة تضمنت العديد من المشكلات مثل: التلوث البحري بالبلاستيك ومواد القمامة والنفايات الأخرى ، والتكسير الذي يحدث للشعاب المرجانية من جراء شباك الصيد، أو تغطية هذه الشباك للشعاب مما يؤدي إلى اختناق حيواناتها واختناق الأحياء القاعية، والصيد الجائر over-fishing، والتلف الذي تحدثه المراسي anchors للشعاب المرجانية، وتطوير السواحل بطمر حواف الشعاب المرجانية القريبة من الشاطئ بالردم، وعمليات الجرف التي تسبب زيادة الرسوبيات وتقليل شدة الضوء ، والتلوث الكيميائي. ويمكن حل ومعالجة بعض هذه المشكلات بفاعلية. فعلى سبيل المثال، إذا وضعت عوامات buoys طافية ومرابط للمراسي عند المواضع المحددة لإلقاء مراسي السفن فإنه يمكن بذلك منع التلف الذي يحدثه إلقاء المراسي على الشعاب المرجانية.

3-1-5 المسطحات الطينية المد جزرية

تقع أعظم المسطحات الطينية في شمال غرب المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية قرب دلتا شط العرب (Jones, 1986). وتشكل هذه الأنظمة الجزء الرئيسي من المناطق الساحلية في الكويت. وقد أجريت دراسات حول المسطحات الطينية في المملكة العربية السعودية (Feltkemp and Krupp, 1994) والكويت (الحلوجي والحلوجي Halwagy and Halwagy, 1977، Jones, 1988، البكري وآخرون Al-Bakri *et al*.,1989). وأظهرت هذه الدراسات أن حصائر الطحلب الأزرق cyanophyta السائد في المنطقة تغطي المسطحات الطينية المد جزرية ، ويعزى إليها معظم الإنتاجية في المنطقة البحرية للمنظمة، وهي بذلك توفر الغذاء الأساسي للطيور الخواضة waders الشتوية والطيور المهاجرة الزائرة التي تخصب هذه المسطحات في أثناء تناولها لطعامها خلال فترة إقامتها القصيرة بالمنطقة (Zwart *et al.*, 1991). وتقدم المسطحات الطينية المد جزرية أكبر إسهامات للإنتاجية الأولية في المنطقة البحرية للمنظمة (Price *et al.*, 1993).

وتوجد المسطحات الطينية المد جزرية في مملكة البحرين في الخلجان الموجودة عند الأطراف الشمالية الشرقية للجزيرة، وهي محمية نسبياً من تأثير الرياح السائدة وحركة الأمواج بالمنطقة، ولهذا تكون رسوبياتها مستقرة. وعند حدوث الجزر وانخفاض مستوى سطح البحر فإن الطيور الشاطئية تحصل على غذائها من المسطحات الطينية، أما في حالات المد فإن العديد من أنواع الأسماك تستغل ما في هذه المسطحات من غذاء. ومعظم الإنتاج الطبيعي للمسطحات الطينية المد جزرية يتم نقله من قبل هذه الطيور الشاطئية والأسماك التي ترد إليها في حالات المد، إذ تنقله إلى مناطق أخرى ذات نظم إيكولوجية ساحلية. ومن المؤسف أن معظم هذه الموائل الأولية قد فُقِدَت، وما يزال الفقد فيها مستمراً، أو هي في طريقها إلى التدهور، ويرجع ذلك إلى عمليات الدفان وطمر

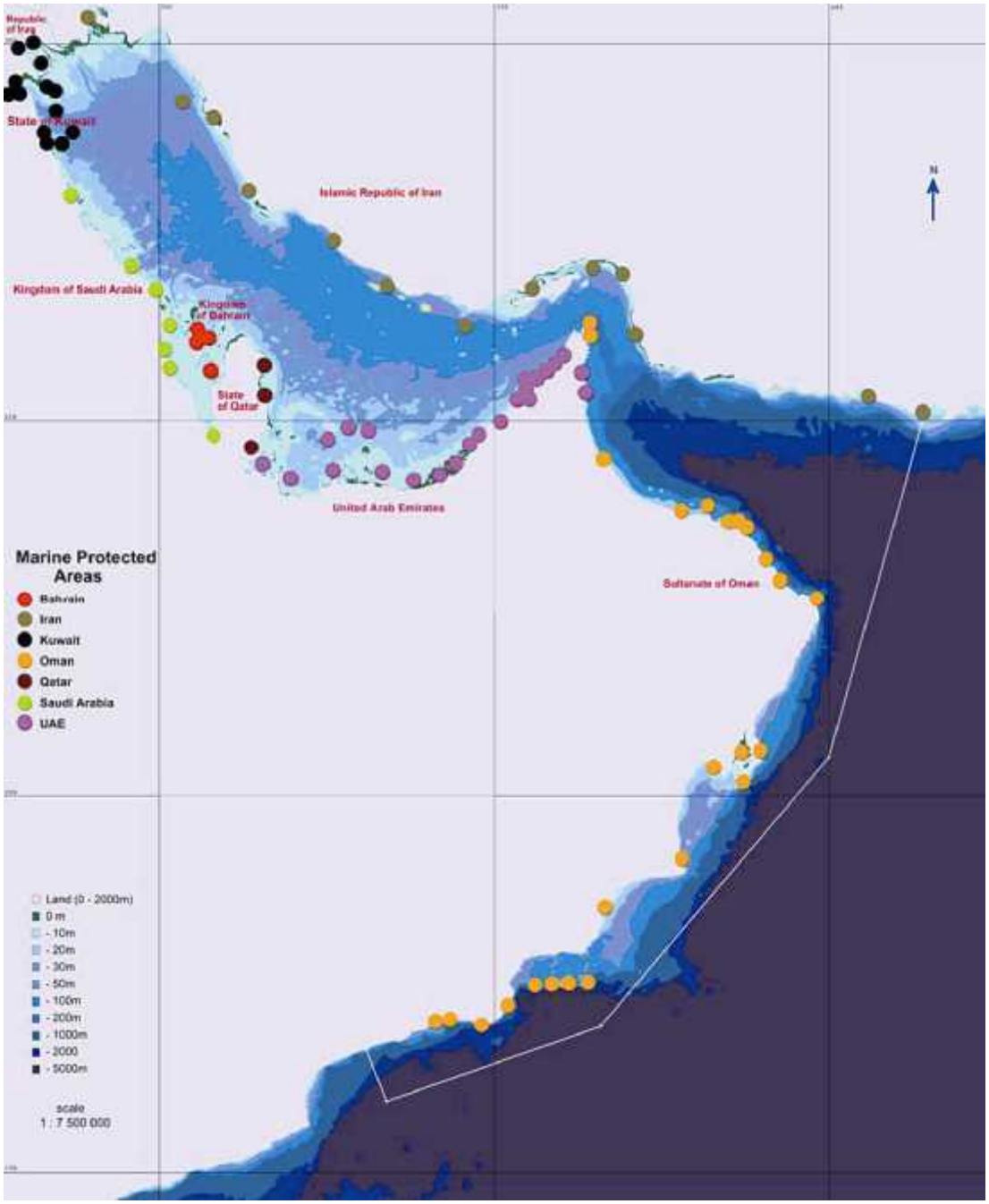
الشواطئ نتيجة لأنشطة وعمليات تطوير السواحل بالمنطقة (Nightingale and Hill, 1993). وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية توجد المسطحات الطينية المد جزرية في كولهي Kolahi وجسك Jask وسرك Sirk وفي شمال جزيرة قشم Qeshm (MNR – I. R. Iran, 2003).

وتوفر المسطحات الطينية المد جزرية أيضاً نظاماً بيئياً جيداً لمجموعة متنوعة من أحياء القاع مثل السرطانات (القباقب)، والحلزونات البحرية snails، والمحار ذي الصدفتين، ونوع polychaetes، ونجم البحر، وقنافذ البحر (MNR-Kuwait, 1999). وتتضمن هذه المسطحات أيضاً السبخات التي توفر الدعم لنمو حصائر الطحالب الزرقاء cyanophyta والدياتومات والبكتيريا مثل بكتيريا تثبيت النيتروجين التي تسهم أيضاً في زيادة الإنتاجية الكلية للمسطحات الطينية المد جزرية. وقد قام (مككين) McCaine (1984) بتحديد 624 نوعاً من الأحياء في تلك المسطحات ، مقارنة بـ 452 نوعاً في البيئة الرملية الشبه مستقرة sand biotope و 360 نوعاً في مُهُد الحشائش البحرية بالساحل الشرقي للملكة العربية السعودية.

3-1-6 مناطق المحميات

يوجد ثماني حدائق ومحميات طبيعية تم إنشاؤها بالفعل على طول سواحل المنطقة البحرية للمنظمة، وأكثر من 85 موقعاً أوصي بحمايتها (NFP-Bahrain, 2000; Krupp, 2002; MRMEWR-OMAN, 2003; MNR-UAE,2003). ويوضح الشكل رقم 3– 8 مواقع مناطق المحميات الساحلية والبحرية القائمة بالفعل وتلك المقترح إنشاؤها. ومن بين المناطق المحمية هناك بعض المناطق التي غطتها أيضاً اتفاقيات وبرامج دولية. وقد تم إدراج أحد المواقع في قائمة برنامج محميات الغلاف الحيوي التابع لليونسكو ، وهو موقع محمية (هرّا) (منطقة القرم) في الجمهورية الإسلامية الإيرانية. كما تم الاعتراف بأربعة مواقع على أنها أراضٍ رطبة لها أهمية عالمية وفقاً لمعاهدة رامسار، وهذه المواقع هي: أهوار شدقان، والمسطحات الطينية في خور العماية ، ومضائق

خـوران ، ودلتـات رود الشـور ودلتـات رود الغـاز، وفـي العـراق فـإن معظـم المنـاطق الطبيعية المهمة التي تحتاج إلى حماية ما تزال غير محمية على الرغم من التوصيات التي صدرت بتوفير الحماية لها في المستقبل بحيث تكون محميات أو متنزهات وطنية. ومن المعروف أن الشريط الساحلي للعراق يقتصر على منطقة تقع قرب الفاو عند مصب شط العرب. وبالنسبة للمناطق الأقل تنمية فثمة توصيات بوضعها ضمن برامج حمايـة، وهـي تتضـمن: المسـطحات الطينيـة قـرب الفـاو وخـور الزبيـر وخـور عبـدالله (WCMC, 1991).



شكل 3– 8 مواقع المحميات البحرية والشاطئية القائمة بالفعل والمقترح إنشاؤها.

2-3 الثروات البحرية الحية

1-2-3 القشريات

1-1-2-3 الروبيان

من بين القشريات التي توجد في المنطقة البحرية للمنظمة يعد الروبيان (القريدس) prawns أحد أهم أصناف الأطعمة البحرية التي تتسم بارتفاع سعرها والطلب الكبير عليها في أسواق التصدير. وتنتشر معظم أنواع الروبيان على مساحة جغرافية كبيرة، وهي توفر أهم المصائد التجارية بالمنطقة. وتنحصر هذه المصائد بصورة أساسية في الجزء الداخلي للرصيف القاري. ويعتمد صيد الروبيان على طائفة penaeids التي يندرج تحتها *Penaeus semisulcatus* و *Metapenaeus affinis* ، وهو يتم باستخدام سفن الصيد التي تقوم بجر الشباك على القاع trawlers أو مراكب الصيادين التي يزيد عددها على 1000 قارب (Van Zalinge, 1984). وتوجد المناطق الغنية بالروبيان داخل السواحل الإيرانية والكويتية، وإن كانت هناك بعض المناطق الأخرى التي يصاد منها كميات صغيرة من الروبيان في المياه البحرينية والعمانية والقطرية والسعودية.

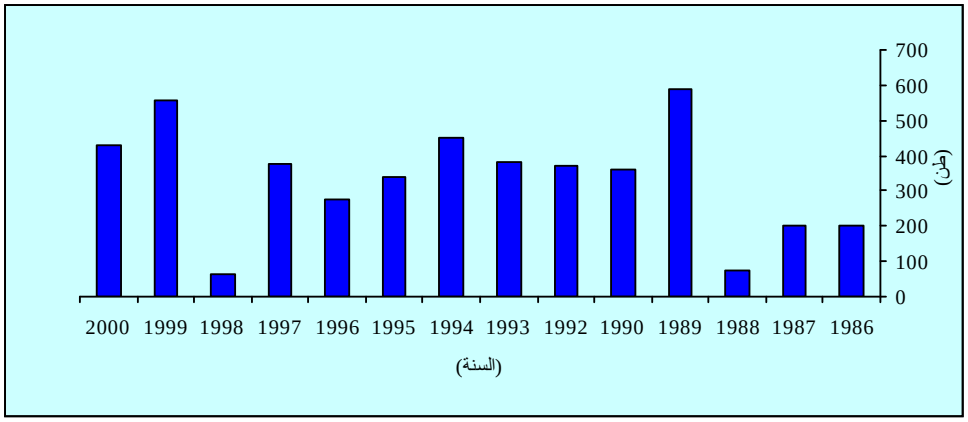
وفي مملكة البحرين فإن خليج توبلي والمناطق المائية الضحلة جنوب فشت الأدهم تعدّ مناطق معروفة بأهميتها لوفرة طائفة الروبيان penaeid بها. وتوجد سبعة أنواع من هذه الطائفة في تلك المناطق ، وإن كان الصيد التجاري يعتمد بصورة أساسية على نوع واحد هو *Penaeus semisulcatus*. أما الأنواع الستة الأخرى فهي تشكل ما نسبته 5 % من كميات الروبيان التي يتم اصطيادها سنوياً. وينمو نوعان فقط إلى حجم جيد هما:

Penaeus latisulcatus و *Metapenaeus kutchensis* ، في حين تتسم الأنواع الأربعة الأخرى: *M. stebbingi*، و *Trachypenaeus curvirostris*، و *Metapenaeopsis stridulans* و *M. mogiensis* بصغر أحجامها، وعادة ما يتم التخلص منها – بعد صيدها – بصورة جزئية أو كلية. وتكون كمية الروبيان الصغير الحجم أكبر من كمية الروبيان الكبير الحجم الذي يتم صيده وذلك في نهاية موسم الصيد (في فبراير ومارس). وتعتبر سفن الصيد التي تقوم بجرف القاع هي المسئول الأول عن استنزاف مخزون النوع الرئيسي من الروبيان المعروف علمياً باسم *P. semisulcatus*. ويدل على ذلك ما لوحظ من انخفاض معدلات صيد هذا النوع والأحجام الصغيرة منه التي تمت مشاهدتها في أثناء الدراسة المسحية التي أجريت من قبل دول مجلس التعاون الخليجي. وبرغم ذلك ، فإنه من المرجح أن يكون لسفن الصيد باستخدام شباك الجر أثر محدود على بيض ذلك النوع من الروبيان (عبدالقادر Abdulqader,1999).

ويسهم الروبيان من النوع *M. affinis* *بشكل* كبير في إجمالي كمية الروبيان التي يتم صيدها في الكويت. وتختلف الكمية المصادة منه من موسم إلى موسم، وهي تشكل نحو 40 إلى 50 % من إجمالي ما يتم صيده من مختلف أنواع الروبيان. وتعمل المسطحات الطينية المد جزرية في الكويت وأهوار دجلة والفرات في العراق كموائل حاضنة للنوع *M. affinis* . وعلى الرغم من عدم وجود دليل مباشر على هجرة الروبيان من المياه الداخلية العراقية إلى المنطقة البحرية الشمالية للمنظمة فإنه يعتقد بأن تجمعات الروبيان من النوع *M. affinis* في المياه الكويتية يتم تعزيزها من خلال ما يأتي إليها من أهوار العراق. وبعد تدمير عشرات الآلاف من الهكتارات من بيئات الأهوار الواقعة (بعد البصرة) فمن المحتمل أن تنخفض أعداد الروبيان من النوع *M.affinis* . وبرغم ذلك فإن النوع الآخر *P. semisulcatus* وجد في الجزء الجنوبي من المياه الكويتية. وفي الأماكن التي يوجد فيها النوع *P. semisulcatus* فإن موطن حضانة صغار هذا النوع يتصف بوجود نباتات القاع (الفودري Al-Foudari, 2000) . كما وجد أيضاً الروبيان من النوع *Parapenaeopsis stylifera* بنسبة مئوية ضئيلة بين كميات الروبيان التي يتم صيدها في الكويت.

وفي المياه العمانية فإن 12 نوعاً من الروبيان من مجموعة penaeid قد عرف أنها موجودة (Cheney, 1985) ، من بينها 4 أنواع تسهم بشكل كبير في المصائد التجارية. وهذه الأنواع هي : *Penaeus indicus* ، و *P. semisulcatus* ، *Metapenaeus monoceros* و *M. stebbingi* (Jhonson, 1989) . وأكثر الأنواع قيمة من الناحية التجارية هما النوعان *P. indicus* ، و *P. semisulcatus* . وتجرى عمليات الصيد التجاري للروبيان بواسطة صيادين تقليديين يستخدمون الشباك التي تلقى في الماء ، وهي محصورة في المنطقة الجنوبية الشرقية الواقعة حول جزيرة (محوت) Mahout Island في خليج مصيرة ببحر العرب. وبين الحين والآخر يتم اصطياد كميات صغيرة من الروبيان في مناطق أخرى في سلطنة عمان ، سواء في بحر العرب أو في خليج عمان. وقد تم التعرف على بيض مختلف أنواع الروبيان وذلك من خلال جمع هذا البيض من مياه محوت في مراحل مبكرة من ظهور الطور اليرقي (الذي يكون من الهوائم البحرية) لهذه الأنواع. وتوجد البيئات الأرضية الأساسية لحضانة الروبيان في مياه محوت، إذ تنتشر فيها مجموعة متنوعة من تجمعات الحشائش والأعشاب البحرية ، ويوجد نمو كثيف لأشجار القرم بها. وقد تمت ملاحظة منيّ الروبيان في العديد من النظم البيئية لأشجار القرم في خليج عمان وفي الساحل العماني لبحر العرب.

وقد تراوح إنتاج المصائد التجارية للروبيان خلال فترة الخمسة عشر عاماً (الواقعة بين 1986 و 2000) بين 65 و 586 طناً (شكل 3– 9). وكان أقل كمية صيد هي تلك التي تم تسجيلها لعام 1998، في حين كان الحد الأقصى لكمية الصيد هو ذلك الذي تم تسجيله في عام 1989 ، وتراوحت قيمة الكميات التي تم تصديرها بين 0.3 و 2.3 مليون دولار أمريكي (Anon, 1991, 1992, 1993, 1998 and MRMEWR-Oman, 2003). ومن الجدير بالذكر أن صيد الروبيان نشاط موسمي يبدأ في أواخر أغسطس أو بداية سبتمبر ، وينتهي مع نهاية شهر أبريل ، وتظهر صغار الروبيان في بداية الموسم ، ويختفي كبار الروبيان من أرضية منطقة الصيد في مستهل فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية.



شكل 3– 9 إجمالي الروبيان الذي تم صيده في سلطنة عمان خلال الفترة من 1986 – 2000.

3-2-1-2 جراد البحر

يوجد أربع عائلات من جراد البحر تنتمي إلى الطائفة العليا من القشريات. ومن بين هذه العائلات توجد عائلتان في المنطقة البحرية للمنظمة هما : جراد البحر الشوكي أو الصخري (العائلة Palinuridae) وجراد البحر الزلق slipper lobsters (العائلة Scyllaridae). ومن بين عائلة جراد البحر الشوكي يتم استغلال بعض الأنواع تجارياً في سلطنة عمان ، مثل جراد البحر الشوكي المدور (الإسكالوبي) Scalloped spiny lobster (النوع *Panulirus homarus*)، وجراد البحر الشوكي الملون painted spiny lobster (النوع *P. versicolor*).

ويوجد النوع *P. homarus* على طول الساحل الجنوبي لبحر العرب من ضلكوت إلى رأس الحد وعلى طول سواحل جزيرة مصيرة. أما النوع *P. versicolor* فيوجد في خليج عمان (شمال رأس الحد) ولكنه لا يوجد في أقصى جنوب بحر العرب قبالة الساحل العماني . ويشكل النوع *P. homarus* معظم الكميات التي يتم صيدها من جراد البحر في سلطنة عمان (أكثر من 90 % من إجمالي أنواع جراد البحر التي يتم صيدها) . وقد تم تسجيل أعلى كميات لصيد جراد البحر في عامي 1987 و 1988 ، حيث بلغ المعدل العام 3000 طن . أما معدلات صيد جراد البحر حالياً فتبلغ زهاء 1000 طن سنوياً . وتحد النظم والتشريعات القانونية المطبقة حالياً من صيد مختلف أنواع جراد البحر في شهري ديسمبر ويناير ، خلال فترة الذروة الخاصة بوضع البيض (العبد السلام Al-Abdessalaam,1995) . وبرغم ذلك فقد انخفض معدل صيد جراد البحر بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة ، حتى وصل إلى 402 طن في عام 2000 (MNF-Oman, 2002) . ويميل جراد البحر الشوكي إلى الاختباء في الشعاب المرجانية والصخرية وتحت ما بها من شقوق (شكل 3– 10).

ويتم الحصول على جراد البحر ذي الأنف الجاروفي shovel nose lobster (الذي ينتمي إلى العائلة Scyllaridae ، والمعروف علمياً باسم *Thenus orientalis*) كصيد جانبي – بصورة شائعة – في أثناء صيد الروبيان في مملكة البحرين (عبدالقادر Abdulqader,1999) ، وقد وجد هذا النوع بكميات كبيرة في شباك الصيد بجرف القاع خلال الفترة من أكتوبر إلى يناير . ويتم صيد نحو 200 طن من هذا النوع من جراد البحر سنوياً (FSS, 1998). وعلى الرغم من عدم وجود صناعة سمكية في سلطنة عمان ، إلا أنه غالباً ما يوجد هذا النوع في شباك الصيد التقليدية seines (التي تدلى بصورة عمودية في الماء) والتي تستخدم من على الشواطئ بامتداد المنطقة الوسطى من الساحل العماني في المنطقة البحرية للمنظمة .

شكل 3– 10 جراد البحر الشوكي من النوع *Panulirus homarus* يستوطن شقوق الشعاب المرجانية

أما النوع الآخر من جراد البحر *Scyllarides squammosus* فيشيع وجوده في المصائد ، ويتم صيده أحياناً من قبل الغواصين وبواسطة شباك جرف القاع التي

تستخدم في الصيد في عمان. ولا يمثل هذا النوع – في حد ذاته – هدفا للصيادين في سلطنة عمان ، ولذلك لا توجد تقديرات حول مدى وفرته في مياه السلطنة .

3-1-2-3 القباقب

توجد القباقب (السلطعونات) crabs في العديد من الموائل ابتداءً بالأراضي القاحلة وانتهاءً ببيئة قاع البحر على أعماق كبيرة. ولا تستطيع معظم القباقب السباحة، ولكن بعض أفراد عائلة Portunidae تتسم بأنها أقوى القشريات قدرة على السباحة وأكثرها تمتعاً بخفة الحركة. وقد تحور الزوج الأخير من أرجل أفراد هذه العائلة إلى مجدافين مسطحين عريضين. وتتصف بعض أنواع القباقب البحرية – مثل قبقب الطين وقبقب الرمل ، إلخ – بأهميتها التجارية .

والقباقب التي تنتمي إلى عائلتي Grapsidae و Ocypodidae تعد أحد عناصر المملكة الحيوانية الشائعة الوجود في المسطحات الطينية المد جزرية وبيئات أشجار القرم في المنطقة البحرية للمنظمة . وقد أوضح مسح أجري على سواحل المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة ، وكذلك العينات التي جمعت من مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة ، وجود ستة أنواع من القباقب grapsid و 21 نوعاً (رئيسياً وفرعياً) من السرطانات ذات الأرجل Ocypodid التي توجد في هذه المواطن داخل المنطقة البحرية للمنظمة . والجدير بالذكر أن ثمة فروقاً كبيرة بين تركيب وتنوع أحياء القباقب الموجودة في مختلف أجزاء المنطقة . وقد لوحظ أضخم تنوع في أقصى الجزء الشرقي للإمارات العربية المتحدة (رأس الخيمة وأم القيوين) وفي الكويت . كما لوحظ أيضاً وجود أنواع ذات أعداد منخفضة جداً على طول خطوط الشواطئ في أبو ظبي والمملكة العربية السعودية. ويرجح أن تكون الملوحة هي أكبر عامل في حدوث هذا النوع من التوزيع . ومن الناحية الجغرافية الحيوانية يبدو أن معظم الأنواع الموجودة في المنطقة البحرية للمنظمة من أصل شرقي (هندي) . ويكاد يكون وجود العناصر الغريبة (من شرق إفريقيا والبحر الأحمر) مقصوراً على الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة البحرية (ساحل الإمارات العربية المتحدة) وحتى خليج عمان (Apel and Turkay,1999).

وفي سلطنة عمان توجد أنواع عديدة من القباقب في مواطن وموائل مختلفة، من السواحل الرملية إلى الشعاب المرجانية، وتم توثيق سبعة أنواع من هذه القباقب توثيقاً جيداً، وهي: قبقب matuta: *Matuta victor* ، وقبقب الرمل *Portunus pelagicus* ، وقبقب الطين *Scylla serrata* وقبقب المرجان *Carpilius convexus* وقبقب Calcio : *Eriphia smithi* وقبقب الأرجل الخفيفة Light foot crab : *Grapsus tenuicrustatus* والقبقب الشبح ghost crab *Ocypode* sp., (العبد السلام Al-Abdessalaam, 1995). ومن بين هذه الأنواع فإن النوعين *P. pelagicus* و *S. serrata* يتم استغلالهما تجارياً وبيعهما في الأسواق المحلية (شكل 3– 11). ويتم صيد القبقب *P. pelagicus* أيضاً في المياه الكويتية، حيث يتم بيعه هناك في الأسواق المحلية.

قبقب الطين *Scylla serrata*

قبقب الرمل *Portunus pelagicus*

شكل 3– 11 الأنواع التجارية المهمة من القباقب في المنطقة البحرية للمنظمة.

3-2-2 الرخويات

3-2-2-1 البطنقدميات والمحار ذو الصدفتين

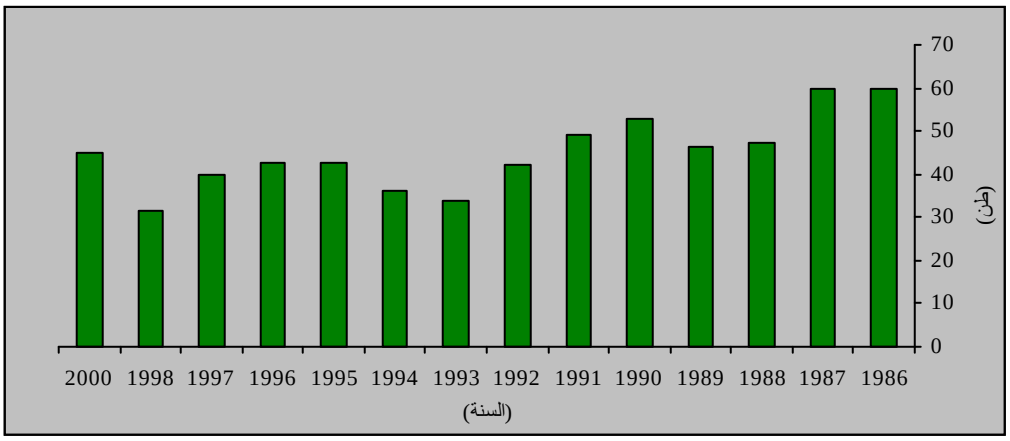
يعد أذن البحر abalone أحد البطنقدميات العاشبة herbivorous gastropod وهو ينتمي إلى شعبة phylum الرخويات molluscs وجنس *Haliotis* ، ويوجد نحو 75 نوعاً معروفاً من آذان البحر تستوطن بعض السواحل المعتدلة الحرارة temperate والشبه استوائية sub-tropical بالعالم (Uki, 1987). وتقتصر صناعة صيد آذان البحر في

المنطقة البحرية للمنظمة على المياه العمانية ، وهي تختص بنوع واحد فقط هو *Haliotis mariae* (شكل 3– 12). وهو لا يصاد إلا في منطقة ظفار على الساحل العماني لبحر العرب. ولأذن البحر في سلطنة عمان قيمة تجارية كبيرة في صناعة الصيد ، إذ يباع بأسعار عالية في الأسواق المحلية والدولية .

وقد بدأت صناعة الصيد بشكل جدي في سلطنة عمان في عقد الخمسينيات من القرن العشرين، وبدأت عمليات الصيد المكثف في الثمانينيات من القرن نفسه. ومناطق الصيد الرئيسية في ولاية ظفار هي: مرباط وسدح وهدبن Hudbin وشربثات، إذ يوجد بهذه الأماكن كتلة حيوية كبيرة من أعشاب البحر. ومن بين منتجات الصيد التي يتم الحصول عليها من المنطقة البحرية للمنظمة يحظى أذن البحر بأعلى الأسعار في الأسواق المحلية وفي أسواق التصدير. وحتى عام 1990 كان سعر الكيلوجرام الواحد من أذن البحر الطازج يتراوح بين 60 و75 دولاراً أمريكياً. واعتبارا من عام 1990 تراوح السعر بين 105 و 120 دولاراً أمريكياً. وفي عام 1997 ارتفع السعر ليصل إلى 195 دولاراً أمريكياً للكيلوجرام الواحد. وحالياً يتراوح سعر الكيلوجرام من آذان البحر المجففة بين 650 و 780 دولاراً أمريكياً. وقد نضب مخزون آذان البحر الآن بسبب الصيد الجائر. وتم تسجيل أعلى رقم من الكميات المصادة منه في عامي 1986 و 1987، إذ بلغ وقتذاك 60 طناً، في حين سُجِّل أدنى رقم من الصيد (وهو 31.7 طناً) في عام 1998 (شكل 3– 13). وقد ازدادت الكمية المصادة من آذان البحر إلى 45 طناً في عام 2000 (MAF-Oman, 2002).

شكل 3– 12 أذن البحر من النوع *Haliotis mariae*

وفي المنطقة البحرية للمنظمة تعد مُهُد المحار ذي الصدفتين (محار اللؤلؤ) المحيطة بجزر البحرين من أفضل مناطق اللؤلؤ على مستوى العالم ، ولكن عمليات الغوص على اللؤلؤ واستخراجه قد توقفت تقريباً أو اندثرت نتيجة للانخفاض الكبير الذي حدث في أسعار اللؤلؤ بعد النجاح الكبير الذي سجله اليابانيون في استخراج اللؤلؤ صناعياً وإنتاجه بكميات كبيرة ، بالإضافة إلى اتجاه الأجيال الجديدة في المنطقة إلى العمل في الصناعة النفطية بدلاً من الانخراط في عمليات الغوص على اللؤلؤ التي يكتنفها العديد من المخاطر . ويوجد محار اللؤلؤ الذي ينتمي إلى الجنس *Pinctada* في المنطقة البحرية للمنظمة . ومن بين الأنواع الثمانية لمحار اللؤلؤ *Pinctada* تم تسجيل خمسة أنواع جديدة في المنطقة البحرية، هي: *Pinctada maculata* و *P. anomioides* ، و *P. rutila* ، و *P. sugillata* ، و *P. nigra* (Khamdan,1993). والنوع *P. radiata* شائع ومتوافر بكثرة في المياه البحرينية. كما يوجد النوع *P. margaritifera* حول هنداربي وشيخ شعيب وجزيرة (كيس) وشيره Chira على الساحل الإيراني. ويوجد أيضاً في جزر داس ودورينين Daurnein وزرنكه Zernkah وفي المنطقة البحرية المقابلة للساحل العماني بين رأس الخيمة وجزيرة غبة Ghobat. ويوجد النوعان *P. radiata* و *P. margaritifera* على طول الساحل العماني لخليج عمان. ويعد النوع *P. radiata* أشهر أنواع محار اللؤلؤ وأكثرها شيوعاً في المياه الكويتية والسعودية.



شكل 3– 13 إجمالي آذان البحر التي تم صيدها في سلطنة عمان خلال الفترة من 1986 إلى 2000.

3-2-2-2 رأسيات الأرجل

من بين رأسيات الأرجل cephalopods التي توجد في مياه المنطقة البحرية للمنظمة يعد الخشاق squids والحبار cuttlefish والأخطبوط octopods أهم المجموعات الأحيائية – التي تنتمي إلى هذه الطائفة – ذات القيمة التجارية. والأنواع المختلفة من هذه الطائفة تتصف بكونها الأكثر تخصصاً والأعلى تنظيماً بين جميع الرخويات، وقد تكيفت أجسامها لتساعدها على السباحة بسهولة. وهي توجد في مجموعات مختلفة من المواطن والموائل. فبعضها من حيوانات القاع benthic ، حيث توجد في الشعاب المرجانية ومسطحات الحشائش البحرية وفي البيئات الرملية والطينية والصخرية، في حين إن بعضها الآخر من حيوانات المناطق الفوق قاعية epibenthic والسطحية pelagic ، والقريبة من السطح epipelagic ، وهي توجد في الخلجان والمياه الساحلية والمحيطات المفتوحة عند مدى واسع من الأعماق يبدأ بسطح البحر وينتهي عند عمق 500 متر. وللعديد من أنواع الأخطبوط عادات اختباء cryptic habits، إذ إنها تعيش في جماعات كبيرة وتختفي في الشقوق والحفر. وهي تباع في أسواق السمك بدول المنطقة البحرية للمنظمة، وبخاصة في منطقتي ظفار ومسندم بسلطنة عمان ، حيث يشيع وجودها هناك. ومع ذلك لا توجد صناعة صيد خاصة بها في السلطنة. وغالبا ما يتم صيد النوع *Octopus aegina* بالمصائد traps والخطاطيف hooks وقصبات الشص lines في سلطنة عمان. ويعد الحبار الفرعوني *Sepia pharaonis* أحد أهم الأنواع ذات القيمة التجارية في المنطقة البحرية للمنظمة (شكل 3– 14). وعلى الرغم من وجود هذا النوع من الحبار على طول خط الساحل العماني كله فإنه يشيع وجوده بشكل خاص في المنطقة الموجودة جنوب رأس الحد. وهو يضع بيضه طيلة أشهر السنة، ويكون موسم الذروة في سلطنة عمان من سبتمبر إلى ديسمبر ومن أبريل إلى يونية. ويبلغ معدل كمية الحبار cuttlefish التي يتم صيدها في سلطنة عمان نحو 200 طن سنوياً، ويتم الحصول عليها بطرق الصيد التقليدية المتمثلة في المصائد والشباك وقصبات الشص handlines، ولكن أغلب كمية الصيد تأتي من السفن بشباك الجر

الصناعية الكورية industrial Korean trawlers. وقد ازدادت حصيلة الحبار التي يتم صيدها حتى بلغت 2891 طناً في عام 2000 (MAF-Oman, 2002).

شكل 3- 14 الحبار الفرعوني *Sepia pharaonis*

3-2-3 الأسماك

بوجه عام ، يوجد انخفاض ملحوظ في عدد أنواع الأسماك بالمنطقة البحرية للمنظمة نظراً لسيادة الجفاف والظروف المناخية الشبه مدارية بها. ومع ذلك توجد الأنواع الفردية بأعداد كبيرة (فودة Fouda, 1997). وتحتوي المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة على أكثر من 500 نوع من الأسماك ، يعيش معظمها في مواطن أوقيانوسية أو مواطن قاعية ناعمة الحبيبات soft substrate demersal habitats (Price *et al.*, 1993)، ويعيش في الشعاب المرجانية نحو 125 نوعاً على الأقل (Sheppard *et al.*, 1992)، ويوجد في الكويت وحدها نحو 130 نوعاً من الأسماك ، في حين يوجد في البحرين 71 نوعاً (Smith *et al.*, 1987) وفي الشعاب المرجانية بالمملكة العربية السعودية 106 نوع (McCain *et al.*, 1984; Coles and Tarr, 1990; Krupp and Muller, 1994).

وقد تم تجميع عينات من أنواع الأسماك الموجودة في المنطقة البحرية للمنظمة بين الكويت وقطر في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية (ماونت ميتشل) R/V Mt.

Mitchell في أواخر أبريل وأوائل مايو 1992. وخلال المسح الذي قامت به السفينة تم تجميع 790 سمكة تنتمي إلى 45 نوعاً. وقد وجد أكبر عدد من الأسماك (أكثر من 40 %) في جون الكويت، ثم في منيفة بالمملكة العربية السعودية (18 %) ، ثم في شمال منطقة أبو علي (15 %) ثم في المنطقة الواقعة بين البحرين وقطر (11 %). وكانت أغلب الأنواع السائدة من الأسماك هي : slipmouth (*Leiognathus fasciatus*)، والشعري pigface bream (*Lethrinus kallopterus*) و therapon (*Therapon puta*) التي تشكل 27.4% و 11.5% و 11.4% على التوالي من إجمالي الأسماك التي تم تجميعها (هاشم Hashim, 1993).

وقد أوضح مسح بحري أجري في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية للمنظمة ، من قبل سفينة الأبحاث (راستريليجر) Rastrelliger التابعة لمنظمة الأغذية والزراعة في 1989 – 1990 أن الكتلة الحيوية المقدرة للأسماك 70290 طناً (17 %) و 343903 طناً (83 %) في المنطقة البحرية الوسطى والمنطقة البحرية الخارجية على التوالي (Thangaraja, 1995). وفي سلطنة عمان تم تحديد ما مجموعه 1142 نوعاً ، وهذا العدد ينتمي إلى 520 جنساً genera و 164 عائلة . ومعظم هذا العدد لأسماك بحرية ، وهذه الأسماك موزعة على نطاق جغرافي كبير، ومن بينها أربعة أنواع فقط من أسماك المياه العذبة (هي: *Cyprinion micropthalmum* ، *Garra barreimie* ، *G. Longispinnis* ، *Oreochromis aureus*).

ويعد بحر العرب وخليج عمان من أكثر المناطق تنوعاً في الأنواع السمكية (إذ يوجد بهما نحو 1000 نوع من الأسماك) مقارنة بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة (التي يوجد بها أقل من 500 نوع من الأسماك). وينتمي أكثر من 400 نوعاً منها إلى الأنواع القاعية demersal ، ويستوطن 511 نوعا الشعاب المرجانية والبحيرات الشاطئية coastal lagoons ، ونوعان يستوطنان المنطقة الوسطى من البحر mesopelagic ، وبقية الأنواع كما يلي: (157) نوعاً من أحياء سطح البحر المفتوح وأعماقه المتوسطة pelagic و (30) نوعاً من أحياء النطاق البحري العميق bathypelagic و (7) أنواع من أحياء القاع bathydemersal (فودة وآخرون Fouda *et al*., 1998). ويتم التركيز

حالياً على صيد بعض الأنواع ذات الأهمية التجارية والمطلوبة في الأسواق، إذ تصاد بمستويات تكاد تكون قريبة من الحد الأقصى للإنتاجية المستدامة أو تتجاوزه . وقد أدى النقص في أعداد وتكوينات الأنواع إلى انخفاض معدلات صيد بعض الأسماك ذات القيمة العالية .

وفي الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة فإن التطرف في الظروف البيئية قد حد من توزيع العديد من الأنواع فيها (Coles and Tarr, 1990; Price *et al.*, 1993). ولوحظ أكبر تنوع للأسماك وأكبر كثافة لتجمعات أنواعها السائدة بالمنطقة قرب الشعاب المرجانية البحرية التي تطورت بشكل جيد في المياه السعودية الداخلية ، أما التغيرات الموسمية في هذا التنوع وفي كثافة التجمعات السمكية فتكون مرتفعة بشكل كبير قرب الشعاب المرجانية القريبة من الشواطئ (Coles and Tarr, 1990; Krupp and Muller, 1994). ويتناقص التنوع السمكي كلما تحركنا شمالاً أو جنوباً بعيداً عن السواحل السعودية ، إذ تصبح الظروف البيئية أكثر تطرفاً. ويوجد أكبر تنوع لأسماك الشعاب المرجانية في الشعاب المرجانية الإيرانية قرب مضيق هرمز (Price *et al.*, 1993). وتقع هذه الشعاب في المياه الأكثر عمقاً ، ويتم إمدادها بالأسماك من خلال مياه المحيط الهندي التي تتدفق إليها عبر مضيق هرمز. وفي الجانب الآخر المقابل لهذه الشعاب فإن التنوع الحيوي العالي لأسماك (عمان) يعزى إلى تنوع الموائل الساحلية لها، والتنوع الكبير في الظروف المناخية على مدار العام ، والموقع الجغرافي الفريد والمتمثل في وجود التيارات الصاعدة upwelling في المنطقة الشمالية الغربية للمحيط الهندي (فودة Fouda,1997)

.

3-2-4 الزواحف البحرية

3-2-4-1 السلاحف البحرية

تتكون مجموعات السلاحف البحرية الموجودة في المنطقة البحرية للمنظمة من تجمعات صغيرة من أفراد السلاحف المستوطنة للمنطقة والتي توجد في بعض الأحيان في أماكن انتشار الحشائش البحرية، بالإضافة إلى مجموعات مهاجرة كبيرة تضع بيضها في الجزر المرجانية البحرية، التي تتضمن جزيرتي كران وجانا في المملكة العربية

السعودية. وتتضمن أنواع السلاحف البحرية التي وجدت في المنطقة: السلحفاة الخضراء *Chelonia mydas* والسلحفاة ذات منقار الصقر Hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) ، والسلحفاة ذات الظهر الجلدي Leatherback (*Dermochelys coriacea*) ، والسلحفاة ذات الرأس الضخم Loggerhead (*Caretta caretta*) ، والسلحفاة ريدلي الزيتونية Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) . وتأتي إناث السلاحف البحرية إلى الشواطئ للتعشيش ووضع البيض، في حين تظل الذكور في المياه البحرية (شكل 3– 15).

شكل 3– 15 ذكر السلحفاة البحرية الخضراء *Chelonia mydas* وهو يسبح في المياه القريبة من الشاطئ بالمنطقة البحرية للمنظمة.

وفي مياه مملكة البحرين تم تسجيل وجود السلاحف الخضراء والسلاحف ذات منقار الصقر والسلاحف ذات الظهر الجلدي والسلاحف ذات الرأس الضخم (*Chelonia mydas, Eretmochelys imbricata, Dermochelys coriacea & Caretta caretta*).

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية فإن أعدادا صغيرة من السلاحف الخضراء *Chelonia mydas* تعشش في بوشهر وبندر عباس ورأس بيريس . أما السلاحف ذات منقار الصقر (*Eretmochelys imbricata*) فتوجد بأعداد كبيرة في المنطقة الممتدة من طاهري Taheri (سيراف Siraf) إلى بندر اللنجة Bandar – e – Lengeh وفي جزيرة

قشم Qeshm وفي المنطقة الممتدة من تانج Tang (بندر تانج) إلى الحدود الباكستانية (Ross and Barwani, 1981, Groombridge, 1982).

وفي المياه الكويتية يشيع وجود ثلاثة أنواع من السلاحف البحرية ، هي: السلحفاة الخضراء ، والسلحفاة ذات منقار الصقر ، والسلحفاة ذات الرأس الضخم. ومع ذلك ، فقد سجل د. سالم المهنا وأ. دروبن ميكنز Meakins (2000) وجود السلحفاة ذات الظهر الجلدي في المياه الكويتية ، وبخاصة في الجزر . وتختلف فترات تعشيش السلاحف لوضع البيض من نوع إلى آخر. فبالنسبة للسلحفاة ذات منقار الصقر فإنها تعشش في أبريل – مايو، في حين تعشش السلاحف الخضراء في يونية – يولية. ويعتبر طائر الخرشنة Tern (*Sterna* spp.) المهاجر والقبقب الشبح ghost crab (*Ocypode rotundata*) من المفترسات الرئيسية لصغار السلاحف عندما تخرج من البيض.

وتعشش أربعة أنواع من السلاحف البحرية في سلطنة عمان، بالإضافة إلى السلحفاة ذات الظهر الجلدي (*Dermochelys coriacea*) التي تشاهد في بعض الأحيان في المياه الساحلية. وتتصف ثلاثة أماكن لتعشيش السلاحف في سلطنة عمان بأهميتها العالمية. فجزيرة مصيرة يوجد بها أكبر تجمع للسلاحف ذات الرأس الضخم التي تعشش بها ، كما أن السلاحف الخضراء والسلاحف ذات منقار الصخر وسلاحف ريدلي الزيتونية قد تعشش أيضاً في الجزيرة نفسها. ومن المناطق ذات الأهمية لتوفير الغذاء للسلاحف الخضراء أيضاً: المنطقة المجاورة لجزيرة مصيرة في خور مصيرة Masirah Channel . وتمثل شواطئ رأس الحد واحداً من أكبر ثلاثة مواقع معروفة في شمال المحيط الهندي لتعشيش السلاحف ذات منقار الصقر. وتعشش السلاحف البحرية (غالباً ما تكون من السلاحف الخضراء والسلاحف ذات منقار الصخر) بأعداد صغيرة ، وهي توجد في عدة مناطق متناثرة في المياه الساحلية لسلطنة عمان، حيث يتوافر فيها الغذاء المناسب لها .

وتعدّ السلاحف الخضراء أكثر أنواع السلاحف شيوعاً في سلطنة عمان ، وهي تبني أعشاشها فيما لا يقل عن 275 موقعاً شاطئياً على طول الساحل العماني كله. ويضع هذا النوع من السلاحف ما يقدر بـ 50000 إلى 60000 بيضة مخصبة سنوياً في

السلطنة، وهذا العدد يمثل إنتاج نحو 20000 سلحفاة أو أكثر . وهكذا فإن سلطنة عمان تستضيف أكبر عدد من السلاحف الخضراء لكي تعشش وتضع بيضها في شواطئ جزرها ، ولا توجد أية دولة أخرى مطلة على المحيط الهندي تنافس السلطنة في إيوائها لمثل هذا العدد من السلاحف الخضراء. كما ثبت أيضاً أن جزيرة مصيرة تأوي أكبر تجمعات في العالم للسلاحف ذات الرأس الضخم التي تعشش في هذه الجزيرة ، والتي يقدر عددها بنحو 30000 سلحفاة . وتوجد مواقع مهمة أخرى لتعشيش السلاحف البحرية على طول ساحل ظفار وحول جزر الحلانيات في المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وتوجد السلحفاة ذات منقار الصقر بأعداد كبيرة وبشكل ملحوظ في جزر الحلانيات. أما سلاحف ريدلي الزيتونية فلا تعشش إلا في جزيرة مصيرة وشواطئ خور مصيرة ، وهي أقل عدداً من السلاحف الخضراء ومن السلاحف ذات الرأس الضخم والسلاحف ذات منقار الصقر. وتحصل السلاحف ذات الظهر الجلدي على غذائها من المياه البحرية (البعيدة عن الشاطئ) في المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة .

وفي دولة قطر تأوي جزيرة شراوة Sharaawh تجمعات من السلاحف ذات منقار الصقر (*Eretmochelys imbricata*) التي تعشش في الجزيرة . وتشاهد صغار هذه السلاحف بعد الفقس في أوائل شهر يولية، ولكن أعداد السلاحف التي تعشش في تلك الجزيرة ضئيلة جداً (Ross and Barwani, 1981). وقد سجل وجود السلاحف الخضراء *Chelonia mydas* أيضاً في المياه القطرية (WCMC, 1997) .

وفي المملكة العربية السعودية فإن أعدادا كبيرة من السلاحف الخضراء تبني أعشاشها في كران (الموقع الأساسي) وقرين وجانا وحرقص وجريض. وتشير تقديرات أجريت في بدايات ثمانينيات القرن العشرين إلى قيام نحو 2000 أنثى من السلاحف البحرية بالتعشيش في هذه الجزر في الموسم الذي يمتد من مايو إلى سبتمبر. وتشير بيانات تم الحصول عليها بعد ذلك إلى تنقيح هذا التقدير وتخفيضه من 500 إلى 1000 أنثى سلحفاة في كل موسم. وتقوم أنثى السلحفاة بالتعشيش مرة كل سنتين أو كل ثلاث سنوات ، وبذلك يصبح إجمالي عدد إناث السلاحف التي تستخدم هذه المنطقة أكبر

بمـرتين أو ثـلاث مـرات مـن الأرقـام السـابقة (التـي لا تتضـمن ذكـور السـلاحف أو السلاحف غير البالغة) (WCMC, 1991).

2-4-2-3 أفاعي البحر

تعد أفاعي البحر sea snakes (من عائلة Hydrophiidae) أكثر الأفاعي سمية في العالم. وهي تتصف بذيول رأسية منضغطة وحراشف scutes بطنية ventral تستخدمها في السباحة في الموائل البحرية . ويوجد على الأقل تسعة أنواع من الأفاعي البحرية في المنطقـة البحريـة للمنظمـة ، تتضمـن: *Enhydrina schistosa* ، و *Hydrophis cyanocinctus* ، و *H. Lapemoides* (شكل 3–16) و*H. ornatus* ، و *Lapemis curtus* ، و *L. viperina* (= *Praescutata viperina*) ، و*gracilis Microcephalophis* (=*Hydrophis gracilis*) ، و *Pelamis platurus* (WCMC, 1991). وأفـعى البـحر ذات أنـف الصـقر hook-nosed أو أفـعى البـحر ذات الأنـف المستدق beak-nosed sea snake (التي اسمها العلمي: E. schistose) تـعد أشد الأنواع خطورة، كما أن أفعى البحر الحلقية (ذات الحلقات) annulated sea snake (التي اسمها العلمي: *H. cyanocinctus*) تعد ثاني أكثر الأنواع خطورة في المنطقة (Gallagher, 1990).

شكل 3– 16 أفعى البحر من النوع *Hydrophis lapemoides*

وبوجه عام ، ليست هناك معلومات كافية عن تجمعات أفاعي البحر في العالم ، وحتى في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية لا تتوافر غير معلومات قليلة عن تجمعات هذه الأحياء. والنوع *Hydrophis* هو الأكثر شيوعاً بالمنطقة. وتوجد مجموعات الأفاعي البحرية بشكل عام في المياه الطينية Muddy waters الدافئة وبيئاتها المفضلة متوافرة نسبياً في الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة الذي يتسم بوجود الموائل القاعية ذات التربة الناعمة substrate habitats المجاورة للمناطق الأخرى الغنية بوجود الأفاعي البحرية في بحر العرب وحول شبه الجزيرة الهندية (Gasperetti 1988; Sheppard *et al*., 1992).

وقد أوضحت دراسات حديثة أجريت في الجانب الإيراني من المنطقة البحرية الداخلية والمتوسطة لمنطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وجود سبعة أنواع من أفاعي البحر في المياه الإيرانية من بين الأنواع التسعة التي تم تسجيلها في العالم، وهي تتضمن نوعاً إضافياً هو *Hydrophis gracilis* (Safaei, 2001).

5-2-3 الطيور

قام جالجهر Gallagher *et al., (1984)* وزملاؤه بتسجيل أعداد ضخمة من الطيور البحرية، وبخاصة طيور الغاق السوقطري Socotra Cormorant والخرشنة terns Sterninae (الخرشنة الملجمة Bridled Tern ، والخرشنة بيضاء الوجنة – White checked Tern، والخرشنة ذات العرف القصير Lesser Crested Tern) التي تضع بيضها في الجزر البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويأوى إلى المنطقة البين مد جزرية نحو أربعة ملايين طائر من الطيور الخواضة waders في فصل الشتاء ، مما يجعل المنطقة البحرية للمنظمة واحدة من أهم خمس مناطق بالعالم لإيواء هذه الطيور (Zwart *et al*., 1991). وفي فصل الشتاء والمواسم الأخرى لهجرة الطيور يلاحظ أيضاً وجود نحو عشرين نوعاً آخر من الطيور المائية في المنطقة البين مد جزرية ومنطقة المياه الضحلة الواقعة أسفل منها بالمنطقة البحرية للمنظمة، وتضم هذه الأنواع: الطيور الغواصة grebes ، والغاق، والبلشون herons

والنحام (الفلامنجو)، والنوارس، والخرشنة. وقد وجد أن المسطحات الطينية mudflats أكثر غنى بالغذاء لتجمعات الطيور الخواضة من مناطق المسطحات الصخرية أو المسطحات الرملية . وتمتد المسطحات الطينية على طول شواطئ معظم الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة . ومن بين أبرز الأنواع المهمة من الطيور التي توجد في المنطقة : صائد المحار oystercatchers ، والزقزاق المطوق ringed plovers ، والزقزاق الرملي lesser sandplovers ، والطيطوي الصغير little stint ، والدريجة dunlin وغيرها .

وتحظى جزر البحرين بأهمية عالمية لأنها تضم مستعمرة صغيرة يتكاثر فيها الصقر الأسخم sooty falcon (*Falco concloor*) ، كما أنها تضم أكبر نسبة في العالم من طيور الغاق السوقطري (*Phalacrocorax nigrogularis*). ويلاحظ وجود طائر النحام الكبير (الفلامنجو) (*Phoenicopterus ruber*) بها على مدار العام كله ، كما تتكاثر العقبان النسارية Osprey (*Pandion haliaetus*) وتضع بيضها هناك أيضاً .

وعلى طول سواحل الجمهورية الإسلامية الإيرانية ، وبخاصة في الأجزاء الشمالية من المنطقة البحرية للمنظمة ، تم تسجيل وجود نحو 88 نوعاً من الطيور ، من بينها 19 نوعاً من الطيور المستوطنة بالمنطقة و 69 نوعاً من الطيور التي إما أن تقيم في فصل الشتاء أو أن تكون من الطيور المهاجرة التي تعبر المنطقة (46 نوعاً) أو الطيور البحرية التي تتكاثر وتضع بيضها فيها (23 نوعاً).

وفي دولة الكويت تم تسجيل نحو 300 نوع على الأقل من الطيور التي تنتمي إلى 55 عائلة (السديراوي Alsdirawi, 2002) . وقد تم تسجيل 137 نوعاً ، أي أكثر من 45 % من إجمالي أنواع الطيور في الكويت في بيئات المناطق الساحلية الواقعة بين أعلى مد وأدنى جزر. وتضم التجمعات الساحلية للطيور 45 نوعاً من الطيور الخواضة waders (33 %) و 65 نوعاً من الطيور السباحة waterfowl (47 %) التي عادة ما تستوطن المناطق الساحلية. وتشير التقديرات إلى أن أكثر من 53 % من الطيور التي تتكاثر

وتضع بيضها في الكويت هي من الطيور الساحلية. ومن الجدير بالذكر أن بعض الطيور التي تبني أعشاشها في المناطق الساحلية – مثل طائر أبو ملعقة spoonbill (*Platalea leucorodia*) وزقزاق السرطان crabplover (*Dromas ardeola*) لم يكن قد تم تسجيلها مؤخراً ضمن الطيور التي تتكاثر في الكويت. وكانت أقدم مجموعة من البيض قد تم تجميعها في جزيرة وربة عام 1878م وذلك لطائر بلشون الصخور western reef heron (*Egretta gularis*) (السديراوي 1989 ,Alsdirawi). ومن الثابت أن الطيور الساحلية وبخاصة الأنواع الخواضة والسباحة منها – تعد مؤشرات جيدة عن جودة ونوعية الموائل البيئية (Evans, 1992; Harbard and Wolstencroft, 1992). ومن المؤسف أن هذه الموارد الطبيعية المتنوعة والثرية بثرواتها معرضة للتهديد والخطر الآن . وفي عام 2001 فإن برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ومركز مراقبة الحماية الدولية WCMC أدرجا 15 نوعاً من الطيور ضمن الطيور المهددة بخطر الانقراض في الكويت ، 60 % منها طيور ساحلية .

ومن بين أكثر الموائل الملائمة للطيور البحرية في سلطنة عمان: المياه البحرية (البعيدة عن الشاطئ)، والجزر البحرية سواء أكانت كبيرة أم صغيرة islets، والجروف الصخرية الساحلية cliffs والشواطئ الصخرية في مسندم، والشواطئ الرملية على ساحل منطقة الباطنة، ومسطحات المد والجزر في بر الحكمان وبيئة الخور وأشجار القرم. ومن أكثر الطيور شيوعاً في هذه الموائل: الغاق، ومالك الحزين، والبلشون الأبيض egrets، وأبو ملعقة، والنحام (الفلامنجو)، والعديد من الطيور الخواضة، والنوارس، والطائر الأبله noddy ، والخرشنة (شكل 3– 17). وتستوطن منطقة بر الحكمان والأماكن المجاورة لها – بما في ذلك جزيرة محوت – مجموعات من الطيور الشاطئية التي تحظى بأهمية عالمية، وبخاصة زقزاق السرطان، وزقزاق الرمل، وطيور الدريجة dunlies، وطائر الطيطوي ذي الساق الأحمر.

الخرشنة الملجمة *sterna anaethetus* طائر الأبله العادي *Anous stolidus*

شكل 3- 17 طيور بحرية صورت في سلطنة عمان.

وتتكاثر الطيور البحرية بأعداد كبيرة في الجزر العمانية ، ومن بينها: الغاق السوقطري وطائر الأطيش المقنع masked booby في جزر الحلانيات (Mendonca *et al.*، تحت الطبع – أ). وتعشش طيور الخرشنة والنوارس السخامية في جزر الديمانيات (Mendonca *et al.*, 2001) وجزيرة هينو Hino في منطقة ظفار (Mendonca *et al.*، تحت الطبع – ب). والطيور المفترسة (الكواسر) مثل العقارب النساري osprey والصقر الأسخم sooty falcon تعشش أيضاً في جزيرتي الديمانيات والحلانيات (Mendonca *et al.*, 2001 – تحت الطبع– أ).

وتوفر المناطق الساحلية في سلطنة عمان مأوى لأعداد كبيرة جداً من الطيور التي تستوطن المنطقة في فصل الشتاء والطيور المهاجرة ، وكذلك أنواع مختلفة من الطيور التي تتكاثر أو لا تتكاثر بالمنطقة (Eriksen, 1998, 2000). والإحصاءات التي أجريت في منتصف فصل الشتاء من قبل عدد محدود من مراقبي الطيور الذين غطوا جزءاً بسيطاً فقط من خط الساحل العماني تشير إلى أن إجمالي تجمعات الطيور المائية التي أمكن ملاحظتها في منتصف الشتاء تقدر بنحو 300000 – 500000 طائر مائي، تنتمي إلى 90 – 110 نوعاً ، وأن معظم هذه الطيور من الطيور الشاطئية التي تم التعرف عليها في موقع واحد في بر الحكمان مقابل جزيرة مصيرة. وتوضح السجلات الحديثة أن طائر الكروان ذا المنقار الدقيق slender-billed curlew (*Numenius tenuirostris*) المهدد بالخطر عالمياً يقضي موسم الشتاء بشكل منتظم في هذه المنطقة وبأعداد كبيرة (MRMEWR – Oman, 2003).

وقد درس جالجهر وزملاؤه(Gallagher *et al.*(1984 حالة مستعمرات الطيور البحرية التي تتكاثر في عدة مواقع حول ساحل قطر وجزرها. وتضمنت الدراسة أربعة أنواع من

طيـور الخرشـنة (*Sterna* spp.) وكذلـك تضـمنت الدراسـة الغـاق السـوقطري (*Phalacrocorax nigrogularis*) بصورة عرضية.

وفي المملكة العربية السعودية وجدت أكبر أعداد من الطيور الخواضة التي ترد إلى المنطقة في فصل الشتاء في المسطحات الطينية بالمناطق الواقعة بين أعلى مد وأدنى جزر في خليج تاروت ، ودوحة الدافي ، والجزء الشمالي الغربي من المسلمية . ويقدر عدد الطيور الخواضة الشتوية في الجزء السعودي من المنطقة البحرية للمنظمة بنحو ربع مليون طائر سنوياً ، ويصل هذا العدد إلى أكثر من 1– 2 مليون طائر بالنسبة للمنطقة البحرية الداخلية كلها . وتوفر الجزر البحرية للمملكة العربية السعودية مواضع تعشيش رئيسية لثلاثة أنواع مختلفة على الأقل من طيور الخرشنة. وأكثرها شيوعاً هو طائر الخرشنة ذو العرف القصير lesser-crested tern ، إذ يبني نحو 25000 زوج من هذه الطيور أعشاشها في خمس جزر سعودية . ويبدو أن الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة يمثل منطقة التكاثر ووضع البيض لعدد كبير من مستعمرات الطيور على مستوى العالم . وثمة طيور بحرية أخرى ، مثل الغاق السوقطري ، وهو نوع يقتصر وجوده على شبه الجزيرة العربية ، تتكاثر أيضاً على طول الساحل الغربي للمنطقة البحرية للمنظمة .

وفي مناطق أشجار القرم بدولة الإمارات العربية المتحدة فإن النوع الفرعي الكلبائي Kalbaensis (نسبة إلى كلباء) المستوطن endemic من طائر القاوند (ملك السمك ذي الرقبة البيضاء) White-collared Kingfisher (*Halcyon chloris*) يتكاثر في موقع واحد هو خور كلباء بالشارقة، ويقدر إجمالي عدده (على مستوى العالم) بنحو 44 زوجاً فقط (Aspinall, 1996). والطيور المهمة الأخرى تتضمن طائر الهازجة أم الحذاء the Booted Warbler (*Hippolais caligata*) التي تعشش وتتكاثر في خور كلباء وليس في أي مكان آخر في سواحل الجزيرة العربية. وثمة مستعمرتان لطائر زقزاق السرطان crabplover (*Dramas ardeola*) في إمارة أبو ظبي الذي يعتمد في غذائه على القباقب (السرطانات) التي تستوطن مناطق أشجار القرم. ويقتصر وجوده هذين النوعين من الطيور (الهازجة أم الحذاء ، وزقزاق السرطان) على غربي المنطقة البحرية

للمنظمة فقط. وبالإضافة إلى ذلك هناك مستعمرات الطيور ذات الأهمية الإقليمية لأنها تتكاثر في المنطقة أو تقضي فصل الشتاء بها ، مثل طائر واق المستنقعات الهندي Indian Pond Heron (*Ardeola grayti*) وبلشون الصخور Western Reef Heron (*Egretta gularis*) والهازجة الصاخبة Clamorous Reed Warbler (*Acrocephalus stentoreus*). وتوفر المسطحات الطينية في سواحل دولة الإمارات العربية المتحدة الغذاء لأعداد ضخمة جداً من الطيور السباحة waterfowls يبلغ عددها نحو 1–3 مليون طائر، وهي تعبر المنطقة في موسم الهجرة في كل عام.

6-2-3 الثدييات البحرية

يقتصر وجود الأطوميات dugongs (أبقار البحر) على الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ، في المنطقة الممتدة من رأس تنورة بالمملكة العربية السعودية إلى أبو ظبي بدولة الإمارات العربية المتحدة . وتوجد أهم الأطوميات التي تستوطن المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة على جانبي جزر مملكة البحرين وفي المياه الإقليمية السعودية الواقعة بين دولتي قطر والإمارات العربية المتحدة ، وفي غرب إمارة أبو ظبي. ولا تشاهد الأطوميات في المياه البحرية للجمهورية الإسلامية الإيرانية والعراق والكويت وسلطنة عمان. وقد شوهدت قطعان من الأطوميات في مناطق الحشائش البحرية ، وكان أكبر قطيع منها تم تسجيله يضم أكثر من 600 فرداً ، وشوهد هذا القطيع في خليج سلوى بين مملكة البحرين وشبه جزيرة قطر. ويقدر عدد الأطوميات بالمنطقة البحرية للمنظمة بـ 7310 أطوم، وهذا يجعل الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة أهم منطقة للأطوميات في النصف الغربي لمواطن وجود هذه الحيوانات، وواحداً من أهم المواقع المعروفة خارج أستراليا للأطوميات (Preen, 1989). وتتضمن قائمة الثدييات البحرية الأخرى ذات الأهمية بالمنطقة: الحيتان والدلافين مثل حوت برايد Brydes whale، والحوت الأحدب Humpback ، والدلفين ذي الأنف القاروري Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*)، والدلفين الأحدب الهندوباسفيكي Indo – Pacific humpbacked dolphin. ويحتمل أن تكون الدلافين

والحيتان الأخرى المعروف أنها تستوطن المناطق المجاورة في المحيط الهندي موجودة أيضاً في الجزء الداخلي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وقد سجل باسون وزملاؤه Basson *et al*. (1977) الأنواع المختلفة من الدلافين الموجودة بالمنطقة البحرية للمنظمة . كما يوجد خنزير البحر عديم الزعانف Finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) أيضاً في المنطقة البحرية. وتم تسجيل 3– 4 من الحيتان الكبيرة بالمنطقة أيضاً، مع أنه من المحتمل أن تكون هذه الحيوانات غير مستوطنة بالمنطقة وإنما جنحت إلى الشاطئ بعدما حُصِرَت بالمنطقة (Chiffings, 1998).

وفي المياه العمانية وُجِد نحو 20 نوعاً من الدلافين والحيتان ، وهذا العدد يمثل 25 % من إجمالي الأنواع المعروفة من تلك الحيوانات في العالم (Baldwin and Salm, 1994). وهي تتفاوت تفاوتاً كبيراً في أحجامها، من الدلفين الدوار النحيل الجسم الرشيق الحركة slender agile spinner dolphin (الذي يصل طوله إلى أقل من مترين) إلى حوت العنبر الضخم (الذي يزيد طوله على 20 متراً). وتضم المياه الشاطئية والبحرية لسلطنة عمان 15 نوعاً من الحيتان المسننة toothed whales والدلافين (Odontoceti) وأربعة أنواع من الحيتان الفكية (البالينية) baleen whales (Mysticeti). ومن أكثر الدلافين شيوعاً في المياه العمانية: الدلفين الأحدب الهندوباسفيكي، والدلفين العادي (*Delpinus delphis*) والدلفين الدوار spinner dolphin (*Stenella longirostris*) والدلفين المنقط الاستوائي pan-tropical spotted dolphin، والدلفين ذو الأنف القاروري (*Tursiops truncatus*). وتوجد بعض الدلافين في مياه ضحلة جداً (مثل الدلفين الأحدب الهندوباسفيكي) وبعضها في خلجان صغيرة coves أو كبيرة محمية sheltered bays (مثل الدلفين ذي الأنف القاروري) ، وما تزال هناك أنواع أخرى من الدلافين تشاهد في مجموعات تضم 10 – 20 حيواناً (من الدلفين العادي) أو يختلط بعضها مع بعض وهي تطارد الأسماك. وقد شوهد قطيع يضم أكثر من 1500 دلفين من الدلافين الدوارة على بعد أربعة كيلومترات من الشاطئ قبالة صور في خليج عمان (Wilson and Baldwin, 1997).

وأكثر أنواع الحيتان المسننة شيوعاً في المياه العمانية: حوت العنبر، والحوت القاتل المزيف False Killer Whale. أما أكثر أنواع الحيتان الفكية شيوعاً هناك فهو حوت منك برايد Bride's minke والحوت الأحدب . والأنواع التي تم تسجيلها في أوقات مختلفة في المياه العمانية بالجزء الأوسط والجزء الخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة تتضمن : الحوت الأحدب (*Megaptera novaeangliae*)، والحوت القاتل المزيف (*Pseudorca crassidens*) ، والحوت القزم القاتل Pygmy killer whale (*Feresa attentuata*) ، وحوت العنبر Sperm whale (*Physeter macrocephalus*) ، والحوت الرائد Pilot whale (*Globicephala* sp.). ومن بين هذه الحيتان فإن الحوت الأحدب يوجد في المياه العمانية على مدار العام. وقد سجلت أيضاً عدة حوادث قليلة علقت فيها بعض الحيتان في شباك الغل gillnets التي تستخدم لصيد الأسماك في المياه العمانية.

3-2-7 الأحياء البحرية الخطرة في المنطقة البحرية

من بين بعض الموارد البحرية الحية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تتسم بعض أنواع خاصة من الأحياء البحرية بكونها خطرة على الإنسان ، إذ تسبب له إصابة أو تسمماً intoxication في أثناء المواجهة المباشرة بينهما . ويمكن تجنب العديد من الحوادث الخطرة عن طريق زيادة الوعي والتثقيف العام . ولهذا فإن من الأهمية بمكان تحديد وحصر الأحياء الخطرة التي تمثل تهديداً للبشر في المنطقة. وتنتمي الأحياء البحرية التي تتصف بذلك إلى طائفتي الفقاريات واللافقاريات (انظر الأشكال من 3– 18 إلى 3– 21).

3-2-7-1 اللافقاريات المفرزة للسموم

يتراوح تأثير سموم اللافقاريات البحرية على الإنسان من مجرد تهيج بسيط لأنسجة الجسم إلى الموت المفاجئ . واللافقاريات التي تحتوي في أجسامها على نوع معين من الأجهزة السامة تنتمي إلى خمس عشائر phyla كبيرة مثل الإسفنجيات Porifera، واللواسع Cnidarians (شقائق النعمان البحرية sea anemones، والهدريات hydroids ، والمرجانيات ، وقناديل البحر)، والحلقيات Annelida (الديدان الهُلبية bristleworms)، والرخويات Mollusca (الحلزونات البحرية marine snails والأخطبوطات octopuses) ، وقنفذيات الجلد Echinodermata (قنافذ البحر sea urchins ونجوم البحر sea stars) .

والإسفنجيات عبارة عن حيوانات بسيطة عديدة الخلايا تعيش بشكل رئيسي في المياه الساحلية الضحلة بالمنطقة البحرية للمنظمة. وهي تعيش على مواد الطبقة التحتية substratum للبحر، سواء أكانت نباتية مثل أعشاب البحر أو مواد صلبة مثل الصخور أو الأصداف. والعديد من هذه الحيوانات غير ضار بالإنسان، وإن كانت هناك بعض الأنواع السامة منها. ومعظم الآثار غير المرغوبة لها تتمثل في تهيج أنسجة الجلد بشكل مؤلم .

وتقع اللواسع في أربع مجموعات: الأبابيات Hydrozoa (الهدريات Hydroids "المرجان الناري"، والميدوزيات (الهلاميات) Medusae، والسحاريات Siphonophora)، والفنجانيات Scyphozoa (قنديل البحر حر السباحة free swimming Jellyfish) ، والمكعبيات Cubozoa (الميدوزيات الطويلة الصندوقية الشكل tall, box-shaped medusae) والزهريات Anthozoa (المرجان الصلب hard corals ، والمرجان اللين soft corals ، وشقائق النعمان البحرية). وللهدريات وقناديل البحر أكياس لاسعة nematocysts (كبسولات لادغة stinging capsules) تخترق جسم الفريسة وتحقن فيها سماً عندما يتصل بها الخيط اللاسع cnidae thread ويفرغ ما فيه. ومن ناحية أخرى، فإن شقائق النعمان البحرية (شكل 3 – 18 ب) والمرجانيات الحقيقية true corals لها أكياس ملولبة spirocysts أو ptychocysts ذات خيوط لاسعة لاصقة. ومعظم أنواع الأبابيات hydrozoa المعروفة على مستوى العالم، والبالغ عددها نحو

2700 نوع – غير ضارة ، ولكن بعضها – مثل المرجان الناري وقنديل البحر البرتقالي Portuguese man-of-war يمكن أن تحدث إصابات لاسعة مؤلمة للإنسان .

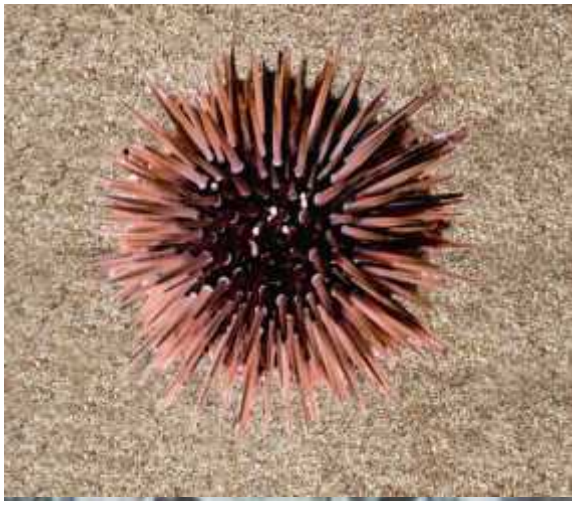
والفنجانيات Scyphozoa هي قناديل البحر الحقيقية . وهي قادرة على اللسع ولكنها ليست كلها خطرة على صحة الإنسان . وأنواع بعض الأجناس genera مثل *Cyanea* و *Pelagia* توجد في مجموعات أو "أسراب" swarms كبيرة في الجزء المتوسط والجزء الخارجي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وهي تسبب إزعاجاً للصيادين والسباحين (Thangaraja *et al.*, 1999). وتوجد في المياه العمانية بعض الأنواع مثل: *Chironex* sp.، و *Chiropsalmus* spp (Goonewardene, 1986; Cooper, 1991)، و *Chiropsalmus quadrigatus* و *C. quadrumanus*)، و *Cyanea capillata* و *Physalia* sp. (Goonewardene, 1986)، و *Carybdea* sp. (شكل 3– 18 ج)، و *Cyanae* sp.، و *Pelagia noctiluca* (Thangaraja *et al.*, 1999). وقد تم تسجيل 75 حالة من حالات الإصابة بلسعات قناديل البحر في سلطنة عمان خلال الفترة من سبتمبر 1991 إلى أغسطس 1992. وقد تعرض المصابون للسع قناديل البحر في المنطقة الواقعة حول العاصمة العمانية مسقط ، وكان من بينهم 52 ذكراً و 22 أنثى و 11 طفلاً. ووقع نحو 73 % من الإصابات في المساء و 18 % في وقت الظهر و 9 % في ساعات الصباح . وقد استعاد جميع المصابين الذين تلقوا علاجاً طبياً صحتهم بشكل كامل بحمد الله ، ولم تقع بينهم أية وفيات (Chand and Victor,1992).

وغالباً ما يسبب المرجان الصلب hard coral (Anthozoa) حالات خدوش وسحجات abrasion في الجلد عندما يلامس أي شخص يستحم في البحر الأغصان الصلبة لهذا المرجان. وثمة مستعمرات مرجانية خاصة لها خلايا لاسعة nematocysts (أنواع Physogyra , Plerogyra , Goniopora) يمكنها أن تترك طفحاً جلدياً rash عند ملامستها. ومعظم شقائق النعمان البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة غير ضارة اللهم إلا إذا تلامست لوامسها (مجساتها) tentacles مع المواضع الضعيفة في الجسم مثل الوجه والشفتين والإبطين ، فتحدث آنذاك لسعات مؤلمة .

أ- الحلزون المخروطي *Conus* spp.

ب- سمكة المهرج بين لوامس شقائق النعمان البحرية

ج-قنديل البحر اللاسع *Carybdea* sp.



د- القنفذ الأسود البحري *Echinometra mathaei*

شكل 3- 18 اللافقاريات المفرزة للسموم في المنطقة البحرية للمنظمة

وتوجد الديدان الهُلبية عديدة الأهداب polychaete bristleworms على طول سواحل المنطقة البحرية للمنظمة. ويطلق على الدودة من هذا الحيوان اسم (الغول) في العربية. وتعيش هذه الديدان في حفر عند حواف المياه الساحلية ، وهي تعض أي شيء يسد فتحة جحرها، وفي معظم بلاغات الإصابة بها كان موضع العضة هو قدم الشخص الذي وطئ جحرها. والدودة لونها قرنفلي محمر ، وتتسم بطولها ، ولذلك سميت بالغول. وتمثل طائفة الرخويات بعض رأسيات الأرجل cephalopods (الأخطبوطات) والحلزونات المخروطية البطنقدمية Gastropod cone shells (شكل 3- 18 أ) ، وهي تفرز سماً مؤلماً للإنسان. ولكل أنواع الأخطبوط فكان قويان يمكن أن يستخدمهما في

عض الإنسان. ومعظم أنواع الأخطبوط غير سامة، وعضاتها تحدث جرحاً غائراً بسيطاً يسبب ألماً متوسطاً.

ويوجد نحو 500 نوع من الحلزونات المخروطية في مختلف أنحاء بحار العالم . وهي تحتوي على جهاز متطور لإنتاج السم. وتوجد تلك الحلزونات على القيعان الرملية والمياه الساحلية في مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة. وهي تستخدم حمتها (إبرتها اللاسعة) الشبيهة بالحربونة (رمح صيد الحيتان) harpoon والحاملة للسم في الإمساك بالفريسة وإثناء مفترساتها عن مهاجمتها. وهي غالباً ما تحدث ألماً موضعياً في مكان الإصابة ، يكون مصحوباً بالشعور بغثيان nausea وقيء وإغماء dizziness وضعف عام. وفي حالات الإصابة الشديدة يعاني المصاب من متاعب في التنفس، وآلام في الصدر، وصعوبة في ابتلاع الطعام ، وإغماء ، وعدم وضوح الرؤية ، وعدم القدرة على التركيز. وتكون الوفاة نتيجة لشلل الجهاز التنفسي وعدم قدرته على العمل. ومعظم حالات الإصابة التي تم الإبلاغ عنها نتجت من مسك بعض الناس لها بأيديهم. ومن بين الأنواع المعروفة للحلزونات المخروطية يوجد 26 نوعاً في سلطنة عمان، مثل: *Conus textile*، و *C. striatus*، و *C. pennaceus*، وهذه الأنواع التي ذكرناها هي الأكثر خطورة في المياه العمانية (Bosch and Bosch, 1982).

وبالنسبة لقنفذيات الجلد echinoderms فإن طائفة قليلة منها هي التي تشكل خطراً على الإنسان. ومعظم حالات الإصابة الناجمة عنها تكون في صورة سحجات abrasions أو وخزات punctures نتيجة ملامسة أشواك هذه الحيوانات أو جلودها. ونجم البحر ذو التاج الشوكي Crown of Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) هو النوع الوحيد من نجم البحر المفرز للسموم، وهو يعيش على الشعاب المرجانية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. والسطح الخارجي لهذا الحيوان مغطى بالعديد من الأشواك الطويلة الحادة المفرزة للسم التي يمكنها أن تسبب جروحاً مؤلمة عند ملامستها .

وتوجد قنافذ البحر sea urchin (شكل 3 – 18 د) في الشواطئ الصخرية والشعاب المرجانية بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . ويمكن التعامل مع معظم القنافذ بأمان، ولكن أنواعا محددة منها تتصف بأشواكها المفرزة للسموم أو بسويقانها الشبيهة بالفك jaw-like pedicellariae القادرة على إحداث إصابات مؤلمة

جداً. وفي سلطنة عمان توجد خمسة أنواع من قنافذ البحر يمكن أن تمثل خطورة، وهي تنتمي إلى ثلاثة أجناس هي: *Diadema* و *Echinothrix* و *Toxopheustes*.

2-7-2-3 الفقاريات الخطرة

يمكن تصنيف هذه المجموعة إلى: فقاريات غير مفرزة للسموم ، وفقاريات مفرزة للسموم ، وفقاريات سامة. والفقاريات غير المفرزة للسموم التي تمثل تهديداً للإنسان تنتمي إلى بعض الأنواع الخاصة من الأسماك.

1-2-7-2-3 الفقاريات غير المفرزة للسموم

للأسماك الكهربائية أعضاء متخصصة في إنتاج الكهرباء وتفريغها، وهي قادرة على إحداث صدمات كهربائية قوية. وأكثر الأسماك البحرية قوة في كهربيتها هي اللخمة الرعادة torpedo rays (*Narcine* sp. و *Torpedo* sp.) (شكل 3- 19 أ) . وهي تعيش على قيعان جميع البحار ذات المياه الدافئة المعتدلة الضحلة، بما في ذلك المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وتتفاوت أسماك اللخمة الكهربائية تفاوتاً كبيراً في قدراتها الكهربائية ، فبعضها يولد تياراً كهربائياً تصل شدته إلى 220 فولت. والصدمات الكهربائية التي تحدثها هذه الأسماك هي وسيلة دفاعية لها، وعلى الرغم من أنها من القوة بحيث تكفي لتشكيل خطر على سلامة من يتعرض لها فإنه لم تسجل أية حوادث وفيات من جرائها.

وتنتشر أسماك القرش بكثرة في المنطقة البحرية للمنظمة ، وهي توجد في جميع الأعماق. وهي تهاجم الإنسان في أثناء الأوقات المعتادة لتناولها غذائها في ساعات العصر والمساء . وتتضمن القروش الخطرة الموجودة بالمنطقة البحرية للمنظمة: القرش الأبيض *Carcharodon carcharias* والقرش النمر *Galeocerdo cuvier* ، والقرش ذا المطرقة *Sphyrna zygaena* ، والقرش ذا المطرقة الشبيهة بالمحارة المروحية Scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) (شكل 3- 19 ب) ، وقرش ماكو Mako (*Isurus oxyrinchus*) .

وتوجد الباركودا العظمى great barracuda (*Sphyraena barracuda*) (شكل 3– 19ج) على نطاق واسع في المنطقة البحرية للمنظمة. وهي نادراً ما تهاجم الإنسان ، ومع ذلك فإنها في كثير من الأحيان تصيب الغواصين ومستخدمي أنبوب التنفس snorkelers أثناء السباحة تحت الماء بالهلع والخوف حينما تقترب منهم أو تتعقبهم.

(أ) اللخمة الرقطاء *Torpedo sinuspersici*

(ب) القرش ذو المطرقة *Sphyrna lewini*

(ج) البـاركودا العظمـى *Sphyraena barracuda*

(د) الحاقول *Tylosurus crocodilus crocodilus*

(هـ) أخفس مالابار *Epinephelus malabaricus*

(و) الناجوج (الأنقليس) *Gymnothorax favagineus*

شكل 3– 19 بعض الأسماك الخطرة في المنطقة البحرية للمنظمة.

وثمة أنواع مختلفة من الأسماك الإبرية needlefish تمثل تهديداً كبيراً للإنسان ، مثل نوع سمكة الحاقول crocodile needlefish (*Tylosurus crocodilus crocodilus*) (شكل 3– 19 د) . وتتصف الحاقول بنحول جسمها ، وهي ذات فكين مدببين وقويين

وطويلين جداً ، ويبلغ معدل طولها 1.8 متر. وهي غالباً ما توجد في المياه السطحية ، حيث ترى وهي تسبح فيها . وعادة ما يتعرض الصيادون أو الغواصون الذين يغوصون ليلاً في مناطق عديدة بالعالم لجروح شديدة من هذه السمكة أو ربما تعرضوا للموت إذا قفزت هذه الأسماك صوبهم .

وسمكة الأخفس grouper شائعة جداً، وهي من الأسماك ذات الأهمية التجارية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، حيث تعيش في المياه الضحلة على الشعاب المرجانية والمناطق الصخرية أو الرملية. وسمكة أخفس مالبار العملاقة giant malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*) (شكل 3–9 هـ) غير عدوانية بشكل عام ، ومع ذلك فهي قد تمثل خطورة على الإنسان . وتفضل هذه الأسماك المناطق القريبة من الشواطئ . ولهذا فإن على الصيادين أن يحذروها وذلك قبل دخولهم أية كهوف بحرية تحت الماء.

ومعظم أسماك الأنقليس eels غير ضارة. وعندما تستثار هذه الأسماك فإنها تهاجم من يستثيرها، وقد تحدث به جروحاً غائرة جداً إلى حد ما . وأنقليس المواري moray eels – مثل الناجوج honeycomb moray (*Gymnothorax favagineus*) (شكل 3–19و) – يعيش في مناطق الشعاب المرجانية حيث يختبئ في الشقوق والجحور الموجودة في هياكل المرجان الميت .

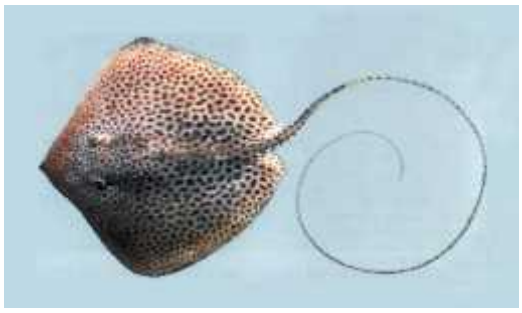
3-2-7-2-2 الفقاريات المفرزة للسموم

تقوم الفقاريات المفرزة للسموم venomous vertebrates بتفريغ سمومها إما من خلال أشواكها – كما هي حال العديد من الأنواع السمكية – أو من خلال أنيابها fangs كما في حالة أفاعي البحر . ولسمكة العي المخطط (الصلور) catfish أشواك ظهرية dorsal spines حاقنة للسموم يمكنها أن تسبب جروحاً مؤلمة حتى لو كانت السمكة ميتة . والنوع *Plotosus lineatus* (شكل 3– 20 أ) والنوع *Arius tenuispinis* هما

أشـهر أنـواع أسـماك الصـلور الخطـرة والمفـرزة للسـموم فـي المنطقـة البحريـة للمنظمـة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .

وتميل اللخمة stingrays إلى دفن نفسها جزئياً في القيعان الرملية أو الطينية في المياه الساحلية الضحلة. ويمكن لشوكة أو شوكتين من الأشواك الحاقنة للسم في ذيلها أن تؤذي السباحين الذين قد يطئون عليها أو يزعجونها دون قصد. وجميع الجروح الناتجة عن اللخمة ، سواء أكانت جروحاً بسيطة أم كبيرة، يجب أن تحظى برعاية طبية وعلاج لتجنب حدوث عدوى ثانوية . وبعض الإصابات التي تسببها اللخمة المفرزة للسموم يمكن أن تكون مميتة للإنسان إذا اخترقت بدن المصاب ، وقد سجلت عدة حالات وفيات من جراء ذلك . ولهذا يجب التعامل مع اللخمة الرقطاء darkspotted stingray (*Himantura uarnak*) (شكل 3 – 20 ب)– التي توجد في المنطقة البحرية للمنظمة – بحذر وحرص .

(أ) سرب من أسماك العي المخطط *Plotosus lineatus*



(ب) اللخمة الرقطاء *Himantura uarnak*

(ج) ديك البحر *Pterois antennata*

(د) جرة الملك المخططة *Acanthurus sohal*

شكل 3–20 بعض الأسماك المفرزة للسموم في المنطقة البحرية للمنظمة.

وجميع أنواع سمكة عقرب البحر scorpionfish – التي تتصف باحتوائها على جهاز متطور جداً لإفراز السموم – توجد في مختلف أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة .

والسمكة الصخرية reef stonefish (*Synanceia verrucosa*) تشبه قطع الشعاب المرجانية التي توجد بينها، وهي ترقد بلا حركة داخل شقوق هذه الشعاب أو تحت الصخور أو في جحور أو تدفن نفسها في الرمال أو الطين حيث غالباً ما يخطئ الغواصون في التعرف عليها فيظنون أنها جزء من الصخور . ويوجد في كل من سمكة ديك البحر lionfish ، مثل النوع *Pterois antennata* (شكل 3– 20 ج) وعقرب البحر scorpionfish الحقيقي . جهاز لإفراز السم . وتعرف في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ثلاثة أجناس من هذه الأسماك المفرزة للسموم هي *Pterois* ، و *Synanceia* و *Scorpaenopsis* .

وسمكة الجراح surgeonfish ، مثل النوع المعروف بجرة الملك المخططة lined surgeonfish (*Acanthurus sohal*) (الشكل 3– 20 د) – يستوطن الشعاب المرجانية ويرعى عليها ، والسمكة منه مزودة بشوكة حادة متحركة توجد على جانب السمكة وقاعدة الذيل . وعند استثارة هذه السمكة فإنها يمكن أن توجه الشوكة بحيث تكون بزاوية قائمة على الجسم، استعدادا للهجوم.

وتعدّ أفاعي البحر من الزواحف ذات الأنياب الأمامية السامة . ومن بين الخمسين نوعاً من الأفاعي البحرية فإن معظم هذه الأنواع يعيش في المياه الشاطئية أو حول الشعاب المرجانية . وجميع الأفاعي البحرية سامة، ويمكنها أن تسبب أذى لمن يزعجها . وقد قام (هوايت) White بتقدير أعداد الوفيات من عضة أفاعي البحر على مستوى العالم (1995) فوجد أنها لا تقل عن 150 حالة وفاة سنوياً .

3-2-7-2-3 الفقاريات السامة

إن استخدام بعض أنواع الأسماك في الاستهلاك الآدمي يسبب حالات تسمم حادة أو بسيطة . فأكل لحوم أو أحشاء viscera مثل هذه الأنواع البحرية يحدث تسمماً قد يفضي إلى موت الإنسان . والأنواع السمكية السامة في المنطقة البحرية للمنظمة التي

يجب اجتناب استهلاكها – تتضمن : عقرب البحر والفقل pufferfish (شكل 3 – 21) .

الفقل ذو الحافة السوداء *Arothron immaculatus*

عقرب البحر *Scorpaenopsis diabolus*

شكل 3–21 بعض الأسماك السامة في المنطقة البحرية للمنظمة.

وتعد سمكة الفقل أكثر الأسماك البحرية سمية ، إذ يوجد بها أشد السموم خطورة على الأعصاب ، وهو السم المعروف باسم رباعي أودونتوكسين tetraodontoxin . ولا يوجد هذا السم في جميع أجزاء جسم السمكة ، ولكنه يتركز في أحشائها viscera (الكبد ، والمناسل "الأجهزة التناسلية" gonads ، والأمعاء ... إلخ) ، وقد يوجد أحياناً في الجلد ، ونادراً ما يوجد في الأنسجة العضلية . وعلى الرغم من أن لحم سمكة الفقل سام فإنه يعدّ طعاماً شهياً في اليابان وبعض الدول الأخرى . وتُعدّ عقرب البحر أكثر أنواع الأسماك البحرية جمالاً كما أنها في الوقت نفسه أقبحها شكلاً. ويمكنها أن تسبب لدغة سامة venomous sting مؤلمة بأشواك زعانفها . ولحم هذه السمكة سام أيضاً، ولهذا لا يصلح للاستخدام الآدمي .

وأكثر سموم الأسماك البحرية شهرة على مستوى العالم هو سم "سيجواتيرا" ciguatera الذي يكون ناجماً عن استهلاك الأنواع السمكية السامة التي تعيش في الشعاب المرجانية مثل الباركودا، والأخفس، والنهاش snapper، إلخ. وعلى مستوى العالم فإن نحو خمسين ألف شخص سنوياً يعيشون في المناطق المدارية وشبه المدارية يعانون من سم سيجواتيرا. وينتج هذا السم بصورة أولية من الطحالب الدقيقة المعروفة باسم السوطيات الدوارة ثنائية الأسواط dinoflagellate (*Gambierdiscus toxicus*)، وهي نباتات قاعية epiphyte تنمو على الطحالب الكبيرة الكلسية وغيرها من الطبقات التحتية التي ترسبت على الشعاب المرجانية. وأسماك الشعاب المرجانية التي ترعى الحشائش

والطحالب تتناول في غذائها طحلب *G. toxicus* ، ومن ثم يتراكم سم السيجواتيرا في أحشائها وأنسجة عضلاتها. والأسماك الأخرى المفترسة قد تصبح سامة أيضاً بعد افتراسها للأسماك التي ترعى ذلك الطحلب. وثمة طحالب قاعية "سيجواتيرية" من نوع السوطيات الدوارة dinoflagellates species لها علاقة بزيادة سم السيجواتيرا هي: *Prorocentrum lima* ، و *P. concavum* ، و *Ostreopsis lenticularis* ، و *O. siamensis* و *Coolia* sp. (Tosteson *et al*., 1988; NCR, 1999). وعلى الرغم من أنه لم يتم الإبلاغ عن أية حالات تسمم بالسيجواتيرا إلى الآن في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية فإن وجود نوعين آخرين من السوطيات الدوارة الثنائية الأسواط من نفس نوع *Prorocentrum* (هما: *P. triestinum* و *P. minimum*) في المنطقة البحرية للمنظمة يعد دليلاً عن إمكانية حدوث هذا التسمم ، ولذلك فإنه يستحق تحقيقاً علمياً شاملاً عنه.

3-3 الموارد البحرية غير الحية

قبل ظهور النفط في المنطقة كان سكان المناطق الحضرية المطلة على ساحل البحر يعتمدون على البحر في الحصول على طعامهم وعلى مواد البناء من رمال وصخور مرجانية أيضاً. وقد شهد بزوغ فجر الحقبة النفطية في الخمسينيات بدء تشييد معامل التحلية التي تحول مياه البحر إلى بخار ومياه شديدة الملوحة brine. ويستخدم البخار في تشغيل العنفات (التوربينات) لتوليد الكهرباء وإنتاج مياه الشرب من خلال مزجها بنسبة 10 % تقريبا من المياه القليلة الملوحة brackish water (التي يتم الحصول عليها من حفر الطبقات الصخرية المائية aquifers). وتستخدم المياه الشديدة الملوحة في إنتاج ملح الطعام والكلور والصودا الكاوية . وتدار معامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء بالبترول و/ أو الغاز باعتبارهما أكثر المصادر توافراً لإنتاج الطاقة. ومع ذلك فإن النفط والغاز يظلان المورد غير الحي السائد الذي يستغل في المناطق الساحلية والبحرية بمنطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .

الفصل الرابع

الأنشطة والبنى الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر في المنطقة البحرية للمنظمة

تعتمد جودة البيئة البحرية والساحلية اعتماداً كبيراً على الأنشطة البشرية والاقتصادية والاجتماعية التي تحدث على البر (في المناطق الساحلية بشكل خاص) أو في البحر . وقد شهدت المنطقة تغيرات اقتصادية واجتماعية كبيرة منذ عقد السبعينيات في القرن العشرين ، حيث حدث نمو لم يسبق له مثيل في التحضر واتساع المدن والهجرة الجماعية والتصنيع على طول الساحل . وهذا النمو قد فاق الطاقة الاستيعابية للمنطقة مما أدى إلى آثار بيئية كبيرة . ولهذا فمن الأهمية بمكان التركيز على الأنشطة التي قد يكون لها آثار سلبية على البيئة البحرية والساحلية ، وبخاصة تلك الأنشطة الناجمة عن مياه المجاري المنزلية والمياه المنصرفة من المصانع والملوثات العضوية الثابتة (الدائمة) persistent organic pollutants ، والهيدروكربونات البترولية والمعادن النزرة trace metals والمغذيات nutrients ، بالإضافة إلى انتقال الرواسب والتغيرات الفيزيائية physical alteration والقمامة . ويهدف هذا الفصل إلى استعراض الأنشطة البرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية .

4-1 الأنشطة البرية

4-1-1 الصناعات الرئيسية والإنتاج الصناعي

شهد القطاع الصناعي نمواً غير مسبوق خلال الثلاثين عاماً الماضية . وتتضمن الصناعات الرئيسية بالمنطقة : المصافي النفطية ، والمجمعات البتروكيميائية ، ومعامل تحلية مياه البحر ومحطات توليد القدرة الكهربائية ، بالإضافة إلى الصناعات الخفيفة مثل الإنتاج الزراعي والحيواني (المواشي) وتصنيع الأغذية والمشروبات ، وهي تسهم

كلها بصورة رئيسية في زيادة حمل الكربون العضوي organic carbon load في البيئة البحرية ، كما تسهم في زيادة المصادر الرئيسية للطلب على الأكسيجين .

وتنتج البحرين 1700 طن يومياً من حبيبات اليوريا ، و 500 ألف طن سنوياً من الألومنيوم ذي الدرجة العليا . وتتضمن النفايات الناجمة عن هاتين الصناعتين مقادير عالية من الغازات والسوائل والنفايات الصلبة (UNEP, 1999).

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية يوجد في بندر عباس أكبر مصفاة لتكرير البترول في العام (UNEP, 1999). وقد بدأت المصفاة في العمل في أوائل 1998 . وقد تعرض العديد من المصافي النفطية في الجمهورية الإسلامية الإيرانية للدمار في أثناء الحرب العراقية الإيرانية . وتم تجديد بعضها عقب ذلك وما يزال بعضها الآخر تحت الإنشاء . وكان إجمالي إنتاج مصفاة عبدان 2500 برميل يومياً في عام 1912م (LBA – I. R. IRAN, 1999)، وازداد إلى 610000 برميل يومياً في عام 1977 (قبل الحرب العراقية الإيرانية) ، وثبت إنتاج المصفاة عند 450000 برميل يومياً منذ إعادة بناء المصفاة في عام 1993م .

وتوجد بعض الصناعات الثقيلة الكبرى في الجمهورية الإسلامية الإيرانية في خمس مدن رئيسية تقع في حوض نهر كارون (LBA - I. R. Iran, 1999). ويتراوح مقدار المياه الصناعية العادمة من هذه الصناعات بين 0.03 متر مكعب في الساعة من شركة فخر خورمشهر الكيميائية إلى 14640 متر مكعب في الساعة في مصفاة عبدان التي تصرف مخلفاتها السائلة في نهر أرفند Arvand (LBA - I. R. Iran, 1999). وأكثر الصناعات تلويثاً من حيث كمية السوائل العادمة الصناعية التي يتم تصريفها في حوض نهر كارون هي صناعات إنتاج الورق من السليولوز، ويتبعها في ذلك الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية ، ثم الصناعات الغذائية ، ثم صناعة الصلب (الفولاذ) .

وفي دولة الكويت، بلغ إنتاج النفط 2.4 مليون برميل يومياً في عام 1998، ومن المتوقع أن يصل إلى 3 مليون برميل يومياً في عام 2005م. وقد بلغ إنتاج الزيت المكرر من المصافي الثلاث القائمة بالكويت نحو 854000 برميل يومياً. وبلغ إنتاج

الغاز البترولي المسال 121000 برميل يومياً في عام 1998. وظل إنتاج الأمونيا السائلة ثابتاً عند 594000 طن متري في السنة، والإنتاج السنوي من اليوريا 792000 طن متري. والإنتاج السنوي من المواد البتروكيميائية مثل الإيثيلين والبولي إيثيلين عالي الكثافة والإيثيلين جليكول ethylene glycol بلغ 650000 ، 35000 ، 350000 طن متري على التوالي في عام 1997م (الهيئة العامة للبيئة – EPA - KUWAIT, 2002) .

وفي دولة قطر تقوم شركة البترول الوطنية للتوزيع (نودكو) NODCO بتكرير 62000 برميل يومياً من الزيت الخام ، وهي الآن تقوم بتوسيع عملياتها لزيادة طاقتها من تكرير الزيت الخام إلى 82000 برميل يومياً. وبالإضافة إلى ذلك يتم معالجة 27000 برميل يومياً من المكثفات الثابتة stabilized condensate من حقل الشمال (LBA – Qatar, 1999). وقد تم إنشاء مصنعين متماثلين في قطر في عامي 1973 و 1979، وهما ينتجان 800000 طن سنويا من الأمونيا و 900000 طن سنويا من اليوريا. وثمة مصنع ثالث تم إنشاؤه في عام 1997 لإنتاج 547500 طن سنوياً من الأمونيا و 730000 طن سنوياً من اليوريا. وهناك مصنع رابع قيد الإنشاء (LBA – Qatar, 1999). والمنتجات البتروكيميائية الأخرى التي يتم إنتاجها في قطر تتضمن 525000 طن سنوياً من الإيثيلين و 360000 طن سنوياً من البولي إيثيلين عالي الكثافة و 70000 طن سنوياً من الكبريت .

وفي المملكة العربية السعودية يقدر إنتاج المصافي الثلاث الموجودة بالجبيل ورأس تنورة ورأس الخفجي على الساحل الشرقي للمملكة على المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، بـ 551351 برميلاً يومياً. وهناك تسعة مصانع بتروكيميائية في المنطقة تنتج 7.32 مليون طن سنوياً من المنتجات البتروكيميائية تتراوح بين الميثانول، والإيثانول، وكلوريد الإيثيلين، وإيثيل البنزين، والإستيرين styrene، والكلوريد، والصودا الكاوية، والفورمالدهيد، وميثيل رباعي بيوتيل الإيثير MTBE، والبولي إيثيلين، والميثان، والإيثيلين، والنيتروجين، وغاز الأكسيجين، وأحادي جليكول الإيثيلين monoethylene glycol، إلخ. (LBA-Saudi Arabia, 1999).
أما في دولة الإمارات العربية المتحدة فإن إجمالي إنتاج المصافي النفطية بها قد ازداد من 180000 برميل يومياً في عام 1986 إلى 240000 برميل يومياً في عام 1997م ،

وهو ما يمثل 12 % من النفط المنتج في هذه الدولة . ويتم استهلاك نحو 50 % من هذه المنتجات البترولية المكررة محلياً (LBA-UAE,1999).

4-1-1-1 الآثار الناجمة عن معامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء

في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية فإن الموارد التقليدية للمياه مثل المياه السطحية العذبة والمياه الجوفية القابلة للتجدد محدودة جداً إلى قدر كبير . ومن أجل تلبية متطلبات العدد المتزايد من السكان في المنطقة من مياه الشرب فقد أدخلت تقنية تحلية مياه البحر في عقد الستينيات من القرن العشرين. ويوجد في مختلف أنحاء العالم أكثر من 11000 معمل تحلية مياه قيد العمل، وتنتج هذه المعامل زهاء 20 مليون متر مكعب يومياً من المياه المحلاة، علماً بأن نحو 65 % من إجمالي الطاقة الإنتاجية لهذه المعامل يوجد في غرب آسيا والشرق الأوسط (WHO, 2000). وتختلف الطاقة الإنتاجية لمعامل التحلية من 113650 مترا مكعبا يومياً في مملكة البحرين إلى 1698874 مترا مكعبا يومياً في المملكة العربية السعودية. وتستخدم عدة تقنيات لتحلية مياه البحر، وهي تتضمن: التناضح العكسي reverse osmosis، والفصل الكهربائي باستخدام الغشاء الفاصل (الديلزة) electro dialysis، والضغط الحراري thermal compression، والضغط البخاري vapour compression.

وفي المنطقة البحرية للمنظمة توجد محطات التحلية ذات الإنتاج الكبير على طول خط الساحل، وهي تقوم بتصريف المياه الشديدة الملوحة الناتجة عن عمليات التحلية إلى المناطق الساحلية المجاورة لها . وتشتمل المياه المنصرفة من المعامل على مياه شديدة الملوحة brine وكلور بالإضافة إلى ما تحدثه من تلوث حراري ، وهو الأمر الذي يمثل تهديداً مستمراً وخطيراً للبيئة البحرية في منطقة عمل المنظمة . كما تحتوي المياه المنصرفة أيضاً على أحياء دقيقة يمكن أن تكون من البكتيريا والأوليات (البروتوزوا) protozoa الممرضة ، وربما الفيروسات أيضاً (WHO, 2000). ويتم إنتاج نحو 43 % من المياه المحلاة في العالم في دول مجلس التعاون الخليجي ، وهذه النسبة سوف تزداد

في المستقبل القريب (GEO3, 2002). وعلى الرغم من سخونة المياه الشديدة الملوحة التي يتم تصريفها من معامل التحلية إلى البحر فإن هذه المياه قد تؤثر في اتزان النظم البيئية (الإيكولوجية) . ولم يتم التحقق جيداً من آثار تصريف هذه المياه على البيئة البحرية (LBA - Saudi Arabia, 1999) .

وتتوقف الآثار البيئية للمياه الشديدة الملوحة على الخصائص والسمات الفيزيائية والكيميائية والحيوية (البيولوجية) للبيئة الساحلية التي يتم تصريف هذه المياه فيها. وفي معظم الأحيان فإن هذه المياه تدخل مرة ثانية إلى معامل التحلية مع اللقيم feed ، مما يؤدي إلى انخفاض الكفاءة التشغيلية وإعادة إدخال الملوثات إلى تلك المعامل. ووفقا لمجلس المحافظة على المياه المالحة (SWCC) (1997) فإن أكبر معمل لتحلية الماء في العالم يوجد في مدينة الجبيل السعودية. ولهذا المعمل مآخذ ومخارج منفصلة لسحب مياه البحر وتصريف المياه الخارجة، وذلك لعزل هذه عن تلك وتقليل احتمالات تلوث مياه اللقيم بالمياه الشديدة الملوحة التي يتم تصريفها من المعمل . وقد تم تصميم مصب تصريف المياه الخارجة لتحقيق أقصى اختلاط ممكن وتشتيت المياه المالحة التي يتم تصريفها وذلك قبل أن تتفرق هذه المياه في البحر المفتوح. وبالنسبة لمحطات شرق الدوحة وغرب الدوحة ومحطة الزور لتحلية المياه في دولة الكويت (العوضي-Al Awadi,1995) ومعمل التحلية في الطويلة بأبو ظبي (القبيسي Al-Gobaisi,1994) فقد صممت بشكل عصري بحيث يكون لها مآخذ ومخارج لسحب مياه البحر وتصريف مياه محطات التحلية، وهذه المآخذ والمخارج منفصلة عن بعضها، وذلك لتقليل الآثار الفيزيائية والكيميائية والحيوية (البيولوجية) الضارة لها.

ويبلغ حجم السوائل المنصرفة من محطة توليد الكهرباء في بندر عباس بالجمهورية الإسلامية الإيرانية 1391088 مترا مكعبا سنوياً. ويحدث التلوث من خلال سكب الكيماويات بصورة غير مباشرة، مثل : الهيدرازين hydrazine والمواد المضادة لتكوين الرغوة antifoam materials، والفوسفات، والأحماض، وهيدروكسيد الصوديوم (MNR I. R. Iran, 2003).

وقد أوضحت قياسات الموصلية الكهربائية conductivity للمياه المنصرفة من معامل تحلية مياه البحر في سلطنة عمان أن هذه الموصلية تتراوح بين 70000 – 90000 ميكرو مهو/ سنتيمتر uS/cm في معمل التحلية بكمزور Kamzor، وبين 80000 – 180000 ميكرو مهو/ سنتيمتر في معمل التحلية بليما Lima، وبين 80000 – 90000 ميكرو مهو/ سنتيمتر في معمل التحلية بشصة Shussa (MRMEWR-Oman, 2003).

2-1-1-4 تقديرات السوائل الصناعية العادمة

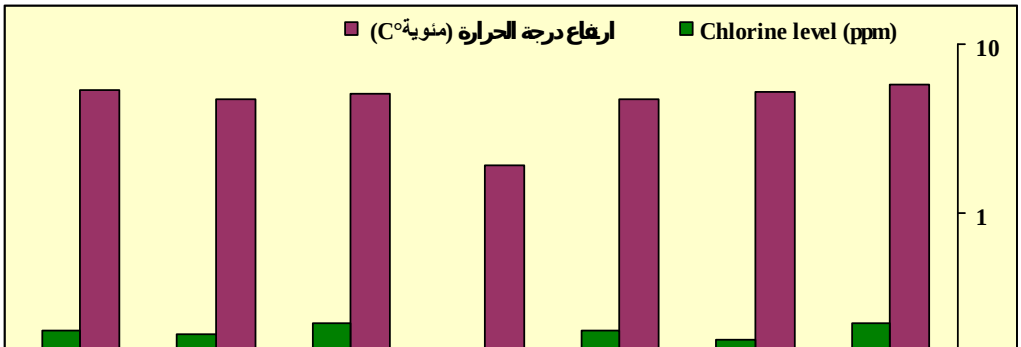
إن الصناعات التي توجد على طول الشريط الساحلي تقوم عادة بتصريف مخلفاتها السائلة مباشرة إلى البحر. وتقوم معامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء بتصريف نحو 48 % من إجمالي حجم المياه الصناعية العادمة، مما يسهم في زيادة الطلب على الأكسيجين الحيوي BOD والطلب على الأكسيجين الكيميائي COD وحمل المواد الصلبة العالقة suspended solids في البيئة البحرية . وتقوم المصافي النفطية بالإسهام بنحو 28 % من إجمالي حجم المياه الصناعية العادمة. وهي مساهم رئيسي في زيادة الطلب على الأكسيجين الكيميائي وزيادة حمل الزيوت والمعادن oil & metals load في مياه المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وتسهم الصناعات البتروكيماوية بنسبة 19 % من إجمالي المياه العادمة المنصرفة إلى المنطقة البحرية، في حين تسهم سائر الصناعات الأخرى بنسبة 5 % من إجمالي المياه التي يتم تصريفها إلى المنطقة البحرية للمنظمة (SOMER, 2000). كما أن معامل تحلية المياه ومحطات توليد الطاقة الكهربائية مسئولة أيضاً عن الحمل الكبير من الملوثات النفطية في المنطقة البحرية للمنظمة.

وفي مملكة البحرين فإن مقدار المخلفات النفطية السائلة التي يتم تصريفها في البيئة البحرية خلال الفترة من 1996 إلى 1998 قد اختلف اعتمادا على نوع المخلفات. وكانت أعلى نسبة نفايات نفطية تم تسجيلها هي النفايات القطرانية tarry pitch التي قدرت بنحو 1500000 طن سنوياً ، ثم تبعتها الحمأة النفطية oil sludge التي تراوحت كمياتها بين 3000 و 10600 طن في السنة ، ثم الزيوت العادمة التي قدرت بنحو 12 طناً

سنوياً (LBA – Bahrain, 1999). ويمثل ذلك زيادة مقدارها 14.5 % مقارنة مع البيانات التي تم جمعها في منتصف عقد الثمانينيات . ويتم إرسال معظم هذه النفايات السائلة لإعادة تدويرها ، في حين يتم حرق الباقي لتقليل حجمها ووزنها ، وهو الأمر الذي قد يقلل من أخطارها المحتملة ، إذ إن البقايا المتخلفة من عمليات الحرق يمكن طمرها في مكبات أرضية land fills (LBA – Bahrain, 1999).

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية فإن إجمالي تراكيز الملوثات في النفايات السائلة الناجمة عن الصناعات البتروكيميائية في بندر الإمام قدرت على النحو التالي: الطلب على الأكسيجين الكيميائي: 2408، والمواد الصلبة العالقة: 2628، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS : 31660 ، وتركيز أيونات النيتروجين (No_3-) N: 23860 وأيونات الفوسفور (PO_4^{3-}) P: 1.075 مليجرام / لتر، في حين كانت تراكيز الملوثات في منطقة عبدان كما يلي: الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي: 122، والطلب على الأكسيجين الكيميائي: 372، والمواد الصلبة العالقة: 533، وإجمالي المواد الذائبة: 9366، وتركيز أيونات النيتروجين (No_3-) N: 13.724 وأيونات الفوسفور (PO_4^{3-}) P: 0.009 مليجرام/ لتر، ولم يتم تسجيل الحمل الإجمالي total load لكل موقع منهما (MNR-I. R. Iran, 2003).

والمياه الصناعية المنصرفة إلى البيئة البحرية من محطات المعالجة في ميناء الفحل بسلطنة عمان خلال الفترة من يناير إلى ديسمبر في عامي 2001م و 2002م كانت 203819 و 203822 مترا مكعبا سنوياً على التوالي، وكانت تراكيز الهيدروكربونات بها 15 و 14 مليجراما / لتر على التوالي (PDO-Oman, 2002) . وحجم مياه التبريد التي يتم تصريفها شهرياً إلى البيئة البحرية من شركة عمان للغاز الطبيعي المسال (OLNG) كان 64000 متر مكعب / ساعة خلال عامي 2001 و 2002م (التقارير الشهرية لشركة عمان للغاز الطبيعي المسال، 2001 و 2002م). وقد كان ارتفاع درجة حرارة مياه البحر وتركيز الكلور الناجمين عن تصريف مياه التبريد من هذه الشركة ضمن الحدود المسموح بها (شكل 4– 1) .



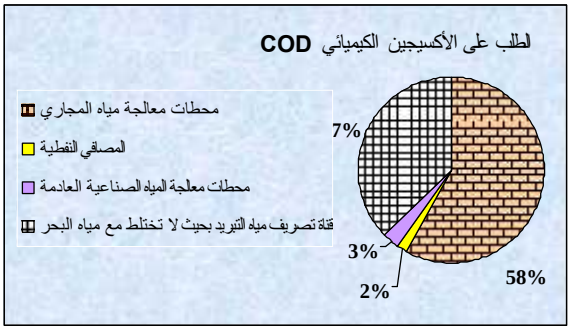
شكل 4– 1 خصائص مياه التبريد المنصرفة إلى البيئة البحرية من شركة عمان للغاز الطبيعي المسال في بعض الأشهر من عامي 2001 و 2002م.

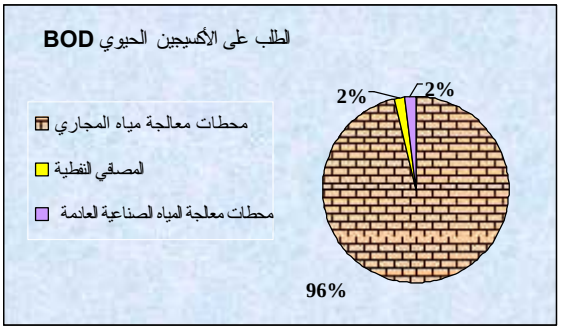
وفي دولة قطر كان حجم مياه التبريد والمياه الشديدة الملوحة التي يتم تصريفها من معامل تحلية المياه ومحطات توليد الطاقة الكهربائية متفاوتاً ويتراوح بين 25000 و 124800 متر مكعب/ ساعة (219 – 1093 مليون متر مكعب سنوياً) . وكان تركيز بقايا الكلور residual chlorine هو 0.1 جزء في المليون (ما يعادل 21900 – 109300 طن سنوياً من الكلور)، وكان حمل التلوث الحراري عالياً. وقد اُقتُرِح ضرورة استخدام عمليات الحرق incineration للتخلص من حمل المخلفات المتبقية residual load (التي تقدر بنحو 5–10 أطنان سنوياً) من الزيت والكيماويات الناتجة من معامل تحلية الماء ومحطات توليد الطاقة الكهربائية. والمياه الصناعية العادمة الرئيسية التي يتم تصريفها من المصافي النفطية تتكون من هيدروكربونات سائلة، وقد تحتوي أيضاً على الفينول والكبريتيدات Sulphides والمواد الصلبة الذائبة. وقد تم تقدير حجم المياه الصناعية العادمة الناتجة من عمليات التصنيع (في المصافي النفطية) بنحو 800 متر مكعب يومياً، بمحتوى من النفط مقداره 103.2 متر مكعب يومياً. وتقوم مصانع البتروكيماويات والأسمدة أيضاً بإنتاج مقادير كبيرة من النفايات السائلة، بالإضافة إلى إنتاج الغاز والوقود (LBA-Qatar, 1999).

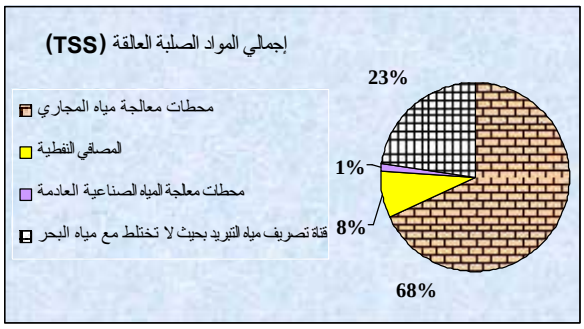
وفي المملكة العربية السعودية فإن مخلفات السوائل الصناعية التي يتم تصريفها إلى البحر تأتي بشكل رئيسي من محطات معالجة مياه المجاري، وهي تتكون من مخلفات منزلية وصناعية. وفي عام 1999 بلغ الحمل الإجمالي total load من النفايات السائلة التي يتم توليدها 772500 متر مكعب يومياً، وكمية النفايات السائلة التي يتم تصريفها

إلى الساحل السعودي للمنطقة البحرية للمنظمة 600000 متر مكعب يومياً (LBA – Saudi Arabia, 1999). ويدل حجم الملوثات من النفايات السائلة التي يتم تصريفها إلى البحر على أن الطلب على الأكسيجين الكيميائي لأعلى حمل كان 22079 طناً/ سنة، ثم يتبعه إجمالي المواد الصلبة العالقة 10380، والطلب على الأكسيجين الحيوي 6622 طناً / سنة. والنسب المئوية لمختلف الملوثات السائلة التي يتم تصريفها من مصادر مختلفة موضحة في الشكل رقم 4– 2. وكان إجمالي حمل الملوثات من أيونات النيتروجين (NH_3-N) هو 1802 طن/ سنة وأيونات الفوسفور (PO_4-P) هو 4396 طناً/ سنة. وكان أقل حمل تم تسجيله لإجمالي الكلور ($T\text{-}Cl_2$) هو 1337 طناً/ سنة. وتضم شركة أرامكو السعودية أربعة مرافق صناعية تقوم بتصريف المياه العادمة التي تمت معالجتها إلى البحر وذلك بعد استخدامها جزئياً في أغراض الري. ولا تتوافر بيانات عن أحجام المياه العادمة التي يتم تصريفها إلى البحر من هذه المرافق، وكذلك حجم المياه المستخدمة في الري (LBA –Saudi Arabia, 1999).

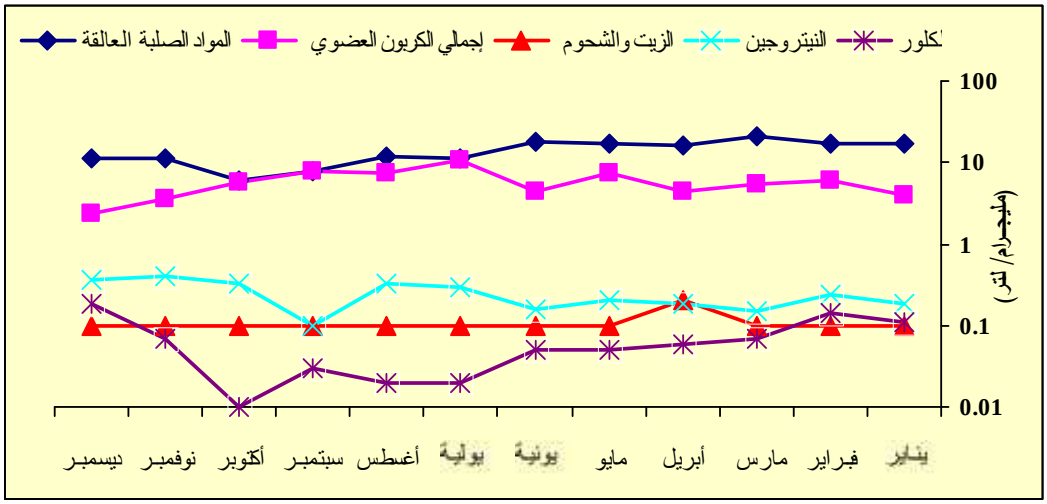
وقد كان حجم النفايات الصناعية السائلة التي يتم تصريفها إلى البحر من المملكة العربية السعودية 399831950 متراً مكعباً/ سنة خلال عام2001 (MNR-Saudi Arabia, 2003). وتحتوي النفايات السائلة على تراكيز عالية من الملوثات التي تتضمن: رواسب عالقة تتراوح بين 6 مليجرامات/ لتر (أكتوبر) إلى 21 مليجراماً / لتر (مارس)، وإجمالي الكربون العضوي TOC الذي تراوح من 2.3 مليجرام/ لتر (ديسمبر) إلى 10.5 مليجرام/ لتر (يوليو)، والزيوت والشحوم من 0.1 إلى 0.2 مليجرام/ لتر (أبريل)، والنيتروجين من 0.1 مليجرام/ لتر (سبتمبر) إلى 0.41 مليجرام/ لتر (نوفمبر)، والكلور من 0.01 مليجرام / لتر (أكتوبر) إلى 0.18 مليجرام/ لتر (ديسمبر) (شكل 4– 3)، والفوسفور من أقل من 0.01 مليجرام/ لتر (مايو، يونية، أكتوبر) إلى 0.05 مليجرام / لتر (أغسطس).







شكل 4– 2 النسب المئوية لمختلف الملوثات السائلة التي تم تصريفها من الجانب السعودي في المنطقة البحرية للمنظمة في عام 1999



شكل 4– 3 مستويات المواد الصلبة العالقة (SS) ، وإجمالي الكربون العضوي (TOC) والزيوت والشحوم ، والنيتروجين ، والكلور (مليجرام/ لتر) في النفايات الصناعية السائلة التي تم تصريفها من المملكة العربية السعودية خلال عام 2001.

وقد قدرت كمية المخلفات الصناعية السائلة التي تم إنتاجها في دولة الإمارات العربية المتحدة بـ 37 مليون متر مكعب في عام 1998. وكان الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي وإجمالي المواد الصلبة العالقة وحمل التلوث النفطي: 11082 و 29727 و 20140 طناً/ سنة على التوالي. وفي أبو ظبي تم تقدير الطلب على الأكسيجين

البيوكيميائي وإجمالي المواد الصلبة العالقة وحمل التلوث النفطي بـ 3018 و 10330 و 6748 طناً/ سنة على التوالي. والمصادر الرئيسية للطلب على الأكسيجين البيوكيميائي في أبو ظبي هي: مزارع وصناعة الألبان، ومزارع الدواجن، والمصافي النفطية، والمسالخ، التي تسهم بنسبة 44 % و 27 % و 20 % و 9 % على التوالي من إجمالي الحمل البيئي ، في حين أن المصادر الرئيسية لحمل إجمالي المواد الصلبة العالقة هي: مزارع وصناعات الألبان، ومزارع الدواجن، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية (LBA-UAE, 1999). ويتم تصريف النفايات السائلة إلى البحر في ثلاثة مواقع بإمارة دبي بمعدل 176150469 متراً مكعباً شهرياً من محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعمل تحلية مياه البحر ومحطة معالجة النفايات في موقع هيئة دبي للكهرباء والماء. كما يتم تصريف النفايات السائلة بمعدل 30000 – 50000 متر مكعب/ ساعة من موقع (دبل) Dubal في جبل علي، بمعدل 22000 متر مكعب/ شهر من موقع (الخليج لتشكيل البلاستيك) Gulf Extrusions في جبل علي. وقد كانت مستويات الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي في المواقع السابقة: 8.8 مليجرام/ لتر، و 2.6 مليجرام/ لتر، و 13 مليجرام/ لتر على التوالي (MNR-UAE, 2003).

4-1-1-3 تقديرات النفايات الصناعية الصلبة

وفقاً لبيانات التقييم السريع الذي قامت به المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وتقارير الدول الأعضاء فيها ، فإن الحمأة النفطية oil sludge كانت تحتل المرتبة الأولى في قائمة النفايات الصناعية الصلبة التي تم إنتاجها في منطقة عمل المنظمة في عام 1999. ويمكن للنفايات الصلبة الناتجة عن مختلف الصناعات القائمة بالمنطقة أن يكون لها تأثير ضار على المنطقة البحرية للمنظمة إذا لم يتم إدارتها والتعامل معها ومعالجتها بشكل مناسب .

وفي مملكة البحرين فإن النفايات الصناعية الصلبة الرئيسية تتضمن حبيبات الرمل الخشنة والناعمة التي تستخدم في عمليات السفع الرملي sand blasting. وفي الفترة

من عام 1996 إلى 1998 قدرت كمية هذه النفايات بنحو 35000 طن/ سنة من الرمال الخشنة grit و 35000 طن/ سنة من الرمال الناعمة slit، وتمثل هاتان الكميتان 57 % من إجمالي النفايات الصناعية الصلبة في مملكة البحرين. وقد أوضحت هذه البيانات حدوث انخفاض مقداره 20 % عما كان قد تم تسجيله لنفس النفايات في عام 1990م . ومما هو جدير بالذكر أن جميع هذه المخلفات الصلبة يتم التخلص منها بطرحها في موقع مكب البلدية في (عسكر) (LBA–Bahrain, 1999) .

وقد تم تقدير كمية النفايات الصناعية وشبه الصناعية semi-solid التي يتم إنتاجها في الكويت بـ 1742688 طناً/ سنة ، من بينها 697724 طناً/ سنة نفايات شبة صلبة. وباستثناء الحمأة الصناعية التي يتم توليدها في مناطق الشعيبة والوفرة والأحمدي ، فإن النفايات السامة الناتجة من صناعات أخرى تشكل نحو 7400 طن/ سنة . وتبلغ كمية نفايات الحمأة التي يتم توليدها في منطقة الشعيبة الصناعية بنحو 64000 طن/ سنة (69.6 %). وتحتوي النفايات الناتجة من صناعات صهر الألومنيوم والرصاص على مستويات عالية من المعادن النزرة trace metals مثل الكروم والنيكل والرصاص. وتم تقدير النفايات الخطرة من الكيماويات والأدوية الفاسدة (المنتهية صلاحيتها) بنحو 5 أطنان سنوياً (EPA – Kuwait, 2002) .

وقد تم تقدير النفايات الصناعية الصلبة في سلطنة عمان بنحو 49172 طناً/ سنة ، ويمثل هذا المقدار 4 % من إجمالي النفايات الصلبة التي يتم إنتاجها في الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (1276231 طناً/ سنة وفقاً لبيانات 1984–1987). ومع ذلك فإن مستويات النفايات الصلبة في سلطنة عمان لا تمثل مشكلة بفضل تطبيق أنظمة حماية البيئة بشكل حازم (القرار الوزاري رقم 17/ 93). وتتم إدارة النفايات ومعالجتها بشكل مناسب بحيث لا تشكل خطراً على البيئة أو الإنسان (LBA – Oman, 1999).

وتتفاوت كمية النفايات الصلبة في دولة قطر تبعاً لنوع الصناعة المنتجة لها. ومعظم النفايات الصلبة التي يتم توليدها في قطر تحتوي على حمأة زيتية وغبار الحديد iron

dust ومواد صلبة أخرى يتم توليدها في صناعة الصلب. والمخلفات الصلبة الناتجة من معامل تحلية مياه البحر ومحطات توليد الطاقة الكهربائية تتكون من المخلفات المتبقية من مناطق الخزانات tank farms وعمليات فصل الماء من النفط oil water separation، ومخلفات زيوت التزييت lubricating oils. وتبلغ كمية هذه المخلفات جميعاً نحو 10 أطنان/ سنة. ويتم تخزين تلك المخلفات في موقع العمل، ثم يتم التخلص منها بالحرق incineration. وينتج من عمليات تكرير النفط 16.2 طن/ سنة من النفايات الصلبة التي تتكون من المواد الحفازة catalysts والمناخل الجزيئية molecular sieves والحمأة ، ويتم التخلص من هذه المخلفات بالردم في موقع خاص بمسيعيد. وتقوم مصانع اليوريا والأمونيا بتوليد 100 طن/ سنة من نفايات المواد الحفازة التي يعاد تدويرها. كما يتم إنتاج نحو 150 طناً / سنة من النفايات الهيدروكربونية من الغاز الطبيعي المسال، بالإضافة إلى كميات صغيرة من المرشحات والمواد الحفازة. وسيتم التخلص من هذه النفايات في نهاية المطاف – بإلقائها في مكب خاص للنفايات يجري إعداده حالياً في مدينة رأس لفان الصناعية. وتقوم صناعة المواد المضافة للوقود fuel additives أيضاً بإنتاج نفايات صلبة يتم تصنيفها على أنها نفايات غير خطرة، وتتراوح كمياتها بين 3 أمتار مكعبة سنوياً بالنسبة لخراطيش المرشحات المستعملة used filter cartridge و 352 متراً مكعباً سنوياً من المواد الحفازة المستهلكة (LBA – Qatar, 1999).

وفي المملكة العربية السعودية قُدِّرَت كمية النفايات الصلبة الناتجة من الأنشطة المنزلية والتجارية بنحو 12 مليون طن سنوياً، من بينها 2 مليون طن يتم إنتاجها سنوياً في المنطقة الشرقية وحدها. وقد قامت مصلحة الأرصاد وحماية البيئة (MEPA) (1994) بتقدير كمية النفايات الصناعية الصلبة (الخطرة وغير الخطرة) – بما في ذلك تلك النفايات الناتجة عن صناعات البتروكيماويات والأسمنت، والأسمدة ، والحديد والصلب ، والصناعات الصغيرة والمتوسطة ، ومرافق الموانئ ، والمصافي النفطية ... إلخ في المنطقة الشرقية من المملكة – بنحو 106700 طن / سنة. ولكن تقديراً آخر أكثر حداثة (LBA – Saudi Arabia, 1999) يشير إلى زيادة كمية النفايات الصلبة إلى 199366 طناً/ سنة. ويتضمن هذا التقرير النفايات الصلبة الناتجة من الصناعات البتروكيميائية،

ومصانع الأسمنت، والمصافي النفطية. ومن الجدير بالذكر أن النفايات الصلبة الخطيرة محظور إلقاؤها في البحر. وثمة عدة شركات مرخصة في المملكة لديها مرادم ومكبات للنفايات ومرافق خاصة بمعالجتها كيميائياً، وضغطها encapsulation وتثبيتها كيميائياً stabilization، وحرقها incineration وذلك بغرض الإدارة البيئية للنفايات الصناعية (LBA – Saudi Arabia, 1999).

وقد قُدِّرَت كمية النفايات الصناعية الصلبة في دولة الإمارات العربية المتحدة في عام 1998 بـ 327086 طناً/ سنة، وتشكل النفايات النفطية 48 % منها، في حين تشكل النفايات العضوية 14 % منها، وتشكل النفايات غير العضوية نسبة 37 % منها. وتعد معالجة الزيوت المستهلكة used oil أحد المصادر الصناعية الرئيسية للحمأة النفطية ، وتشكل هذه الزيوت 80 % من إجمالي الحمأة النفطية المنتجة في الدولة. وفي إمارة دبي فإن كمية النفايات الخطرة التي تم الإبلاغ عنها في عام 1997 كانت 110650 طنا/ سنة، من بينها 17 % حمأة نفطية و 1 % حمأة عضوية و 82 % حمأة غير عضوية. وفي إمارة أبو ظبي تعد المصافي النفطية المصدر الصناعي الرئيسي المسئول عن إنتاج الحمأة النفطية (28413 طناً/ سنة) التي تمثل نسبة 20 % من إجمالي إنتاج الحمأة النفطية في دولة الإمارات العربية المتحدة ، والتي تقدر كميتها بنحو مليون طن سنوياً. وتوضح البيانات الفعلية المقدمة من مصنع الألومنيوم أن الحمأة غير العضوية الناتجة عن المصنع تمثل 90 % (109896 طناً/ سنة) من إجمالي النفايات غير العضوية التي يتم إنتاجها في دولة الإمارات العربية المتحدة. وقد قدرت كمية الحمأة النفطية في فُرَض ومرافق التصدير البحرية بنحو 130000 طن/ سنة (LBA – UAE, 1999). وفي عام 2001م كانت كمية النفايات الصلبة الناتجة من الأنشطة البلدية domestic activities في دبي 660572 طناً/ سنة، وهي تحتوي على ورق ولدائن (بلاستيك) وزجاج ومعادن ونفايات عضوية (MNR – UAE, 2003).

4-1-1-4 تقديرات الانبعاثات الغازية الصناعية

إن المصدر الرئيسي للانبعاثات الغازية في الهواء التي تلوث البيئة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هو المناطق الصناعية، بما في ذلك المصافي النفطية ومراكز تجميع النفط، والمنصات البحرية النفطية، ومصانع البتروكيماويات والأسمدة، بالإضافة إلى محطات توليد الطاقة الكهربائية، والمركبات والسيارات. ويشكل انبعاث الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات (PAHs) من حرق الوقود في محركات السيارات خطراً كبيراً على البيئة والصحة العامة. ويسهم الترسب الجوي atmospheric deposition للملوثات الغازية إلى حد معين أيضاً في تلوث البيئة البحرية بالمنطقة .

وفي مملكة البحرين ازداد عدد المركبات من 120000 في عام 1990 إلى 185000 في عام 1998 ، مما يشكل مصدراً كبيراً لتلوث الهواء. وكانت كمية عادم الزيوت المستهلكة في السيارات خلال الفترة من 1996 إلى 1998 نحو 3000 طن/ سنة (LBA – Bahrain, 1999).

وقد أجري تقييم لحمل انبعاثات الملوثات الهوائية التي تنطلق إلى الغلاف الجوي من ثلاث مناطق في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، فأوضح أن ثاني أكسيد الكربون – الذي ينبعث بمقدار 391737 طنا/ سنة – هو الملوث الرئيسي للهواء. والملوث الثاني الذي يتبعه في المرتبة هو أكاسيد النيتروجين (NO_X)، التي تقدر كميتها بـ 113757 طناً/ سنة، ثم تأتي أكاسيد الكبريت (SO_X) في المرتبة الثالثة، إذ تقدر كميتها بـ 92089 طناً/ سنة، ثم الجسيمات العالقة suspended particulate matter التي تبلغ 31227 طناً/ سنة. وينبعث نحو 62 % (390891 طنا/ سنة) من إجمالي حمل الملوثات (الذي يبلغ 634810 طنا/ سنة) في منطقة إيران إلى الغلاف الجوي من الأنشطة الصناعية في خوزستان، ويلي ذلك 26 % (166400 طنا/ سنة) من هرمزجان ، و 12 % (71519 طنا/ سنة) من منطقة بوشهر (LBA – I. R. Iran, 1999). والانبعاثات الغازية من الصناعات البتروكيميائية الموجودة في بندر الإمام، والرازي، والفارابي، وعبدان، بالإضافة إلى مصفاة عبدان تنتج حملاً إجمالياً من الملوثات يبلغ 43380.56 طن/ سنة من أكاسيد النيتروجين، و 585.56 طن/ سنة من أكاسيد الكبريت، و 450727 طن/ سنة من أول أكسيد الكربون، و 320543.94 طن/ سنة من الهيدروكربونات، و 34842.85 طن/ سنة من الجسيمات (MNR - I. R .Iran, 2003).

وفي دولة الكويت ازدد عدد المركبات من 746994 مركبة في عام 1993 إلى 914274 مركبة في عام 1997 (ASA, 1998). وقد أدى ذلك إلى زيادة استهلاك الجازولين من 10923 برميل/ سنة في عام 1993 إلى 14445 برميل/ سنة في عام 1997 (ASA, 1998). وتدل الانبعاثات الغازية إلى الهواء من المصادر الصناعية أن 49 % من كل الملوثات (610601 طن/ سنة) هي لأكاسيد الكبريت، ويسهم ثاني أكسيد الكربون بـ 28 % (350000 طن/ سنة)، وأكاسيد النيتروجين بنسبة 9.8 % والهيدروكربونات بنسبة 5 % (ROPME, 1997 a). وقد أوضحت البيانات المتعلقة بتلوث الهواء من المركبات والمصادر الصناعية أن احتراق الوقود يسهم بنسبة 34 %، وأن حقول النفط ومرافق التصدير تسهم بنسبة 30%، ومحطات توليد الكهرباء ومعامل تحلية المياه بنسبة 20 %. والملوث الرئيسي الناتج من احتراق الوقود هو ثاني أكسيد الكربون (337622 طنا/ سنة) ومعامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء (207940طنا/ سنة) . وتنتج معامل التحلية ومحطات توليد الكهرباء أيضاً انبعاثات غازية من أكاسيد النيتروجين تصل إلى 62060 طنا/ سنة (UNEP, 1999).

وفي سلطنة عمان فإن تصريف النفايات الصناعية والمنزلية إلى البيئة البحرية يتم بطريقتين: طريقة مباشرة من خلال تصريف السوائل وإلقاء المواد الصلبة بالبيئة البحرية، أو بطريقة غير مباشرة من خلال الانبعاثات الغازية التي يتم نفثها في الهواء. ويوضح الجدول رقم 4– 1 إجمالي تراكيز الانبعاثات الغازية إلى الهواء من محطات توليد الطاقة الكهربائية والغلايات والمصافي النفطية وحركة المرور خلال عام 2001م. ويلاحظ أن تراكيز جميع هذه الملوثات تقع ضمن الحدود المسموح بها وفقاً لمعايير كل من وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية USEPA ومنظمة الصحة العالمية (MRMEWR – Oman, 2002).

وفي دولة قطر فإن إجمالي حمل الانبعاثات من الملوثات الناتجة من مختلف الفعاليات والأنشطة الصناعية بلغ 186812 طناً/ سنة، من بينها أكثر من 55 % (102873 طنا/ سنة) في صورة أكاسيد الكبريت التي تنبعث من الصناعات البتروكيميائية. وتمثل

أكاسيد النيتروجين 28.9 % (53977 طنا/ سنة) من إجمالي حمل الملوثات . والنسبة المتبقية موزعة على الجسيمات (9.2 %) ، وأول أكسيد الكربون (2.8 %) ، والأمونيا (2.4 %) ، واليوريا (1.7 %) والكربون العضوي المتطاير (VOC) الذي تقل نسبته عن 1 % (LBA – Qatar, 1999) .

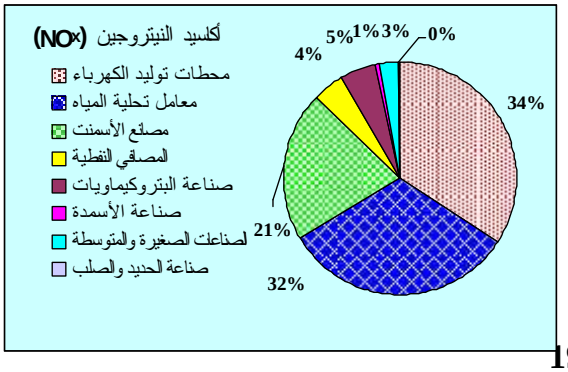
جدول 4-1 تركيز الانبعاثات الغازية إلى الهواء من محطات توليد الكهرباء والغلايات والمصافي وحركة المرور في سلطنة عمان في عام 2001م.

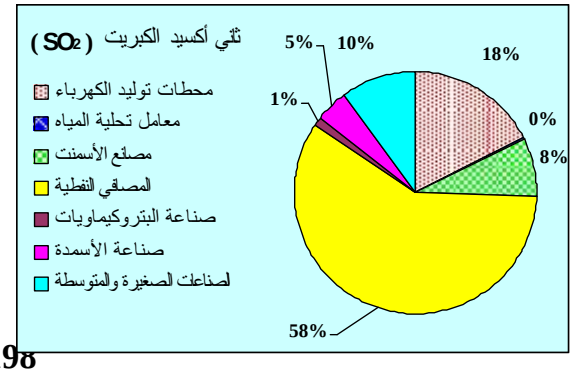
الموقع	NO_X (ppb)	SO_X (ppb)	O_3 (ppb)	Pb (ug/m^3)	THC (ug/m^3)	الجسيمات PM_{10}(ug/m^3)
منطقة رسايل الصناعية ، مسقط	14	14.02		0.498	3.27	103.6
ميناء الفحل ، مسقط	-	16.58	18.25	-	-	-
غبرة ، مسقط	14.82	2.59	6.4	-	-	-
روي ، مسقط	-	-	-	0.169	3.24	88.26
صحار	-	14.65		-	-	-
صور	-	-	-	0.084	2.43	143.77
صلالة	-	-	-	0.019	2.11	73.29
معايير وكالة حماية البيئة الأمريكية / منظمة الصحة العالمية	150	140	80	1.5	160	150

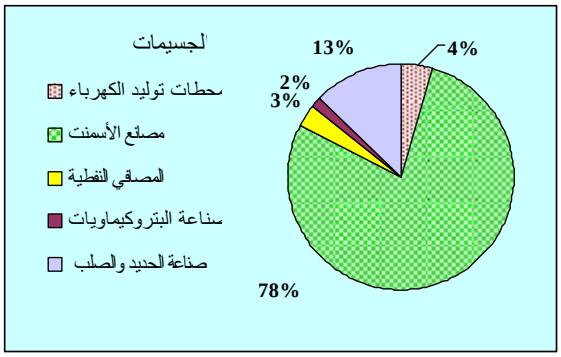
وفي المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية فإن حمل الانبعاثات من الملوثات الهوائية تراوح بين 2 طن / سنة (الفاناديوم المنبعث من محطات توليد الطاقة الكهربائية) إلى 166750 طناً/ سنة (أكاسيد النيتروجين التي تنبعث من مختلف المرافق الصناعية) ، ثم يتبع ذلك ثاني أكسيد الكبريت (321525 طن/ سنة)، فالجسيمات (5248 طنا/ سنة) ، فالكربون العضوي المتطاير (84395 طناً/ سنة) ، فالأمونيا (1870 طنا/سنة) ، فاليوريا (380 طناً/ سنة) . وينبعث نحو 66 % من أكاسيد النيتروجين من محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعامل تحلية المياه ، في حين تعزى نسبة 98 % من انبعاثات الكربون العضوي المتطاير (VOC) إلى المصافي النفطية (LBA - Saudi

Arabia, 1999). ويوضح الشكل رقم 4-4 النسب المئوية لانبعاثات الملوثات في الهواء من مختلف المرافق الصناعية في الجانب السعودي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وفي دولة الإمارات العربية المتحدة فإن تقديرات إجمالي ملوثات الهواء من أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، والجسيمات العالقة في الهواء، وأول أكسيد الكربون، والكربون العضوي المتطاير في عام 1998 كانت 57933، و 159093، و 60000 ، و 303854، و 71452 طن/ سنة. وكان أكبر مساهم في التلوث الهوائي هو غاز أول أكسيد الكربون الذي يمثل 46.6 % من إجمالي حمل الملوثات. ويعدّ الجازولين والمركبات التي تعمل بمحركات الاحتراق الداخلي المصدرين الرئيسيين لانبعاثات غاز أول أكسيد الكربون في الهواء الجوي في دولة الإمارات العربية المتحدة. وتسهم محطات توليد الطاقة الكهربائية بنسبة 51 % من انبعاثات الأكاسيد النيتروجينية، في حين تسهم العمليات الصناعية بنسبة 37 % وحركة المرور بنسبة 12 % من هذه الأكاسيد . وتبلغ نسبة إسهام العمليات الصناعية في ابتعاثات أكاسيد الكبريت إلى الهواء 62 % ، أما محطات توليد الطاقة الكهربائية فتبلغ نسبة إسهامها 26 %، في حين تعزى إلى حركة المرور نسبة 12.5 %. وفيما يتعلق بحمل الجسيمات العالقة في الهواء فإنه ينتج من الانبعاثات الصادرة من العمليات الصناعية (90 %)، والنسبة المتبقية (10 %) موزعة بين حركة مرور المركبات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية (6 % و 4 % على التوالي). وقد كان أعلى مستوى للتلوث تم تسجيله في أبو ظبي هو 311416 طناً/ سنة (47.7 %)، في حين كانت مستويات التلوث التي تم تسجيلها في سائر الإمارات كما يلي: الشارقة 94084 طناً/ سنة (14.4 %) ، ورأس الخيمة 60952 طنا/ سنة (9.3 %)، وعجمان 23225 طناً/ سنة (3.8 %) ، والفجيرة 20200 طنا/ سنة (3.1 %) ، وأم القيوين 9064 طناً/ سنة (1.4 %) (LBA – UAE, 1999).

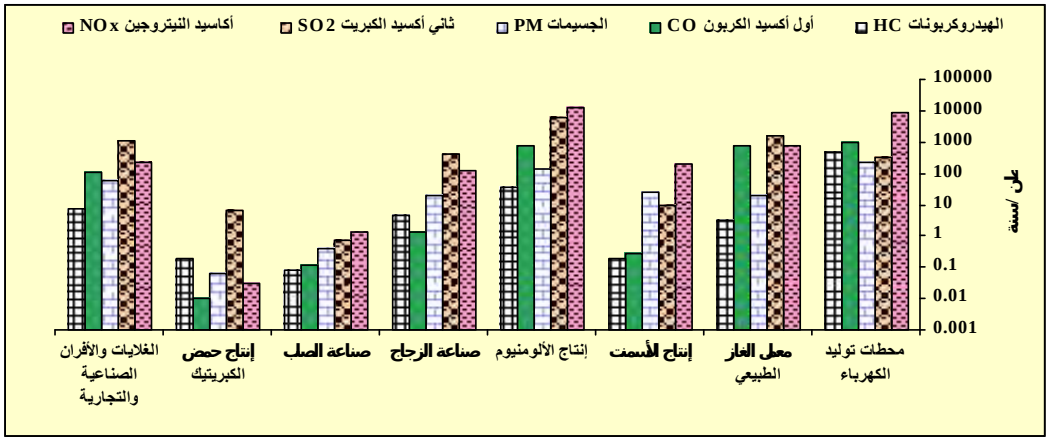






شكل 4– 4 النسب المئوية لمختلف ملوثات الهواء في الجانب السعودي من المنطقة البحرية للمنظمة في عام 1999.

وقد أوضح جرد الانبعاثات الصناعية في عام 1999 أن حمل الملوثات من محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعامل الغاز الطبيعي، وإنتاج الأسمنت، وصناعة الألومنيوم، وصناعة الزجاج، وصناعة الصلب، وإنتاج حمض الكبريتيك، والغلايات والأفران الصناعية والتجارية يبلغ 22785.10 طن/ سنة من أكاسيد النيتروجين ، 9668.05 طن/ سنة من ثاني أكسيد الكبريت، و 484.67 طن/ سنة من الجسيمات العالقة في الهواء، و 2625.91 طن / سنة من أول أكسيد الكربون ، و 517.46 طن/ سنة من الهيدروكربونات، و 60.65 طن/ سنة من فلوريد الهيدروجين (MNR-UAE, 2003). ويوضح الشكل رقم 4– 5 الانبعاثات وأحمال الملوثات من الصناعات المختلفة القائمة في دبي.



شكل 4–5 الانبعاثات وأحمال الملوثات الناجمة عن الصناعات في دبي بالإمارات العربية المتحدة في عام 1999 1999.

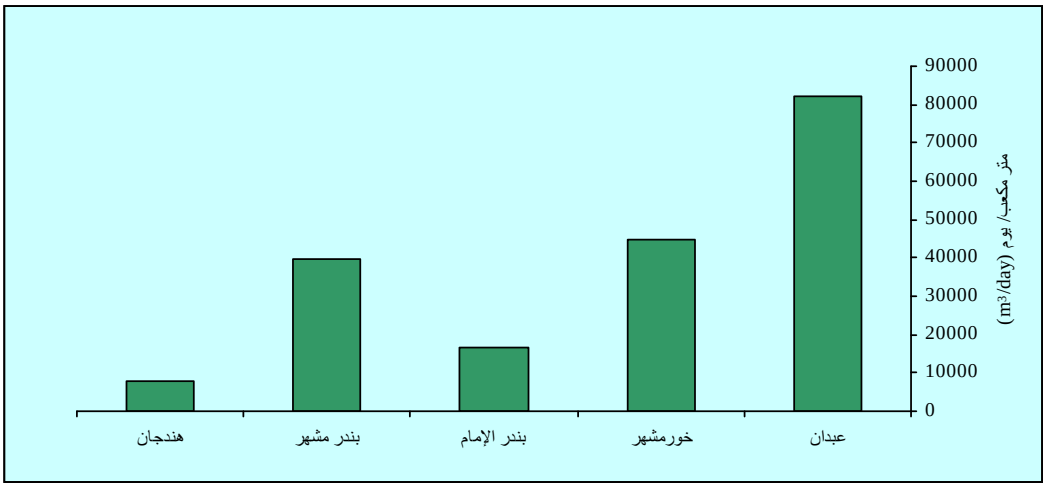
4-1-2 تصريف المياه العادمة المنزلية

إن مياه المجاري المنزلية التي يتم تصريفها من المناطق الحضرية والريفية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية لها تأثيرات كبيرة ورئيسية على البيئتين الساحلية والبحرية في منطقة عمل المنظمة. ومياه المجاري هذه إما أن تكون معالجة بصورة جزئية أو غير معالجة، ويتوقف ذلك على مصدرها وعلى أنواع طرق المعالجة المتاحة. ويتزايد حجم مياه المجاري المنزلية، وتقدر الطاقة الاستيعابية لمحطات معالجة مياه المجاري في منطقة عمل المنظمة بأكثر من 2 مليون متر مكعب/ يوم (أبو غرارة وعبد الرحيم Abu-Ghararah and Abdulraheem, 1999). وتعدّ مملكة البحرين ودولة الكويت والإمارات العربية المتحدة الدول الوحيدة بين الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية التي تقوم بمعالجة مياه المجاري المنزلية بشكل مناسب قبل تصريفها إلى البحر، وإن كانت هناك كمية محددة من هذه المياه يعاد تدويرها لاستخدامها (GEO3, 2002) .

والمصدر الرئيسي للتلوث الساحلي في مملكة البحرين هو تصريف مياه المجاري. ويرتبط 70 % من منازل سكان البحرين بشبكة المجاري الرئيسية (UNEP, 1999). ويستقبل المرفق الرئيسي لمعالجة مياه المجاري 150000 متر مكعب/ يوم من مياه المجاري المنزلية من مختلف أنحاء البلاد ، بالإضافة إلى نحو 15 ألف متر مكعب/ يوم يتم استقبالها من عدة محطات صغيرة منتشرة في مختلف أنحاء الدولة. وتم تقدير حجم مياه المجاري غير المعالجة التي يتم تصريفها في البحر بنحو 130000 متر مكعب يومياً. ويتفاوت تركيز المواد الصلبة الذائبة في مياه المجاري المنزلية بين 12500 و 35000 جزء في المليون. وفي عام 1998م قدر حجم مياه المجاري المنزلية بـ 2.880 مليون طن/ سنة (LBA–Bahrain, 1999).

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية فإن مرافق معالجة مياه المجاري على طول الساحل الإيراني مقصورة فقط على المدن الساحلية مثل بندر الإمام وبندر عباس وبوشهر. وقد قدر حجم مياه مجاري المدن التي يتم تصريفها إلى نهري كارون ودز Dez بـ 151.7

مليون متر مكعب/ سنة. ويتفاوت مقدار حمل الملوثات بين 277.3 طن/ سنة للنترات وبين 448492 طنا/ سنة لإجمالي المواد الصلبة الذائبة. والملوثات الأخرى المتبقية تم تقديرها كما يلي: الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي: 53954 طنا/ سنة، والطلب على الأكسيجين الحيوي: 97300 طنا/سنة، والكبريتات: 76380 طناً/ سنة، والكلور: 149099 طناً/ سنة، وكربونات الكالسيوم: 142344 طناً/ سنة (LBA - I. R. Iran, 1999). وفي عام 2002 فإن معدل تصريف النفايات المنزلية السائلة غير المعالجة من مناطق عبدان وخور مشهر وبندر الإمام وبندر مشهر وهندجان كان 190869 مترا مكعبا/ يوم. ويوضح الشكل رقم 4–6 حجم النفايات السائلة التي يتم تصريفها من كل منطقة من هذه المناطق (MNR-I. R. Iran, 2003).



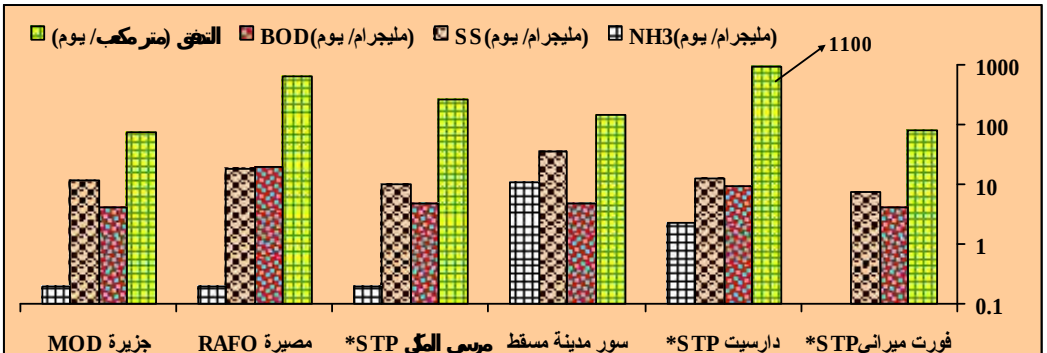
شكل 4– 6 حجم النفايات البلدية السائلة غير المعالجة (بالمتر المكعب/ يوم) التي تم تصريفها من الجمهورية الإسلامية الإيرانية في عام 2002.

وفي دولة الكويت فإن نحو 90 % من سكان المدينة يستفيدون من خدمة نظام شبكات مياه المجاري المتطور. وتوجد ثلاث محطات رئيسية لمعالجة مياه المجاري في العارضية والجهراء والرقة، وهي تنتج نحو 150000 متر مكعب/ سنة من حمأة المجاري. ويتم معالجة 60 % من مياه المجاري حتى مرحلة المعالجة الثلاثية، في حين يتم معالجة نسبة الـ 40 % المتبقية معالجة أولية وثانوية (الغضبان والماجد Al-Ghadban and Al-Majed, 1997). وتستخدم ثلاثة أرباع مياه المجاري التي تعالج ثلاثياً في أغراض الري، ويتم تصريف الربع المتبقي إلى البيئة البحرية. وقد تم تقدير إجمالي حجم مياه المجاري الناتجة في اليوم الواحد بنحو 275000 متر مكعب. ويأتي

نحو 70 % من المجاري من المناطق السكنية المطلة على الساحل، في حين يأتي 14.6 % من المياه العادمة من مصادر صناعية (UNEP, 1999). ومياه المجاري غير المعالجة التي يتم تصريفها في حالات الطوارئ من محطات الرفع (بالمضخات) الموجودة على طول الساحل، وبخاصة في جون الكويت ، هي المصدر الرئيسي للتلوث الساحلي (Khan *et al*., 1999).

وفي سلطنة عمان تم إنشاء العديد من برك التثبيت stabilization ponds للمعالجة الثلاثية لمياه المجاري في المناطق الريفية . ويوجد في سلطنة عمان نحو 250 محطة لمعالجة مياه المجاري، بالإضافة إلى عدد من المرافق (محطات المعالجة) المركزية (الصباحي Al-Sabahi, 1997). وقد تم تقدير حجم مياه المعالجة التي تمت معالجتها قبل تصريفها إلى البحر بنحو 28.9 متر مكعب/ سنة، يستخدم منها 21.5 متر مكعب/ سنة في أغراض الري (UNEP, 1999). وقد تم تقدير حجم مياه المجاري التي تمت معالجتها قبل تصريفها إلى البحر من ست محطات معالجة مقامة على ساحل البحر في مسقط ومحطتين في مسندم بنحو 250000 متر مكعب/ سنة (LBA -Oman, 1999).

ويوضح الشكل رقم 4– 7 أحجام مياه المجاري المنزلية والصناعية التي تم تصريفها في صورة سائلة من محطات معالجة مياه المجاري في سلطنة عمان في عام 2001. وقد جاءت محطة معالجة مياه المجاري في (درسيت) بمنطقة العاصمة في المرتبة الأولى من حيث كمية المياه التي تقوم بتصريفها إلى البحر والتي يقدر معدل حجمها بـ 1110 متراً مكعباً/ يوم ، وإن كان هذا المعدل يتفاوت بين الحين والآخر اعتماداً على كمية الأمطار المتساقطة ، ومعدلات المياه الفائضة over flow في الحالات العادية. ويتم حالياً تحديث محطة معالجة مياه المجاري في مسقط في إطار الخطة الرئيسية لمشروع مجاري مسقط الذي بتنفيذه سوف يتم إيقاف تصريف مياه المجاري إلى البحر (MRMEWR-Oman, 2002).



شكل 4– 7 النفايات الصناعية والمنزلية التي تم تصريفها من محطات معالجة مياه المجاري بسلطنة عمان في عام 2001.

ويوجد في دولة قطر 13 محطة لمعالجة مياه المجاري بإجمالي طاقة تشغيلية قدرها 33 مليون متر مكعب/ سنة (LBA – Qatar, 1999). ولم يعد يتم تصريف مياه المجاري المنزلية إلى البيئة البحرية، إذ تستخدم كميات كبيرة من مياه المجاري التي يتم معالجتها ثلاثياً في أغراض ري محاصيل العلف fodder crops والحدائق والبساتين والمسطحات الخضراء بالمناطق الحضرية (الزبيري Al-Zubari, 1997).

وفي المملكة العربية السعودية يوجد ثلاثون محطة رئيسية لمعالجة مياه المجاري ، طاقتها الإجمالية 1424000 متر مكعب/ يوم، ويوجد (7) من هذه المحطات في المنطقة الشرقية وحدها. وتجري معظم هذه المحطات عمليات المعالجة الثانوية التي تعتمد على المعالجة البيولوجية الهوائية aerobic biological، في حين يجري بعضها (في الجبيل وشركة أرامكو السعودية) عمليات المعالجة الثلاثية المتقدمة. والمياه المعالجة يتم استخدامها بصورة جزئية في ري البساتين والمسطحات الخضراء والحدائق ومرافق الترفيه والطرق السريعة ، أما الكمية المتبقية فيتم تصريفها إلى البحر (LBA - Saudi Arabia, 1999).

وفي دولة الإمارات العربية المتحدة توجد أربع محطات كبيرة لمعالجة مياه المجاري ، يبلغ إجمالي طاقتها التشغيلية 461000 متر مكعب/ يوم . ويستخدم نحو 60 % من

المياه المعالجة ثلاثياً في أغراض الري وفي المنتزهات وملاعب الجولف والطرق السريعة والمعالم المائية (كالنوافير) في المدن، ويتم تصريف المياه المتبقية (40 %) إلى المنطقة البحرية للمنظمة (LBA-UAE, 1999). وعلى الرغم من وجود مرافق المعالجة الثلاثية لمياه المجاري فإن هناك دلائل على حدوث تلوث بمياه المجاري في بعض المناطق الساحلية في دولة الإمارات العربية المتحدة (Banat *et al.*, 1998).

3-1-4 المستنقعات وتدفقات مياه الأنهار

إن معظم الأنهار التي تصب في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تقع في الطرف الشمالي الغربي للمنطقة البحرية. وتأتي هذه المياه بصورة رئيسية من شط العرب والأنهار الموجودة في الجانب الإيراني. ويكوّن شط العرب وصلة لالتقاء ثلاثة أنهار رئيسية هي: الفرات ودجلة وكارون. وهذه الأنهار والأراضي الرطبة المصاحبة لها والموجودة في جنوب العراق تمثل جزءاً مكملاً للنظام البيئي في المنطقة البحرية الداخلية، ومن ثم فإن استدامتها والمحافظة عليها تعد أمراً ضرورياً وحيوياً. وفي العقود الأخيرة فإن الأنشطة البشرية في أحواض هذه الأنهار، بالإضافة إلى الإنشاءات والأعمال الهندسية والتغييرات التي أحدثها الإنسان والسدود التي أقيمت على الأنهار، كل ذلك كان له تأثيرات كبيرة على الأهوار والنظم البيئية للأهوار (المستنقعات) والمناطق الساحلية والبحرية. وقد ظهرت ملامح هذه التأثيرات على الدورات الهيدرولوجية والبيولوجية نتيجة للتغيرات التي حدثت في معدلات تدفق مياه الأنهار ونوعية المياه التي تنساب إلى البيئة البحرية، والتي عادة ما تحمل معها كميات كبيرة من الجسيمات والمواد المذابة وتصبها في البحر.

إن أهوار الرافدين التي تمتد فوق منطقة تبلغ مساحتها الأصلية نحو 15000 – 20000 كيلومتر مربع قد تعرضت لأضرار كبيرة نتيجة عمليات التجفيف الكبيرة لها، التي بدأت في جنوب العراق بين أواخر الثمانينيات وأوائل التسعينيات، وإنشاء السدود في أعلى حوض النهر. وقد تم تدمير الأهوار الوسطى وأهوار الحَمَّار، حيث تم تحويل 97 % و

94 % (على التوالي) من أراضيها إلى أراضٍ جرداء ومناطق مغطاة بقشور الملح ، في حين بقي أقل من ثلث أهوار الحويزة والعزيم الموجودين في المنطقة الواقعة بين حدود العراق وإيران. وتعد أهوار الحويزة أكبر بقعة متبقية من الأراضي الرطبة في مستنقعات الرافدين بالجمهورية الإسلامية الإيرانية وجمهورية العراق. والمنطقة الباقية معرضة أيضاً لخطر كبير بجفافها نتيجة للأعمال التي تجري في أعلى النهر ، بما في ذلك سد (كرخة) Karkheh الذي تم تدشينه مؤخراً في الجمهورية الإسلامية الإيرانية والخطط الخاصة بنقل الماء إلى الكويت ، وسد (إليزو) Ilisu المزمع بناؤه في تركيا (UNEP, 2001).

إن بناء السدود واستنزاف مياه نهري دجلة والفرات أسهم في تخريب الأنظمة البيئية وتدميرها بشكل كبير، مما أدى إلى إلحاق أضرار جسيمة بالحياة البرية والأنواع المستوطنة من الثدييات والطيور والأسماك. وأدى تجفيف الأهوار إلى القضاء على نحو 40 نوعاً من المنطقة من طيور الشتاء المهاجرة. وقد تأثرت بشكل كبير أيضاً أنواع الأسماك التي تعيش في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة التي تعتمد على بيئات الأهوار في وضع بيضها وتفريخه ونمو صغارها هناك ثم هجرتها. وأدى نقص تدفق المياه العذبة عبر مصب شط العرب إلى دخول مياه البحر إلى شط العرب وإحداث اضطراب في نظامه البيئي المعقد (UNEP, 2001) .

وثمة إجراء رئيسي آخر تمت ملاحظته في سواحل الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية نتيجة لآثار حرب 1991 وكانت له آثار سلبية على المصائد السمكية وبيئة (إيكولوجية) المنطقة، وهو تجفيف الأهوار العراقية. فقد قلصت العراق مساحة الأهوار بنحو نصف مليون هكتار (مطلبي Maltby, 1994). وفي الوقت الحالي فإن القنوات المائية تفرغ مياه النهر مباشرة في المنطقة البحرية، بكل ما تحمله معها من حمولتها من الرواسب والمواد الزراعية ومياه المجاري والمياه الصناعية العادمة. وأدى ذلك إلى حرمان المنطقة من "كليتها" العملاقة التي كانت تعمل كأحد المرافق الضخمة لمعالجة النفايات بطريقة مستدامة ذاتياً، ومن المحتمل أن

يؤثر ذلك سلباً في مناطق حضانة الروبيان والأسماك المهاجرة في دلتا شط العرب وجون الكويت.

وقد تسبب إنشاء السدود في تقليص معدلات تدفق المياه عبر شط العرب بشكل كبير إلى الحد الذي سمح بإجراء تصريف وسحب كبير لمياه منطقة الأهوار في العراق في السنوات الأخيرة. وقد أدى إزالة إلغاء الدور "الترشيحي" filtering role للأهوار العراقية وإنشاء قناة جديدة لسحب مياه النهر إلى خور الزبير (في منطقة الحدود العراقية الكويتية، قرب جزيرة وربة) إلى تقليل ملوحة المياه وزيادة كمية مدخلات المواد المغذية بالمياه، ومن المحتمل أن يؤدي ذلك إلى ارتفاع منسوب مياه الصرف الزراعي في منطقة الأراضي الرطبة (Al- Yamani *et. al*., 1997a). وقد تم تقدير تراكيز الملوثات في مياه ثلاثة أنهار رئيسية بالجمهورية الإسلامية الإيرانية تصب في المنطقة البحرية للمنظمة، وهي أنهار كارون ومند Mond وهله Hilleh (MNR - I. R. Iran, 2003)، وهذه التقديرات موضحة في الجدول رقم 4– 2.

ومن الجدير بالملاحظة أن السدود التي شيدت على شط العرب لا تمثل فقط مصدراً للقلق حول الماء للدول التي تمر خلالها الأنهار الرئيسية، ولكن بالإضافة إلى ذلك فإن كميات المياه العذبة ومستويات المواد المغذية التي يحملها نهرا دجلة والفرات سوف تؤثر بشكل كبير في الثروة السمكية في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة. ولهذا فإن نقص حجم مياه النهر التي تنساب إلى المنطقة البحرية سيكون له تأثير إقليمي كبير يفوق ما كان معتقداً حتى اليوم.

جدول 4–2 تراكيز الملوثات في مياه ثلاثة أنهار رئيسية في الجمهورية الإسلامية الإيرانية تصب في المنطقة البحرية للمنظمة.

المتغيرات	نهر كارون المتوسط	نهر مند o المتوسط	نهر هلهo المتوسط
معدل التصريف (كم^3 / سنة)	22* 10^9 mm^3/yr@	34	5.202

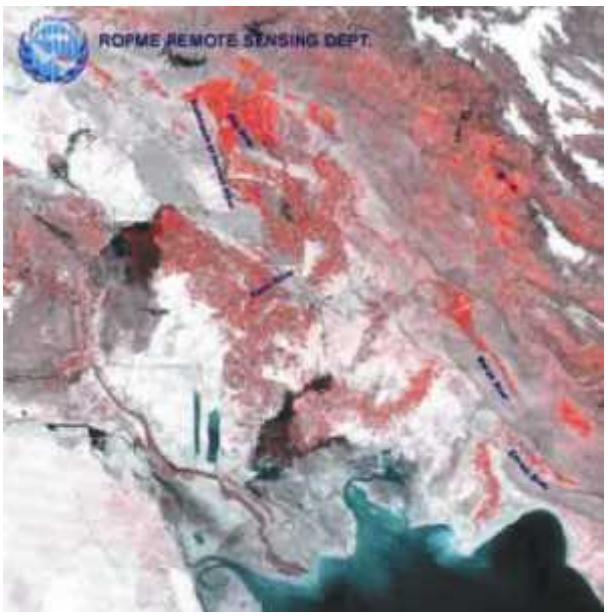
المواد الصلبة العالقة (مليجرام/ لتر)	–	–	444
الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي BOD_5 (مليجرام/ لتر)	$4.0 \pm 1.3^{@}$	54	396.2
المغذيات (ميكروجرام/ لتر)	$4450 \pm 600^{@}$	–	–
المعادن الثقيلة:			
الزئبق (ميكروجرام/ لتر)	$2.95 \pm 0.95^{\#}$	0.08	0.62
الكادميوم (ميكروجرام/ لتر)	$6.28 \pm 6.14^{\#}$	–	–
الرصاص (ميكروجرام/ لتر)	$6.15 \pm 5.30^{\#}$	0.35	6.5
النيكل (ميكروجرام/ لتر)	$41.7 \pm 7.64^{\#}$	–	–
الكوبالت (ميكروجرام/ لتر)	$63.6 \pm 15.0^{\#}$	–	–
الحديد (ميكروجرام/ لتر)	$1216 \pm 464.6^{\#}$	–	–
الكروم (ميكروجرام/ لتر)	$9.78 \pm 9.18^{\#}$	–	–
النحاس (ميكروجرام/ لتر)	$16.5 \pm 10.8^{\#}$	0.11	15.8
الخارصين (ميكروجرام/ لتر)	$51.3 \pm 7.50^{\#}$	–	–

@ 1999 – 1998 # 1996 – 1995 o 2003 – 2002

وتوضح صورة التقطها القمر الصناعي MODIS / Terral للمنطقة البحرية للمنظمة في 2 أبريل 2003 أن المناطق الرطبة التي كانت تغطي قبل ذلك مساحة مقدارها 20000 كيلومتر مربع في مناطق من الجمهورية الإسلامية الإيرانية وجمهورية العراق قد تقلصت إلى نحو 15 % من حجمها الأصلي. وتظهر معظم الأهوار الوسطى central marshes في شكل بقع يتراوح لونها بين الأخضر الزيتوني إلى البني المخضر مما يدل على قلة الغطاء النباتي (أحمر) في الأراضي الرطبة وحتى الأراضي الجافة. والبقع ذات اللون الرمادي الفاتح جداً هي مناطق ذات أرض جرداء خالية من النباتات، وهي في واقع الأمر مسطحات ملحية salt flats . ويظهر هور الحويزة (الذي يمتد على الحدود الإيرانية – العراقية شرق نهر دجلة مباشرة) وكأنه بقية جميع الأراضي الرطبة الطبيعية التي كانت بالمنطقة، وقد تقلص حجمه بشكل كبير. ويظهر الماء بلون قاتم،

في حين تظهر النباتات باللون الأحمر. والنهر الذي ينساب خلال منطقة أهوار الرافدين قد تقلص بنسبة 20- 50 %، في حين اختفت فيضانات موسم الربيع التي كانت تمد الأهوار بالماء. وهكذا فإن ما كان بالأمس بحيرات وأهوار فسيحة متداخلة فيما بينها ومتصلة بعضها ببعض، وغنية بنباتاتها، وتعج بالحياة، أصبح الآن صحراء جرداء خالية من أي مظهر من مظاهر الحياة وقيعان أنهار بحيرات جافة مغطاة بالملح (انظر الشكل 4- 8).

وبرغم هذه الصورة المؤسفة فإن هناك دلائل إيجابية على تعافي البيئة، وتبدو هذه الدلائل بوضوح في صور الأقمار الصناعية التي التقطت لأهوار منطقة الرافدين في مايو 2003م. فالمناطق التي كانت جافة سابقاً صارت مغمورة بالمياه بعد فتح البوابات التي كانت تتحكم في تدفق مياه النهر، وكسر السدود والحواجز وتصريف المياه التي كانت محجوزة أمام السدود في أعلى النهر. كما أسهمت الأمطار الغزيرة التي هطلت على المنطقة في رفع منسوب المياه بالأهوار. وفي العقد الماضي حالت السدود وقنوات تحويل مجرى النهر دون تدفق المياه إلى الأهوار. ولكن بعد فتح المنشآت التي كانت تتحكم في تدفق المياه ، وبعد كسر الحواجز التي كانت تحول دون انسياب المياه، حيث استخدمت حفارات ميكانيكية لكسرها وفتحها في أبريل ومايو 2003 ، فإن المياه اكتسحت المساحات التي سبق تجفيفها وغمرت بعض المناطق فيها (UNEP/DEWA/GRID- Geneva, 2003).



تظهر مناطق النباتات الزراعية الكثيفة باللون الأحمر . وفي جهة الغرب يمكن رؤية أراضي أهوار الرافدين التي أصبحت جافة باللون الرمادي المائل للبني. وفي جهة الجنوب تبدو مناطق أهوار شط العرب الساحلية والمالحة باللون الأخضر الفاتح. وتظهر رواسب شط العرب في مياه البحر بلون أزرق فاتح. وفي الشمال الشرقي يبدو الجليد وهو يغطي جبال زاجروس.

شكل 4– 8 صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS/ Terra 1 التابعة للمنظمة توضح وديان وأنهار دجلة، والفرات، وكارون، وخاركة، ودز، وماورن، وزُهرة، وأهوار الرافدين. وقد التقطت الصورة في 2 أبريل 2003 ، (L2 ، درجَة الوضوح: 250 m ، قنوات مزج الألوان: 122).

4-1-4 التنمية الساحلية وإحداث تغييرات طبيعية

إن خط الساحل في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يقع تحت ضغوط متزايدة من جراء التطور الكبير والسريع والأنشطة الاقتصادية العديدة بالمنطقة. وفي أوائل التسعينيات في القرن الماضي فإن بعض الدول الأعضاء في المنظمة قامت فعلياً بتطوير أكثر من 40 % من خط الساحل (Price and Robinson, 1993)، وتشير التقارير التي صدرت مؤخراً إلى أن معدلات الاستثمار الساحلي في المنطقة يتراوح بين 20 و 40 مليون دولار أمريكي لكل كيلومتر من الساحل (فودة Fouda, 1998).

ويتطلب تطوير الساحل إجراء عمليات جرف للرمال الشاطئية وردم المناطق الساحلية. وقد تم تنفيذ أو يجرى تنفيذ العديد من مشروعات التطوير الساحلي في الدول الأعضاء بالمنظمة. وفي مملكة البحرين فإن مثل هذه الأنشطة قد زادت بمعدلات كبيرة في عقد السبعينيات بسبب الضغوط الناتجة عن المشروعات الصناعية والسكنية. وقد كان ردم مساحات كبيرة من البحر أمراً مطلوباً لإنشاء المجمعات الصناعية ولتشييد جسر الملك فهد الذي يربط البحرين بالمملكة العربية السعودية. وأدت عمليات ردم بعض المناطق البحرية إلى زيادة المساحة السطحية لمملكة البحرين من 661.87 كيلومتر مربع في عام 1975 إلى 700 كيلو متر مربع في عام 1994، أي أن الزيادة بلغت 39 كيلومتراً مربعاً في أقل من 20 سنة. وقد أدى توسع المدن والنمو الحضري إلى التعدي على مساحات كبيرة من المناطق الساحلية في مملكة البحرين (شكل 4– 9) .

تظهر المناطق الحضرية (السكنية) بلون رمادي فاتح، والمناطق المزروعة بالنباتات باللون الأحمر ، في حين تظهر مناطق المياه الضحلة والشعاب المرجانية بلون أزرق فاتح مائل للخضرة . وتظهر الأراضي القاحلة الجرداء بلون فاتح .

شكل 4– 9 صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS التابعة للمنظمة في مارس 2003 توضح المناطق الحضرية (السكنية) في مملكة البحرين. (L2 ، درجة الوضوح: 250 m ، وقنوات مزج الألوان : 122).

وقد تم استصلاح أجزاء كبيرة من المناطق الواقعة بين مستوى أعلى مد وأدنى جزر على طول ساحل مدينة الكويت وبعض الأجزاء الواقعة على الساحل الجنوبي لدولة الكويت. وتسببت عملية الاستصلاح هذه في حدوث اضطرابات للأحوال الهيدروديناميكية الطبيعية (المتعلقة بحركية المياه) للمياه الساحلية. وتدل العمليات التي تحدث محلياً في الشواطئ التي جرت فيها أعمال الاستصلاح على أن المادة التي استخدمت في ردم السواحل غير مستقرة . ونتيجة لذلك ظهرت مشكلات نحر بشكل كبير على طول معظم حواف الردم في المناطق التي تم استصلاحها . وقد أوضح البكري وزملاؤه Al-Bakri *et al.*(1985) أن آثار عمليات الاستصلاح هذه لا تقتصر فقط على حدوث خسارة جزئية أو كلية للمناطق البين مد جزرية العليا (أي الواقعة بين أعلى مستوى للمد، وأدنى مستوى للجزر) ، بل إنها أدت أيضاً إلى تعديل طبيعة المسطحات المجاورة لتلك المناطق (المسطحات المد جزرية tidal flats) .

وفي سلطنة عمان فإن السبب الرئيسي للتنمية الساحلية هو الإنشاءات السكنية. ففي العديد من المناطق الساحلية بالسلطنة يتم تشييد المنازل على طول الشواطئ. وتاريخياً ، كانت المنازل تشيد قرب الشاطئ باستخدام سعف النخيل والطابوق الطيني، وتم الاستغناء عن ذلك باستخدام القوالب الخرسانية وإقامة الإنشاءات الخرسانية الدائمة. ويحدث النحر في السواحل نتيجة لتشييد المنازل والمباني التجارية والموانئ والطرق على طول الشواطئ (UNEP, 1999). وقد تم استصطلاح عشرة كيلومترات من خط الساحل العماني، تغطي منطقة مساحتها 3.6 كيلومترات مربعة، باستخدام 1625 طناً من الحجارة، و/ أو الرمال الشاطئية .

ومع الاتجاه المعاصر نحو التصنيع في المناطق الساحلية في ميناءي صحار وصلالة ، وأعمال التنمية المتمثلة في المنشآت الساحلية الكبرى مثل معامل تحلية المياه ومحطات توليد الطاقة الكهربائية في بركة وصحار ومنشآت شركة عمان للغاز الطبيعي المسال OLNG قرب مدينة صور فإن الحاجة باتت ماسة إلى إجراء مراقبة طويلة الأمد للآثار المحتملة التي قد تنجم عن هذه المنشآت. ويتضمن ذلك مراقبة آثار عمليات الترسيب sedimentation على مستعمرات الشعاب المرجانية، وآثار النحر خلال مراحل تشغيل هذه المنشآت، وتأثير المياه التي يتم تصريفها من تلك المشروعات (سوف يتضمن مخطط إنشاء مجمع صناعي في صحار: تشييد مصنع لصهر الألومنيوم، وإقامة مجمع بتروكيميائي، ومعمل لتحلية مياه البحر، إلخ) ، بالإضافة إلى مراقبة الأخطار المحتملة لعمليات الشحن البحري وتحميل وتوزيع وتفريغ ونقل المنتجات الناتجة من هذه المشروعات التنموية.

إن عمليات استصلاح الشواطئ، وبخاصة أعمال رفع الرمال من السواحل لإنشاء الموانئ والمراسي وأعمال التطوير للواجهات البحرية، كل ذلك قد أسهم في حدوث تغيرات في البيئات الساحلية بسلطنة عمان في عام 2002. وقد تركزت معظم هذه الأنشطة في موانئ شناص (الباطنة) وخصب (مسندم) وصحار (الباطنة). ويوضح الجدول 4–3 المناطق التي تم استصلاحها. والمشروعات الأخرى – التي تتضمن

مشروعات تطوير الواجهات البحرية – يجرى تقييمها حالياً لأغراض الإنشاءات المزمع تنفيذها مستقبلاً (MRMEWR-Oman, 2003) .

جدول 4– 3 تطوير الموانئ البحرية واستصلاح الأراضي الساحلية في سلطنة عمان في عام 2002.

الممارسات الساحلية	ميناء صحار (المنطقة ب – لمدة 56 شهراً)	ميناء شناص (الأعمال جارية لمدة 136 يوماً من عام 2002)	ميناء خصب (2002) - الأعمال جارية على مدار العام
إصلاح الأراضي (الردم) المساحة	660000 متر مربع 2.8 كيلومتر	0.048 كيلومتر مربع 0.8 كيلومتر	60 هكتاراً –
تطوير الموانئ والمراسي والواجهة البحرية المساحة طول خط الساحل المتضرر	55000 متر مربع 3.5 كيلومتر	0.05 كيلومتر مربع 0.15 كيلو متر	120هكتاراً –
الحفر ورفع الرمال مساحة الحفر	2200000 متر مربع	71300 متر مربع	60 هكتاراً

وتوضح صورة التقطت في عام 2003 بالاستشعار عن بعد بالقمر الصناعي حجم النمو الحضري المكثف حول مدينة الدوحة عاصمة قطر (شكل 4– 10). وفي المملكة العربية السعودية حدث تطور ونمو تجاري وعمراني على طول المناطق الساحلية ، وبخاصة حول الجبيل وفي المناطق الجنوبية حول خليج تاروت والدمام والخبر. وقد لوحظت العمليات الرئيسية لردم ساحل البحر في المناطق الساحلية حول خليج تاروت. وفي هذه المنطقة لا تقتصر آثار أنشطة ردم البحر على إحداث تدمير دائم للموائل والبيئات الساحلية فقط ، بل يمكن أن يكون لها تأثيرات بيئية غير مباشرة مثل الترسيب. ومن الجدير بالذكر أن أنشطة وأعمال ردم البحر تمارس بشكل نمطي في

مشاريع التنمية الساحلية بالمملكة العربية السعودية، وهي تتسبب في إحداث تغييرات في دوران مياه البحر بالمنطقة بحيث يمكنها أن تؤثر في بنية المستعمرات والتجمعات الحيوانية والنباتية بالمنطقة.

يدل اللون الرمادي الغامق على المنطقة الحضرية لمدينة الدوحة. وتظهر المسطحات الخضراء باللون الأحمر، في حين تبدو مياه البحر باللون الغامق، أما مناطق المياه الضحلة والشعاب المرجانية فتظهر بلون أزرق فاتح مائل للخضرة. وتبدو المناطق القاحلة الجرداء بلون فاتح ، أما البقع الحمراء في الصورة فهي لمناطق زراعية .

شكل 4–10 صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS التابعة للمنظمة في عام 2003 توضح التوسع العمراني في أحد أجزاء دولة قطر. (L2 ، درجة الوضوح: 250 m، قنوات مزج الألوان: 122).

وعلى طول الساحل السعودي تم تنفيذ العديد من المشروعات في المناطق التي تم استقطاعها من البحر وردمها، مثل الأعمال الإنشائية التي تتضمن إنشاء الجسور والموانئ والمناطق السكنية والتجارية والمرافق الصناعية والطرق (LBA-Saudi Arabia, 1999) .

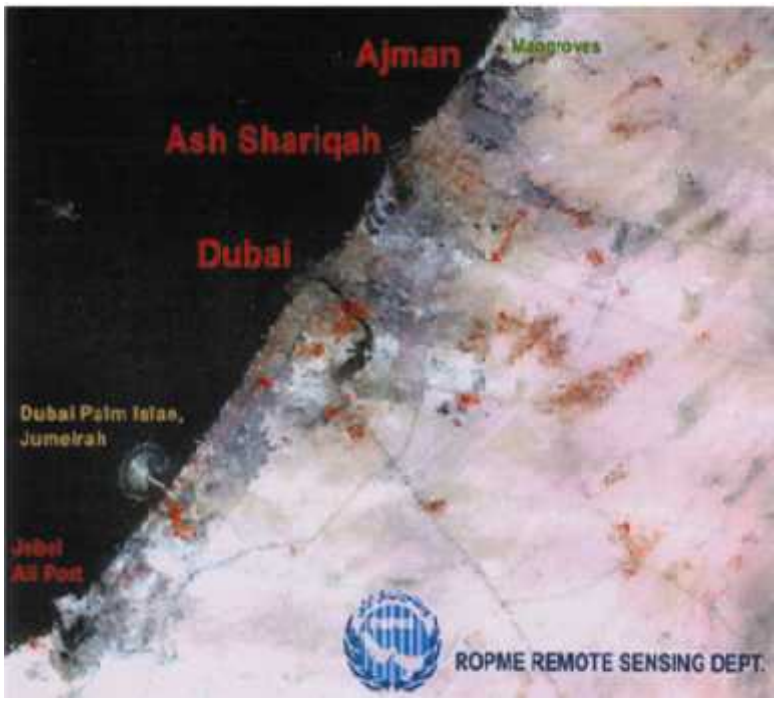
ويتم تنفيذ مشروعات التطوير الساحلي بوتيرة عالية في الدول الأخرى الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وتتضمن هذه المشروعات: تطوير وإنشاء مرافق استزراع الأحياء المائية في الجمهورية الإسلامية الإيرانية ، والمساكن العائلية ذات الكثافة العالية التي تخصص كل وحدة من وحداتها لإسكان إحدى الأسر في

سلطنة عمان، والمناطق الحضرية الحديثة، والمجمعات الصناعية، ومعامل تحلية مياه البحر في دولة الإمارات العربية المتحدة (فودة Fouda, 1998). وثمة نمو حضري كبير يحدث على طول سواحل أبو ظبي ودبي والمناطق المجاورة لها (شكل 4– 11). وبالإضافة إلى ذلك، فإنه في بعض الحالات يعوق تشييد الجسور والمنشآت الأخرى جريان مياه البحر ويخفض من آثار غسلها للسواحل بصورة طبيعية مما يجعل المنطقة المجاورة لهذه المنشآت أكثر عرضة لتلوث مياهها .

إن هذا القدر المنذر بالخطر من التغييرات الطبيعية التي أحدثت على خط الساحل في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية كان له العديد من الآثار البيئية الضارة على البيئة الساحلية ، بما في ذلك تدمير مناطق تكاثر وتفريخ العديد من الأنواع الأحيائية البحرية ، وكذلك تدمير مُهُد الحشائش البحرية ، وإزالة أو تغيير المناطق القاعية التي تشكل المصدر الرئيسي للغذاء للعديد من أنواع الأسماك ذات الأهمية التجارية. وقد رافق ذلك زيادة في كمية الطمي (الغرين) بمياه البحر نتيجة انتشار المواد الناعمة (من الرسوبيات) في أثناء أعمال الحفر وجرف الرمال من السواحل ، وهو الأمر الذي يؤدي إلى زيادة عكارة المياه، التي يمكنها بدورها أن تسبب تهيجاً أو انسداداً لخياشيم الأسماك، كما أنها تؤثر في رؤية الأحياء البحرية لغذائها، وتعوق عملية التمثيل الضوئي في النباتات البحرية .

(أ) تظهر أبو ظبي كمدينة خضراء ، فالنباتات يدل عليها اللون الأحمر ، أما المناطق السكنية (الحضرية) فتبدو مزيجاً من الرمادي الغامق واللون الضارب للحمرة . ويلاحظ النمو الحضري الكبير في المناطق المحيطة بالمدينة ، بما في ذلك البقع الزراعية الكثيفة. وتبدو المياه الضحلة باللون الأزرق الفاتح ، والسبخات الساحلية المحتوية على ملح باللون الرمادي.

(ب) توضح الصورة منطقة دبي وما جاورها (من عجمان إلى جبل علي). وتبدو المناطق العمرانية (الحضرية) باللون الرمادي الغامق، والطرق السريعة تظهر كخطوط رمادية . والمسطحات الخضراء تبدو باللون الأحمر أو المائل للحمرة . ويلاحظ وجود نمو حضري وعمراني كبير في جميع المناطق الساحلية، بما في ذلك وجود بقع زراعية كثيفة. ويمكن ملاحظة أعمال ردم الساحل على طول شاطئ الجميرة – جزيرة نخيل دبي . والمياه الضحلة تبدو باللون الأزرق الخفيف . أما القنوات المائية (الأخوار) فتبدو مثل مياه البحر باللون الغامق . وتبدو السبخات الساحلية باللون الرمادي.



شكل 4-11 صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد التابعة للمنظمة في عام 2003 توضح التوسع العمراني في إمارتي أبو ظبي ودبي بالإمارات العربية المتحدة. (L2 ، درجة الوضوح: 250 m ، قنوات مزج الألوان: 122).

4-1-5 المرافق الترفيهية والسياحية

تقوم الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بإنشاء وتطوير العديد من المرافق الترفيهية والسياحية على طول الساحل بوتيرة سريعة. وتتضمن هذه المرافق: مراسي اليخوت والقوارب والطرادات، ومرافق الألعاب المائية والصيد والمنتزهات البحرية ، والمتاحف الأثرية والتاريخية، ومرافق أنشطة الترويح الأخرى . وفي الوقت الحالي فإن هذه المرافق تتطور وتتوسع بشكل كبير في كل من مملكة البحرين وسلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة. وثمة مرافق مماثلة يجري إنشاؤها وتطويرها أيضاً في جزر جانا، والجريض، والجبيل، والمنتزه، ودوحة الشيح، وزلوم، والخبر بالمملكة العربية

السعودية، وبجزيرتي كيش وقشم في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، وفي مرافق الواجهة البحرية ومنطقة الخيران الترفيهية بدولة الكويت .

وفي سلطنة عمان فإن إنشاء مرافق الألعاب المائية ومراسي اليخوت والقوارب وأماكن إقامة المخيمات يجري حالياً على طول السواحل ، إذ تستخدم الشواطئ لمجموعة متعددة من الأغراض الترفيهية التي تتضمن الألعاب المائية وممارسة كرة القدم ، والصيد ، والتنزه على الشاطئ ، وإقامة المخيمات .

ولما كان إنشاء المرافق الترفيهية والسياحية في المناطق الساحلية أحد المصادر المهمة لتنويع الدخل الوطني، فقد تم تشييد عدد من الفنادق الحديثة الفاخرة والشقق المفروشة التي تستخدم لقضاء العطلات، وسلسلة كبيرة من المطاعم على طول الساحل، مع إنشاء الطرق الساحلية الضرورية والبني التحتية الأخرى اللازمة لتلبية متطلبات المسافرين بشكل فردي أو في مجموعات سياحية. وجميع هذه المنشآت والمرافق إذا تم بناؤها بشكل عشوائي، ولم يتم إدارتها بطريقة صحيحة بيئياً، فقد يكون لها آثار ضارة على البيئة الساحلية والبحرية. ولذلك يجب إحكام الرقابة عليها بشكل جيد، ووضع الأنظمة التي تكفل حماية المناطق الساحلية من التدهور البيئي وإلحاق الضرر بها وسوء الاستخدام.

2-4 استكشاف الموارد البحرية الحية واستغلالها

على الرغم من أن المنطقة البحرية للمنظمة غنية إلى حد كبير بالأنواع التجارية من الأسماك ذوات الزعانف والمحار، فإن قطاع المصائد ما يزال يلعب دوراً ثانوياً في اقتصاديات دول المنطقة. فإسهام هذا القطاع في إجمالي الإنتاج المحلي (GDP) للدول الأعضاء بالمنظمة محدود جداً ، وهو يبلغ 0.3 % في مملكة البحرين ، و 0.1 % في الكويت ، و 1 % في قطر (المصائد والزراعة) من إجمالي الإنتاج المحلي. وفي سلطنة عمان فإن العائد الناتج من مصائد الأسماك بلغ 36.5 % من إجمالي عائد الصادرات النفطية للدولة في عام 1984م.

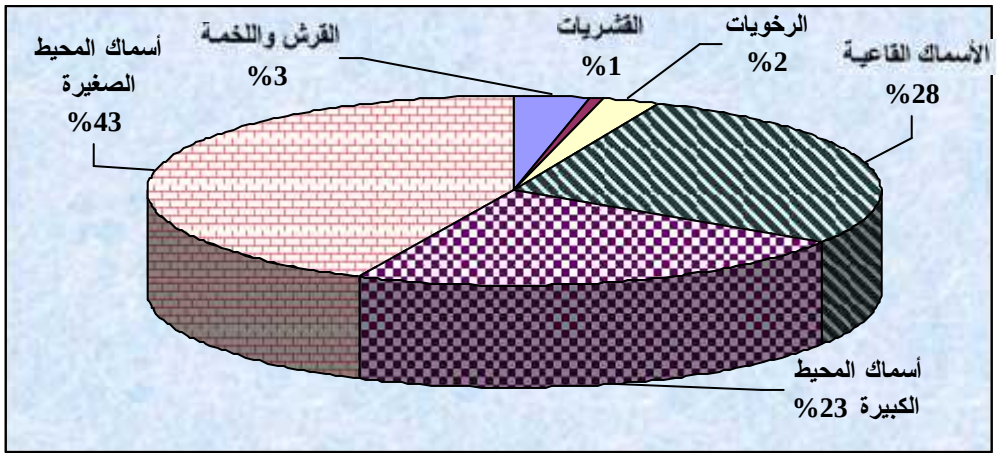
وترتكز المصائد التجارية في المنطقة على أكثر من 1000 نوع من الأسماك ذوات الزعانف finfish والمحار shellfish، بالإضافة إلى ستة أنواع من الروبيان هي: (*Penaeus semisulcatus* ، و *P. indicus* ، و *Metapenaeus affinis* ، و *M. stebbingi* ، و *M. monoceros* ، و *Parapenaeopsis stylifera*) ، ونوعين من جراد البحر الشوكي spiny lobster هما : (*Panulirus homarus* ، و *P. versicolor*) ، ونوع واحد من جراد البحر ذي الخطم الجاروفي shovel nose lobster هو (*Thenus orientalis*) ، ونوع واحد من الحبار (*Sepia pharaonis*) ، ونوع واحد من أذن البحر هو (*Haliotis mariae*) ، ونوع واحد من القباقب (*Portunus pelagicus*) (Mohammed *et al.,* 1981; Johnson *et al.,* 1992; Fouda and Hermosa, 1993; Krupp and Muller, 1994; Abdulqader, 1994; Siddeek *et al.,* 1997; Fouda, 1997). وقد كان محار اللؤلؤ من النوعين : (*P. radiata* و *Pinctada margaritifera*) مصدراً أساسياً للدخل في دول المنطقة البحرية للمنظمة حتى منتصف القرن العشرين الميلادي .

وقد ضاعفت الجمهورية الإسلامية الإيرانية جهودها لتنمية مصادرها السمكية في السنوات الأخيرة. ومن بين الأقطار الثمانية بالمنطقة فإن أربع دول منها فقط لديها مصائد كبيرة نسبياً للروبيان، ويعمل بها نحو 180 سفينة للصيد بجرف القاع trawlers، وهذه الدول هي: الجمهورية الإسلامية الإيرانية (80 سفينة)، والكويت (70 سفينة)، والمملكة العربية السعودية (20 سفينة)، ومملكة البحرين (10 سفن) (FAO, 1997).

وعلى مستوى الدول الأعضاء في المنظمة تم تسجيل أعلى نسبة من صيد الأسماك في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، وتلتها في ذلك سلطنة عمان فدولة الإمارات العربية المتحدة. وقد كانت لقطر أقل نسبة من الأسماك المصادة خلال الفترة من 1995-1999. وتساوت البحرين والكويت في حصيلة صيدهما (SOMER, 2000).

وقد وجد سديك وزملاؤه (Siddeek *et al.*, (1999 أن أسماك القاع في مصائد الجروف القارية continental shelves بالمنطقة البحرية للمنظمة تضم أكثر من 350 نوعاً من الأسماك التجارية ، وثمانية أنواع من الروبيان ، ونوعين من جراد البحر الشوكي ، ونوع واحد من جراد البحر ذي الخطم الجاروفي، ونوع واحد من الحبار، ونوع واحد من القباقب ، ونوع واحد من أذن البحر. وتستخدم قوارب الصيادين وسفن الصيد الكبيرة – التي يعمل عليها أكثر من 120000 صياد – في صيد أسماك القاع بالمنطقة. وتضم قوارب الصيد: القوارب التي تستخدم شباك جرف قاع البحر trawlers (وهي قوارب ذات هياكل من الخشب أو الفولاذ) ، والمراكب الخشبية الكبيرة (الدو) التي تحتوي على محركات داخلها، والقوارب الصغيرة ذات المحركات الموجودة في مؤخراتها، والقوارب المصنوعة من الألياف الزجاجية fiberglass. وتتكون معدات الصيد من شباك جرف القاع، وشباك صيد أسماك القاع من خياشيمها gill nets، والمصائد traps (من الأنواع ذات الشباك السلكية والبلاستيكية) ، ومصائد الحواجز barrier traps ، وقصبات الشص hand lines ، واليدين (بلا أية أدوات) ، والسكاكين (لتحريك أذن البحر وإزاحته من الموضع الملتصق به). وأهم مصدرين لأحياء القاع ذات القيمة التجارية بالمنطقة هما : الأسماك القاعية (ويأتي في مقدمتها : عائلة الشعريات Lethrinidae ، والشعوميات Sparidae ، والهاموريات Serranidae ، والصافيات Siganidae ، واللوتيات Sciaenidae ، وعائلة Stromateidae ، والنيسريات Lutjanidae ، وعائلة Trichiuridae ، والباسيات Nemipteridae) والروبيان (الذي من أهم أنواعه ما يلي : *Penaeus semisulcatus* ، و *Metapenaeus affinis* ، و *Parapenaeopsis stylifera* ، و*Penaeus merguiensis*). وقد تم اصطياد نحو 198000 – 214000 طن من الأسماك القاعية والروبيان بين عامي 1988 و 1993 ، وهو ما يمثل زهاء 40 % من إجمالي الصيد البحري (الذي يقدر بنحو 475000 – 552000 طن) . وتختلف هذه النسبة بين الدول الأعضاء في المنظمة ، فهي تقدر بنحو 56 % في مملكة البحرين، و 41 % في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، وتقترب من 100 % في جمهورية العراق، وتبلغ 55 % في الكويت، و 25 % في سلطنة عمان، و 71 % في قطر ، و 52 % في المملكة العربية السعودية ، و 32 % في الإمارات العربية المتحدة (Siddeek *et al.*, 1999).

وتوضح تقديرات إنتاج الأسماك للفترة من 1996 إلى 2000 أن معدل صيد الأسماك والمحار في سلطنة عمان بلغ 115202 طناً. وقد كان عام 2000 عاماً طيباً بالنسبة لحرفة صيد الأسماك، إذ بلغ إجمالي الصيد خلاله 120421 طناً (شكل 4– 12). والأسماك الكبيرة – التي تنتمي إلى أسماك المحيط الهندي ، وبخاصة الأنواع : *Scomberomorus commerson* و *Thunnus tonggol*، و *T. albacares*، والتي تم صيدها في سلطنة عمان – تمثل نحو نصف حصيلة الكمية الإجمالية التي تم صيدها من الأسماك بهذه الدولة. أما أسماك المحيط الصغيرة مثل السردين والأنشوجة والماكريل الهندي Indian mackerel والأسماك القاعية مثل سمكة الإمبراطور emperor والأخفس groupers فهي تسهم بنسبة كبيرة أيضاً في إجمالي حصيلة الصيد بسلطنة عمان (MAF – Oman, 2002).



شكل 4– 12 أنواع الأسماك التي تم صيدها في سلطنة عمان عام 2000.

وقد بلغ إجمالي الكميات المصادة من الأسماك في إمارة أبو ظبي بدولة الإمارات العربية المتحدة 5813 طناً في عام 2001 . وتستخدم الشباك والمصائد وقصبات الشص في أعمال الصيد (MNR - UAE, 2003) .

وتتأثر مصائد الأسماك في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بحالة التدهور البيئي الناجمة عن الأنشطة التي تجرى في المناطق الساحلية والتي أدت إلى إزالة أماكن تفريخ وحضانة الأسماك ذات القيمة التجارية، بما في ذلك المحار. كما كان لانخفاض معدل تدفق المياه من شط العرب إلى المنطقة البحرية آثار سلبية كبيرة

على تكاثر بعض أنواع الأسماك البحرية . وأدى الصيد بشباك جرف القاع إلى إحداث تدمير شديد لتجمعات الأحياء التي تستوطن قاع البحر . وقد قامت عدة دول في المنطقة باتخاذ تدابير وإجراءات علاجية لحماية صيدها البحري من الروبيان . وتضمنت هذه التدابير: حظر الصيد باستخدام شباك جرف القاع ، وعدم إصدار تراخيص جديدة ، ووضع حد لحجم قوارب الصيد .

إن جهود صيد بعض الأنواع من الأسماك ذات القيمة التجارية بالمنطقة قد تم تقديرها على أنها دون المستوى المثالي المطلوب (كما في بعض الأسماك العمانية المحلية) أو قريبة من المستوى المثالي (كما في حالة صيد الروبيان العماني) أو فوق المستوى المثالي (مثل صيد الروبيان بالمنطقة البحرية للمنظمة، وصيد الأسماك المحلية). وقد أدى الاستغلال الجائر overexploitation إلى تطبيق العديد من التشريعات والإجراءات التي تحد من أنشطة الصيد، مثل الحد من إصدار تراخيص الصيد ، وتحديد مساحة فتحات (ثقوب) الشباك وحجم الأسماك المصادة، وإغلاق مناطق الصيد، وتقليل فترة موسم الصيد، وحظر صيد بعض الأنواع. وبرغم كل ذلك فإن إدارة المصائد تواجه العديد من المعوقات، مثل نقص التشريعات الإدارية المناسبة، وعدم الجدية في تطبيق ما هو موجود منها، وعدم توافر معلومات كافية عن رصيد المخزون السمكي لمعظم الأنواع. ويؤثر التلوث وحالة التدهور البيئي في مناطق تفريخ صغار الأسماك على إنتاجية المصائد. ولهذا فإنه من أجل تحقيق تنمية مستدامة لمصائد الأسماك القاعية، من الأهمية بمكان أن نحافظ على سلامة البيئة البحرية ، والحد من الصيد الجائر، والتطبيق الحازم لقرارات منع الصيد في مواسم معينة وفي مناطق محددة يتم إغلاقها لحماية ما بها من أنواع خاصة من الأسماك. ويتم تطبيق هذه الإجراءات بدرجات متفاوتة من النجاح في جميع الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (Siddeek *et al.*, 1999).

3-4 استغلال الموارد البحرية غير الحية — الأنشطة البحرية وآثارها

يوجد نحو 34 حقلاً نفطياً وغازياً في المنطقة ، وتشتمل هذه الحقول على أكثر من 800 بئر نفطية منتجة. وتقع أكبر حقول النفط البحرية في المملكة العربية السعودية والجمهورية الإسلامية الإيرانية والإمارات العربية المتحدة .

وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية يتم إجراء الأعمال الخاصة باستكشاف واستخراج وتصدير الزيت الخام من الحقول البحرية في عدة مواقع. ويتفاوت حجم النفط المنتج من حقل إلى آخر، فهو يبلغ 200 برميل/ يوم في حقل نوروز، ويصل إلى 115000 برميل/ يوم في حقل سلمان. كما يتفاوت أيضاً المحتوى النفطي oil content، فهو يبلغ 25 مليجراما / لتر في منطقة سري Sirri ، في حين يصل إلى 270 مليجراما/ لتر في حقل رشادات (SBA-I. R. Iran, 2000).

وقد بلغ معدل حجم السوائل المحتوية على كيماويات، التي تم تصريفها من أنشطة بحرية في دولة قطر خلال عام 1999، نحو 31.5 طن / شهر (SOMER, 2000). والمواد الكيميائية التي استخدمت في العمليات البحرية كانت بصورة أساسية: موانع التآكل corrosion inhibitors ، وموانع تكوين القشور scales inhibitors ، والمواد المضادة لتكوين الرغوة anti-foams ، ومزيلات المستحلب demulsifiers ومشتتات الزيت oil dispersants ، والمبيدات الحيوية biocides ومروقات الماء water clarifier. ومن الجدير بالذكر أن جميع سوائل طين الحفر (الطفلة) المستخدمة في أعمال حفر آبار النفط والغاز كانت ذات أساس مائي water-based ، والرقم الهيدروجيني (مقياس الحامضية / القلوية) لها متعادل ، ولم تكن هناك أية مواد كيميائية من تلك التي تستخدم في سوائل طين الحفر محتوية على أية مكونات خطرة من تلك التي تصنفها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ضمن قائمة المواد السامة أو الخطرة . (SBA-Qatar, 2000)

إن استخدام مياه البحر في إنتاج المياه المقطرة عن طريق تحلية مياه البحر يعد أحد الصناعات الرئيسية في المنطقة . ويتم خلط المياه المقطرة المنتجة مع نحو 10 % من المياه القليلة الملوحة brackish water لإنتاج مياه صالحة للشرب. وتبلغ كمية المياه

التي يتم سحبها من البحر إلى معامل التحلية نحو 10– 20 ضعف كمية المياه المنتجة من هذه المعامل. وتستخدم بقية المياه في أغراض التبريد. وتكون درجة حرارة المياه التي يتم تصريفها إلى البحر أعلى بمقدار خمس درجات مئوية من درجة حرارة مياه البحر العادية، وتزيد درجة ملوحتها عن ملوحة مياه البحر بنحو 3 في الألف. وتحتوي المياه التي يتم تصريفها إلى البحر على بقايا من الكلور (تكون بشكل رئيسي في صورة مواد عضوية محتوية على الكلور أو البروم أو اليود)، ونواتج التآكل corrosion products ، والبولي فوسفاتات polyphosphates. وعلى الرغم من أن الآثار الناتجة عن المياه التي يتم تصريفها إلى البحر تعد محدودة وصغيرة نسبياً، فإن الآثار الطويلة المدى في المياه الضحلة القريبة من الشاطئ قد تكون كبيرة (Ali and Riley, 1986).

وتتضمن الموارد البحرية الأخرى التي يتم استغلالها في المنطقة: الصلبوخ gravel والرمال. ولا توجد إحصائيات تبين كميات هذه المواد أو توضح تأثيرها على النظم البيئية . ولكن ما دامت هذه المواد يتم أخذها من المناطق الساحلية فإنه من المحتمل حدوث أضرار مباشرة أو غير مباشرة في المناطق التي تؤخذ منها هذه المواد .

إن الخطر الرئيسي لأعمال الحفر في المنطقة البحرية هو انفجار الآبار . فعلى سبيل المثال تكونت بقعتان نفطيتان كبيرتان من جراء انفجار الآبار خلال فترة السنوات الست من 1993 إلى 1998 (SOMER, 2000). ويمكن حدوث الآثار البيئية الضارة في جميع مراحل استكشاف النفط في المناطق البحرية وعملياتإنتاجه. وعلى وجه الخصوص فإن آثار المياه المنتجة مع النفط على البيئة البحرية يمكن ملاحظتها بشكل كبير في المناطق ذات المياه الضحلة أو قرب المناطق التي تتسم بحساسيتها البيئية (الإيكولوجية) العالية. ويتوقف مقدار الآثار البيئية أيضاً على حجم المياه وتركيب السوائل التي يتم تصريفها إلى البحر (مثل محتواها من النفط والكيماويات، والمواد المذابة، والمواد الصلبة العالقة، والمواد غير العضوية، والأملاح المعدنية). وفي معظم أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة يخضع تصريف هذه النفايات السائلة للتشريعات الدولية وبروتوكول المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وبالإضافة إلى هذه الآثار البيئية فإن هناك آثارا أخرى تنتج عن استخراج البترول من المناطق البحرية. فوجود أجهزة الحفر وخطوط الأنابيب البحرية يسهم في إيجاد أماكن لا تدخلها سفن الصيد أو غيرها

من السفن الأخرى. وفي المقابل فإن إلقاء الأنقاض والمخلفات أثناء تنفيذ عمليات إنتاج النفط من المناطق البحرية المغمورة قد يتسبب في إتلاف معدات الصيد ، أو ربما أدى إلى أن تعلق هذه المخلفات برفاصات السفن ships propellers .

وقد تبنت الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بروتوكولاً خاصاً بالتلوث البحري الناتج عن استكشاف واستغلال الجرف القاري (الصادر في عام 1989). ويهدف البروتوكول وملاحقه إلى التحكم في التلوث الناتج من جميع أنواع العمليات البحرية ، بما في ذلك استكشاف واستغلال الموارد وإجراء عمليات المسح الزلزالي (السيزمي) ، واستخدام المواد الكيميائية في أعمال الاستكشاف والإنتاج ، والتخلص من فتات حفر الآبار بطرحه في قاع البحر . وبتطبيق هذا البروتوكول فإنه من المؤمل أن يكون هناك تنسيق مناسب على المستوى الإقليمي لضمان أن تكون الممارسات البيئية المصاحبة لعمليات استكشاف وإنتاج النفط والغاز من المناطق البحرية صحيحة وليست لها أية عواقب ضارة بيئياً .

1-3-4 جرف الرمال والطين

إن أعمال جرف الرمال والطين يتم إجراؤها بكميات كبيرة في معظم المناطق الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وتجرى أعمال جرف الرمال ورفعها لمنع تراكم الرواسب الطمية والرمال الناعمة في الموانئ والأنهار وسائر الممرات المائية ، بالإضافة إلى أنها تجرى لتنفيذ المشروعات الإنشائية الجديدة والمشروعات الهندسية التي تجرى في المناطق المغمورة. وتتكون المواد التي يتم جرفها من مواد رملية وطينية ، حيث تستخدم هذه المواد بعد ذلك في أغراض الردم .

وقد تم إجراء عمليات الجرف على نطاق واسع في مملكة البحرين، حيث أزيل نحو 15– 20 كيلومترا مربعا من مناطق المياه الضحلة والموائل الساحلية. وفي أثناء إنشاء جسر الملك فهد الذي يربط بين المملكة العربية السعودية والبحرين تم جرف ورفع نحو 60 مليون متر مكعب من الطين والرمال (Linden *et al.*, 1990). وقد تم تقدير كمية المادة

التي تم جرفها من البحرين بأكثر من 60000 متر مكعب، وهي تحتوي على رمال وصخور وحجر جيري ناعم (Madany *et al*., 1987).

وفي سلطنة عمان تم جرف مناطق كبيرة قدرت بنحو 2200000 متر مكعب ، و 71300 متر مكعب و 60 هكتارا على التوالي وذلك لإنشاء ثلاثة موانئ رئيسية جديدة في صحار وشناص وخصب (MTC-Oman, 2002).

وفي المملكة العربية السعودية تم جرف 46.5 كيلومتر مربع من المنطقة الساحلية لإنشاء مشاريع في الجبيل والدمام. وفي مدينة الجبيل تم إزالة أكثر من 200 مليون متر مكعب من الرواسب لأغراض إنشاء مشروعات سكنية وصناعية (IUCN, 1987) .

وعندما تكون المادة التي يتم جرفها من البحر غير ملوثة، ويتم مناولتها بشكل ملائم، فإنها تسبب فقط عدداً قليلاً من المشكلات على المدى الطويل، وفي واقع الأمر يمكن أن تستخدم هذه المادة في العديد من الأغراض المفيدة ، مثل أعمال الردم وإنشاء المحميات الصناعية للمرجانيات واستصلاح المناطق الساحلية التي سبق أن تعرضت للتلف والضرر. وإذا تم إلقاء هذه المادة في البحر فإن آثارها الفيزيائية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار، ومن الأهمية بمكان في مثل هذه الحالة اختيار مواقع إلقائها في البحر بكل عناية وإدارة ذلك بكل حرص , ومع ذلك وجد أن نحو 10 % من المواد التي تم جرفها كانت ملوثة من عدة مصادر مختلفة من بينها: حركة النقل والشحن البحري، والمياه العادمة المنصرفة من المجاري المنزلية والمنشآت الصناعية، والمياه الجارية على اليابسة (كالأمطار والأنهار) التي تصب في نهاية المطاف في البحر. وتتضمن قائمة الملوثات النمطية: النفط ، والمعادن النزرة ، والمغذيات ، والمركبات العضوية المكلورة. والمواد المجروفة التي يتم طرحها في البحر لها طوران : أحدهما سائل، والآخر طور الجسيمات العالقة suspended particulate phases ، ولكن التأثير الأكبر يأتي بوجه عام من المادة القابلة للترسيب أو التي تكون في صورة صلبة ، إذ إنها يمكن أن تلحق الضرر بأحياء قاع البحر عن طريق تغطية موائلها ومستوطناتها أو إحداث اضطرابات فيزيائية فيها أو من خلال التأثيرات السامة والتراكم الحيوي

(البيولوجي) لهذه المادة في طورها الذائب في مياه البحر أو طورها الذي تكون عالقة خلاله في تلك المياه.

وقد تقوم المادة الملوثة التي تم جرفها ثم طرحها في البحر بإطلاق حملها الممتز adsorbed burden من الملوثات بمعدل بطيء، مما يؤدي إلى تعرض الموائل الأحيائية المحلية على المدى الطويل إلى واحد أو أكثر من المواد الملوثة. ومع ذلك فقد أوضحت الدراسات المعملية والحقلية أن ارتشاحات Leaching الهيدروكربونات المكلورة والمواد البترولية والفلزية في عمود المياه تعد ضئيلة جداً. ويتم إطلاق المغذيات nutrients بتراكيز أعلى من تراكيزها في مياه الخلفية (مياه البحر المحيطة بالمنطقة التي ألقيت فيها المادة المجروفة) background water ، ولكن عمليات اختلاط مياه البحر بعضها ببعض تقلل من تأثيراتها البيئية . والناتج الرئيسي لتفريغ المادة المجروفة في المناطق التي تتسم بانخفاض سرعة التيار المائي فيها وانخفاض طاقة الأمواج هو التراكم الفيزيائي (الطبيعي) لهذه المادة . وتكون إعادة استعمار هذه التراكمات من قبل الأحياء البحرية التي تعيش في القاع سريعة نسبياً في مناطق الرسوبيات ذات الحبيبات الناعمة وأكثر تباطؤاً إذا كانت المادة التي تم طمرها في البحر ذات حبيبات خشنة وكبيرة .

ولا توجد طريقة محددة ومعتمدة للتخلص من المواد بإلقائها في البحر، ولا يوجد تصنيف محدد لمواقع طمر هذه المواد يكون مناسباً لكل مادة مجروفة منها أو لأية نفاية صناعية. ويجب مراعاة جميع البدائل في أثناء مرحلة التخطيط لكي نضمن أن النفايات التي سيتم إلقاؤها في البحر سوف يكون تأثيرها البيئي أقل ما يمكن (GESAMP, 1990).

2-3-4 النقل البحري

إن نحو 25000 ناقلة نفط ، تحمل زهاء 60 % من إجمالي الصادرات النفطية إلى العالم ، تبحر وتمر عبر مضيق هرمز سنوياً . ويتم تصدير النفط من 34 فرضة رئيسية للزيت في المنطقة (UNEP, 1999). ويتم تسرب نحو مليوني برميل من النفط

إلى المنطقة في كل سنة (Hinrichsen, 1996) من عمليات التصريف الروتينية لمياه التوازن الملوثة بالنفط من الناقلات (UNEP, 1999). وبالإضافة إلى مياه التوازن غير النظيفة فإن السفن تنتج أيضاً أنواعاً أخرى من النفايات . فجميع السفن يتخلف عنها مياه آسنة bilge water وزيوت مستعملة تنتج من عملية الطرد المركزي للزيت المستخدم في تشغيل السفينة، بالإضافة إلى التسرب من غرف المحركات، وغسل محركات السفينة أيضاً. وبالرغم من أن هذه النفايات صغيرة الحجم فإنها ذات محتوى عال من النفط. كما تنتج السفن مياه الصرف الصحي ونفايات مثل النفايات المنزلية (الناجمة عن مخلفات طاقم السفينة والركاب من بقايا المواد الغذائية والقمامة ... إلخ). وقد تم تقدير حجم نفايات السفن التي يتم إلقاؤها في المنطقة البحرية بنحو 8.3 طن متري/ سنة (عبدالرحيم Abdulraheem,1997). ولكي تقوم السفن بالتخلص من هذه النفايات بصورة صحيحة يجب توفير المرافق المناسبة لاستقبال النفايات ومياه التوازن .

وقد تم تقليل معدل التسربات النفطية إلى حد كبير من خلال تبني نظام "الحمل في أعلى" load-on-top الفعال الذي يتم من خلاله الاحتفاظ بمياه غسيل الخزانات على سطح السفينة. ومع ذلك فإن من الملاحظ أن تقليل معدل التسربات النفطية ليس متماثلاً في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويتضح ذلك في مقدار الهيدروكربونات التي توجد في الرواسب البحرية، وفي توزيع كرات القار على نطاق واسع في الشواطئ وبخاصة في سلطنة عمان .

3-3-4 شبكات خطوط الأنابيب

توجد شبكة كبيرة من خطوط الأنابيب يقدر طولها بآلاف الكيلومترات على قاع البحر في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وتقوم هذه الشبكة من الأنابيب بنقل البترول والغاز ومياه الإنتاج من الآبار النفطية البحرية إلى الفرض والمرافق الموجودة على البر. ويلاحظ أنه نادراً ما يتم طمر خطوط الأنابيب في المناطق الساحلية بسبب التكلفة العالية لتنفيذ ذلك. وقد استخدمت تقنيات وضع مواد رسوبية حول خطوط الأنابيب لحمايتها من مراسي السفن التي يتم إلقاؤها في البحر لتثبيت هذه السفن ، وحمايتها أيضاً من السفن التي تقوم بجرف الرمال والطين من قاع المناطق

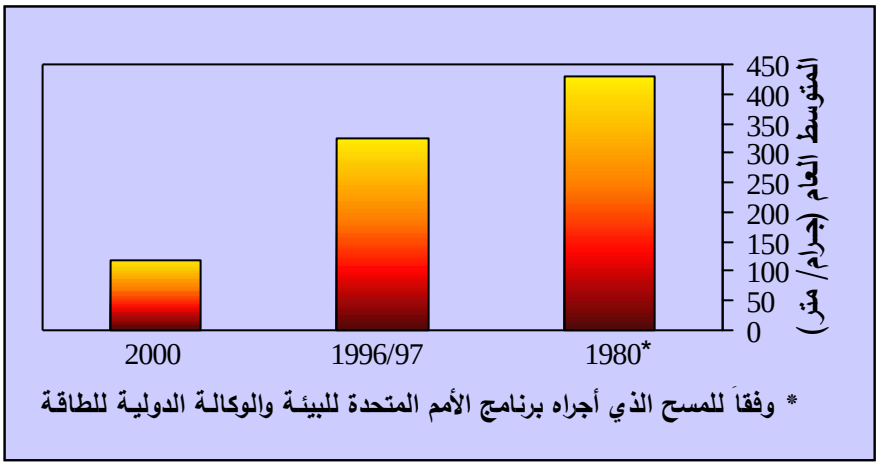
الساحلية (SOMER, 2000) . وفي أغلب الأحيان لا يتم الإبلاغ عن أو تسجيل حالات تسرب للنفط أو للمنتجات البترولية نتيجة أية تشققات أو تصدع لخطوط الأنابيب المغمورة تحت سطح البحر.

4-4 كرات القار

يمثل التلوث النفطي أحد الأخطار البيئية المزمنة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وغالباً ما ترى كرات القار (القطران) مترسبة على الشواطئ، كما ترى بقع شبه صلبة من النفط طافية على سطح الماء على امتداد سواحل المنطقة. وبسبب درجة حرارة الجو العالية فإن المواد المتطايرة الموجودة في الزيت الخام تتبخر ، في حين تتحول المواد المتبقية إلى كرات من القار تنقلها الأمواج إلى الشاطئ فتلوثه. وقد قامت الدول الأعضاء في المنظمة بإجراء العديد من أعمال المسح الميداني لتقدير معدلات كرات القار ومدى انتشارها على الشواطئ. وتم قياس كثافة هذه الكرات على طول الشواطئ العمانية باعتبارها مؤشراً يدل على تلوث البيئة البحرية بالنفط (شكل 4-13). وأوضحت الدراسة الميدانية التي أجريت في السلطنة أن كرات القار الموجودة على طول شاطئ القرم في منطقة مسقط لا تمثل تهديداً لسلامة النظم البيئية الطبيعية فقط ، ولكنها تهدد أيضاً الأنشطة الترويحية والترفيهية لمستخدمي الشاطئ (MNR-Oman, 1999).

شكل 4– 13 كرات القار المترسبة على طول الساحل العماني في عام 1996م.

وقد أوضحت نتائج أعمال المسح الميداني التي أجريت على شواطئ سلطنة عمان أن هناك مستويات منخفضة حالياً من رواسب كرات القار على تلك الشواطئ مقارنة بما كان عليه الأمر في السنوات السابقة (شكل 4– 14). وتمت ملاحظة هذا الانخفاض على شواطئ بحر العرب على وجه الخصوص ، بالرغم من استمرار وجود مستويات عالية من هذه الكرات في عام 2002 بشواطئ منطقتي السوادي ودبا (على خليج عمان)، مع تعرض الواجهة البحرية لمنطقة دبا لتلوث شديد بكرات القار وصل معدله إلى 2252 جراماً/ متر من الشاطئ . والمصدر الرئيسي لتلوث البيئة البحرية في سلطنة عمان هو كرات القار التي تتكون نتيجة لتصريف مياه التوازن بطريقة غير شرعية من الناقلات النفطية التي تعبر المنطقة (MRMEWR- Oman, 2003) .



شكل 4– 14 كثافة كرات القار (جرام/ متر مكعب) على الواجهة البحرية في سلطنة عمان.

وقد تم قياس تراكيز كرات القار في أحد عشر موقعاً على طول الساحل القطري. وتبين أن التراكيز قد تفاوتت في مقاديرها حسب الزمان والمكان، وتراوحت قيمتها بين 2 و 1132 جرام/ متر (المتوسط العام هو 290 جراما/ متر) على الواجهة البحرية (Al-Madfa *et al.*, 1999) . وقد بلغت الرواسب القطرانية أعلى حد عقب البقعة النفطية التي نتجت عن حرب 1991 وبخاصة على طول السواحل الشمالية – الغربية (المتوسط العام 723 جراما/ متر) والسواحل الشمالية (المتوسط العام 620 جراما/ متر). وباستثناء المستويات العالية التي تم تسجيلها في المملكة العربية السعودية وسلطنة عمان فإن مستويات القطران على الشواطئ القطرية يبدو وكأنه في نفس مدى القيم التي تم تسجيلها من قبل في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويبدو أن هناك تراكيز منخفضة من القار (القطران) المتكون حديثاً على الساحل الشرقي (متوسط التركيز 150 جراما/ متر) مقارنة بالساحل الغربي (متوسط التركيز 304 جرام/ متر) حيث ما يزال يوجد به قطران بكميات كبيرة ناجمة عن البقع النفطية التي تكونت في مراحل مبكرة سابقاً. وقد أدى تطبيق التشريعات القانونية الصارمة بشأن تصريف مياه التوازن في المنطقة البحرية للمنظمة إلى انخفاض واضح في رواسب القار منذ عام 1993م ، حتى أنه وصل في بعض المواقع إلى حد يماثل الحد الأدنى الأساسي الذي تقرره التشريعات البيئية .

4-5 القمامة

تمثل القمامة – التي يتم إنتاجها في المناطق البرية والشواطئ والسفن – إحدى المشكلات البيئية المتزايدة الأهمية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية . وتقدر كمية القمامة الناتجة من السفن بنحو 1.2 – 2.6 كيلو جرام/ شخص يومياً، ويتم التخلص منها بقذفها من على سطح هذه السفن (Anbar, 1996).

وفي الوقت الحالي فإن المناطق الساحلية الضحلة بمنطقة عمل المنظمة تستخدم كمستودعات لكميات كبيرة من المخلفات الصناعية والتجارية والقمامة المنزلية وغيرها من النفايات الصلبة. وهذه المخلفات قد تكون في شكل لدائن بلاستيكية وحاويات وعلب

معدنية وأخشاب وإطارات سيارات، بل وحتى سيارات كاملة "خردة" يتم إلقاؤها في البحر في بعض الأماكن. وتأتي الحمأة النفطية oil sludge في مقدمة النفايات الصلبة، من حيث كمية ما يلقى منها في البحر ومن حيث ما تشكل من خطورة على البيئة البحرية (Linden *et al*.,1990).

إن تناثر القمامة على طول خط الشاطئ يعد أحد الدلائل المميزة للفساد البيئي التي يمكن ملاحظتها في العديد من المواضع بالمنطقة البحرية للمنظمة. وينتشر الكثير من الأنقاض والنفايات الخفيفة الوزن على طول الشواطئ نتيجة لحركة الرياح والأمواج. وأسهم مثل هذا الوضع في جعل العديد من الشواطئ غير مناسبة لاستخدامها في أغراض الترويح والترفيه وبخاصة قرب المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. وفي معظم الحالات، فإن معظم مرتادي الشواطئ يتركون القمامة وراءهم على رمال الشاطئ. وحتى في المناطق النائية جداً فإن الشواطئ هناك تعاني من التلوث الشديد بالقمامة ، وربما كان ذلك ناجماً عن جلب الأمواج لها من أماكن أخرى وقذفها لها على الشاطئ (UNEP, 1999) .

الفصل الخامس

تلوث المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

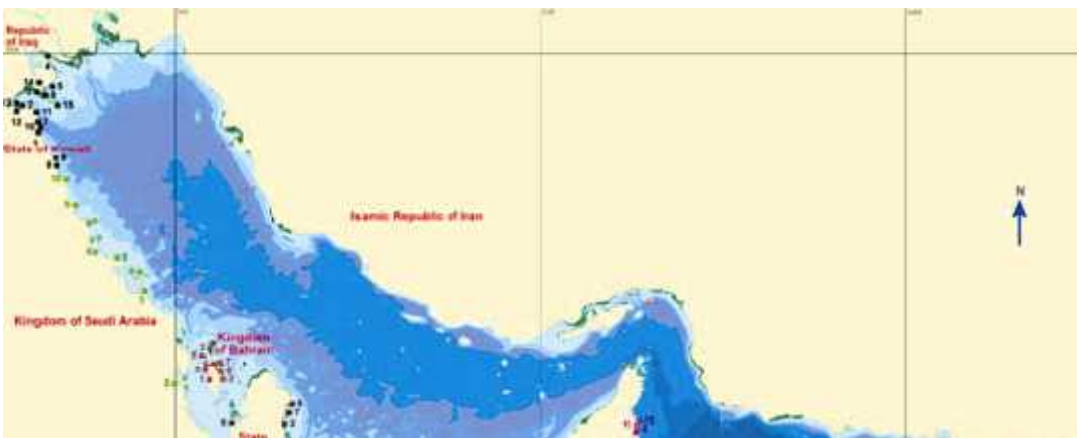
يتناول هذا الفصل مجموعات خاصة من الملوثات التي تعد مستويات تراكيزها في الماء والرواسب والأحياء البحرية مؤشرات عن مدى صحة البيئة البحرية. والمصادر الرئيسية لملوثات المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية هي المصادر القائمة في البر والعمليات البحرية المرتبطة بالنفط ، وأنشطة وأعمال النقل والشحن البحري ، فكل هذه المصادر تسهم بشكل كبير في الأثر الكلي للأنشطة البشرية على البيئة البحرية .

ويعتمد تقييم الملوثات في المنطقة البحرية للمنظمة على أعمال المسح والفحص المختلفة التي كان من بينها مشروع مسح الملوثات الذي قامت به المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والذي تم إجراؤه في عدد من المواقع المختارة في الدول الأعضاء خلال العقدين المنصرمين، وذلك بغرض الوقوف على تراكيز المعادن النزرة والملوثات العضوية في الماء والرواسب والأحياء البحرية. كما يعتمد هذا التقييم أيضاً على نتائج قياس الملوثات في الرواسب أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية التي نظمتها المنظمة خلال صيف 2001، بالإضافة إلى نتائج بعض الدراسات الحديثة المتعلقة بالملوثات التي أجرتها الدول الأعضاء في المنظمة . ومن الجدير بالذكر أن نتائج الدراسات الخاصة بالملوثات التي قامت بها المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية والوكالة الدولة للطاقة الذرية، وكذلك أعمال المسح الميدانية التي قامت بها الدول الأعضاء كل على حدة، توفر تقريراً عن حالة التلوث في المناطق القريبة من الشاطئ أو في المياه الساحلية وفي مناطق "البقع الساخنة"، في حين أن رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف عام 2001م

توفر بصورة رئيسية بيانات تفيد في تقييم حوض المنطقة البحرية كله بالإضافة إلى التعرف على نموذج الملوثات في المنطقة البحرية المفتوحة بمنطقة عمل المنظمة .

1-5 تلوث المياه الساحلية

تمثل نتائج المسح البحري للملوثات الذي أجرته المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية المصدر الرئيسي للبيانات الموثوق فيها لتقييم مستوى الملوثات في المياه الساحلية بالدول الأعضاء بالمنظمة. ويتضمن مشروع المسح البحري للملوثات الذي نفذته المنظمة بالتعاون مع الوكالة المذكورة: أعمال مسح المعادن النزرة والملوثات العضوية التي تم إجراؤها في الكويت والبحرين والإمارات العربية المتحدة (يونية 1994)، وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية وسلطنة عمان وقطر (في مايو ويونية 1997)، وفي المملكة العربية السعودية والكويت (أكتوبر 1998) ، وفي قطر والإمارات العربية المتحدة والبحرين وعمان (في 2000 و 2001م). وقد قامت الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتزويد المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بنتائج كل مسح من هذه المسوحات (1996 ، 1998 ، 1999 ، 2001). ويقدم هذا الفصل عرضاً شاملاً لهذه المسوحات، ويجري على وجه الخصوص مقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها في عامي 2000 و 2001 والنتائج التي تم الحصول عليها من أعمال المسح التي تمت قبل ذلك في نفس المنطقة. وتوضح الخريطة الموجودة في الشكل 5– 1 جميع محطات جمع العينات خلال مختلف أعمال المسح البحري التي تمت في المنطقة. كما يبين الجدول رقم 5– 1 الرموز المستخدمة لهذه المحطات. وقد تم أيضاً استخدام بعض البيانات المتاحة عن أعمال المسح البحري التي قامت بها الدول الأعضاء وذلك لتقييم مستويات الملوثات في المياه الساحلية.



شكل 5- 1 خريطة توضح محطات جمع العينات من المياه الساحلية بالمنطقة البحرية لمشروع المسح البحري للملوثات الذي أجرته المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

جدول 5- 1 رموز محطات جمع العينات لعمليات المسح البحري للملوثات في المنطقة البحرية للمنظمة.

اسم الدولة	الكود	المحطة	اسم	الكود	المحطة

العضو			الدولة العضو		
مملكة البحرين	B1	الجسرة	سلطنة عمان	O7	(شاطئ) المغيسيل
	B2	عسكر		O8	منطقة ميناء ريسوت (الفرع الشرقي)
	B3	غرب فشت الجارم		O9	صقر
	B4	جنوب فشت الجارم		O10	مرباط
	B5	بدية الملك فهد		O11	السوادي
	B6	قبالة مصفاة بابكو	قطر	Q1	الدوحة
	B7	شمال فندق المريديان		Q2	الخور
	B8	بادية		Q3	مسيعيد
	B9	فشت الأدهم		Q4	مسيعيد
الجمهورية الإسلامية الإيرانية	I1	عبدان		Q5	دخان
	I2	بوشهر		Q6	رأس لفان
	I3	مند		Q7	رأس النوف
	I4	هرمز/ بندر عباس	المملكة العربية السعودية	S1	رأس القريّة
	I5	جزيرة هرمز		S2	القطيف/ خليج تاروت
الكويت	K1	الشعيبة		S3	الجبيل
	K2	خليج الشويخ		S4	أبو علي
	K3	شمال جون الكويت		S5	رأس الغار
	K4	شمال غرب خور بوبيان		S6	خليج منيفة
	K5	جنوب جزيرة بوبيان		S7	رأس تناقيب
	K6	بين مسكاني وجزيرة بوبيان		S8	السفانية
	K7	منطقة المنقف		S9	رأس المشعب
	K8	الخيران		S10	رأس الخفجي
	K9	رأس الزور	الإمارات العربية المتحدة	U1	أبو ظبي، غرب أدنوك
	K10	الفحيحيل		U2	ميناء أبو ظبي
	K11	البدع		U3	جبل علي
	K12	الصليبخات		U4	قبالة جزيرة الأبيض
	K13	خليج الدوحة		U5	قبالة جزيرة الأبيض
	K14	خور صبية		U6	بدية
	K15	جنوب جزيرة فيلكة		U7	ضدنة
سلطنة عمان	O1	مسندم		U8	جبل علي
	O2	ميناء الفحل (شاطئ شركة تنمية نفط عمان)		U9	أبو ظبي
	O3	رأس الحمراء		U10	المرفأ
	O4	قريات		U11	الرويس
	O5	رأس اليي (الساحل الشرقي لمصيرة)		U12	رأس عكة
	O6	حلف (الساحل الغربي لمصيرة)		U13	شاطئ عكة

1-1-5 الـهـيدروكـربونات البـتـرولية

5-1-1-1 الهيدروكربونات البترولية في المناطق الساحلية

إن قياسات المركبات الهيدروكربونات البترولية في طبقة المياه السطحية الرقيقة surface micro layer والمياه التحت سطحية subsurface water في مناطق مختلفة داخل المنطقة البحرية في الإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان قد أوضحت أن التراكيز العالية من المركبات الدهنية (الأليفاتية) aliphatics كانت موجودة فقط على شاطئ (عكة) قرب (رأس عكة). كما لوحظ وجود تراكيز أقل من نفس هذه المركبات في الدوحة. ولوحظ أن معامل غنى طبقة المياه السطحية الرقيقة بالملوثات SML enrichment factor كان 10 تقريباً لمجموعة (nC_{14}-C_{34}) من الألكانات alkanes في الدوحة. ولم توجد أية تراكيز عالية لمجموع مركبات الألكانات (n-alkanes) في سلطنة عمان. وتتبع الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات PAHs – بوجه عام – نفس الاتجاهات trends التي تمت ملاحظتها في المركبات الدهنية (الأليفاتية) . وقد كان إجمالي تراكيز الهيدروكربونات البترولية في طبقة المياه السطحية الرقيقة عند شاطئ (عكة) 15 ميكروجرام/ لتر، وفقا لمعيار المكافئ النفطي oil equivalent للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. أما تراكيز الملوثات في المياه التحت سطحية في نفس المواقع فكانت متماثلة جداً (19 ميكروجرام/ لتر). ومع ذلك فقد لوحظ بوجه عام أن مستويات الهيدروكربونات التي تم قياسها في طبقة المياه السطحية وطبقة المياه التحت سطحية في جميع الأماكن (1.1 – 19 ميكروجرام/ لتر في الإمارات العربية المتحدة، و 0.62 – 3.5 ميكروجرام/ لتر في قطر، و 0.51 – 6.7 ميكروجرام/ لتر في سلطنة عمان) كانت أكثر انخفاضاً من المعدل العام للمستويات التي تم قياسها لهذه الهيدروكربونات في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الكويت في عام 1992 عقب البقعة النفطية التي تكونت في أثناء حرب 1991 ، حيث كان المعدل العام = 149 $\pm$ 77 ميكروجرام/ لتر (n =10) في طبقة المياه السطحية ، و 64 $\pm$ 100 ميكروجرام/ لتر (n =10) في المياه التحت سطحية (Hardy *et al.* 1993)، وكانت أيضاً مماثلة لمستويات الهيدروكربونات البترولية التي تم تسجيلها سابقاً في معظم المياه التحت سطحية في الإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان خلال أوائل عقد الثمانينيات من القرن الماضي (إذ كانت تتراوح بين 0.1 و 16.8 ميكروجرام/ لتر) (Fowler, 1998).

2-1-1-5 الهيدروكربونات البترولية في الرواسب الساحلية

إن تراكيز كل من إجمالي الهيدروكربونات البترولية والمواد الدهنية (الأليفاتية) في الرواسب البحرية قد استخدمت في تحديد "البقاع الساخنة" في أربع من الدول الأعضاء في المنظمة وهي: مملكة البحرين، وسلطنة عمان، وقطر، والإمارات العربية المتحدة. وفي دولة الإمارات العربية وحدها تبين وجود دلائل عن تلوث نفطي في المنطقة المحيطة برأس عكة وشاطئ عكة على الساحل الشرقي لخليج عمان، إذ بلغ إجمالي المواد الدهنية (الأليفاتية) 10– 12 ميكروجراماً / جرام وإجمالي الهيدروكربونات البترولية 73–100 ميكروجرام/ جرام وفقا للمكافئات النفطية oil equivalents للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ومن الجدير بالذكر أنه لوحظ وجود إنتاجية أولية وثانوية عالية، وكذلك وجود العديد من أسماك السردين الميتة في هذا الموقع في أثناء جمع العينات. وفي الحقيقة فإن المسح البحري الذي أجري قبل ذلك في يونية 1994 في (بدية) – على بعد 3–4 كيلومترات تقريباً جنوب رأس عكة، قد كشف عن وجود تلوث نفطي كبير بالمنطقة، ومن المحتمل أن هذا التلوث كان ناجماً عن بقعة نفطية كبيرة تكونت على طول الساحل في هذه المنطقة قبل ذلك بثلاثة شهور (IAEA,1996). وقد أوضحت دراسة أجريت في فترة سابقة من قبل الشريدة (1998) أن الهيدروكربونات البترولية في مياه البحر والرواسب بهذه المنطقة قد انخفض مستواها بشكل كبير خلال بضعة شهور عقب تكوين هذه البقعة. ومن الجدير بالذكر أن نشير إلى أن مستويات الهيدروكربونات البترولية والهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات قد بقيت مرتفعة في الرواسب ومياه البحر حتى بعد مرور ست سنوات على حدوث تلك البقعة النفطية.

وفي دولة قطر كان إجمالي الهيدروكربونات البترولية عند أعلى مستوياته في الرواسب البحرية بمسيعيد (45 ميكروجراما/ جرام) ورأس النوف (64 ميكروجراما/ جرام)، في حين كان إجمالي المواد الدهنية (الأليفاتية) قد سجل أعلى معدل له في مسيعيد (73 ميكروجراما/ جرام) والدوحة (39 ميكروجراماً/ جرام). وفي مملكة البحرين فإن الرواسب البحرية التي تم تجميعها من المنطقة البحرية قبالة مصفاة (بابكو) BAPCO أظهرت وجود تلوث نفطي رئيسي، إذ بلغ إجمالي المواد الدهنية (الأليفاتية) 690 ميكروجراماً/ جرام، في حين كان إجمالي الهيدروكربونات البترولية 1600 ميكروجراما/ جرام . وفي

المناطق التي توافرت فيها بيانات يمكن من خلالها عقد مقارنات بين نتائج أعمال المسح التي جرت مؤخرا وبين نتائج أعمال المسح التي تمت في مرحلة سابقة بنفس الأماكن اتضح أن إجمالي المواد الدهنية (الأليفاتية) وتراكيز الألكانات n-alcane قد تفاوتت بأقل من 3 في جبل علي والدوحة وعسكر والجسرة بين عامي 1994 و 2000 (IAEA, 1996, 1998). وبقدر ما كان إجمالي الهيدروكربونات البترولية في نفس المواقع محل اهتمام ومصدراً للقلق ، فإن التغير في قيمة هذا الإجمالي مع مرور الزمن كان في بعض الحالات كبيراً في مقداره، فعلى سبيل المثال كان في الجسرة 620 ميكروجراما/ جرام في 1994 و 25 ميكروجراماً/ جرام في عام 2000 (المرجع السابق). ومع ذلك يجب أن نضع في أذهاننا أن موضع جمع العينات في كل موقع لم يكن دائماً هو نفس الموضع بالتحديد ، وأن أي تغيير للمكان ولو بمسافات بسيطة يمكن أن يكون سببا للفروق التي تمت ملاحظتها في التراكيز.

وقد كانت مستويات إجمالي الهيدروكربونات البترولية وإجمالي المواد الدهنية (الأليفاتية) ومجموع الألكانات n-alcanes – بوجه عام – قليلة في الرواسب البحرية التي أخذت عيناتها من سلطنة عمان مقارنة بنظائرها في البحرين وقطر والإمارات العربية المتحدة. وكان أعلى تركيز لإجمالي الهيدروكربونات البترولية هو 11 ميكروجراماً/ جرام فقط (بالوزن الجاف) في (السوادي)، في حين كان أعلى مستوى لإجمالي الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات PAHs (وهو 30 نانوجراما/ جرام) قد تم تسجيله للعينات التي أخذت من (حلف) Hilf . وبوجه عام ، كانت هذه التراكيز مماثلة لتلك التي تم قياسها في بعض هذه المناطق ذاتها بسلطنة عمان عقب حرب عام 1991 (Fowler *et al.*, 1993).

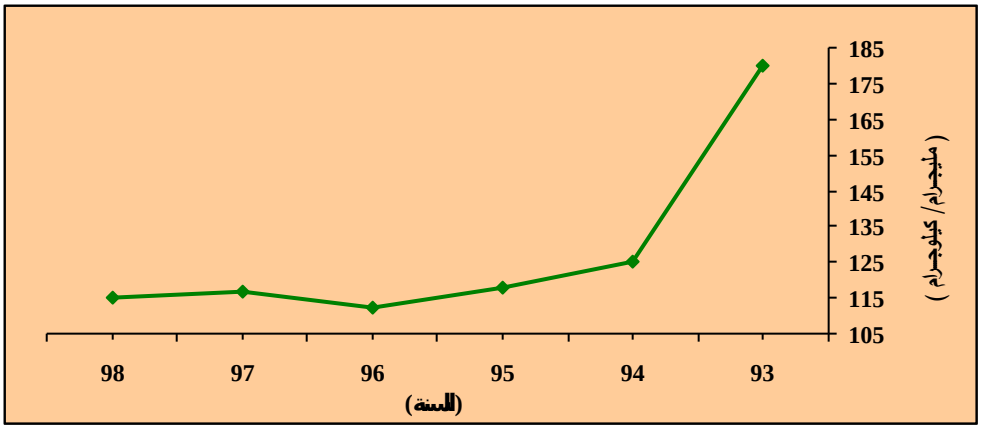
وكانت تراكيز النفط في الرواسب البحرية لمعظم هذا الجزء أقل من التراكيز المماثلة التي تم قياسها في أماكن أخرى من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (Fowler *et al.*, 1993; IAEA, 1996, 1998, 1999). ولا يستثنى من ذلك إلا حالة الرواسب البحرية التي تم جمعها قرب مصفاة (بابكو) النفطية في البحرين، إذ كانت مستويات التلوث بها 1600 ميكروجرام/ جرام (بالوزن الجاف)، مقارنة بنظائرها التي وجدت في الرواسب البحرية السعودية التي تلوثت بالبقعة النفطية التي نجمت عن

حرب 1991 (Fowler *et al.*, 1993). وبالمثل فإن تراكيز الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات كانت بشكل عام صورة مرآوية لما وجد في الهيدروكربونات البترولية. ولم تكن معظم قيم التراكيز مخالفة لما وجد في الرواسب البحرية قرب مصفاة (بابكو) التي كانت تحتوي على 6.6 ميكروجرام/ جرام (بالوزن الجاف) من إجمالي الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات ، وقيمة هذا التركيز تمثل أكبر القيم التي تم تسجيلها حتى الآن في المنطقة البحرية للمنظمة. ومثل هذا التركيز كان أعلى بنحو 2– 4 أضعاف التراكيز التي وجدت في معظم الرواسب الأخرى التي تم أخذ عيناتها في 2000– 2001. وباستثناء الرواسب التي كانت قرب (بابكو) و(عسكر) فإن تراكيز البيرين pyrene كانت منخفضة نسبياً (0.08 – 12 نانوجراما/ جرام بالوزن الجاف) وكانت في أدنى مدى لما تم قياسه من تراكيز مماثلة في الرواسب التي أخذت من المنطقة البحرية للمنظمة بعد حادث البقعة النفطية التي نجمت عن حرب 1991 (حيث تراوحت هذه التراكيز بين 1 و 450 نانوجراما/ جرام Fowler *et al.*, 1993) ، وتلك التي تم جمعها في عام 1994 (حيث تراوحت هذه التراكيز بين 1.6 و 510 نانوجرام/ جرام – IAEA, 1996). وعلى أية حال فإن المستويات العالية جداً للبنزوبايرين (أ) benzo (a) pyrene – التي بلغت 150 نانو جراما/ جرام بالوزن الجاف عند (عسكر) و 880 نانوجراما/ جرام بالوزن الجاف عند (بابكو) في مملكة البحرين – هي بكل تأكيد من أعلى التراكيز التي تم تسجيلها حتى اليوم في المنطقة، وهي تبرر استمرارية المراقبة بهاتين المنطقتين. وبالمثل، فإنه يجب المحافظة على استمرارية مراقبة المنطقة الواقعة حول (رأس عكة) على الساحل الشرقي للإمارات العربية المتحدة، من أجل متابعة أية تغيرات في التلوث بمتخلفات النفط residual oil الناتجة من بقعة عام 1994. ويوضح الشكل رقم 5– 2 مقارنة بين تراكيز الهيدروكربونات البترولية عبر سنوات مختلفة في خمس محطات من محطات جمع العينات.

وفي مملكة البحرين فإن الدراسة المحلية حول التغير الزمني temporal variation للهيدروكربونات البترولية التي تم إجراؤها على الساحل الشرقي للدولة خلال الفترة 1993–1998 قد أوضحت أن أقل قيمة لمت وسط تركيز هذ ه الهيدروكربونات كانت في عام 1996 (حيث بلغت 107.15 مليجرام/ كيلوجرام) ، في حين أن أعلى قيمة

لمتوسط تركيز تلك الهيدروكربونات كانت في عام 1993 (حيث بلغت وقتذاك 7182.1 مليجرام/ كيلوجر ام) (شكل 5- 3).

شكل 5- 2 مقارنة بين التراكيز الهيدروكربونية البترولية في مواقع مختلفة توضح كيف تغيرت مع الزمن (1994- 2000).



شكل 5– 3 التغير الزمني في الهيدروكربونات البترولية في عينات الرواسب البحرية التي أخذت من على طول الساحل الشرقي لمملكة البحرين خلال الفترة من 1993 إلى 1998.

5-1-1-3 الهيدروكربونات البترولية في الأحياء البحرية

كان إجمالي الهيدروكربونات البترولية PHs – استناداً إلى المكافئات النفطية للمنظمة ROPME oil equivalents – في أنسجة عضلات الأسماك، ذا مستوى منخفض جدا، إذ تراوح بين 0.18 و 11 ميكروجراماً/ جرام (بالوزن الجاف). وكانت القيم المناظرة في أكباد الأسماك أعلى قليلاً، إذ تراوحت بين 2.2 و 38 ميكروجراماً/ جرام (بالوزن الجاف). وفي المسح البحري للملوثات الذي أجري في البحرين في عام 1994 لوحظ وجود تراكيز نفطية عالية إلى حد ما (65 و 54 ميكروجراما/ جرام بالوزن الجاف) في أكباد سمك الأخفس ذي البقع البرتقالية orange spotted groupers في عسكر وبدية (جسر الملك فهد) على التوالي (IAEA, 1996). وبالمثل كانت تراكيز الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات مماثلة لتلك التي تم تسجيلها في سمكتي الهامور *Epinephelus coioides* والشعري *Lethrinus nebulosus* نفسيهما في مسوحات بحرية سابقة أجريت في المملكة العربية السعودية والبحرين وعمان (Fowler *et al.*, 1993; IAEA, 1996, 1998, 1999).

والتراكيز التي تم قياسها في المحار ذي الصدفتين bivalves وفرت معلومات أكثر دقة بحيث أوضحت مستويات الهيدروكربونات البترولية في البيئات التي أخذت منها عينات هذا المحار. فقد تبين بجلاء أن أعلى تراكيز لإجمالي الهيدروكربونات البترولية التي وجدت في المحار الصخري rock oyster الذي أخذت عيناته من شاطئ (عكة) في

الإمارات العربية المتحدة (حيث بلغ التركيز 289 ميكروجراما/ جرام وفقاً للمكافئات النفطية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية) كانت على الأرجح من بقايا البقعة النفطية التي شهدتها تلك المنطقة في عام 1994 . وبرغم ذلك فإن هذا التركيز كان أقل في قيمته من التراكيز التي تم تسجيلها في يونية 1994 في عينات المحار الصخري (5200 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) التي أخذت من (ضدنة) Dhadnah وهي رأس أرض headland يقع على بعد خمسة كيلومترات تقريباً جنوب شاطئ عكة (IAEA, 1996). وتدل هذه النتائج على أنه عقب حادث البقعة النفطية التي شهدتها المنطقة فإن تراكيز الهيدروكربونات البترولية في البيئة المحلية قد بدأت فعلاً في التناقص ولكن بمعدل بطيء. والمعدلات البطيئة لتعافي البيئة البحرية من حالات التلوث النفطي الشديد قد تمت ملاحظتها أيضاً في دولة الكويت والمملكة العربية السعودية عقب حادث البقعة النفطية التي تكونت في أثناء حرب 1991 (Readman *et al.*, 1996).

والأنواع الأخرى الوحيدة التي وجدت فيها دلائل عن تلوثها بالنفط كانت محار اللؤلؤ في أبو ظبي والمحار الصخري في (مرباط) Mirbat في جنوب سلطنة عمان. وكان إجمالي الهيدروكربونات البترولية، والمواد الدهنية (الأليفاتية)، والمواد العطرية (الأروماتية)، وإجمالي ثنائي بنزو الثيوفينات المؤلكلة alkylated dibenzothiophenes جميعها عالية إلى حد ما في كلا النوعين من المحار. وتم جمع العينات الفردية من محار اللؤلؤ من موقع قرب صوامع الدقيق عند مدخل ميناء أبو ظبي مباشرة. أما المحار الصخري فقد أخذت عيناته من موضع قرب المنطقة النائية المحيطة بـ (مرباط)، التي يبدو منطقياً أنها منعزلة عن أية مصادر واضحة للتلوث النفطي. ومع ذلك فإن إجمالي تركيز الهيدروكربونات البترولية (الذي قيمته 35 ميكروجراما/ جرام) الذي وجد في محار اللؤلؤ بأبو ظبي كان مماثلاً في رتبته للتراكيز (19– 30 ميكروجراما/ جرام) التي تم قياسها في هذا المحار في نفس المنطقة المحيطة بميناء أبو ظبي منذ عام 1983 (Fowler, 1989; IAEA, 1996). ومن ناحية أخرى فإن إجمالي تركيز الهيدروكربونات البترولية (الذي بلغت قيمته 99 ميكروجراما/ جرام بالوزن الجاف) في المحار الصخري الذي أخذت عيناته من (مرباط) كان أعلى بمقدار ثلاثة أضعاف تقريباً من قيمة التركيز الذي تم قياسه سابقاً في عينات هذا النوع من المحار التي

أخذت وقتذاك من مناطق مائية في جنوب عمان (Fowler, 1988; Fowler *et al.*, 1993). ولكن يظل هذا التركيز (أي الذي قيمته 99 ميكروجراماً/ جرام بالوزن الجاف) قريباً من المستويات العالية نسبياً (التي تراوحت بين 116 و 141 ميكروجراماً/ جرام بالوزن الجاف) التي تم تسجيلها في عينات المحار الصخري التي أخذت من (مسندم) في شمال سلطنة عمان خلال فترة أوائل عقد الثمانينيات من القرن الميلادي الماضي (Fowler, 1988).

وفي المناطق الأخرى فإن المحار ذي الصدفتين كانت به تراكيز منخفضة نسبياً من الهيدروكربونات البترولية، مقارنة بما كان قد تم قياسه في أعمال المسح البحري التي أجريت قبل ذلك. فعلى سبيل المثال ، فإن تركيز إجمالي الهيدروكربونات البترولية في عينة واحدة من البطلينوس clams أخذت من (رأس النوف) في دولة قطر (قيمته 0.86 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) كان أقل في رتبته من التراكيز التي تم تسجيلها في عينات من نفس النوع (تراوحت قيمة هذه التراكيز بين 12 و 57 ميكروجراما/ جرام بالوزن الجاف) أخذت من الكويت والمملكة العربية السعودية، وكان قد تم تحليلها بعد سبع سنوات من حادث التلوث بالبقعة النفطية التي نجمت عن حرب 1991 (IAEA, 1999) . وعلاوة على ذلك فإن إجمالي مركبات الفينانثرين phenanthrenes وثنائي بنزوالثيوفين dibenzothiophenes في البطلينوسات كانا أقل في رتبتيهما بنحو ضعف أو ضعفي التراكيز التي وجدت في أنواع ذات صلة بهذه البطلينوسات أخذت عيناتها من رواسب بحرية في المملكة العربية السعودية قبل حادثة البقعة النفطية وبعدها، وهذه الرواسب كان بعضها قد تضرر من البقعة ، وبعضها الآخر لم يتضرر ، والعينات التي تم جمعها كانت قد أخذت من كلا النوعين من الرواسب (Vazquez *et al.*, 2000).

5-1-2 مركبات الكلور العضوية

5-1-2-1 مركبات الكلور العضوية في الرواسب

إن متوسط تراكيز مادة متعدد ثنائي الفينيل المكلور PCBs في عينات الرواسب كان عند الحد الأدنى للقيم الخاصة بتراكيز هذه المادة التي تم تسجيلها في مناطق بحرية أخرى بالعالم (الجدول 5–2). ولم تتم ملاحظة مستويات عالية من مادة PCBs إلا

قبالة مصفاة (بابكو) في مملكة البحرين (حيث بلغت 5 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف ، وتم تقديرها كميا كأروكلور Aroclor 1254) (انظر الجدول 5– 3 ، والشكلين 5– 4 و 5– 5). وقد كانت تراكيز مادة PCBs في عينات الرواسب – التي أخذت من سائر المحطات الأخرى الخاصة بجمع العينات في البحرين – غير جيدة، وإن كانت مماثلة للتراكيز التي تم تسجيلها سابقاً في العينات التي أخذت من نفس المواقع أو من أماكن على مقربة منها (IAEA, 1996, 1998, 1999; Fowler 2002a) . وكانت أقصى تراكيز لمادة PCB (Aroclor 1254) في الدول الثلاث الأخرى الأعضاء كما يلي: 130 بيكوجرام/ جرام (بالوزن الجاف) في رأس عكة (الصخور الثلاث) بالإمارات العربية المتحدة، و 290 بيكوجرام/ جرام (بالوزن الجاف) في الدوحة بدولة قطر، و 510 بيكوجرام/ جرام (بالوزن الجاف) أمام شاطئ شركة تنمية نفط عمان PDO عند ميناء الفحل في سلطنة عمان. ومن الجدير بالذكر أنه في الموقع الأخير المشار إليه والموجود في سلطنة عمان فإن التركيز العالي جداً لمادة PCB والذي تم تقديره كمياً كأروكلور Aroclor 1260 بمقدار 3.6 نانوجرام/ جرام يعد جديراً بالملاحظة وربما يكون سببه هو المياه العادية التي تم طرحها في البحر من مصفاة شركة تنمية نفط عمان.

وقد كانت بقايا مادة د. د. ت. (ثنائي كلورو ثنائي فينيل كلورو الإيثان) DDT منخفضة نسبياً أيضاً إذا قارناها بسائر المناطق البحرية الأخرى في العالم (جدول 5– 4)، باستثناء زوجين من "البقع الساخنة" تم تحديدهما. وكانت أعلى مستويات لإجمالي تركيز مادة DDT هي 52 بيكوجرام/ جرام عند شاطئ (عكة) بالإمارات العربية المتحدة ، و 54 بيكوجرام/ جرام عند (السوادي) في سلطنة عمان. وفي كلا الموقعين فإن 30– 50 % من المستويات التي تم قياسها عبارة عن pp'DDT مما يوحي بأن هذه المادة قد دخلت إلى البيئة البحرية حديثاً تقريباً. والمستويات الأخرى العالية من إجمالي مادة DDT كانت 37 بيكوجراما/ جرام عند مسيعيد في قطر، و 430 بيكوجرام/ جرام قبالة مصفاة (بابكو) في مملكة البحرين.

جدول 5– 2 تراكيز مادة (PCBs) في الرواسب في مناطق مختلفة بالعالم.

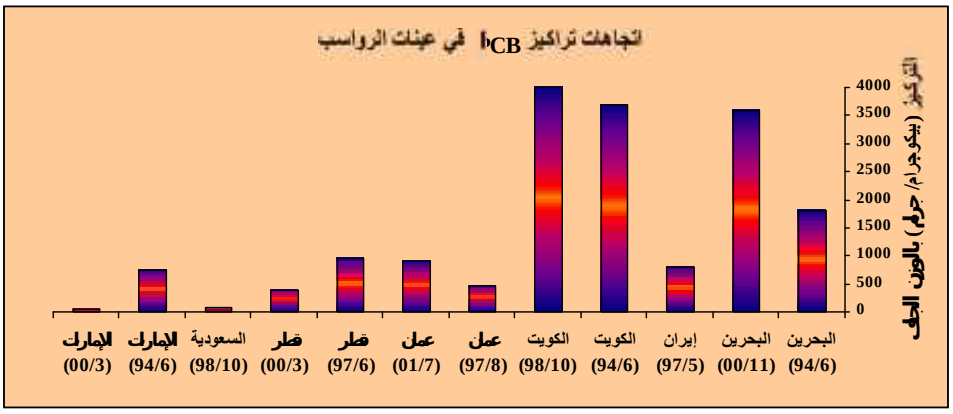
المنطقة	عام المسح	التركيز (نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف)	المراجع
الساحل الجنوبي الغربي، بحر البلطيق	1995	<0.1 - 16 (23 cong)	Dannenberg *et al*., 1997
الساحل الجنوبي الغربي، بحر البلطيق	1995	0.1 - 11 (23 cong)	Dannenberg *et al*., 1997
مصب النهر، همبر، المملكة المتحدة	1991-93	n.d. - 84 (7 cong)	Tyler and Millward, 1996
البحر الأيرلندي، المملكة المتحدة	1993	0.2 - 42 (21 cong)	Thompson *et al*., 1996
خليج سان كونتين، المكسيك	1992	<10	Galindo *et al*., 1996
خليج البوسنة، بحر البلطيق	1991-92	2 - 14 (63 cong)	Van Bavel *et al*., 1995
بحيرة بيكال، روسيا	1992	0.08 - 6.1 (sum of Kaneclors)	Iwata *et al*., 1995
ميناء زيمن، الصين	1993	0.05 - 7.2 (Supelco PCB mixt)	Hong *et al*., 1995
ميناء فيكتوريا، هونج كونج	1992	3.2 - 81 (SupelcoPCB mixt)	Hong *et al*., 1995

Burt and Ebell, 1995	<10	1991	الساحل الغربي، أستراليا
Kelly and Campbell, 1995	0.5 - 500 (7 cong)	1989	اللسان البحري، كلايد، أسكتلندا
Iwata *et al*., 1994 (b)	0.1 - 2 (36 cong)	1990	خليج ألاسكا، بحر بيرنج، بحر تشوكشي
Pereira *et al*., 1994	0.1 - 8.1 (Sum of 4,5 and 6 Cl)	1992	مصب النهر، سان فرانسيسكو، الولايات المتحدة الأمريكية
Iwata *et al*., 1994 (a)	4.8 - 1000 (Sum of Kaneclors)	1989	مدن، الهند
Iwata *et al*., 1994 (a)	11 - 520 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، تايلاند
Iwata *et al*., 1994 (a)	0.2 - 630 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، فيتنام
Iwata et al., 1994 (a)	5.9 - 220 (Sum of Kaneclors)	1991	مدن، إندونيسيا
Iwata *et al*., 1994 (a)	3.3 - 54 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، بابوا غينيا الجديدة
Iwata *et al*., 1994 (a)	1.1 - 5.0 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، جزر سولمون
Iwata *et al*., 1994 (a)	63 - 240 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، اليابان
Iwata *et al*., 1994 (a)	2.3 - 230 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، تايوان
Iwata *et al*., 1994 (a)	0.5 - 790 (Sum of Kaneclors)	1990	مدن، أستراليا
Equipe Cousteau, 1993	0.02 - 85 (Ar54+Ar60)	1992	نهر الدانوب
Readman *et al*., 1999	0.4 - 4.4 (13 cong)	1995	البوسفور، البحر الأسود، تركيا
Readman *et al*., 1999	0.3 - 4.7 (13 cong)	1995	سوشي، البحر الأسود، روسيا
Readman *et al*., 1999	5.7 - 6.3 (13 cong)	1995	أوديسا، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	n.d. - 0.4 (13 cong)	1995	خط الساحل، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	1.4 - 2.7 (13 cong)	1995	خط ساحل الدانوب، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	0.1 - 24 (9 cong)	1995	خط الساحل الروماني، البحر الأسود
Nhan *et al*., 1999	0.47 - 28.1 (Ar 1254)	1997	ساحل غرب فيتنام
Carvalho *et al*., 1999	n.d - 50 (Ar54-Ar60)	1995	البحيرة الساحلية، نيكاراجوا
Villeneuve *et al*., in prep.	0.296 - 3.5 (Ar54+Ar60)	2000	بحر قزوين، أذربيجان
Villeneuve *et al*., in prep.	1.75 - 10.6 (Ar54)	2000	بحر قزوين، روسيا
Villeneuve *et al*., in prep.	0.05 - 0.995	2001	بحر قزوين، إيران
Villeneuve *et al*., in prep.	0.032 - 0.09	2001	بحر قزوين، كازاخستان
IAEA, 1996	0.81 - 3.4 {Ar54+Ar60)	1994	البحرين
IAEA, 2001	0.301 - 12.2 (Ar54+Ar60)	2000	
IAEA, 1998	0.145 - 1.59 (Ar54+Ar60)	1997	الجمهورية الإسلامية الإيرانية
IAEA, 1996	1.2 - 17.2 (Ar54+Ar60)	1994	الكويت
IAEA, 1999	0.145 - 30.7 (Ar54+Ar60)	1998	
IAEA, 1998	0.46 (Ar54+Ar60)	1997	سلطنة عمان
IAEA, 2001	n.d. - 4.11 (Ar54+Ar60)	2001	
IAEA, 1998	0.85 - 1.045 (Ar54+Ar60)	1997	قطر
IAEA, 2001	0.02 - 0.79 (Ar54+Ar60)	2000	
IAEA, 1999	n.d. - 0.32 (Ar54+Ar60)	1998	المملكة العربية السعودية
IAEA, 1996	0.51 - 1.21 (Ar54+Ar60)	1994	الإمارات العربية المتحدة
IAEA, 2001	0.013 - 0.171 (Ar54+Ar60)	2000	
ROPME, 2002	0.0495 - 0.913 (Ar54+Ar60)	2001	رحلة سفينة الأبحاث فى فصل الصيف، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

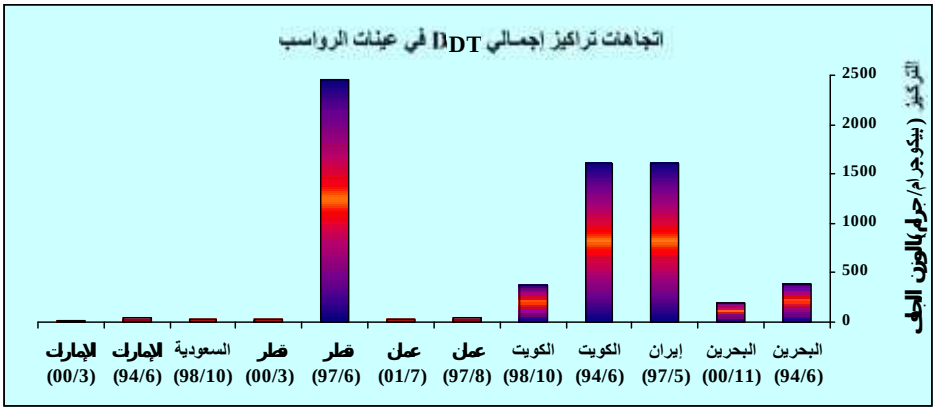
جدول 5– 3 معدل ومدى التراكيز لإجمالي مادة PCBs وإجمالي مادة د. د. ت. DDTs في عينات الرواسب التي جمعت من عدة مواقع من المياه الساحلية (التراكيز مقاسة بوحدة البيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف).

محطات جمع العينات	إجمالي مادة PCBs		إجمالي مادة DDTs	
	المعدل	المدى	المعدل	المدى
البحرين (1994/6)	1800	810 - 3400	390	174 - 639
البحرين (2000/11)	3600	301 - 12200	190	88 - 430
إيران (1997/5)	790	145 - 1590	1600	247 - 3386
الكويت (1994/6)	3700	1200 - 17200	1600	163 - 6530
الكويت (1998/10)	3990	145 - 30700	370	4.8 - 1569
عمان (1997/8)	460	-	49	-

عمان (2001/7)	910	0 - 4110	29	0.7 - 85.2
قطر (1997/6)	950	850 - 1045	2450	404 - 4484
قطر (2000/3)	390	20 - 790	23	0.63 - 36.7
السعودية (1998/10)	68	0 - 320	23	0 - 91.3
الامارات العربية المتحدة (1994/6)	750	510 - 1210	49	32 - 66
الإمارات العربية المتحدة (2000/3)	57	13 - 171	13	0 - 51.9



شكل 5– 4 تراكيز مركب PCBs في عينات الرواسب خلال عقد من السنوات في مواقع مختارة من المياه الساحلية في منطقة عمل المنظمة (1994- 2000).



شكل 5– 5 تراكيز مركب د. د. ت. DDTs في عينات الرواسب خلال الفترة من 1994 إلى 2000 في مواقع مختارة من المياه الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة.

ومن الملاحظ أيضاً أن مستويات بقايا مادة DDT كانت منخفضة جداً في عينات الرواسب التي أخذت من ميناء (ريسوت) والمغيسيل في جنوب عمان. وتتوافق هذه النتائج مع نتائج القياسات السابقة لمركبات الكلور العضوية التي أجريت خلال العقدين الأخيرين في سلطنة عمان، والتي يمكن تفسيرها بكون هذا الجزء من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في موضع ناءٍ جداً (شكل 5– 5). وباختصار فإن تراكيز مادة DDT التي تم قياسها في عامي 2000 و 2001 كانت بوجه عام مماثلة أو أقل من التراكيز التي تم قياسها لنفس المادة في أعمال المسح البحري السابقة التي أجريت بالمنطقة (IAEA, 1996, 1998, 1999)، بل إن القيم العالية لتراكيز هذه المادة

التي تم ملاحظتها في بعض "البقع الساخنة" (مثل الموقع الموجود قبالة مصفاة بابكو) تقع عند نهاية القيم الدنيا التي تم تسجيلها في عينات الرواسب السطحية التي أخذت من بحار أخرى (Fowler, 1990).

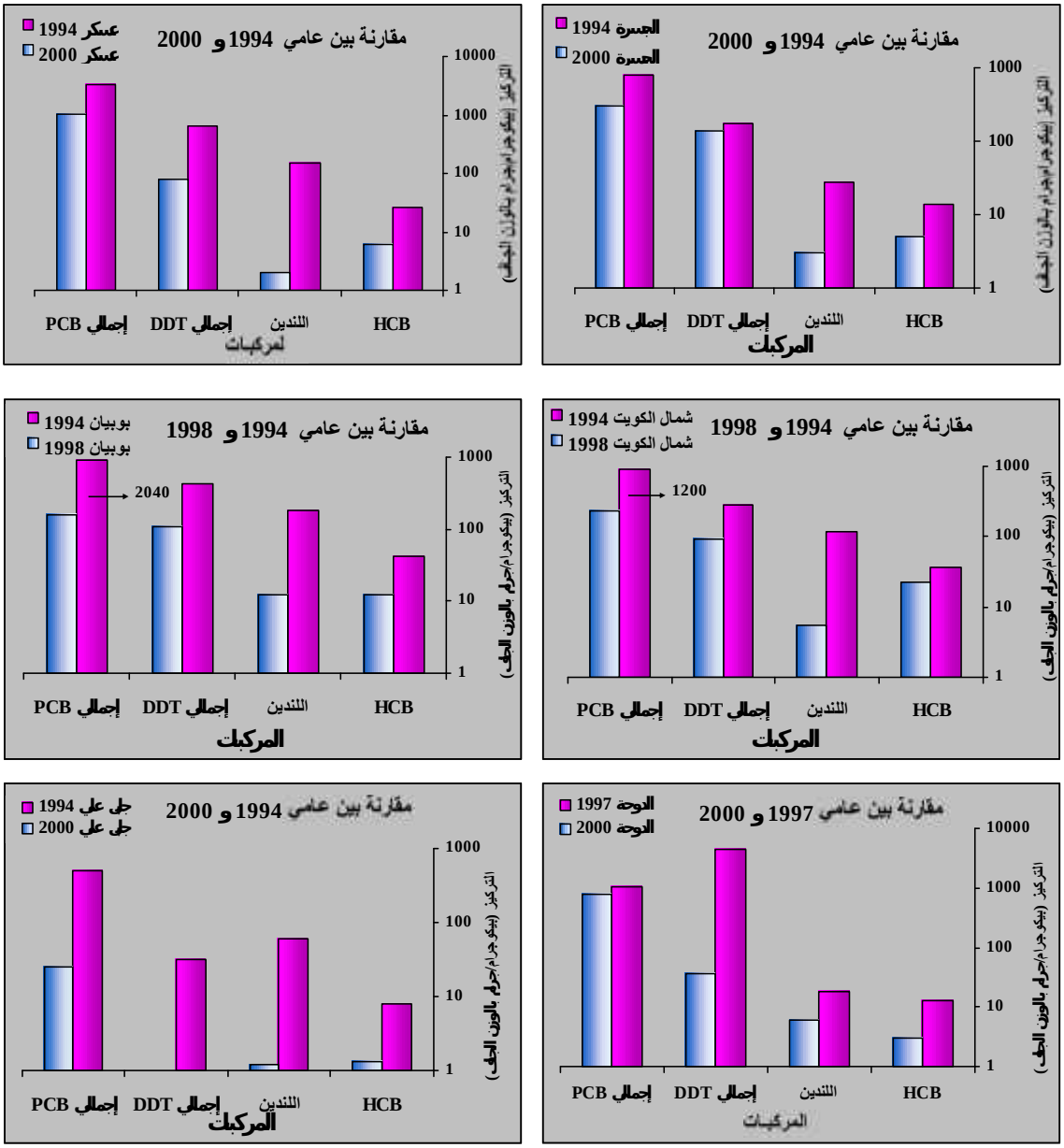
ومن بين النتائج الأخرى الجديرة بالاهتمام وتركيز الأضواء عليها هو التركيز العالي لمادة (اللندين) Lindane الذي تم تسجيله في رأس النوف بدولة قطر (والذي بلغت قيمته 100 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف)، والتعرف على الدلائل التي تفيد باستخدام الإندوسلفان endosulfan سابقاً، والتي تمثلت في العينات التي تم أخذها بالقرب من (عسكر) في مملكة البحرين، ومن رأس عكة (الصخور الثلاث) بالإمارات العربية المتحدة ورأس النوف في قطر، وكذلك وجود الإندوسلفان الذي دخل البيئة البحرية حديثاً في الرواسب التي أخذت من قبالة مصفاة (بابكو) والجسرة وشمال فندق الميريديان بالبحرين، ومن جبل علي بالإمارات العربية المتحدة، ومن مسيعيد في قطر، ومن السوادي في عمان. وبالإضافة إلى ما سبق، فقد كان الإندرين endrin – بوجه خاص – واضحاً في العينات التي أخذت من رأس عكة (الصخور الثلاث) ومسيعيد وقرب مصفاة بابكو. وقد أمكن تحديد كمية ثنائي الإلدرين dieldrin في معظم الرواسب، ولكن تركيز هذه المادة لم يكن عالياً (150 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف) إلا قبالة مصفاة (بابكو) في البحرين. ومع ذلك فإن هذه التراكيز كانت ضمن تراكيز تلك المبيدات الحشرية التي سبق تسجيلها في هذه الأماكن وفي أماكن أخرى بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (IAEA,1996,1998,1999; Fowler, 2002b).

ويوضح الشكل رقم 5– 6 مقارنة بين تراكيز بعض المبيدات الحشرية المكلورة (HCB، واللندين، وإجمالي DDT، وإجمالي PCB) وتغيرها مع الزمن، وذلك في عينات الرواسب التي تم تجميعها من ست محطات لجمع العينات (التراكيز مقاسة بوحدة البيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف).

جدول 5– 4 تركيز مادة د. د. ت. DDT في الرواسب البحرية حول العالم.

المنطقة	سنة إجراء المسح	إجمالى مادة DDT (نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف)	المراجع
الساحل الجنوبي الغربي، بحر البلطيق	1993	<0.04 - 88	Dannenberg *et al*.,1997
فانواتو وتونجا، جزر جنوب المحيط الهادى	1991	<0.1 - 1027	Harrison *et al*., 1996
خليج سان كونتين، المكسيك	1992	<2 - 15	Galindo *et al*., 1996
بحيرة بيكال، روسيا	1992	0.01 - 2.7	Iwata *et al*., 1995
ميناء زيمن، الصين	1993	4.5 - 311	Hong *et al*., 1995
ميناء فيكتوريا، هونج كونج	1992	1.4 - 97	Hong *et al*., 1995
الساحل الغربي، أستراليا	1991	1 - 22	Burt and Ebell, 1995
خليج سارتوسا، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية	-	<1 - 69	Sherblom *et al*., 1995
خليج ألاسكا، بحر بيرنج، بحر تشوكشي	1990	0.01 - 0.2	Iwata *et al*., 1994 (b)

Pereira *et al*., 1994	<0.1 - 9	1992	مصب النهر، سان فرانسيسكو، الولايات المتحدة الأمريكية
Iwata *et al*., 1994 (a)	8 - 450	1989	مدن، الهند
Iwata *et al*., 1994 (a)	4.8 - 170	1990	مدن، تايلاند
Iwata *et al*., 1994 (a)	0.4 - 790	1990	مدن، فيتنام
Iwata *et al*., 1994 (a)	3.4 - 42	1991	مدن، إندونيسيا
Iwata *et al*., 1994 (a)	4.7 - 130	1990	مدن، بابوا غينيا الجديدة
Iwata *et al*., 1994 (a)	9.3 - 750	1990	مدن، جزر سولمون
Iwata *et al*., 1994 (a)	2.5 - 12	1990	مدن، اليابان
Iwata et al., 1994 (a)	0.4 - 11	1990	مدن، تايوان
Iwata *et al*., 1994 (a)	0.08 - 1700	1990	مدن، أستراليا
Equipe Cousteau, 1993	<0.04 - 41	1992	نهر الدانوب
Readman *et al*., 1999	0.2 - 7.2	1995	البوسفور، البحر الأسود، تركيا
Readman *et al*., 1999	3.3 - 12	1995	سوشي، البحر الأسود، روسيا
Readman *et al*., 1999	35 - 65	1995	أوديسا، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	0.06 - 0.6	1995	خط الساحل، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	9.2 - 43	1995	خط ساحل الدانوب، البحر الأسود، أوكرانيا
Readman *et al*., 1999	0.6 - 72	1995	خط الساحل الروماني، البحر الأسود
Nhan *et al*., 1999	6.2 - 10.4	1997	ساحل غرب فيتنام
Carvalho *et al*., 1999	n.d. - 270	1995	البحيرة الساحلية، نيكاراجوا
Villeneuve *et al*., in prep.	0.56 - 13.4	2000	بحر قزوين، أذربيجان
Villeneuve *et al*., in prep	0.006 - 1.86	2000	بحر قزوين، روسيا
Villeneuve *et al*., in prep.	0.057 - 3.897	2001	بحر قزوين، إيران
Villeneuve *et al*., in prep.	0.011 - 1.89	2001	بحر قزوين، كازاخستان
IAEA, 1996	0.174 - 0.639	1994	البحرين
IAEA, 2001	0.088 - 0.43	2000	
IAEA, 1998	0.247 - 3.386	1997	الجمهورية الإسلامية الإيرانية
IAEA, 1996	163 - 6.53	1994	الكويت
IAEA, 1999	0.0048 - 1.569	1998	
IAEA, 1998	0.049	1997	سلطنة عمان
IAEA, 2001	0.0007 - 0.0852	2001	
IAEA, 1998	0.404 - 4.484	1997	قطر
IAEA, 2001	0.0006 - 0.0367	2000	
IAEA, 1999	n.d. - 0.0913	1998	المملكة العربية السعودية
IAEA, 1996	0.032 - 0.066	1994	الإمارات العربية المتحدة
IAEA, 2001	n.d. - 0.0519	2000	
ROPME, 2002	0.012 - 0.204	2001	رحلة سفينة الأبحاث فى فصل الصيف، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية



شكل 5–6 مقارنة بين تراكيز المبيدات المكلورة و مركبات PCBs في عينات الرواسب خلال الفترة من 1994 إلى 2000 في مواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة.

5-1-2-2 مركبات الكلور العضوية في الأحياء البحرية

ما تزال البيانات التي يمكن الوثوق بها عن مركبات الكلور العضوية في الأسماك الصالحة للأكل بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية قليلة ومتناثرة في

المراجع. وتوضح نتائج الفحوصات التي أجريت على الأسماك أن تراكيز مركبات متعدد ثنائي الفينيل PCBs مثل الأروكلور 1254 كانت في معظم أجزاء المنطقة أقل من نانوجرام واحد/ جرام في عضلات الأسماك باستثناء عينات سمكة الأخفس ذات البقع البرتقالية التي أخذت من فشت الأدهم (إذ بلغ التركيز فيها 1.4 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) وعينات سمكة الإمبراطور اللامع spangled emperor التي أخذت من (ضنة) Dhannah (إذ بلغ التركيز فيها 1.8 نانوجرام/ جرام). وقد كانت تراكيز مركبات PCBs في أكباد الأسماك عالية بعض الشيء وتراوحت بين 3–29 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف. وبالمثل فإن مستويات إجمالي DDT كانت منخفضة في الأنسجة العضلية لجميع عينات الأسماك التي تم تحليلها. وفي الدراسات التي أجريت في مملكة البحرين وجد أن تراكيز بقايا مادة DDT كانت ضمن المدى الضئيل 0.7 – 1.1 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف. وفي سائر الدول الأخرى الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية كانت مستويات إجمالي مادة DDT في الأسماك أقل من 0.9 نانوجرام/ جرام في الأنسجة العضلية وأقل من 9 نانوجرام/ جرام في أكباد تلك الأسماك . والمركبات الكيميائية الأخرى مثل اللندين وثنائي الإلدرين والإندرين و HCB كانت كلها موجودة بتراكيز منخفضة جداً. وكان تركيز كبريتات الإندوسلفان endosulfan sulphate منخفضا جداً أيضاً باستثناء عينات سمك الإمبراطور اللامع التي أخذت من (ضنة) قرب الرويس بدولة الإمارات العربية المتحدة، إذ بلغ تركيز هذه المادة فيها 2.1 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف. وقد كان هذا التركيز أعلى إلى حد ما من تركيز المادة نفسها الذي تم قياسه في الأنسجة العضلية لأسماك الأخفس في مسندم بسلطنة عمان، والذي كانت قيمته 1.6 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف (IAEA, 1998). ووجود بقايا كبريتات الإندوسلفان في الكبد وليس في الأنسجة العضلية لسمكة الإمبراطور اللامع التي أخذت عيناتها من (ضنة) يدل على أن بقايا هذه المادة قد انتقلت عبر السلسلة الغذائية حتى وصلت مؤخراً إلى هذه السمكة التي تنتمي إلى طائفة المفترسات والتي تقع في أعلى السلسلة الغذائية.

وتتوافر بيانات إلى حد ما عن وجود الهيدروكربونات المكلورة في المحار ذي الصدفتين bivalves بنسبة أكبر مما يتوافر من بيانات عن وجود هذه المادة في الأسماك على المستوى الإقليمي؛ لأن جميع أنواع المحار ذي الصدفتين التي تم مراقبتها غير منتشرة

في جميع أنحاء المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وقد تم الحصول على عينة واحدة من البطلينوس clam من منطقة رأس النوف في قطر. وكان تركيز الأروكلور 1254 من مركبات PCB منخفضاً جداً (إذ بلغت قيمته 0.11 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف)، ويمكن مقارنته ببيانات مماثلة لتراكيز المادة نفسها في عينات البطلينوس التي تم أخذها في عام 1998 من أربع محطات لجمع العينات بين تناجيب في المملكة العربية السعودية وشاطئ الدوحة في دولة الكويت، حيث تبين أن مدى تراكيز هذه المادة كان يتراوح بين 0.7 – 3.8 نانوجرام/ جرام (IAEA, 1999). وبالمثل فإن تراكيز مركبات PCB في الأصداف الريشية pen shells التي أخذت عيناتها من جبل علي (التي بلغت قيمتها 0.25 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) كانت منخفضة بمعامل قدره (4) عن التراكيز التي تم تسجيلها في عينات المحار ذي الصدفتين التي جمعت من الخفجي بالمملكة العربية السعودية (1.1 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف – IAEA, 1999). وقد كانت مستويات PCBs في أصداف الإسكالوب الصخرية rock scallops التي جمعت من أبو ظبي (والتي بلغت قيمتها 1.2 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) أقل قيمة من المستويات التي تم تسجيلها في المحار ذي الصدفتين (التي بلغت 11 نانوجراما/ جرام بالوزن الجاف) في العينات التي جمعت من قبالة منطقة (بدية) في الإمارات العربية المتحدة في عام 1994. والبيانات الأخرى المتوافرة عن أصداف الإسكالوب الصخري هي تلك التي تم الحصول عليها من أعمال المسح البحري في (عسكر) في البحرين والتي تبين خلالها أن مستويات مركبات PCBs بالوزن الجاف في هذا النوع من المحار كانت 19.2 و 7.0 نانوجرام/ جرام في عامي 1983 و 1984 على التوالي (Fowler, 1998).

وقد تم تجميع محار اللؤلؤ على نطاق واسع في أعمال المسح البحري هذه ، ولذلك فإنه يعد من أفضل الأحياء البحرية التي يمكن الاعتماد عليها في إجراء مقارنات شبه إقليمية لمستويات الهيدروكربونات المكلورة . وقد تراوح إجمالي مركبات PCB بين 0.1 و 3.7 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف في عينات محار اللؤلؤ التي أخذت من أعمال المسح البحري التي أجريت في دولتين من الدول الأعضاء في المنظمة في عام 2000. وتم تسجيل أعلى قيمة لتركيز هذه المركبات في المحار الذي جمعت عيناته من أبو ظبي. ولما كان قد تم قياس مستويات عالية للمركبات المكلورة الأخرى في عينات هذا المحار فإن هذا يعطينا مؤشراً عن وجود مصدر محلي قريب للتلوث بخليط هذه

المركبات الكيميائية. ومع ذلك فإنه عند المقارنة مع البيانات المتعلقة بمستويات مركبات PCB التي تم قياسها في أعمال المسح البحري السابقة التي أجريت في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية فإن التراكيز التي تمت ملاحظتها في أبو ظبي لا تعتبر بصورة خاصة عالية. فعلى سبيل المثال فإن تراكيز مركبات PCB التي يتراوح مداها بين أكثر من 1.0 – 71 كان قد تم تسجيلها في عينات محار اللؤلؤ بالمنطقة منذ أواخر عقد السبعينيات من القرن الميلادي السابق (Fowler, 2002a).

وقد استخدم المحار الصخري أيضاً في المراقبة الحيوية للمبيدات الحشرية المصنوعة من مركبات الكلور العضوية. وكانت جميع قيم بقايا المبيدات الحشرية – بوجه عام – منخفضة في محار اللؤلؤ وفي الأنواع الأخرى من المحار ذي الصدفتين التي تم تحليلها. ولم يظهر أية دلائل على وجود تلوث بالعينات غير محار اللؤلؤ الذي جمع من أبو ظبي. فعلى سبيل المثال فإن أعلى مستوى لبقايا مركبات DDT (الذي بلغ 5.9 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) وجد في هذا المحار، ومعظم هذه البقايا كان عبارة عن pp'DDE متحلل مما يدل على أنها ناجمة من تلوث حدث في فترة مبكرة سابقة. وقد وجدت معظم المبيدات الحشرية الأخرى مثل اللندين و HCB بمستويات عالية في المحار الذي جمعت عيناته من أبو ظبي ، ولكن هذه المستويات لا يبدو أنها كبيرة جداً إذا قورنت مع التراكيز التي تم قياسها في هذه الأنواع سابقاً (Fowler, 2002b).

ويعد المحار الصخري rock oysters أحد الأنواع الأخرى من المحار ذي الصدفتين الذي تم تجميع عيناته باستمرار في أعمال المسح البحري التي أجريت في الإمارات العربية المتحدة والجمهورية الإسلامية الإيرانية لاستخدامها في مراقبة حالة البيئة البحرية (جدول رقم 5–5). وقد كان تركيز الأروكلور 1254 – (الذي بلغت قيمته 1.1 نانوجرام/ جرام) والذي تم تسجيله في عينات المحار الصخري التي جمعت من شاطئ عكة في خليج عمان – منخفضاً بالمقارنة مع معظم البيانات التي تم الحصول عليها في فترات سابقة في هذه الدول الأعضاء بالمنظمة (Fowler, 2002a). وبالمثل فإن مستويات مركبات PCB – (التي تراوحت قيمتها بين 1.2 – 2.7 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) في عينات المحار التي جمعت من سلطنة عمان – كانت أيضاً منخفضة نسبياً مقارنة بالتراكيز التي تم قياسها في عينات نفس المحار في سنوات سابقة. ومن المفيد فحص القيم الحديثة لهذه التراكيز بالمقارنة مع القيم السابقة التي تم تسجيلها لهذا النوع من

المحار في العينات التي أخذت من محطات جمع العينات في سلطنة عمان وذلك منذ عام 1980م. ومع أن هذه المقارنة على المستوى الزمني قد أظهرت عدم التماثل بين قيم التراكيز التي تم تسجيلها خلال هذه الفترة فإنها قد أوضحت أن هناك تناقصاً مستمراً – بوجه عام – في تراكيز مركبات PCB خلال العقدين الأخيرين (شكل 5– 7). ومن الجدير بالذكر أن هذه المركبات من المواد الكيميائية الثابتة (التي لا تتحلل كيميائياً). ورغم أن ثلاثة من أعلى التراكيز التي تم قياسها مؤخراً قد تم الحصول عليها من عينات فردية مركبة فإنها تضمنت قيماً لتراكيز مركبات PCB تمثل أقل التراكيز التي تم قياسها حتى اليوم في المحار الصخري بالمنطقة البحرية للمنظمة.

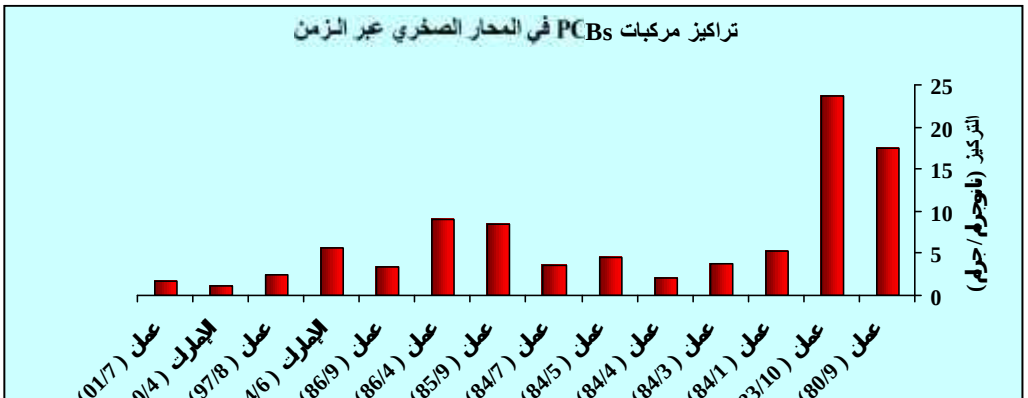
جدول 5– 5 معدل ومدى التراكيز (بالنانوجرام/ جرام) لإجمالي مركبات PCBs وإجمالي مركبات DDTs في المحار الصخري *Saccostrea cucullata* من عدة مواقع في سلطنة عمان ودولة الإمارات العربية المتحدة.

محطات جمع العينات	إجمالي PCB		إجمالي DDT	
	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى
عمان (1980/9)	17.4	7.8 - 39.5	2.7	1.03 - 4.4
عمان (1983/10)	23.7	0.3 - 68.7	4.9	3.0 - 7.7
عمان (1984/1)	5.2	1.9 - 11.4	0.58	0.16 - 0.86
عمان (1984/3)	3.8	1.4 - 7.3	0.37	0.1 - 0.6
عمان (1984/4)	2	0.1 - 4.0	0.43	0.14 - 0.86
عمان (1984/5)	4.5	1.2 - 9.3	0.4	0.32 - 0.47
عمان (1984/7)	3.6	1.5 - 8.1	0.46	0.15 - 0.66
عمان (1985/9)	8.4	6.4 - 11.0	2.9	2.2 - 3.3
عمان (1986/4)	9.1	6.4 - 13.0	3.3	1.1 - 8.4
عمان (1986/ 9)	3.4	1.0 - 6.0	2.1	1.3 - 2.9
عمان (1997/8)[2]	2.4	-	1.2	-
عمان (2001/7)	1.7	1.2 - 2.7	2.4	0.9 - 4.6
الإمارات العربية المتحدة (1994/6)[2]	5.6	-	2.5	-
الإمارات العربية المتحدة (2000/4)[2]	1.1	-	1.8	-

1 Burns *et al*. (1982)

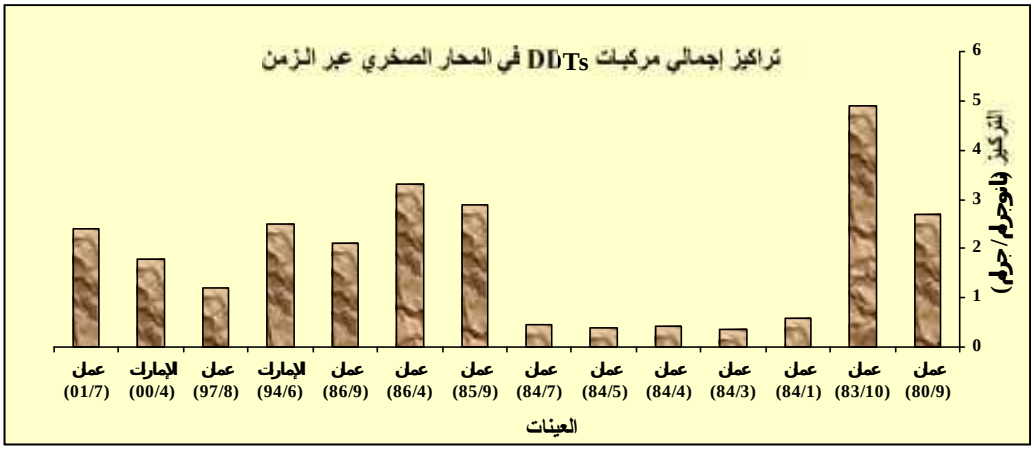
2- عينات وحيدة من ضدنة (1994)، ومسنم (1997)، وشاطئ عكة (2000)

3- PCB كأروكلور 1254



شكل 5– 7 تراكيز مركبات PCBs في المحار الصخري خلال عقدين من الزمن (1980 – 2001) بمواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة.

ويح تو ي المحار الصخري على تراكيز من المبيدات الحشرية المكلورة تعد منخفضة نسبياً أو مماثلة بعض الشيء للتراكيز التي تم قياسها في محار اللؤلؤ والأنواع الأخرى من المحار ذي الصدفتين. وقد تراوحت مستويات بقايا إجمالي DDT بين 0.9 و 4.6 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف ، وكانت أعلى التراكيز هي تلك التي تم تسجيلها للعينات التي تم جمعها من السوادي (3.4 نانوجرام/ جرام) وحلف (4.6 نانوجرام/ جرام) . وكان نصف تراكيز بقايا إجمالي DDT في تلك العينات الفردية في صورة ppDDT مما يعني حدوث تلوث بمادة DDT مؤخراً في هذين الموقعين (السوادي وحلف).



شكل 5–8 تراكيز إجمالي مركبات DDTs في المحار الصخري خلال عقدين من الزمن بمواقع مختارة بالمنطقة البحرية للمنظمة. (1980–2001).

وكما هي الحال مع مركبات PCBs فإنه من المفيد فحص البيانات المتعلقة ببقايا إجمالي DDT في المحار الصخري ومقارنتها على المستوى الزمني مع البيانات التي تم

الحصول عليها قبل ذلك في أثناء عمليات المراقبة الدورية لحالة البيئة البحرية خارج مضيق هرمز منذ عام 1980 (شكل 5–8). ومن الواضح أن مستويات إجمالي DDT في المحار كانت متفاوتة في قيمها خلال سنوات العقدين الأخيرين رغم انخفاض قيم هذه المستويات نسبياً. وهذه التراكيز المنخفضة والثابتة إلى حد ما لمادة DDT في المحار الذي أخذت عيناته من مناطق حضرية ومناطق أخرى نائية تدل على ثباتها البيئي (وعدم تحللها) واستمرارية تسربها إلى بيئة المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، ومن المرجح أن هذا التسرب يتم من خلال عمليات الانتقال والترسب من الغلاف الجوي إلى المنطقة البحرية على مدى طويل.

5-1-3 المعادن النزرة

5-1-3-1 المعادن النزرة في الرواسب

إن تراكيز المعادن النزرة في الرواسب القريبة من السواحل في البحرين وعمان وقطر والإمارات العربية المتحدة قد أوضحت أن موقعين فقط هما اللذان يحتويان على أعلى مستويات من المعادن النزرة: أحدهما قبالة مصفاة (بابكو) في البحرين، والآخر عند شاطئ (عكة) على الساحل الشرقي للإمارات العربية المتحدة. فقد لوحظت مستويات عالية من بعض المعادن النزرة (220 نانوجرام/ جرام) من الزئبق قبالة مصفاة (بابكو) و (1010 ميكروجرام/ جرام) من النيكل عند شاطئ (عكة). وفي الوقت الذي كانت فيه الرواسب الموجودة على مقربة من (بابكو) تحتوي أيضاً على أعلى مستويات من النحاس والرصاص والكادميوم تمت ملاحظتها في أثناء المسح البحري فإن تراكيز الكروم والمنجنيز والكوبالت والحديد والزرنيخ كانت الأعلى في الرواسب التي أخذت من قبالة شاطئ عكة. وفي المواقع الأخرى كانت تراكيز المعادن النزرة في معظمها قليلة وتقع ضمن مدى التراكيز التي تم قياسها لهذه المعادن سابقاً في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (Fowler *et al.*, 1993; IAEA, 1996, 1998, 1999).

وفي البيانات التي تم الحصول عليها في سلطنة عمان في عام 2001 فإن أعلى تراكيز لأغلب المعادن النزرة قد وجدت في الرواسب بالقرب من جزيرة (مصيرة)، وعلى وجه

الخصوص في الرواسب التي أخذت من رأس اليي Ras Al-Yei على الساحل الشرقي للجزيرة. ولما كانت الكثافة السكانية منخفضة جداً في الجزيرة، ولا توجد أية أنشطة صناعية رئيسية بالجزيرة، فمن المرجح أن تكون تراكيز المعادن النزرة في الرواسب الساحلية من مصدر طبيعي، أي من التكوين الجيولوجي لهذه المنطقة. وقد كان الاستثناء الوحيد فقط هو تركيز الكادميوم، الذي كان عالياً إلى حد ما في الرواسب التي أخذت من ميناء ريسوت والمغيسيل في الجنوب. وهذه الزيادة في مستويات الكادميوم كلما اتجهنا جنوباً تتوافق مع البيانات التي تم الحصول عليها في أعمال المسح البحري للملوثات سابقاً، التي أوضحت وجود تراكيز عالية من الكادميوم في الرواسب حول (صلالة) مقارنة بسائر المناطق الأخرى في سلطنة عمان (Fowler *et al.*, 1993).

وتحتوي الرواسب التي جمعت من منطقة شاطئ (عكة) على مستويات عالية من النيكل والكروم والحديد والمنجنيز والكوبالت والزرنيخ بالإضافة إلى العديد من الملوثات الهيدروكربونية التي تؤكد على تعرض هذه الرواسب لخليط من الملوثات الناجمة عن أحد مصادر التلوث الكبيرة. ولما لم يكن هناك أي نشاط صناعي رئيسي أو مركز للتلوث العالي في هذه المنطقة النائية نسبياً فإن مصدر هذا النوع من التلوث غير واضح. وفيما يتعلق بهذه المنطقة الشرقية – خاصة بالإمارات العربية المتحدة – فإنه من الأهمية بمكان ملاحظة أنه في يونية 1994 تم رصد وجود تراكيز عالية جداً من الكروم (506 ميكروجراما/ جرام)، والنيكل (187 ميكروجراما/ جرام) والكوبالت (36 ميكروجراما/ جرام) في الرواسب التي أخذت من (بدية) على بعد أربعة كيلومترات تقريباً جنوب شاطئ (عكة) (IAEA, 1996). وفي الحقيقة فإن مستويات الكروم والنيكل كانت مماثلة تقريباً لتلك التي تم قياسها عند شاطئ (عكة) بعد ست سنوات. ولا يُعْلَم إلى أي مدى ترتبط هذه التراكيز العالية بحادث البقعة النفطية الذي وقع قبالة (بدية) في مارس 1994. ومع ذلك فإن التركيز المناظر للفاناديوم – الفلز الذي يستخدم أحياناً كعلامة عن النفط – لم يكن على وجه الخصوص عالياً بالمقارنة مع المستويات التي وجدت في رواسب أخرى من المنطقة (Fowler, 2002a). ويعطي الجدول رقم 5– 6 مقارنة للمعادن النزرة عند ثلاث محطات لجمع العينات، ويبين مدى تغير تراكيزها مع مرور السنين. ويوصَى بأخذ عينات أخرى لاحقاً من هذه المنطقة وبذل الجهود لتحديد ما إذا كانت هناك أية أنشطة خاصة بطرح نفايات هذه المعادن النزرة بالمنطقة.

جدول 5- 6 تراكيز بعض المعادن النزرة (بالميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) في عينات رواسب جمعت من ثلاث محطات.

محطات جمع العينات	الكروم	النيكل	الخارصين	الرصاص
الجسرة 1994	37.25	19.58	22.44	4.59
الجسرة 2000	14.2	6.63	18.4	2.49
عسكر 1994	غير متوفر	32.02	20.52	27.43
عسكر 2000	غير متوفر	3.79	8.92	13.2
جبل علي 1994	105.8	46.23	22.9	13.65
جبل علي 2000	31.7	8.3	0	2.1

وفي حالة الرواسب التي جمعت من قبالة مصفاة (بابكو) في البحرين فإن مصدر التلوث هو على الأرجح المصفاة والمجمع الصناعي الموجود بجوار مصنع الألومنيوم الذي يقع باتجاه الشاطئ مقابل محطة جمع العينات. وقد لوحظ أيضاً وجود تراكيز عالية نسبياً لبعض المعادن النزرة قرب (عسكر) مما يدعم الفرضية التي تقرر أن (بابكو) هي مصدر التلوث بالنحاس والزئبق والرصاص والكادميوم، الذي تنخفض تأثيراته مع الابتعاد عن المصدر. ويلاحظ هذا الانخفاض بشكل كبير وملحوظ بالنسبة للرصاص والزئبق. ومن الجدير بالذكر أن تراكيز عالية للمعادن في الرواسب التي أخذت بالقرب من هذا الموقع قد تم تسجيلها منذ أوائل عقد الثمانينيات، فعلى سبيل المثال فإن مستويات الزئبق في الرواسب التي أخذت من قبالة (عسكر) في 1983 – 1984 تراوحت بين 106- 286 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف (Fowler, 1985). وثمة عينات مماثلة تم تحليلها في عام 1994 احتوت على 45 نانوجراما (IAEA, 1996) ، والعينات التي تم تحليلها من المسح البحري الحالي أوضحت أن مستويات الزئبق هي 11 نانوجراما/ جرام بالوزن الجاف. والنقص المستمر في هذه المستويات على مدار 17 عاماً يدل على حدوث انخفاض فعلي في مقدار الزئبق الذي تم تصريفه إلى البيئة البحرية طوال هذه الفترة من الزمن.

وقد تم أيضاً تحليل مركبات القصدير العضوية organotin في الرواسب لتحديد مدى ودرجة ثبات هذه المبيدات الحيوية السامة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وفي الإمارات العربية المتحدة وجدت مادة أحادي بيوتل القصدير فقط بكميات يمكن قياسها في منطقة مجمع جبل علي. وفي المقابل فإن المشتقات الثلاثة جميعها (من مركبات القصدير العضوية) كانت موجودة بتراكيز قابلة للقياس في مسيعيد ودخان بقطر، وقبالة مصفاة (بابكو) وفي (عسكر) بالبحرين. وفي سلطنة عمان لم يلاحظ وجود تراكيز عالية من مركبات القصدير العضوية إلا في الساحل الغربي لجزيرة (مصيرة) وحلف (60 نانوجراما من القصدير لكل جرام بالوزن الجاف بالنسبة لمادة ثلاثي بيوتيل القصدير TBT). ولم يكن مصدر مركبات TBT واضحاً بصورة مباشرة على الرغم من وجود العديد من قوارب الصيد الصغيرة في المنطقة الواقعة حول (حلف). والبيانات الوحيدة المنشورة حول مادة ثلاثي بيوتيل القصدير في المنطقة البحرية للمنظمة هي – فيما يبدو – ما كتبه حسن وجمعة (1992) عن البحرين. فقد قاما بتسجيل تراكيز هذه المادة في الرواسب في أوائل التسعينيات، حيث تراوحت بين 128 و 1930 نانوجراما من القصدير/ جرام، وهو معدل يفوق بمقدار الضعف مرة إلى مرتين التراكيز التي تم قياسها قبالة مصفاة بابكو بالبحرين (40 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف) وحلف في سلطنة عمان (60 نانوجراما من القصدير لكل جرام بالوزن الجاف). وهذا الانخفاض الحاد والواضح في تركيز مركبات القصدير العضوية على مدار سنوات العقد الأخير قد يكون ناجماً في حقيقة الأمر بسبب الحظر الذي فرض على استخدام مادة ثلاثي بيوتيل القصدير والذي تم تطبيقه في السنوات القليلة الماضية، ومع ذلك فما زلنا بحاجة إلى بيانات أكثر لتأكيد هذه الفرضية. ومع هذا فإن تراكيز إجمالي بيوتيل القصدير – التي تتراوح بين القيم التي لا يمكن قياسها إلى 80 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف – تعد منخفضة نسبياً عند مقارنتها برواسب السواحل الأوروبية التي من الشائع وجود مستويات من مركبات القصدير العضوية بها تتراوح بين 1000 وأكثر من 12000 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف (Kannan and Falandysz, 1997).

وفي مملكة البحرين فإن الدراسة الوطنية التي أجريت عن المعادن النزرة في الرواسب القريبة من الشاطئ خلال الفترة من 1993– 1998 أوضحت أن تراكيز الخارصين

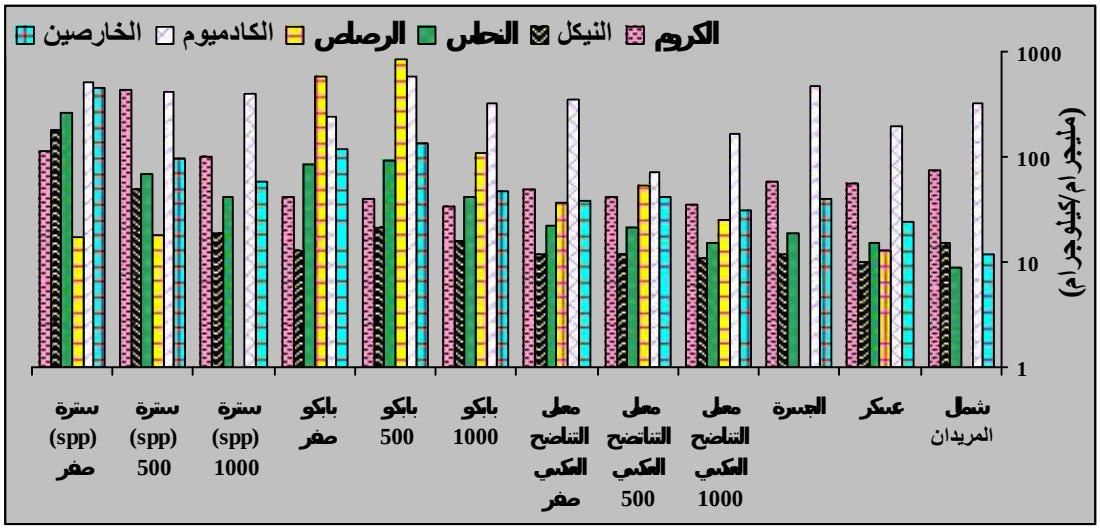
(الزنـك) تراوحـت بـين 21– 117.07 مليجـرام/ كيلـوجرام، فـي حـين تراوحـت تراكيـز الكادميوم بين 0.01 – 0.10 مليجرام ، أما تراكيز الرصاص فكانت 24.00 – 76.95 مليجرام/ كيلوجرام ، وتراكيز النحاس كانت 11.00 – 76.95 مليجرام/ كيلوجرام . وقد تمت مقارنة نتائج دراسات حديثة أجريت في مملكة البحرين في أثناء عامي 2001 و2002 مع نتائج دراسات مماثلة في دول أخرى، ويوضح الجدول 5–7 ذلك. وتضمنت هذه الدراسة المناطق الصناعية مثل بابكو وسترة (SPP) ومعمل تحلية المياه بالتناضح العكسي ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ومعمل تحلية المياه في (الدر) (شكل 5–9). وتوضح هذه الدراسة أن مستويات المعادن النزرة في بعض عينات الرواسب التي أخذت من بعض المواقع حول البحرين تزيد على القيم التي تحددها الأدلة الإرشادية الكندية لجودة الرواسب البحرية (ISQGs). والقيم التي تم تسجيلها في المواقع السابق ذكرها في البحرين أعلى من تلك التي تم تسجيلها في مواقع أخرى قريبة من الشاطئ، ويرجع ذلك إلى الأثر الناجم عن المشروعات التنموية والصناعية (MNR-Bahrain, 2003).

وفي سلطنة عمان، فإن الدراسة الوطنية التي أجريت عن المعادن النزرة في الرواسب خلال عامي 2001 و 2002 أوضحت وجود تراكيز عالية نسبياً من الكروم والنيكل والفاناديوم والمنجنيز في معظم المواقع التي خضعت للدراسة. وكان تركيز الكروم بوجه خاص عالياً في حقول مصيرة Haqual Masirah (إذ بلغت قيمته 1298 مليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف)، وتركيز النيكل في الخابورة (667 مليجراما/ كيلوجرام بالوزن الجاف) خلال عام 2001. وفي عام 2002 لوحظ وجود تراكيز عالية للنحاس والكروم والفاناديوم والنيكل في السوادي وصحار والخابورة. ويوضح الجدول رقم 5– 8 مدى التراكيز التي تم تسجيلها خلال تلك الفترة لهذه المعادن النزرة .

جدول 5– 7 مقارنة بين مدى تراكيز المعادن النزرة (بالمليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف) في عينات الرواسب البحرية المأخوذة من مملكة البحرين وبين عينات مماثلة من دول أخرى. وبالنسبة للأدلة الإرشادية الكندية فإن الأدلة الإرشادية لجودة الرواسب البحرية في أثناء فترة القياس (ISQGs): بالوزن الجاف. والأعداد الموجودة بين قوسين تمثل مستويات التأثير المحتملة (PeIs) بالوزن الجاف.

المرجع	الخارصين	الكادميوم	الرصاص	النحاس
البحرين قرب الشاطئ (1993–1998)	21 - 117.07	0.01 - 0.10	24 - 76.95	11 - 76.95
البحرين – مقطع عرضي (2001)	12 - 451	71 - 587	0 - 846	9.4 - 257

البحرين – مقطع عرضي (2002)	3.6 - 29	19 - 147	0 - 12	4 - 60
البحرين (1983–1991)	2.34 - 3.79	0.011 -	0.64 - 24	1.16 - 17.6
المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية	0.7 - 410.3	0.01 - 4.5	0.2 - 64.3	1.3 - 142
المنطقة القطبية الشمالية	111		21	26
المنطقة القطبية الجنوبية	42.3 ± 10.4	0.26 ± 0.16	20.7 ± 2.8	-
إندونيسيا	1257	< 0.03	2666	448
توجو	60 - 632	2 - 44	22 - 176	22 - 184
أستراليا	4 - 1150	0.1 - 13	0.5 - 520	0.2 - 180
إندونيسيا : القيمة المرجعية	132.2	-	25.6	40.7
الأدلة الإرشادية الكندية	124 (271)	0.7 (4.2)	30.2 (112)	18.7 (108)



شكل 5– 9 مستويات تراكيز المعادن النزرة في عينات الرواسب المأخوذة من على طول الساحل الشرقي لمملكة البحرين خلال عام 2001م.

جدول 5– 8 مدى تراكيز المعادن النزرة في الرواسب الساحلية لسلطنة عمان .

المعدن	مدى الرصد (مليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف)1996-1997	مدى الرصد (مليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف)	مدى الرصد (مليجرام/ كيلوجرام بالوزن الجاف)	MAFF الحدود الموصى بها + (مليجرام/ كيلوجرام	EPA الحدود الموصى بها + (مليجرام/ كيلوجرام
الرصاص (Pb)	لم يتم القياس	0.32 – 3.52	0.82-6.87	40	132
الكادميوم (Cd)	لم يتم القياس	0.15 – 1-60	0.053-0.33	2	31
النحاس	18.19-29.23	1.09 – 30.1	2.1-22.37	40	136

(Cu)					
الكروم (Cr)	355-496	5.96 – 1298.0	14.7-951	25	100
النيكل (Ni)	1035-1164	4.01 – 667.00	10.3-1167	20	100
المنجنيز (Mn)	لم يتم القياس	27.90 – 1913.00	36.04-86	لا حد أو غير معروف*	لا حد أو غير معروف*
الفاناديوم (V)	27.2-46.8	0.77 – 39.90	1.01-66.8	2	31
الخارصين	لم يتم القياس	<0.05-52.50	40.63-58.04	200	760
الكوبالت (Co)	لم يتم القياس	لم يتم القياس	1.74-5.56	لا حد أو غير معروف*	لا حد أو غير معروف*
الحديد (Fe)	لم يتم القياس	لم يتم القياس	3251-8857	لا حد أو غير معروف*	لا حد أو غير معروف*

التراكيز العالية التي تجاوزت الحد الآمن موضحة بالبنط الأسود (MAFF: وزارة الزراعة والمصائد السمكية والأغذية بالمملكة المتحدة، EPA: وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية) .

* المعلومات ما تزال قليلة ومتناثرة على مستوى العالم.

+ يجب ألا تزيد القيم المقاسة على هذه الحدود .

وقد لوحظ وجود مستويات عالية من الكروم والنيكل (أكثر من 1000 جزء في المليون) من قبل، ويبدو أنها ناتجة من التمعدن الطبيعي natural mineralization للصخور الأوفيوليتية ophiolite rocks ، ولهذا فإن المستويات العالية من الكروم والنيكل في الرواسب التي أخذت من مواقع مثل البستان Bustan يمكن أن تعزى إلى تمعدن كتلة الصخر الأفيوليتي الساحلية الموجودة على مقربة من هذا الموقع، والتي تتصف بغناها بالمعادن، إذ يصل مستوى الكروم والنيكل فيها إلى نحو 2000 جزء في المليون. وتظهر المراوح الأوفيوليتية fans of ophiolite أيضاً قرب (السوادي) وقرب (حقل) بجزيرة (مصيرة). وتقل مستويات النحاس في أغلب المواقع عن 10 أجزاء في المليون، في حين أن القيم العليا (20– 30 جزءا في المليون) لهذا الفلز قد تكون ناجمة من الخامات المحتوية على نحاس وحديد cupriferous ores على البر. ولا تزيد القيم على الحد المسموح به قانوناً وهو 40 جزءا من النحاس في المليون. وليس من الواضح ما إذا كانت المستويات العليا للفاناديوم (الذي يعد دليلاً على الزيت الخام) ناتجة أيضاً عن تمعدن طبيعي أو ما إذا كان وجود هذا المعدن النزر دليلاً على تلوث نفطي .(MRMEWR-Oman, 2003)

5-1-3-2 المعادن النزرة في الأحياء البحرية

في أغلب الأحوال فإن تراكيز المعادن النزرة في الأنسجة العضلية للأسماك وأكبادها تقع ضمن مدى القيم التي تم قياسها سابقاً لنوعين مهمين من الأسماك ذات الأهمية الاقتصادية (الأخفس والإمبراطور) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وقد كانت قيم تراكيز الكادميوم في أكباد عينات سمك الإمبراطور اللامع التي أخذت من (ضنة) (والتي بلغت 9.94 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) والمرفأ (والتي بلغت 7.19 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) عالية نسبياً، ولكن القيم المناظرة لتراكيز الكادميوم في الأنسجة العضلية لهذين النوعين من الأسماك كانت منخفضة جداً. ومن الجدير بالذكر أنه لوحظ وجود تراكيز عالية جداً من الكادميوم (109 و 19.5 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) في أكباد سمك الإمبراطور اللامع في جنوب سلطنة عمان. وهذه المستويات من الكادميوم، التي كانت أعلى المستويات المناظرة التي تمت ملاحظتها في عينات نفس النوع بالإمارات العربية المتحدة ، قد تم التحقق منها بتحليل أحد أجزاء عينة جافة مجمدة freeze-dried sample. ولمعلوماتنا فإن مثل هذا التركيز العالي للكادميوم في أنسجة سمك (الإمبراطور) لم يتم تسجيله من قبل. وفي الوقت الذي لا يمكننا أن نعزو فيه هذا التركيز العالي إلى تلوث ناجم من نشاط بشري فإن الزيادة الواضحة في التركيز قد تكون بسبب انتقال الكادميوم عبر السلسلة الغذائية، وقد جاء الكادميوم إلى المياه السطحية عبر التيارات الصاعدة القوية strong upwelling للمياه الغنية بالمغذيات nutrient rich waters التي كانت نشطة في أثناء مرحلة جمع العينات. والكادميوم – الذي ثبت أنه يحافظ على نسبته أمام الفوسفور (1: 1) في مياه التيارات الصاعدة (Bruland, 1983) – يمكن أن يتراكم حيوياً (بيولوجيا) بكل سهولة في الجزء السفلي من السلسلة الغذائية، ثم يمر عبرها حتى ينتهي به المطاف إلى أن يتركز بيولوجياً بمستويات عالية في أكباد الأسماك المفترسة (اللاحمة) التي توجد في أعلى السلسلة بنفس الطريقة التي تحدث مع الزئبق. ويمكن اختبار مدى صحة هذه الفرضية بأخذ عينات من هذا السمك (الإمبراطور) ومن فرائسه الطبيعية في أثناء وخارج فترة التيارات الصاعدة، وذلك للبحث عن أية تغيرات في محتوى الكادميوم بالكبد

والعضلات. ومن المؤسف أنه حتى تتوافر هذه البيانات فإن هذه المستويات العالية من الكادميوم في أكباد سمك الإمبراطور اللامع سوف تظل بلا تفسير.

إن أعلى تركيز من الزئبق (2.35 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف أو 0.49 ميكروجرام/ جرام بالوزن الرطب) قد لوحظ في عينة وزنها 4.7 كيلوجرامات من سمك الأخفس، أخذت من (المرفأ) في دولة الإمارات العربية المتحدة ، ومع ذلك فإن هذا التركيز يقع ضمن المدى الذي تم تسجيله لمجموعة متنوعة وكبيرة من الأسماك التي تم فحص عيناتها سابقاً في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (IAEA, 1990; Al-Majed and Rajab, 1998; Al-Majed and Preston, 2000)، وقد وصل هذا التركيز إلى المستوى الذي تعتبره العديد من الدول في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية الحد الأعلى المسموح به في الأسماك الصالحة للاستهلاك (وهو 0.5 جزء في المليون بالوزن الرطب).

وقد تم تقدير تراكيز المعادن النزرة أيضاً في الأنواع المختلفة من المحار ذي الصدفتين. وبالنسبة لمحار اللؤلؤ، والمحار الصخري، والعينة الوحيدة من البطلينوس، فإن تراكيز جميع المعادن النزرة كانت مماثلة للمستويات التي تم قياسها في هذه الأنواع في العديد من نفس المواقع التي أخذت منها، وذلك منذ أوائل الثمانينيات (Fowler, 1988; Fowler *et al.*, 2002a; Fowler *et al.*, 1993). وقد احتوى محار اللؤلؤ الذي أخذت عيناته من أبو ظبي على تراكيز عالية نسبياً من الفاناديوم والنيكل والقصدير والرصاص. كما لوحظت تراكيز عالية للفاناديوم والرصاص أيضاً في محار اللؤلؤ الذي أخذت عيناته من على مقربة من مصفاة (بابكو) في البحرين. ومن المثير للانتباه أن تراكيز المعادن النزرة في المحار الذي أخذت عيناته من رأس عكة وشاطئ عكة لم تكن عالية كتلك التراكيز التي وجدت في الرواسب التي تم جمعها من نفس المواقع (على سبيل المثال: النيكل في الإمارات العربية المتحدة). وهذه الملاحظات والنتائج تدل على أن المعادن النزرة المرافقة حالياً للرواسب المحلية موجودة حيوياً بقدر أقل عما كانت عليه من ست سنوات سابقة حينما كان تركيز النيكل والكروم في محار اللؤلؤ أعلى بمقدار 15 مرة و 8 مرات على التوالي عما صار عليه الوضع في يونية 2000 . ولعل

هذا يوضح لنا أنه بعد عدة سنوات فإن ملوثات المعادن النزرة في هذه الرواسب تعمل كبالوعة بدلاً من أن تعمل كمصدر لتلوث المحار ذي الصدفتين الذي يعيش بالقرب من تلك الرواسب، عن طريق الانتقال إليه مع الغذاء الذي تحصل عليه حيوانات هذا المحار عن طريق ترشيح العوالق المائية.

ومن الجدير بالذكر أيضاً أن عينات المحار الصخري التي أخذت من (رأس اليي) على الجانب المواجه للبحر من جزيرة (مصيرة) احتوت على أعلى مستويات من المعادن النزرة بالنسبة لجميع العينات التي تم تحليلها. وكان الكادميوم على وجه الخصوص (وهو عنصر من المغذيات يصاحب مياه التيارات الصاعدة) عالياً دائماً في عينات المحار التي أخذت من هذا الموقع وبخاصة خلال فترة الرياح الموسمية الجنوبية الغربية (على سبيل المثال تراوحت تراكيز الكادميوم بين 16– 35 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف – Fowler *et al.*, 1993). ومن الممكن خلال فترة هبوب الرياح الموسمية أن يتزايد العديد من هذه المعادن النزرة في مياه البحر وفي الجسيمات العالقة القابلة لامتصاصها عندما تسود حالة التيارات المائية وتضطرب أحوال البحر.

ومن بين جميع المحار ذي الصدفتين الذي خضع للفحص والدراسة فإن البطلينوسات والأصداف الريشية pen shells احتوت على أعلى تراكيز من الزرنيخ (إذ إنها بلغت 156 و 153 ميكروجراما/ جرام بالوزن الجاف على التوالي). وكانت أعلى قيمة للزرنيخ تم تسجيلها من قبل للمحار ذي الصدفتين في المنطقة هي 100 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف تقريباً في البطلينوسات التي جمعت من رأس تناجيب في المملكة العربية السعودية في عامي 1991 و 1998 (Fowler *et al.*, 1993; IAEA, 1999). وعند فحص البيانات المتعلقة بوجود الزرنيخ في جميع عينات المحار ذي الصدفتين التي تم جمعها في أعمال المسح البحري التي أجريت في المنطقة البحرية حديثاً وقديماً يتضح أن البطلينوسات بوجه عام تحتوي على تراكيز أعلى من الزرنيخ تفوق نظائرها في سائر أنواع المحار الأخرى ذات الصدفتين. فعلى سبيل المثال، فإن متوسط تركيز الزرنيخ في البطلينوسات التي جمعت في أعمال المسح البحري منذ عام 1991 هو 67.4 $\pm$ 42.6 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف (المدى هو 19– 156 ميكروجراما/ جرام ، عدد العينات

= 11) . ومن الجدير بالذكر أن معدل التركيز هذا أعلى بمقدار ست مرات من المعدل الوطني الأمريكي المسجل (11.1 ± 3.4 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) في المحار ذي الصدفتين (المحار oysters وبلح البحر mussels بصورة أساسية) الذي تم جمعه خلال الفترة من 1986–1992 للمشروع الوطني لمراقبة حالة واتجاهات تلوث بلح البحر في الولايات المتحدة الأمريكية USA National Status and Trends Mussel Watch Project (انظر: Valette – silver *et al.*, 1999). وعلاوة على ذلك، فإن الدراسة نفسها أوضحت أن معدل تركيز الزرنيخ في المحار (من النوع *Crassostrea virginica*) من الساحل الجنوبي الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية كان أعلى بمقدار الضعف من المعدل الوطني (25.4 ± 10.4 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) ، وأن أعلى قيم للتركيز بلغت 66 ميكروجراماً/ جرام. وقد عزا فاليت – سيلفر Vallette-Silver وزملاؤه (1999) هذه الزيادة في تركيز الزرنيخ في هذا المحار إلى المستويات العالية للزرنيخ الذي تم تصريفه في المنطقة الجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة الأمريكية من رواسب الفوسفات phosphate deposits الطبيعية وبقايا مبيدات الآفات في التربة.

وفي جميع أعمال المسح البحري للملوثات التي أجريت في منطقتنا البحرية اعتباراً من عام 1991 فإن تراكيز الزرنيخ في محار اللؤلؤ والمحار الصخري اللذين أخذت عيناتهما من المنطقة البحرية للمنظمة تراوحت بين 32.6 ± 17.4 (عدد العينات = 15 ، مدى التراكيز: 4.5 – 73 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) و 16.7 ± 4.8 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف (عدد العينات = 15، مدى التراكيز : 11.1 – 29.7 ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف) على التوالي، وتتشابه مستويات هذه التراكيز مع التراكيز المناظرة التي تم تسجيلها في المحار الذي جمعت عيناته من الساحل الجنوبي الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية. وإذا نحينا جانباً هذه البيانات فسوف لا نجد فعلياً أية معلومات أخرى منشورة عن مستويات الزرنيخ في المحار ذي الصدفتين بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وبرغم ذلك فإن البيانات القليلة الأخرى الموجودة عن الزرنيخ في الأسماك تفيدنا بأن مستويات هذا الفلز التي وجدت في أسماك المنطقة البحرية للمنظمة تعد أحد أعلى المستويات التي تم تسجيلها في الأدبيات العلمية (Attar *et al.*, 1992; Fowler *et al.*, 1993). ومع حصولنا على هذه النتائج فإنه من الأهمية بمكان

إجراء دراسة أكثر تفصيلاً لفحص العوامل المختلفة التي تسببت في التراكيز العالية للزرنيخ التي تم تسجيلها في العديد من الأحياء بالمنطقة البحرية للمنظمة.

وقد تبين أيضاً وجود معدلات عالية نسبياً من الكوبالت والنيكل في الأصداف الريشية Pen shells، ولكن البيانات المتوافرة لإجراء مقارنة بخصوص هذا النوع من الأصداف قليلة جداً (IAEA, 1999). وقد تم تحليل عينات محار الإسكالوب الصخري rock scallops في أعمال المسح البحري التي أجريت سابقاً في الإمارات العربية المتحدة ومملكة البحرين. والعينات التي جمعت في أبو ظبي اتسمت باحتوائها على تراكيز منخفضة إلى حد كبير من الفاناديوم والرصاص والفضة والكوبالت والكروم والنيكل مقارنة بالتراكيز التي وجدت في العينات المماثلة من الإسكالوب الصخري التي تم تحليلها في سنوات سابقة (Fowler *et al.*, 1993). وقد كانت مستويات الخارصين (1150 ميكروجراماً/ جرام بالوزن الجاف) أعلى فقط في عينة من أبو ظبي. ومع ذلك، وبرغم "البقع الساخنة" التي تم تحديدها بسهولة بواسطة هذا المحار ذي الصدفتين فيجب أن نضع في أذهاننا أن كل نوع له قدرات مختلفة على تجميع بعض المعادن النزرة وتركيمها، ولهذا فإن إجراء مقارنات شاملة باستخدام أنواع مختلفة من المحار ذي الصدفتين يجب أن يتم بحذر شديد وانتباه كبير. وكلما أمكن يجب إجراء المقارنات المكانية والزمنية لتراكيز المحار ذي الصدفتين بحيث تقتصر عملية المقارنة على نفس النوع أو الجنس من المحار.

وقد تم أيضاً تحليل مجموعة من عينات الأحياء البحرية للوقوف على مستويات مركبات القصدير العضوية فيها، لا سيما وأنه لا تتوافر غير معلومات قليلة جداً عن مستويات هذه المركبات في الأحياء الموجودة بالمنطقة البحرية للمنظمة. وقد أظهرت نتائج التحليل أن تراكيز هذه المركبات كانت منخفضة جداً في معظم عينات الأسماك التي خضعت للفحص، وفي العديد من الحالات يمكن تسجيل نتائج التحليل على أنها "أقل من القيم" الدنيا المسموح بها. ولا تستثنى من ذلك غير حالات محدودة ، فقد كان تركيز ثلاثي بيوتيل القصدير (TBT) في الأنسجة العضلية لعينتين من سمك الأخفس ذي البقع البرتقالية أخذتا من (بدية) بمملكة البحرين هو 8.8 و 20 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف. وبلغ تركيز هذا المركب نفسه في عينتين مماثلتين لنفس النوع من

السمك، إحداهما من مسيعيد والثانية من الدوحة في دولة قطر: 16 و 14 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف على التوالي. وبالمثل احتوت عينتان من الأخفس أخذتا من (قريات) في سلطنة عمان على 9.3 و 18 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف وذلك عند قياس نسبة ثلاثي بيوتيل القصدير في الأنسجة العضلية لهاتين العينتين. ولوحظ أيضاً أن تركيز ثنائي فينيل القصدير diphenyltin كان 17 نانوجراماً من القصدير/ جرام، وتركيز ثلاثي فينيل القصدير triphenyltin كان 24 نانوجراماً من القصدير/ جرام، وذلك في عينات سمك الأخفس التي أخذت من موقع (الخور) في دولة قطر، في حين كان التركيز المماثل لثلاثي بيوتيل القصدير (TBT) منخفضاً جداً (أقل من 6.8 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف). وبوجه عام، فإن إجمالي تراكيز مركبات بيوتيل القصدير في الأنسجة العضلية للأسماك الذي تراوح بين 2 إلى 30 نانوجرام من القصدير/ جرام تقريباً بالوزن الجاف (نحو 0.5 – 7.0 نانوجرام/ جرام بالوزن الرطب) يعد منخفضاً إلى حد ما إذا قورن بالتراكيز المناظرة في أسماك مناطق أخرى. فعلى سبيل المثال تحتوي أسماك التونة ذات الزعانف الزرقاء bluefin tuna بالبحر الأبيض المتوسط على تراكيز من بيوتيل القصدير يبلغ معدلها في أنسجتها العضلية 62 نانوجراما/ جرام بالوزن الرطب (Kannan *et al.*, 1996). وبالمثل فإن أسماك المناطق الساحلية في بحر الشمال وبحر البلطيق تحتوي في أنسجتها العضلية على تراكيز أعلى تبلغ 293 $\pm$ 21 نانوجراما/ جرام بالوزن الرطب (لأسماك بحر الشمال)، وتتراوح بين 14 و 455 نانوجراما/ جرام بالوزن الرطب (لأسماك بحر البلطيق) (Shawky and Emons, 1998; Kannan and Falandysz, 1997). ولهذا فإنه اعتماداً على البيانات المحدودة المتوافرة بين أيدينا فإنه من الجلي أن تراكيز مركبات القصدير العضوية في الأسماك الصالحة للأكل في الدول الأربع الأعضاء في المنظمة (مملكة البحرين وسلطنة عمان وقطر والإمارات العربية المتحدة) لا تمثل أية مشكلات مباشرة للمستهلكين أو البيئيين.

وقد كانت تراكيز مركبات القصدير العضوية أكثر ارتفاعاً في المحار ذي الصدفتين، حيث بلغت مستويات ثلاثي بيوتيل القصدير (TBT) وثنائي بيوتيل القصدير (DBT) وثلاثي فينيل القصدير (TPhT): 480، و 450، و 110 نانوجراما من القصدير/ جرام

بالوزن الجاف على التوالي، وذلك في عينات محار اللؤلؤ التي أخذت من أبو ظبي، أي نفس المحار ذي الصدفتين الذي تبين أنه يحتوي على أعلى مستويات من المعادن النزرة الأخرى والملوثات العضوية. وبالمثل فإن عينات محار اللؤلؤ التي تم جمعها من الساحل قبالة مصفاة (بابكو) في مملكة البحرين احتوت أيضاً على مستوى عالٍ نسبياً من مادة ثلاثي بيوتيل القصدير (150 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف)، ولكن تركيز ثلاثي فينيل القصدير كان منخفضاً جداً (أقل من 0.59 نانوجرام من القصدير/ جرام) مما يدل على احتمال حدوث تسريب لمادة ثلاثي بيوتيل القصدير حديثاً في المنطقة الساحلية القريبة من الموقع. وقد تبين أيضاً وجود تركيز عالٍ من مادة ثلاثي بيوتيل القصدير (270.16 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف) في عينات محار الإسكالوب الصخري التي أخذت من أبو ظبي، ومع ذلك فإن مستويات ثنائي بيوتيل القصدير المناظرة (التي بلغت قيمتها 47 نانوجراماً/ جرام بالوزن الجاف) كانت أقل من تلك التي وجدت في محار اللؤلؤ. وقد أخذت عينات كلا النوعين (محار الإسكالوب الصخري ومحار اللؤلؤ) من مناطق تقع على مقربة من ميناء أبو ظبي حيث تنشط حركة القوارب الصغيرة والكبيرة بشكل عام.

وقد كانت تراكيز ثلاثي بيوتيل القصدير (TBT) في جميع عينات المحار الصخري التي أخذت من خليج عمان منخفضة نسبياً، باستثناء العينات التي أخذت من شاطئ عكة بدولة الإمارات العربية المتحدة (حيث بلغت هناك 61 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف) ومن حلف في جزيرة (مصيرة) في جنوب سلطنة عمان (حيث بلغت 176 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف). وكلا هذين الموقعين يقع في منطقة نائية وبعيدة عن أية أنشطة كبيرة كتلك التي تجري في الموانئ. ولما كانت التراكيز العالية لثلاثي بيوتيل القصدير في عينات المحار من (حلف) مثيرة للقلق والاهتمام، فإنها تعد في واقع الأمر صورة مرآوية للمستويات العالية من ثلاثي بيوتيل القصدير التي تم قياسها في الرواسب البحرية بالمنطقة المحيطة بحلف، وهي تمثل في الوقت نفسه دليلاً واضحاً على حدوث تسريب مؤخراً لمادة ثلاثي بيوتيل القصدير إلى البيئة البحرية في هذه المنطقة. ومن الجدير بالذكر أن هذه التراكيز لمادة ثلاثي بيوتيل القصدير (التي تراوحت بين 0.8 وبين 176 نانوجراماً من القصدير/ جرام بالوزن الجاف) تتماثل مع التراكيز المناظرة التي تم قياسها لنفس المادة في المحار الصخري

بسيدني في أستراليا (حيث تراوحت التراكيز هناك بين 1–90 نانوجراماً من القصدير/ جرام بالوزن الجاف باستخدام نسبة جاف/ رطب قيمتها 0.23) في عام 1991 عقب حظر استخدام مادة ثلاثي بيوتيل القصدير (Bately *et al.*, 1992).

وقد تراوحت تراكيز إجمالي مركبات بيوتيل القصدير في عينات المحار التي خضعت للفحص والتحليل في الدول الأربع الأعضاء بالمنظمة والسابق ذكرها من 6.5 إلى 1023 نانوجراما من القصدير/ جرام بالوزن الجاف. وإذا استثنينا التركيزين العاليين اللذين تم تسجيلهما في أبو ظبي وحلف فإن مدى تراكيز إجمالي مركبات بيوتيل القصدير يقل بشكل كبير (إذ يصبح 6.5 – 188 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف). ويمكن مقارنة هذه التراكيز مع التراكيز المناظرة التي تم قياسها بواسطة برنامج مراقبة بلح البحر في الولايات المتحدة الأمريكية USA Mussel Watch Programme والتي تراوحت فيها مستويات إجمالي مركبات بيوتيل القصدير في العينات التي أخذت من السواحل الشرقية والسواحل الغربية وسواحل خليج المكسيك بين 50 – 770 ، و 200– 2820، وأكثر من 5 – 1677 نانوجرام من القصدير/ جرام بالوزن الجاف على التوالي (Wade *et al.*, 1988, 1991). وبالإضافة إلى ذلك فقد أوضح ويد وزملاؤه (1991) Wade *et al.* أن معدل تراكيز مركبات بيوتيل القصدير في المحار قد انخفضت مع الزمن في خليج المكسيك من 328 نانوجراماً من القصدير/ جرام بالوزن الجاف في عام 1987 إلى 140 نانوجراماً من القصدير بالوزن الجاف في عام 1990. وبناء على هذا، إذا أخذنا في اعتبارنا مدى تراكيز بيوتيل القصدير في المحار في مجموعة مختلفة من المواقع الساحلية حول الولايات المتحدة الأمريكية (Wade *et al.*, 1988, 1991) بالإضافة إلى بعض المواقع الساحلية الأخرى بالعالم (Alzieu, 1996) فسوف يتضح أن مستويات مركبات بيوتيل القصدير في المحار oysters والأنواع الأخرى من المحار ذي الصدفتين bivalves بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تقع – بوجه عام – ضمن الحد الأدنى لمدى تراكيز هذه المركبات التي تم تسجيلها في المحار حول العالم.

إن إجراء تحليل أكثر عمقاً للنتائج الأولية لهذه المسوحات التي أجريت داخل المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يتسم بصعوبته بسبب نقص البيانات التي يمكن الاستناد إليها في إجراء مقارنة حول مستويات مركبات القصدير العضوية في الأسماك أو المحار ذي الصدفتين بالمنطقة. ويجب بذل المزيد من الجهود لتعزيز قاعدة البيانات الحالية وجمع البيانات المتعلقة بالانتشار الواسع لمركبات القصدير العضوية في المنطقة على الرغم من حظر استخدامها.

5-1-4 الإستيرولات الغائطية في الرواسب

إن الكوبروستانول coprostanol (الذي اسمه الكيميائي 5β-cholestan 3β-ol) منتج أيضي metabolic ثانوي للكوليسترول، وهو أحد الإستيرولات sterols الرئيسية التي توجد في غائط الإنسان والحيوان، ولهذا فإنه يعد دليلاً مفيداً عن التلوث بمياه المجاري في المياه الساحلية (Readman *et al.*, 1986a, b). وقد تمت دراسة مستويات الإستيرولات في عينات مختارة من الرواسب البحرية تم جمعها من الإمارات العربية المتحدة وقطر وسلطنة عمان. وفي الجدول رقم 5– 9 نجد مقارنة بين محطتين لجمع العينات في قطر والإمارات العربية المتحدة، حيث تم تحليل البيانات الخاصة بهذه المركبات ومقارنتها على المستوى الزمني.

جدول 5– 9 مقارنة بين تراكيز الإستيرولات الغائطية لعينات الرواسب التي جمعت من دولتي قطر والإمارات العربية المتحدة (التراكيز مقاسة بوحدة النانوجرام/ جرام بالوزن الجاف).

المركبات	الدوحة 1997	الدوحة 2000	جبل علي 1994	جبل علي 2000
الكوبروستانول	60	66	30	20
الكوبروستان 3–1	22	67	80	54
الكوليسترول	540	1000	890	470
الكوليستانول	41	390	300	79
الكوليستانون	أكبر من 5.5	60	93	38

الكامبيستيرول	65	140	220	79
ستيجماستيرول	74	570	610	200
بيتا سيتوستيرول	640	360	420	220

وقد كانت المستويات التي تم قياسها في الرواسب بدولة الإمارات العربية المتحدة جميعها منخفضة إلى حد كبير، ومماثلة جداً للقياسات التي أجريت قبل ذلك بست سنوات (IAEA, 1996). وكانت الرواسب التي أخذت من رأس عكة (الصخور الثلاث) هي التي أظهرت وجود مستويات عالية بقدر طفيف (68 نانوجراماً/ جرام)، ولكن هذه المنطقة بعيدة عن أي مركز تلوث رئيسي ولا يوجد أي مصدر واضح لمياه المجاري في المنطقة. وفي دولة قطر كانت المستويات في جميع المواقع أعلى بعض الشيء من نظائرها في دولة الإمارات العربية المتحدة، وسجلت أعلى قيمة (وهي 170 نانوجراماً/ جرام) في رأس النوف، وهي منطقة تقع أيضاً خارج أي تجمع سكاني كبير. وفي سلطنة عمان كان الأمر مماثلاً ، فقد كانت العينات التي أخذت من (السوادي) فقط هي التي أوضحت وجود دلائل على تلوث كبير بمياه المجاري (160 نانوجراما/ جرام بالوزن الجاف من الكوبروستانول coprostanol)، على الرغم من أن هذه المنطقة لا تقع هي الأخرى على مقربة من أية مدينة كبيرة. ومع المقارنة بالتراكيز التي تم قياسها حول مدينة الكويت (التي تراوحت بين 300–2000 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) (IAEA, 1999 ,1996) فإن المستويات الحالية في قطر والإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان لا تعطي أي دلائل عن وجود تلوث كبير بمياه المجاري المنزلية.

2-5 التلوث في الحوض المائي للمنطقة البحرية

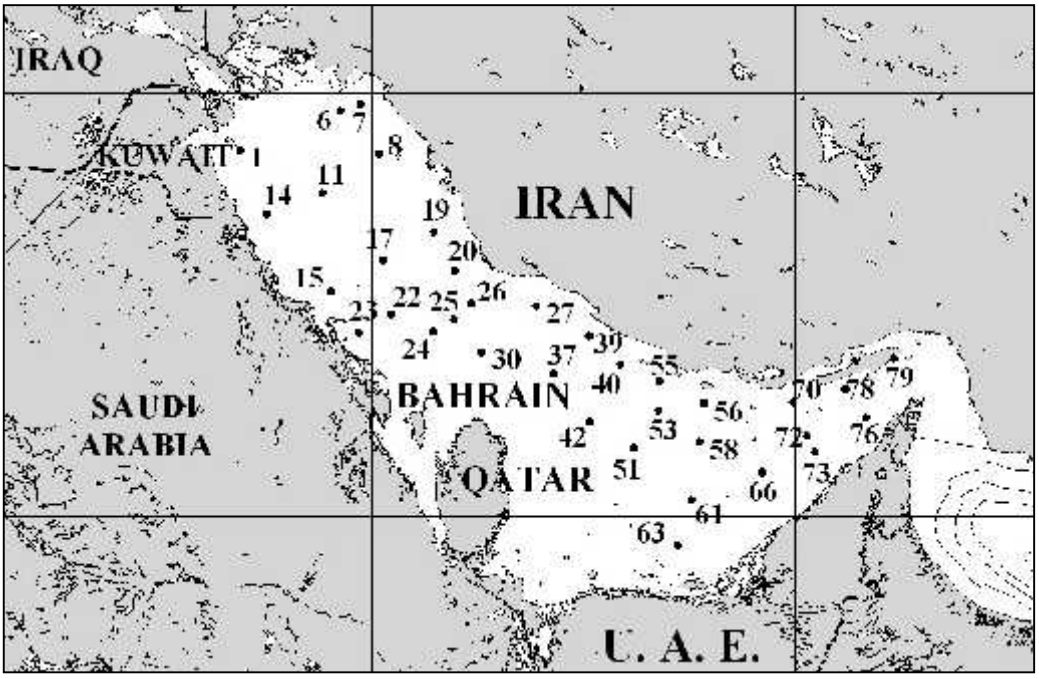
إن تقييم الملوثات في الحوض المائي للمنطقة البحرية الداخلية يمكن إجراؤه استناداً إلى أعمال المسح البحري التي تمت مؤخراً بواسطة المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (سفينة الأبحاث البحرية في عام 2001). وقد تم تجميع 35 عينة من الرواسب

السطحية لأغراض تحليل الملوثات بها. ويوضح الشكل 5– 10 مواقع أخذ هذه العينات .

5-2-1 توزيع إجمالي الكربون العضوي

يتراوح تركيز إجمالي الكربون العضوي (TOC) في المنطقة المفتوحة من المنطقة البحرية للمنظمة بين 0.7 و 3.7 % بمتوسط قدره 1.7 %. وهذه القيم أعلى من القيم المناظرة التي تم قياسها في المنطقة نفسها في عام 1992 (إذ بلغت وقتذاك 0.4 – 2.8 % بمتوسط قدره 1.3 %) (الغضبان وآخرون 1994 ,.Al-Ghadban *et al*.). ولما لم تكن هناك زيادة في تراكيز الهيدروكربونات البترولية منذ أعمال المسح البحري السابقة، يمكننا أن نعزو هذه الزيادة في تراكيز إجمالي الكربون العضوي إلى الإنتاجية الحيوية (البيولوجية). ويمكن لأية دراسات جديدة تتناول الدورة السنوية الكاملة للإنتاجية الحيوية أن تساعد على توضيح الكيفية التي يتوزع بها إجمالي الكربون العضوي في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة.

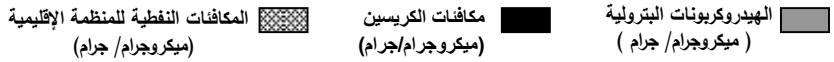
ويتراوح المحتوى الدهني lipid content بين 0.042 – 0.371 مليجرام/ جرام ، وتتصف الرواسب باحتوائها على نسبة مئوية عالية نسبياً من الكربون، يبلغ متوسطها 6.2 %.



شكل 5–10 مواقع جمع العينات لغرض استخدامها في تحليل الملوثات في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة.

2-2-5 الهيدروكربونات البترولية

يتم التعبير عن تراكيز الهيدروكربونات البترولية في رواسب المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة بثلاث طرق: إجمالي تراكيز الهيدروكربونات الدهنية (الأليفاتية) والعطرية (الأروماتية) (إجمالي الهيدروكربونات البترولية Total PHs)، ومكافئات الكريسين chrysene، والمكافئات النفطية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ROPME oil equivalents. ويتراوح مدى تراكيز إجمالي الهيدروكربونات العضوية (TPH) من 6 إلى 99 ميكروجرام/ جرام، بمتوسط قدره 35 ميكروجرام/ جرام وفقاً للمكافئات النفطية للمنظمة، ومن 0.7 إلى 11 ميكروجرام/ جرام وفقاً لمكافئات الكريسين (شكل 5– 11). وتتماثل هذه التراكيز مع تلك التي تم تسجيلها لنفس المنطقة المفتوحة من المنطقة البحرية للمنظمة في أعمال المسح البحري التي تم إجراؤها في ديسمبر 1994 (والتي تراوحت من 5.4 إلى 92 ميكروجرام/ جرام، بمتوسط قدره 33 ميكروجرام/ جرام وفقاً للمكافئات النفطية للمنظمة) (اللهيبي وغازي Al-Lihaibi and Ghazi, 1996)، وهي أقل من قيم التراكيز التي تم قياسها في المواقع نفسها في عام 1992 (مسعود وآخرون Massoud *et al.*, 1996). وهي أيضاً أقل بقدر كبير من القيم التي تم تسجيلها في المناطق الساحلية للمنطقة البحرية للمنظمة التي تضررت من البقعة النفطية التي نجمت عن حرب 1991 (Fowler *et al.*, 1993; Readman *et al.*, 1996; IAEA, 1996, 1998, 1999). ووفقاً لبعض الخطوط الإرشادية المتعلقة بمستويات الملوثات في الرواسب في قاع المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (مسعود وآخرون Massoud *et al.*, 1996), فإن مستويات الملوثات التي تقل عن 15 ميكروجراما/ جرام (وفقاً لمكافئات الكريسين) تعد مستوى الخلفية الطبيعية في هذه المنطقة (أي مناظرة لمستوى مياه البحر الطبيعية بالمنطقة).



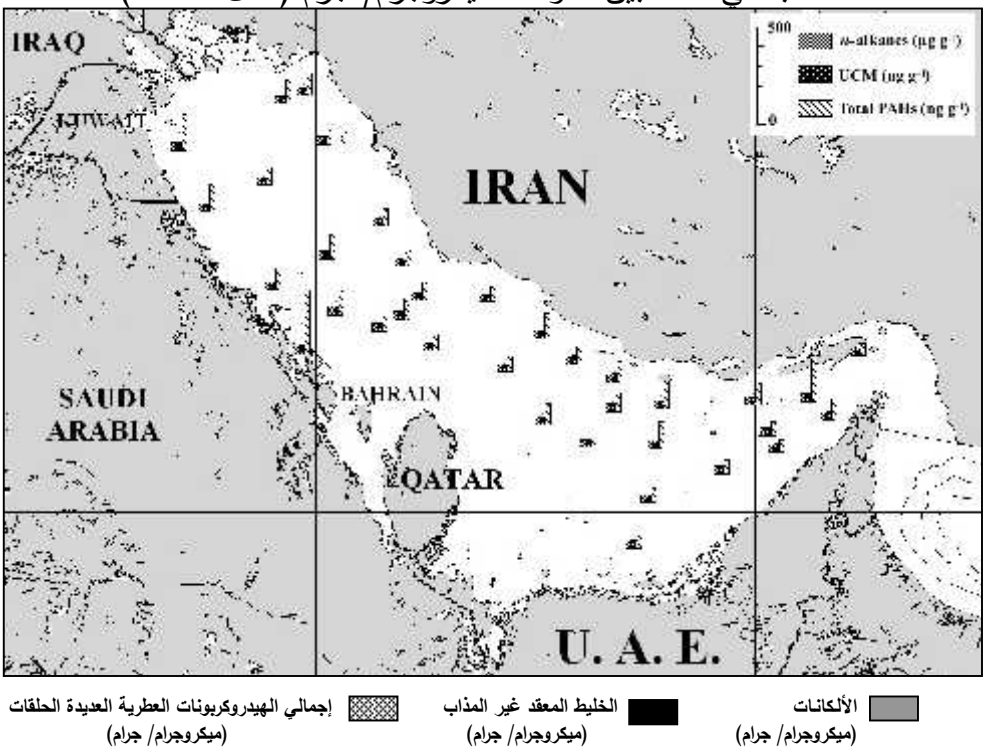
شكل 5- 11 إجمالي تراكيز الهيدروكربونات البترولية في الرواسب المأخوذة من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001م.

وكما هو موضح في الشكلين 5- 11 و 5- 12 فإن إجمالي تراكيز المواد الدهنية (الأليفاتية) غير الذائبة unresolved في الماء الأعلى من 10 ميكروجرام/ جرام، و/ أو إجمالي الهيدروكربونات البترولية وفقاً للمكافئات النفطية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية التي تتراوح من 60 إلى 100 ميكروجرام/ جرام تدل على تلوث نفطي خفيف. وقد وجدت المناطق المتضررة في المنطقة البحرية الممتدة من محطة جمع العينات رقم 23 بالمملكة العربية السعودية إلى المحطات رقم 24 ، 25 ، 26 على الساحل الإيراني، وفي المنطقة الساحلية الوسطى للجمهورية الإسلامية الإيرانية (المحطتان رقما 40 ، 56)، وفي الحوض الغربي البحري (محطة جمع العينات رقم 17) وعند مضيق هرمز في الجنوب الشرقي (محطة جمع العينات رقم 78).

ولم يلاحظ وجود أية علاقة بين النسبة المئوية للمواد ذات الحبيبات الناعمة fine-grained material (الرواسب) وبين تراكيز الهيدروكربونات البترولية وإجمالي الكربون العضوي. وتتوافق هذه النتيجة مع النتائج التي تم التوصل إليها في أعمال المسح البحري السابقة في المنطقة نفسها (اللهيبي والعمران Al-Lihaibi and Al-Omran, 1996) ، ولكنها تتباين مع الدراسات التي أجريت مؤخراً (مسعود وآخرون Massoud

(*et al.*, 1996)، حيث وجدت علاقة واضحة بين النسب المئوية للمواد ذات الحبيبات الناعمة وإجمالي الهيدروكربونات البترولية. ومع ذلك، لم تُثبِت أي دراسة من بين هذه الدراسات وجود علاقة إيجابية بين إجمالي الكربون العضوي وبين كل من حجم الحبيبات والمحتوى الإجمالي للهيدروكربونات البترولية معاً، مما يدل على أن إجمالي الكربون العضوي لا يمكن استخدامه كمؤشر عن التلوث بالهيدروكربونات البترولية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

ومن اللافت للانتباه أن إجمالي تراكيز الألكانات (n-alkanes) المذابة في الماء (الذي تراوحت قيمته بين 3.3 و 12 ميكروجرام/ جرام) كان متناغماً في ارتفاعه مع القيم المناظرة للمركبات الكيميائية الدهنية (الأليفاتية) غير المذابة في الماء (الخليط المعقد غير المذاب Unresolved complex mixture أو UCM)، وتتراوح قيم إجمالي تراكيز الألكانات المذابة في الماء بين 3 و 16 ميكروجرام/ جرام (شكل 5– 12).



شكل 5– 12 تراكيز الألكانات (n-alkanes) والخلائط المعقدة للمواد غير القابلة للذوبان في الماء، وإجمالي الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات في عينات الرواسب المأخوذة من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001م.

إن المستويات المنخفضة من الخليط المعقد غير المذاب (UCM) مع المقادير القليلة من بعض الأدلة الحيوية biomarkers الخاصة (الهوبانات hopanes) بالمواد البترولية تقدم شواهد بسيطة عن تلوث نفطي مزمن تحللت فيه المركبات النفطية. وقد أوضح شكل الألكانات (n-alkanes) توزيعاً غير عادياً سادت فيه المركبات الألكانية ذات الأعداد الزوجية من ذرات الكربون (من C_{12} إلى C_{22})، مع وجود نسبة طفيفة من المركبات ذات السلاسل الطويلة المتماثلة في الشكل long-chain homologues (C_{27}, C_{29} , C_{31}) والتي منشؤها هو شموع ذات أوزان جزيئية عالية، برية المصدر (من النباتات). وهذه السيادة الكبيرة للمركبات الألكانية n-alkanes ذات الأعداد الزوجية من ذرات الكربون (C_{12} – C_{22}) – التي يبدو بوضوح أنها لا ترتبط مباشرة بأية مصادر بترولية قد تم العثور عليها سابقاً في عدد قليل من الرواسب السطحية التي أخذت عيناتها من الساحل الشمالي الغربي للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، ومن المنطقة الساحلية العمانية (Grimalt and Albaiges, 1985 ; Mille *et al.*, 1992)، وفي رواسب قديمة من المنطقة البحرية للمنظمة (Welte and Ebhardt, 1968). وفي المقابل لم يتم الوقوف على هذا التوزيع في أعمال المسح البحري التي أجريت في فترة مبكرة قبل ذلك في المواقع نفسها في ديسمبر 1993 – 1994 (Al-Lihaibi and Ghazi, 1996; Al-Qmran and Rao, 1999). وعلى الرغم من أن بعض النماذج القليلة – مثل زيت الحبوب من بعض أنواع البقوليات (الفصيلة القرنية Leguminosae) – توجد بين المتعضيات الحية وتدعم فرضية هيمنة المدخلات الحيوية (البيولوجية) المباشرة predominant direct biological input (Lamarque *et al.*, 1998) فإن التوزيع الواسع النطاق لهذه المركبات الكيميائية في جميع محطات جمع العينات بالمنطقة البحرية للمنظمة يمكن تفسيره فقط بالظروف البيئية الخاصة التي تسود المنطقة خلال فصل الصيف. فالدوران المحدود للمياه restricted water circulation ، ومياه قاع البحر الغنية بالأكسيجين well - oxygenated bottom waters ، ودرجات الحرارة العالية (أكثر من 30° مئوية) والملوحة (حتى 40 $^0/_{00}$)، كل ذلك معروف عنه إنه يمثل ظروفاً جيدة وملائمة لتحلل النفط، ولهذا يمكننا أن نفترض أن هذه الألكانات n-

alkanes قد تكون ناتجة من تحلل الهيدروكربونات البترولية بالبكتيريا. وعلى الرغم من أن هذه المواد لم يتم تحديدها والتعرف عليها بعد في الهوائم (العوالق) plankton البحرية فإن بعض المؤلفين (الأسد والتميري Al-Saad and Al-Timari, 1993) قالوا إن الدياتومات diatoms قد تكون مسئولة عن الألكانات n-alkanes ذات الأعداد الزوجية من ذرات الكربون في هذه الرواسب. وفي مناطق أخرى، حيث تسود حالات نقص الأكسيجين – كما في البحر الأسود وغور (خندق) كارياكو Cariaco Trench البحري – فإن هذا التوزيع الخاص للألكانات n-alkanes قد تم إرجاعه إلى الاختزال البكتيري bacterial reduction للأحماض الدهنية المحلية autochthonous fatty acids (أي التي مصدرها هو أحد الحيوانات أو النباتات المحلية في منطقة ما) التي تصل إلى حدها الأقصى عند $C_{16} - C_{18}$ (Debyser *et al.*, 1975; Dastillung and Corbet, 1978).

ويوضح الشكل رقم 5– 12 إجمالي تراكيز الهيدروكربونات العطرية (الأروماتية) العديدة الحلقات في الرواسب في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وفي هذا الشكل فإن مدى قيم هذه التراكيز كان منخفضاً أيضاً، فقد كان من 29 إلى 480 نانوجراما/ جرام، وبمحتوى يقل بمقدار عشر مرات عن ذلك الذي تشترطه الخطوط الإرشادية لجودة الرواسب، التي وضعتها الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء (NOAA)، والخاص بالمدى المنخفض للتأثيرات Effects Range Low الناتجة عن التركيز الذي قيمته 4000 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف (Long *et al.*, 1995). ويماثل الاتجاه العام لهذه التراكيز overall trend ذلك الذي للهيدروكربونات الدهنية (الأليفاتية) غير الذائبة في الماء، مع ملاحظة أعلى تراكيز للهيدروكربونات العطرية (الأروماتية) العديدة الحلقات عند محطة جمع العينات رقم 23 (480 نانوجراما/ جرام) في وسط المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة وعند محطة جمع العينات رقم 78 عند مضيق هرمز (300 نانوجرام/ جرام) في الجنوب الشرقي.

وباستثناء محطات جمع العينات أرقام (23)، و (78)، و (1) فإن تراكيز البيرين pyrene كانت منخفضة نسبياً (0.78 – 8.5 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف ، وكانت في أدنى مدى التراكيز التي تم قياسها في الرواسب الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة،

والتي تم جمع عيناتها بعد حادث البقعة النفطية الناجمة عن حرب 1991 (إذ تراوح هذا المدى بين 1– 450 نانوجرام/ جرام) (Fowler *et al.*, 1993)، وخلال عام 1994 (إذا تراوح المدى بين 1.6– 510 نانوجرام/ جرام) (IAEA, 1996). وبالمثل فإن المستويات الشديدة الانخفاض للبنزوبايرين (أ) (0.1– 1.2 نانوجرام/ جرام بالوزن الجاف) تعد بالتأكيد من أقل التراكيز التي تم تسجيلها حتى اليوم في المنطقة (Saeed *et al.*, 1996).

إن الأنماط الممثلة لرواسب الهيدروكربونات العطرية (الأروماتية) العديدة الحلقات تتشابه مع الشكل النمطي لهذا النوع نفسه من الهيدروكربونات العطرية ذات الأصل البترولي petrogenic PAHs، مع وفرة الفينانثرينات phenanthrenes المستعاض عن مجموعة الألكيل بها alkyl-substituted، والكريسينات chrysenes. والمصادر البيروليتية pyrolitic sources – التي يستدل عليها من وفرة الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات غير المستبدلة unsubstituted وزيادتها على متماثلاتها المؤلكلة alkylated homologues ، ووفرة الهيدروكربونات العطرية التي يتراوح عدد حلقاتها بين 4 إلى 6 حلقات والتي تتسم بانخفاض وزنها الجزئي – كانت (أي هذه المصادر) منخفضة جداً إلى حد كبير مما يدل على أن المدخلات الناجمة عن احتراق الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات منخفضة جداً.

3-2-5 المركبات العضوية المكلورة

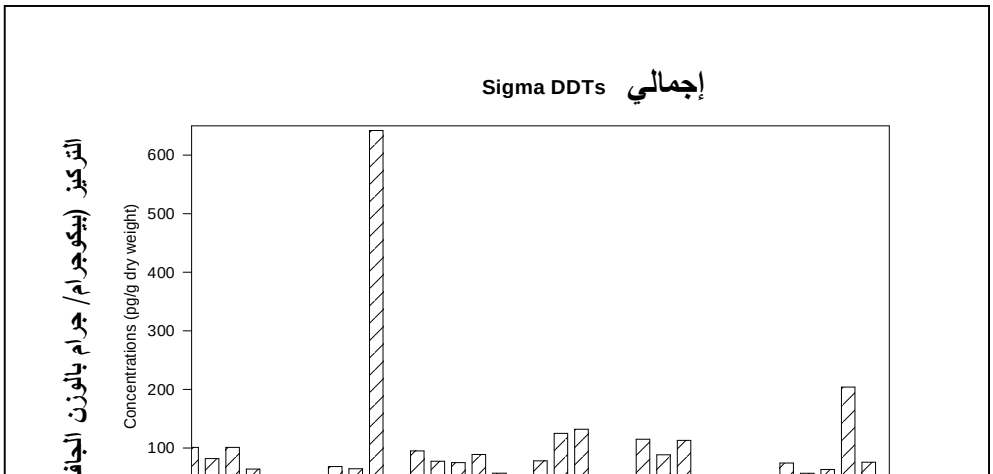
إن تراكيز إجمالي مركبات د. د.ت. DDTs وإجمالي مركبات HCHs وإجمالي مركبات PCBs بجميع محطات جمع العينات موضحة في الأشكال أرقام 5– 13 ، و 5 – 14 ، و 5– 15 على التوالي. وباستثناء عدد محدود من المحطات فإن التراكيز التي تم قياسها كانت متماثلة نسبياً. والأماكن الوحيدة التي وجدت فيها تراكيز عالية مقارنة بغيرها كانت هي محطة جمع العينات رقم 20 بالنسبة لإجمالي مركبات DDT ،

ومحطة جمع العينات رقم 56 بالنسبة لإجمالي HCHs ، والمحطتين رقمي 27 و 78 بالنسبة لإجمالي مركبات PCBs.

وتقع محطة جمع العينات رقم 20 مقابل منطقة (مند) Mond تقريباً، وقد كانت العينات التي أخذت من هذه المحطة تحتوي على تركيز قدره 650 بيكوجراما/ جرام لإجمالي مركبات DDT، في حين كانت العينات التي أخذت من سائر المحطات تبلغ نحو 100 بيكوجرام/ جرام. وقد تم مراجعة وفحص هذه المنطقة في عام 1997 (IAEA, 1998) عندما تبين أن تركيز مركبات DDT فيها يصل إلى 778 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف. وفي محطة جمع العينات رقم 27 ، التي تقع أيضاً على مقربة من (مند)، كان إجمالي تركيز مركبات PCBs في العينات التي أخذت منها زهاء 700 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف (التركيز الذي تم قياسه في عام 1997 كان 145 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف) .

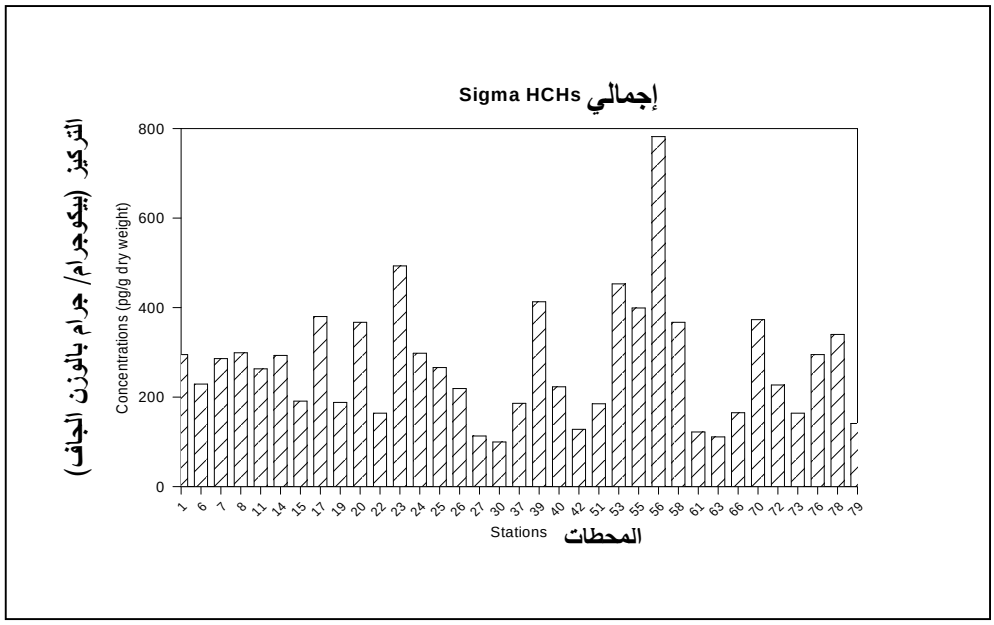
وقد تم الحصول على أعلى تركيز لإجمالي مركبات PCBs (الذي بلغ نحو 900 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف) عند محطة جمع العينات رقم 78 القريبة من جزيرة هرمز. وكان هذا الموقع نفسه قد أخذت منه عينات لفحصها في عام 1997 ووجد وقتذاك أن إجمالي تركيز مركبات PCBs بها هو 900 بيكوجرام/ جرام بالوزن الجاف (أي نفس القيمة عند المقارنة بين التركيزين).

وفي بقية المحطات الأخرى لجمع العينات كانت التراكيز التي تم الحصول عليها للمركبات العضوية المكلورة منخفضة بالمقارنة مع التراكيز المماثلة لنفس المركبات في مناطق بحرية أخرى بالعالم (ROPME, 2002).

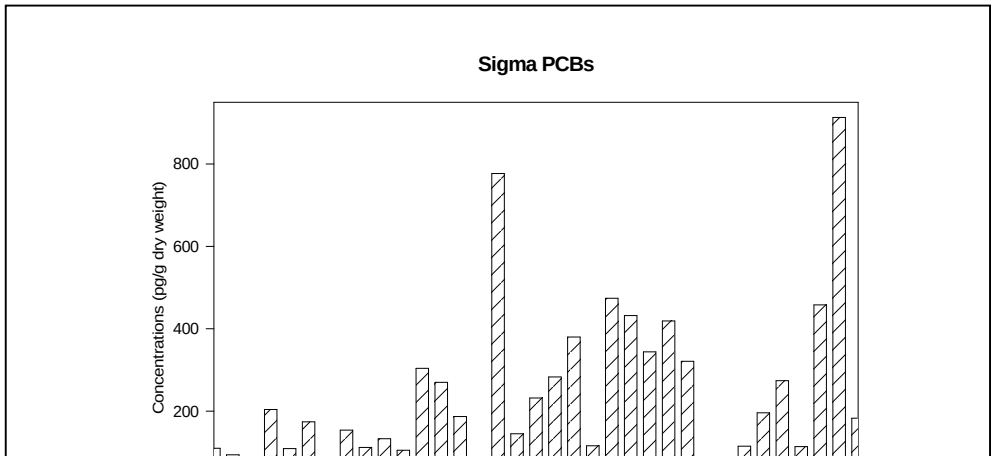


المحطات

شكل 5– 13 إجمالي مادة د. د. ت. DDT في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001.



شكل 5– 14 إجمالي مادة سداسي كلورو الهكسان الحلقي (HCHs) في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001.



شكل 5–15 إجمالي مادة (PCBs) في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001.

5-2-4 المعادن النزرة

باتباع النظام المعتمد لمعايير تحليل العينات فإن عينات الرواسب التي تم جمعها في أثناء رحلات المسح البحري للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يتم إمرارها عبر منخل، قطر كل عين من عيونه 1000 ميكرون، وذلك لإزالة كسور الأصداف الكبيرة وأعشاب البحر ... إلخ. والأساس الذي يقوم عليه هذا النظام هو تقييم العينة كلها بدون تفضيل عينة ذات حجم معين باختيارها، ويستهدف هذا الإجراء التأكد من أن العينة مناسبة وتمثل المنطقة التي أخذت منها. ومن عيوب تحليل العينة باتباع هذا النظام هو أن العينة قد تحتوي على نسبة كبيرة من السيليكا (الرمل) و/ أو مادة خشنة بالإضافة إلى المادة الرسوبية الناعمة. وبوجه عام، لا تحتوي السيليكا على تراكيز كبيرة من أية معادن نزرة أخرى، ولهذا فإن وجودها يتسبب في تخفيف الرواسب بحيث تصبح تراكيز المواد النزرة أقل مما يفترض أن تكون عليه عند تحليل الجزء الرسوبي بمفرده. وتلعب هذه الخاصية دوراً مهماً في تفسير الملوثات في رواسب المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وعادة ما يكون للمادة الناعمة – التي تتسم بكبر نسبة سطحها إلى حجمها (أو وزنها) – قدرة أكبر على تنظيف عمود الماء من الملوثات العضوية وغير العضوية الموجودة به. وبوجه عام فإن رواسب الطين/ الغرين/ الطفلة الناعمة ذات المحتوى العضوي العالي تحتفظ بقدر أكبر من الملوثات من رواسب

الرمال الخشنة نسبياً. ولهذا فإن المواقع التي تترسب فيها مواد ناعمة – مثلاً – تكون احتمالات وجود تراكيز عالية من المعادن النزرة فيها كبيرة.

ولتقييم هذا العامل factor فإنه من الشائع معايرة نتائج تحليل المعادن النزرة بمعدن مرجعي يتصف بكونه معدناً أرضياً. وعادة ما يكون هذا المعدن موجوداً بتراكيز عالية وقابلة للاستخراج reproducible في الرواسب التي تحافظ على بقائها في البيئة البحرية. والمعادن النزرة التي تستخدم عادة في المعايرة وكأساس للمقارنة هي: الألومنيوم، أو الحديد، أو الليثيوم.

وفي هذا التقييم تم اختيار الألومنيوم كمعدن نزر ليكون معياراً وأساساً للمقارنة. وجميع المعادن النزرة في كل عينة قد تم تسويتها بحيث يضبط تركيز الألومنيوم في هذه العينة عند 30000 ميكروجرام/ جرام (بالوزن الجاف)، ويمثل هذا الرقم متوسط التركيز تقريباً. ومع وجود بعض الاستثناءات القليلة، فإنه من الملاحظ أن تركيز الألومنيوم كان ثابتاً نسبياً في مجموعة العينات التي تم فحصها. وبعد عملية التسوية normalization فإن المتوسط والحيود المعياري standard deviation تم حسابهما لكل معدن نزر. والتراكيز الأكبر بمقدار ثلاثة حيود معيارية عن المتوسط تم اعتبارها كنقاط نهاية end points في الأرقام التي يتم الحصول عليها. أما القيم الموسطة للتراكيز فقد قورنت أيضاً بمستويات أو حدود عمل action limits مقبولة، وتم أولاً مقارنة التراكيز بقيم الخطوط الإرشادية لجودة الرواسب البحرية التي وضعتها الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA (جدول 5–10)، وذلك بتحديد المدى الأدنى للتأثير (ERL) والمدى المتوسط للتأثير (ERM). وفي غياب المدى الأدنى للتأثير – المحدد من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء – لمادة ما فإن قيمة الخطوط الإرشادية الكندية لجودة الرواسب الغضونية The Canadian Interim Marine Sediment Quality Guideline (ISQG) قد تم استخدامها. ويعرض هذا الجدول أيضاً مستوى الآثار المحتملة (PEL) طبقاً لهيئة البيئة في كندا.

جدول 5–10 الأدلة الإرشادية لنوعية الرواسب الموضوعة من قبل كل من الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA بالولايات المتحدة الأمريكية وهيئة البيئة بكندا.

العنصر الكيميائي	الوحدات	المدى الأدنى للتأثير ERL	المدى الأوسط للتأثير ERM	الخطوط الإرشادية الكندية ISQG	مستوى الآثار المحتملة PEL
الزرنيخ	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	8.2	70	7.24	41.6
الكادميوم	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	1.2	9.6	0.7	4.2
الكروم	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	81	370	52.3	160
النحاس	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	34	270	18.7	108
الرصاص	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	47	220	30.2	112
الزئبق	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	0.15	0.71	0.13	0.7
النيكل	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	21	52	-	-
الفضة	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	1	3.7	-	-
الخارصين	ميكروجرام/ جرام بالوزن الجاف	-	-	124	271

1-4-2-5 تقييم مواقع محددة

عدة عينات قليلة هي التي أظهرت ما يبدو وكأنه تلوث كبير بنوعين على الأقل من المعادن النزرة. وكان أكثر ما لفت الانتباه منها هو محطة جمع العينات رقم 73 قبالة الساحل الشرقي للإمارات العربية المتحدة (قرب دبي)، والتي تُبيِّن وجود تراكيز مرتفعة للفاناديوم والزرنيخ والكادميوم والقصدير والأنتيمون والرصاص، مع ارتفاع طفيف في تراكيز الكروم أيضاً بالعينة التي أخذت منها. ويجب ملاحظة أن معامل التسوية normalization factor لهذه العينة كان مرتفعاً إلى حد كبير، ويمكن أن يعزى ذلك إلى القيم العليا الشاذة anomalously high values (كان تركيز كل من الحديد والألومنيوم في هذه العينة منخفضاً، ولكن معظم العناصر النزرة الأخرى لم تكن كذلك. والتسوية الناتجة كانت تعني أن التراكيز بدت عالية نسبياً بوضوح).

إن تراكيز التسوية العالية نسبياً للزرنيخ والكادميوم والإسترانشيوم قد تمت ملاحظتها أيضاً في العينة رقم (15) التي جمعت من قبالة ساحل المملكة العربية السعودية، وربما كان ارتفاعها مرده إلى السبب نفسه، فقد كانت تراكيز كل من الألومنيوم والحديد منخفضة نسبياً، ولكن بقية العناصر النزرة الأخرى لم تكن منخفضة كذلك. وبالنسبة

لهذه العينات، ربما كانت أفضل طريقة لتحديد ما إذا كانت هناك مشكلة تلوث فعلي أم لا هي أخذ جزء ناعم وصغير من كل عينة وتحليله.

وقد أوضحت العينات التي جمعت من المحطة رقم (7) في المنطقة البحرية الغربية الواقعة بين جمهورية العراق والجمهورية الإسلامية الإيرانية وجود تركيز عالٍ جداً للخارصين (الزنك) بقيمة تصل إلى ضعف مستوى الآثار المحتملة (PEL) الذي حددته هيئة البيئة الكندية. وكان معامل التسوية لهذه العينة قريباً جداً من (1)، أي أن الخارصين المرتفع لوحظ في العينة الأصلية ولم يكن وجوده شذوذاً في القراءة.

وقد تبين في أحد المواقع قبالة ساحل المملكة العربية السعودية (العينة رقم 23) أن تركيز الفضة (الذي تم تسويته normalized) كان عالياً بقدر طفيف، وفي موقعين قبالة ساحل الإمارات العربية المتحدة (61 و 72) كانت تراكيز الزئبق عالية إلى حد ما، ولكن هذه التراكيز كانت مرتفعة بالنسبة إلى بقية العينات ولم تكن كبيرة بالنسبة للحدود والمعايير المستخدمة في المقارنة بهذه الدراسة. ومع هذه الاستثناءات فإن العينات يبدو وكأن بعضها يتماثل مع بعض تقريباً.

2-4-2-5 نتائج قياسات عناصر محددة

اعتماداً على جميع القياسات التي أجريت على المعادن النزرة ونتائجها فسوف نناقش فيما يلي أهم الملاحظات المتعلقة بكل عنصر على حدة .

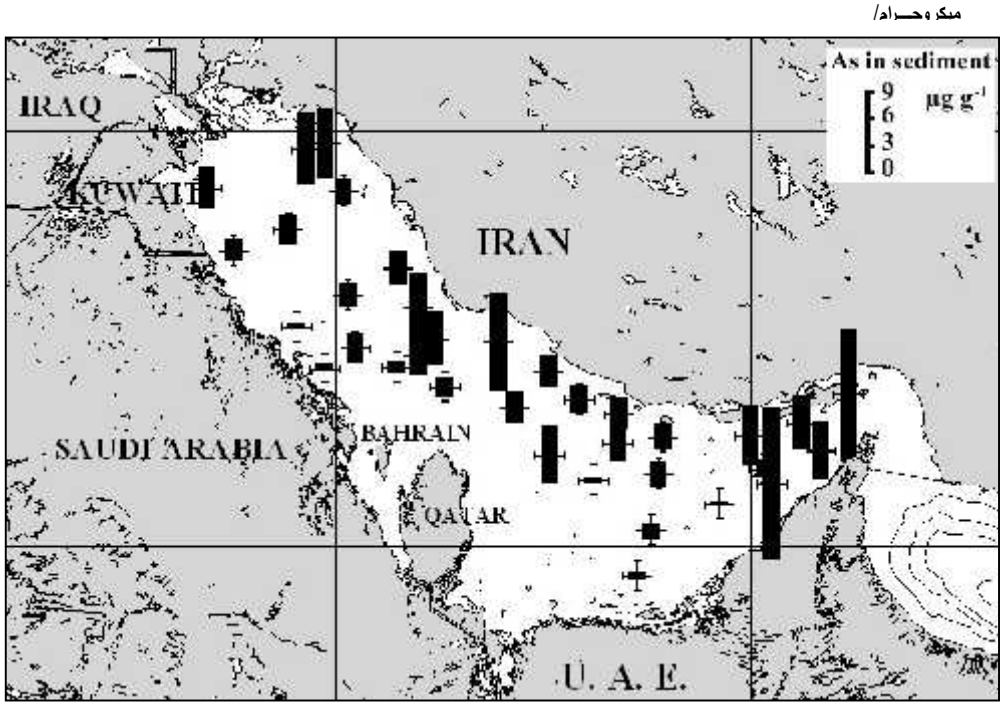
1-2-4-2-5 الزرنيخ

يوضح الشكل 5– 16 توزيع إجمالي الزرنيخ (أي من غير اتخاذ الألومنيوم مقياساً للمراجعة) الذي وجد في الرواسب في مختلف أنحاء المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة. ويتضح من الشكل وجود تراكيز عالية نسبياً في الرواسب قرب مضيق هرمز. وقد تم تجاوز قيمة المدى الأدنى للتأثير (ERL) للإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA (التي تبلغ 8.2 ميكروجرام/ جرام) في أحد المواقع بالمملكة العربية السعودية، وأحد

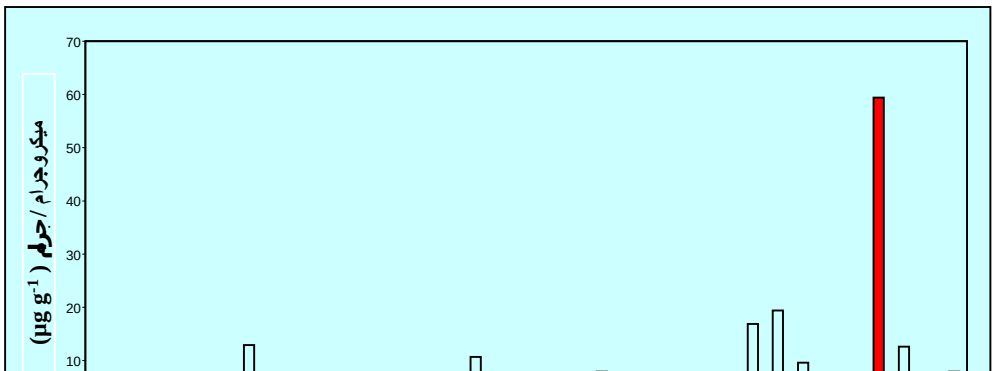
المواقع في الجمهورية الإسلامية الإيرانية، وفي العديد من المواقع بدولة الإمارات العربية المتحدة. ويوضح الشكل رقم 5– 17 تراكيز الزرنيخ باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة وذلك في جميع نقاط جمع العينات.

5-2-4-2-2 الباريوم

وُجِد موقع واحد في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية كان به مستوى عالٍ شاذ (للباريوم) بالنسبة إلى سائر المواقع الأخرى. وقد كان التركيز (الذي بلغت قيمته 1360 ميكروجراما/جرام) للعينة (63) التي تم جمعها قبالة ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة) متجاوزاً في قيمته سائر التراكيز التي تم تسجيلها في أي منطقة أخرى. ولما كان الباريوم يستخدم في سائل طين حفر آبار النفط والغاز فإن هذا قد يفسر سبب مستوياته العالية. وعلى أية حال فإن هذا العنصر لا يمثل مصدراً للقلق بالنسبة لسميته البيئية.



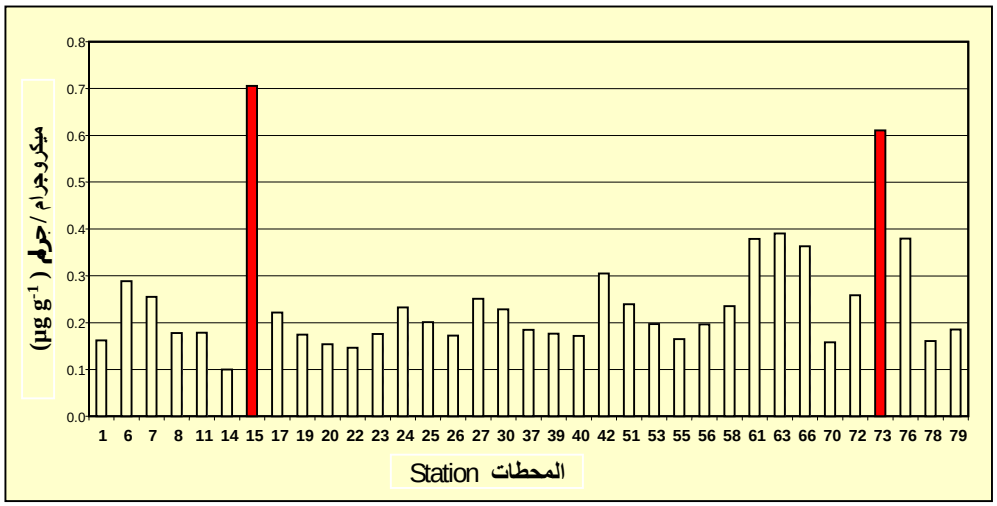
شكل 5– 16 توزيع الزرنيخ في الرواسب بالمنطقة البحرية الداخلية للمنظمة في عام 2001 ، حيث إن منتصف كل عام يحدد الموقع الذي أخذت منه العينة.



شكل 5– 17 تراكيز الزرنيخ باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام2001م.

5-2-4-2-3 الكادميوم

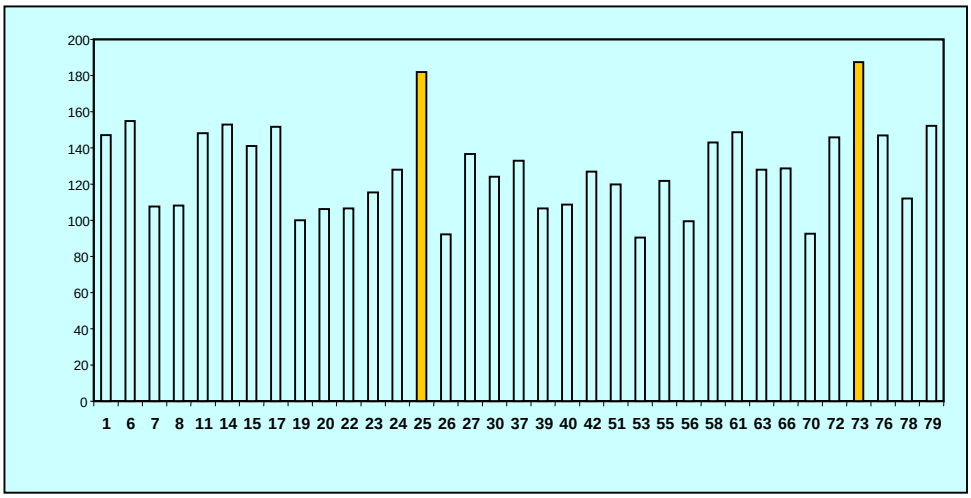
يوضح الشكل رقم 5– 18 تراكيز الكادميوم في جميع العينات. ولم تتجاوز التراكيز أبداً قيمة المدى الأدنى للتأثير المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value التي تبلغ 1.2 ميكروجرام/ جرام.



شكل 5–18 تراكيز الكادميوم باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-4 الكروم

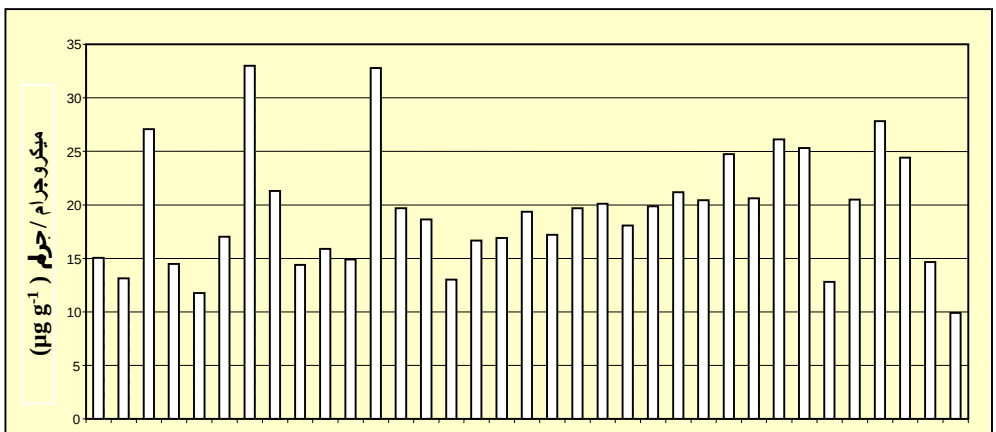
يعد توزيع عنصر الكروم منتظماً ومتماثلاً في مختلف أنحاء المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية باستثناء عدد محدود من التغيرات الكبيرة نسبياً (شكل 5– 19). ومع ذلك فإن محتوى الكروم – باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة – يتجاوز معيار المدى الأدنى للتأثير – المحدد من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value – في كل موقع أخذت عينات منه. وتعزى القيمة العالية للمدى الأدنى للتأثير للكروم (81 ميكروجرام/ جرام) وتراكيز الكروم إلى معدلات وجوده العالية في الطبيعة بالمنطقة.



شكل 5–19 تراكيز الكروم باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-5 النحاس

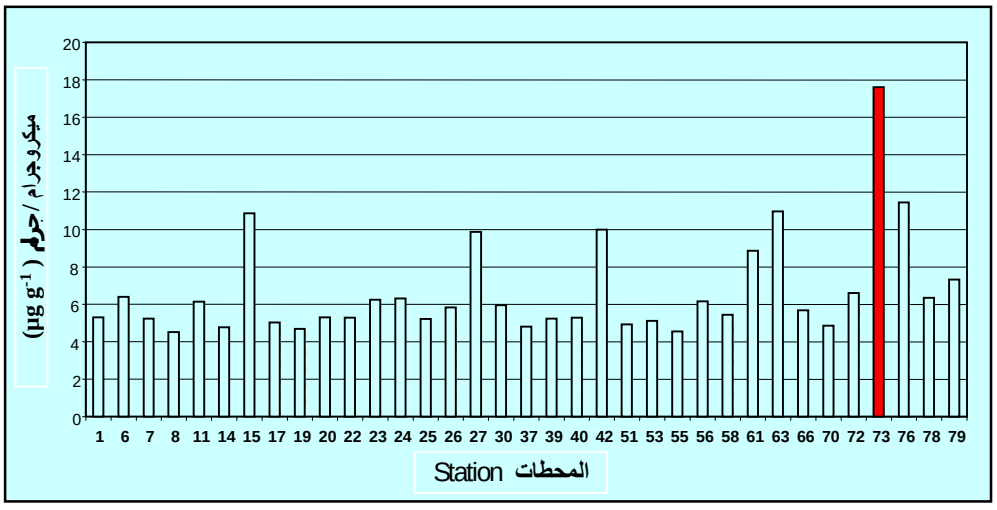
بوجه عام، يعدّ توزيع النحاس في الرواسب – كما هو موضح في الشكل 5–20 – جديرا بالملاحظة. وهو منتظم ومتماثل نسبياً في تركيزه، ولم يتجاوز أبداً قيمة معيار المدى الأدنى للتأثير المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value التي مقدارها 34 ميكروجراما/ جرام.



شكل 5–20 تراكيز النحاس باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-6 الرصاص

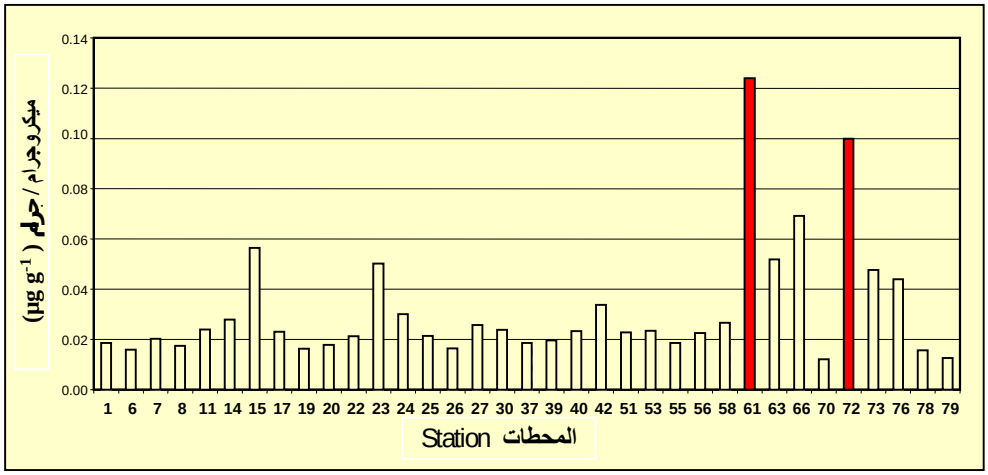
كما هو الحال مع الكادميوم والنحاس، فإن تراكيز الرصاص لم تكن عالية جداً في المواقع التي تم فحصها ومسحها في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (شكل 5– 21). وقد بلغت قيمة أعلى تركيز – باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة – 18 ميكروجراما/ جرام وذلك عند محطة جمع العينات رقم (73) قرب دبي. ومع ذلك فإن مستويات الرصاص لم تصل إلى الحد الذي تتجاوز فيه قيمة معيار المدى الأدنى للتأثير المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value التي مقدارها 47 ميكروجراما/ جرام .



شكل 5–21 تراكيز الرصاص باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-7 الزئبق

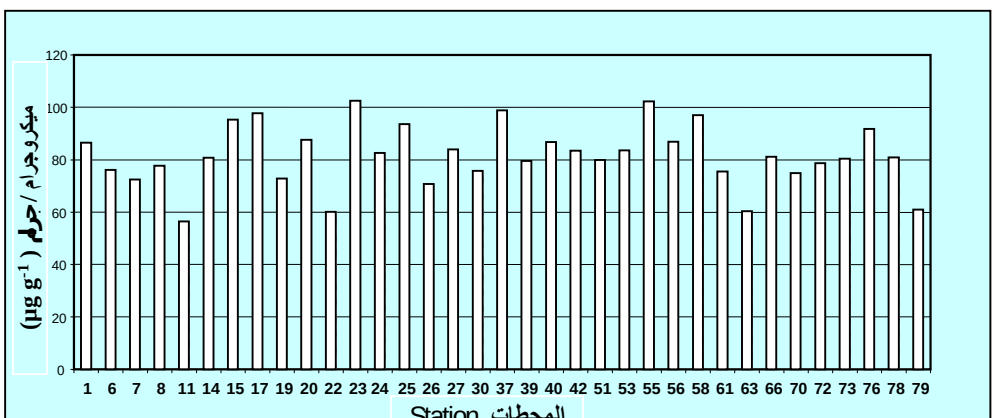
يوضح الشكل 5- 22 توزيع الزئبق في الرواسب في جميع أنحاء المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وكما سبق أن ذكرنا، يوجد موقعان قبالة ساحل دولة الإمارات العربية المتحدة تم فيهما تسجيل مستويات عالية نسبياً من الزئبق. ولكن تراكيز الزئبق في جميع المواقع لم تتجاوز أبداً قيمة معيار المدى الأدنى للتأثير المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value التي



شكل 5 – 22 تراكيز الزئبق باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع نقاط جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-8 النيكل

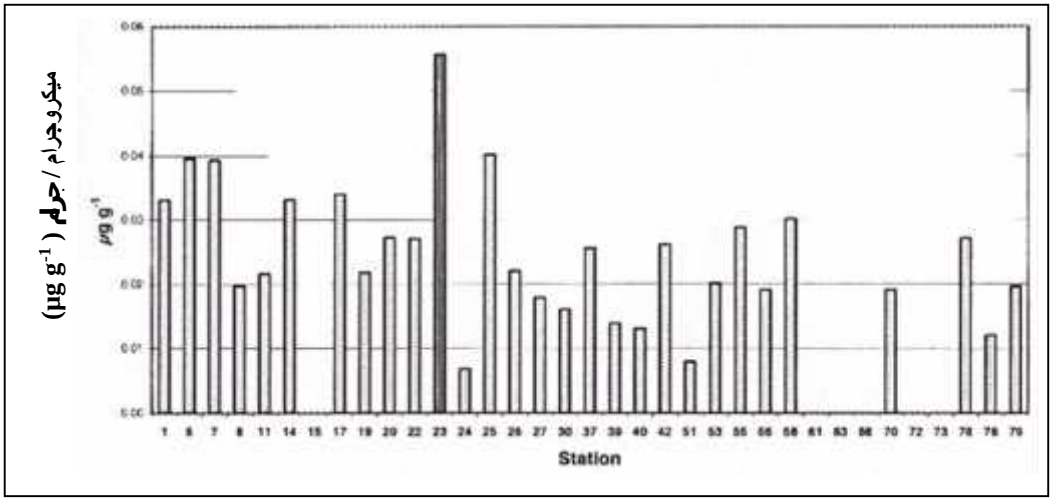
يصور الشكل 5- 23 تركيز النيكل باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع المواقع التي تم فحصها ومسحها في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ويتماثل توزيع النيكل مع توزيع الكروم، حيث يوجد النيكل بتراكيز عالية موزعة بانتظام في المنطقة وذات أصل طبيعي نظراً للمحتوى العالي من هذا المعدن في المنطقة. ودائماً ما يتم تجاوز قيمة معيار المدى الأدنى للتأثير المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA ERL value (21 ميكروجراما/ جرام) والمدى الأوسط للتأثير ERM (52 ميكروجراما/ جرام)، ويرجع ذلك إلى وجود النيكل بتراكيز كبيرة في الطبيعة بالمنطقة.



شكل 5- 23 تراكيز النيكل باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع نقاط جمع العينات في عام 2001م.

5-2-4-2-9 الفضة

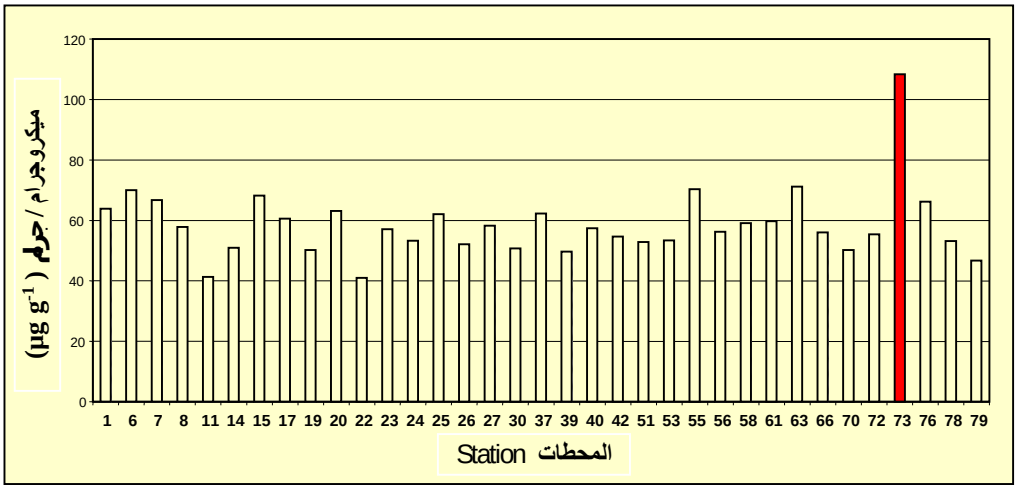
يوضح الشكل 5- 24 محتوى الفضة في الرواسب التي جمعت من جميع المواقع. وقد كانت تراكيز كل العينات منخفضة، باستثناء عينة واحدة (أخذت من محطة جمع العينات رقم 23 قبالة ساحل المملكة العربية السعودية) حيث ظهر أنها تحتوي على تركيز أعلى نسبياً من الفضة، التي تعد مؤشراً معروفاً عن التلوث من مصدر بشري. وعند مقارنة تركيز هذه العينة بمستويات الفضة في سائر العينات الأخرى يلاحظ أن تراكيز الفضة في جميع العينات لم تتجاوز أبداً عشر القيمة المعيارية للمدى الأدنى للتأثير ERL value المحددة من قبل الإدارة الوطنية للمحيطات والهواء NOAA التي يبلغ مقدارها 1 ميكروجرام/ جرام.



شكل 5- 24 تراكيز الفضة باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م

10-2-4-2-5 الـفـاناديـوم

يوضح الشكل 5– 25 توزيع الفاناديوم في عينات الرواسب التي أخذت من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وباستثناء المحطة رقم 73 (التي كانت عيناتها منخفضة في محتواها من الألومنيوم) فإن توزيع الفاناديوم يشبه إلى حد كبير توزيع الألومنيوم. وتم إيضاح ذلك من خلال التماثل النسبي الذي لوحظ بين قيم تراكيز الفاناديوم عند اعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة normalized V concentration values .

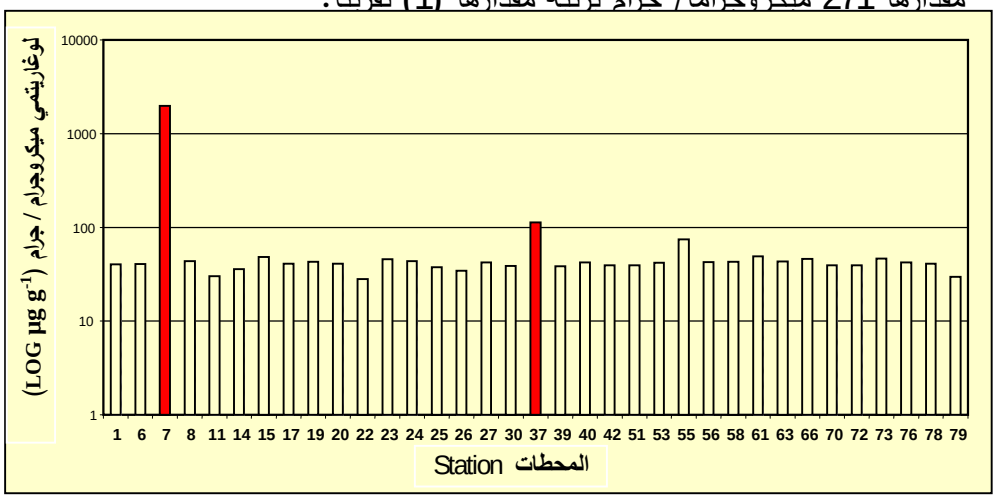


شكل 5– 25 تراكيز الفاناديوم باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

11-2-4-2-5 الخارصين

يوضح الشكل 5– 26 توزيع الخارصين (الزنك) في المنطقة البحرية للمنظمة. وعلى النقيض من الأشكال الأخرى (الخاصة بتراكيز المعادن النزرة) فقد تم التعبير عن قيم تراكيز الخارصين في هذا الشكل على مقياس لوغاريتمي. ويلاحظ أن النمط العام لتراكيز الخارصين – باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة – منتظم ومتماثل بوجه عام، ويرجع ذلك إلى حجم حبيبات الرواسب. ويلاحظ أيضاً وجود "نقطة ساخنة" واحدة في

الجزء الغربي من المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية عند محطة جمع العينات رقم (7) التي تقع بين جمهورية العراق والجمهورية الإسلامية الإيرانية، حيث بلغ تركيز الخارصين فيها 2200 ميكرجرام/ جرام (وسواء تم تسوية التركيز بالألومنيوم أو لم يتم تسويته فإن القيمة الفعلية له في الحالتين متماثلة)، وهذا التركيز يتجاوز القيمة المعيارية الكندية لمستوى الآثار المحتملة Canadian PEL التي مقدارها 271 ميكروجراما/ جرام برتبة مقدارها (1) تقريباً.



شكل 5- 26 تراكيز الخارصين (الزنك) باعتبار الألومنيوم مرجعاً للمقارنة في جميع محطات جمع العينات في عام 2001م.

3-5 النتائج العامة لتقييم مستويات الملوثات في المنطقة البحرية للمنظمة

1-3-5 المياه الساحلية

على الرغم من أن جمع العينات من المياه الساحلية لم يغطِّ جميع المناطق في أثناء عملية المسح البحري للملوثات، فإن العديد من النتائج العامة يمكن استخلاصها استناداً إلى نتائج التحليلات التي تم الحصول عليها من الدول الأربع الأعضاء في المنظمة التي تم مسحها بحرياً في عامي 2001 و 2002 ، بالإضافة إلى البيانات التي تم الحصول عليها من أعمال المسح البحري السابقة للملوثات في المنطقة من مواقع جمع

العينات وباتباع أساليب مماثلة في إعداد العينات ومنهجية التحليل وإجراءات ضمان الجودة والتحاليل .

وما يزال التلوث النفطي يمثل مشكلة في العديد من المواضع بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. فبعد مرور ست سنوات تقريباً على حادث البقعة النفطية الكبيرة الذي وقع في خليج عمان قبالة الساحل الشرقي لدولة الإمارات العربية المتحدة فإن تراكيز عالية نسبياً من الهيدروكربونات النفطية ما زالت تلاحظ في الرواسب والمحار حول رأس عكة. والتراكيز الموجودة في الرواسب أقل بكثير من تلك التي تم قياسها عقب الحادث، ولكنها مع ذلك تشهد على البطء الذي يحدث في معافاة البيئة من آثار أي تلوث نفطي شديد بها. ومن المثير للانتباه أن الرواسب التي جمعت عيناتها من هذه المنطقة احتوت أيضاً على تراكيز عالية جداً من المعادن النزرة (مثل النيكل) وتراكيز عالية من بعض المبيدات الحشرية التي تحتوي على مركبات الكلور العضوية. وفي مقابل ذلك فإن مستويات المعادن النزرة في عينات المحار التي أخذت من رأس عكة وشاطئ عكة لم تكن عالية على وجه الخصوص، مما يدل على أن ملوثات المعادن النزرة الموجودة حاليا في الرواسب يجعلها تعمل كبالوعة أكثر من جعلها مصدراً لتلوث المحار ذي الصدفتين الذي يوجد بالجوار. ولم يتم التعرف على مصدر الخليط المتنوع من الملوثات الذي وجد في رأس عكة وشاطئ عكة، ولكن من المرجح أنه ليس نتيجة مباشرة لبقعة 1994 النفطية. ولهذا فإنه من الضروري استمرار مراقبة المنطقة بصورة منتظمة وإجراء تحاليل خاصة لعيناتها لتحديد ما إذا كانت هناك عمليات طرح للمخلفات في هذه المنطقة.

وبالإضافة إلى ما سبق، فقد مر أكثر من ثلاث سنوات على آخر سلسلة من القياسات التي أجريت لبقايا المتخلفات النفطية والملوثات المرتبطة بها في مناطق معينة في شمال غرب ساحل المملكة العربية السعودية والكويت، وهي المناطق التي تضررت بشدة من جراء البقعة النفطية التي نجمت عن حرب 1991. ومن أجل الحصول على بيانات دقيقة تسمح بإجراء تقييم أفضل لاحتمالات معافاة الأنظمة البيئية في هذه المنطقة التي تضررت من التلوث النفطي يجب إجراء المزيد من القياسات وأعمال المسح في المواقع نفسها في المستقبل القريب. وسوف تستمر أعمال المسح البحري

للملوثات في المناطق السابق ذكرها لتحديد "البقع الساخنة" بها والتأكد من الحصول على تغطية أكثر شمولية لمستويات ملوثات محددة، مكانياً وزمانياً، في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وثمة موضع آخر يعاني من تلوث مزمن بخليط من الملوثات، وهو يقع قبالة مجمع (بابكو) الصناعي في مملكة البحرين. فقد وجدت في هذا المكان أعلى تراكيز لمجموعة متنوعة من المواد السامة. ويجب دراسة وفحص المستويات العالية جداً للبنزوبيرين (أ) benzo (a) pyrene التي تم تسجيلها قبالة (بابكو) و(عسكر) باهتمام وحرص، وهي تحتاج إلى مراقبة مستمرة.

وقد أثبتت النتائج الجديدة المتعلقة بمركبات الكلور العضوية على وجه الخصوص أنها مفيدة لتوسيع قواعد البيانات المتعلقة بالتوصيف الزماني للملوثات بالمنطقة البحرية للمنظمة. وفي الوقت الذي تبين فيه أن تراكيز PCB في مجموعات المحار قد انخفضت عبر العقدين الأخيرين فإن تراكيز مركبات DDT قد تغيرت قليلاً خلال الفترة نفسها. وهذه البيانات فريدة في نوعها، ويجب توسيع نطاقها لتشمل رواسب المياه الساحلية في بعض المناطق المحددة حتى يمكن للدول أن تجري تقييماً أفضل للتغيرات الزمنية واحتمالات معافاة البيئة في المناطق التي تعرضت لتلوث شديد مثل شاطئ عكة في دولة الإمارات العربية المتحدة والمنطقة البحرية المواجهة لمصفاة (بابكو) في مملكة البحرين.

إن مصادر التراكيز العالية للمعادن النزرة والمستويات المرتفعة لمركبات القصدير العضوية في عينات المحار الصخري التي أخذت من بعض المواقع في جزيرة (مصيرة) غير معروفة، وربما كانت التراكيز العالية للمعادن النزرة ناتجة من العمليات الجيوكيميائية والأوقيونوجرافية الطبيعية. وبالمثل فإن التراكيز العالية للكادميوم التي لوحظت في أكباد بعض الأسماك في جنوب سلطنة عمان قد تكون ناجمة من تراكم مستويات عالية من الكادميوم عبر السلسلة الغذائية ودخولها إلى المياه السطحية ذات الإنتاجية العالية من خلال ظاهرة التيارات المائية الصاعدة التي تحدث في هذه

المنطقة. ولن يتم الفصل في هذه المسألة إلا بإجراء المزيد من الدراسات التفصيلية على عينات يتم أخذها من تلك المنطقة، ويتم فحصها زمانياً ومكانياً وكمياً ونوعياً.

كما يجب أن تستمر أعمال دراسة عينات أكباد الأسماك في جنوب سلطنة عمان بصورة تفصيلية لتفسير وجود التراكيز العالية من الكادميوم في العينات التي أخذت منها (هل هذه التراكيز ناجمة من التراكم الحيوي عبر السلاسل الغذائية بفعل التيارات المائية الصاعدة أم ناجمة من مصدر آخر؟).
وبوجه عام فإن تراكيز الزئبق ما زالت منخفضة في الرواسب، كما وجد أن إجمالي مستويات الزئبق في المفترسات العليا من الأسماك التي تُستهلَك في المنطقة يقل عن 0.5 ميكروجرام/ جرام بالوزن الرطب، وهي قيمة الحد الآمن التي اتخذت معياراً لسلامة الأسماك في العديد من الدول الأعضاء بالمنظمة. وقد وُجِد أن هذا الإجمالي يتماثل مع المستويات السابقة التي تم قياسها لنفس الأنواع من الأسماك في سنوات أسبق.

ومن الأمور المثيرة للانتباه، والتي لم يتم تفسيرها إلى الآن، هو ملاحظة وجود تراكيز عالية جداً من الزرنيخ في بعض أنواع المحار ذي الصدفتين في المنطقة البحرية للمنظمة بالمقارنة مع تراكيز أنواع مماثلة في مناطق أخرى من العالم. وليس من الواضح ما إذا كان ذلك مرتبطاً بمصادر محددة للتلوث (وهو احتمال غير مرجح) أو بعمليات بيوجيوكيميائية طبيعية في المنطقة (وهو الاحتمال الأكثر ترجيحاً). ومن الجلي أنه لتفسير مصادر أي تلوث معدني محتمل تفسيراً صحيحاً يجب أن نتفهم احتمالات حدوث تراكم حيوي طبيعي للملوثات، ومعرفة مصادر الوجود الطبيعي لتراكيز بعض العناصر مثل الزرنيخ في الأنواع قيد الدراسة، حيث إن محتوى المعادن النزرة ونسبها تتفاوت بشكل كبير بين الأنواع التي تستخدم كمؤشرات حيوية bioindicators (وبخاصة المحار ذا الصدفتين) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

وبالإضافة إلى الجوانب المحددة التي ناقشناها أعلاه، والتي يجب أن تحظى بالاهتمام في أعمال المراقبة التي ستجرى مستقبلاً، ما زالت هناك بعض الثغرات فيما لدينا من معلومات حول التوزيع المكاني (والمحلي) لبعض الملوثات الرئيسية في المياه الساحلية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ومعظم البيانات الموثوق فيها،

والمتوافرة لدينا، هي تلك التي تم الحصول عليها من المنطقة الشمالية الغربية للمنطقة البحرية. والمساحات الواقعة شمال شرق شط العرب تعرضت لأعمال مسح محدودة وقليلة مثل العديد من المواقع على طول الشواطئ الشرقية والجنوبية الشرقية للمنطقة البحرية للمنظمة. ولما كان نظام تصريف مياه شط العرب هو أكثر المصادر احتمالا لإدخال كميات كبيرة من الكيماويات الزراعية وغيرها من الملوثات الصناعية والحضرية إلى المنطقة البحرية للمنظمة فإن ذلك يتطلب إجراء مسح للملوثات العضوية الثابتة POPs وغيرها من الملوثات المحتمل أن تكون من مصادر برية.

ومن الجدير بالملاحظة أن آخر عمليات مسح بحري للملوثات في المياه الساحلية بالكويت والمملكة العربية السعودية قد أجريت في عام 1998، أي قبل خمس سنوات. وقد تضررت هاتان الدولتان بشدة من جراء البقعة النفطية الناجمة عن حرب 1991م. ومن أجل الحصول على بيانات دقيقة (ومرتبطة بالزمن) يمكن الاستفادة منها في إجراء تقييم أفضل لاحتمالات معافاة الأنظمة البيئية (الإيكولوجية) في هذه المنطقة المتضررة من التلوث النفطي يجب إجراء أعمال مسح أخرى وقياسات للملوثات في نفس هذه المواقع في المستقبل القريب.

ويبدو أن الإستيرولات الغائطية الناجمة عن مياه المجاري، أو مركبات القصدير العضوية الناتجة من مبيدات حيوية، يمثلان مشكلة رئيسية في المناطق التي تم فحصها في أثناء أعمال المسح البحري هذه. فالمستويات البيئية لمركبات القصدير العضوية التي وجدت في الرواسب الساحلية التي أخذت من المنطقة البحرية للمنظمة كانت منخفضة بالنسبة للمعايير الدولية. وبالمثل فإن محتوى القصدير العضوي في الأحياء البحرية كان منخفضاً أيضاً عند مقارنته بتلك المعايير، وهذا يعني أنه لا يمثل أي تهديد على الصحة العامة لسكان المنطقة.

5-3-2 المياه البحرية المفتوحة

إن دراسة الملوثات في مختلف أنحاء حوض المنطقة البحرية، والتي أجريت على عينات الرواسب التي تم جمعها في أثناء رحلة سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م، قد أوضحت أن المياه المفتوحة بالمنطقة البحرية للمنظمة تتسم بوجود هيدروكربونات طبيعية فيها ناتجة من خليط من المصادر المحلية والبرية، كما تتصف بمستويات منخفضة من الهيدروكربونات البترولية المتحللة التي دخلت إلى المنطقة من جراء أنشطة بشرية. ولما كانت التراكيز العالية والانتشار الواسع للألكانات n-alkanes (التي يتراوح عدد ذرات الكربون بها بين C_{12} و C_{22}، وهو عدد غالباً ما يكون زوجياً) يغطي دائماً كل أثر لبقع النفط المتسرب، فإن هذا يستدعي الاستمرار في مراقبة المنطقة لمتابعة أية تغيرات تحدث في توزيع المركبات الدهنية (الأليفاتية).

وباستثناء عدد محدود من محطات جمع العينات التي تمت زيارتها من قبل سفينة الأبحاث البحرية في صيف 2001م فإن تراكيز إجمالي مركبات د. د. ت. DDTs وإجمالي مركبات HCHs وإجمالي مركبات PCBs كانت منتظمة ومتماثلة تقريباً. ومحطات جمع العينات التي تم تسجيل تراكيز عالية بها، مقارنة بغيرها، اقتصرت فقط على المحطة رقم 20 (بالنسبة لإجمالي DDT) ، والمحطة رقم 56 (بالنسبة لإجمالي HCHs)، والمحطتين رقمي 27 و 78 (بالنسبة لإجمالي PCBs). وبوجه عام، فإن تركيز مركبات الكلور العضوية في الرواسب في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يعد منخفضاً نسبياً وفقاً للمعايير العالمية.

إن قوة المصادر المحلية strength of local sources ، وميل الحبيبات الناعمة إلى التراكم يؤثران في توزيع الملوثات المعدنية في الرواسب في المنطقة البحرية للمنظمة. وثمة ترابط كبير بين تراكيز المعادن النزرة وتركيز الألومنيوم – الذي يعد ممثلاً جيداً للمواد الأرضية (ذات المنشأ البري) وبين مقدار مواد الحبيبات الناعمة الموجودة بالرواسب. وقد تبين أن تراكيز عدة معادن نزرة (الزرنيخ والكروم والنيكل) قد بلغت حداً من الارتفاع تجاوزت معه معايير الخطوط الإرشادية لجودة الرواسب. وتوجد مثل هذه المعادن النزرة – على الأقل في حالتي الكروم والنيكل – بصورة طبيعية لا يتطرق إليها شك في المنطقة التي تتسم بغناها بهذه المعادن. ومع ذلك فإن الأنشطة البشرية –

وبخاصة التعدين – ربما تكون قد زادت من حمل المعادن النزرة في الرواسب بالمنطقة البحرية للمنظمة، وهو ما يفسر وجود "بقع ساخنة" ذات تراكيز عالية من الخارصين في المنطقة. وتوجد عدة معادن نزرة أخرى (الفضة والكادميوم والرصاص) بمستويات منخفضة نسبياً لا تمثل أية مشكلات بيئية.

الفصل السادس

الحوادث الرئيسية والعرضية بالمنطقة البحرية

تتسم المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بتنوع العمليات البترولية المختلفة التي تجرى فيها، كما أنها تضم أكثر الطرق البحرية ازدحاماً بحركة الشحن البحري في العالم، إذ يمر بها نحو 25000 ناقلة نفط تحمل زهاء 60 % من إجمالي صادرات النفط الخام التي يتم نقلها بحرياً (UNEP, 1999), وتبعاً لذلك فإن الإدارة الفعالة لعمليات السلامة البحرية تعد ضرورية ومهمة لحماية البيئة البحرية. ويلاحظ أن حركة المرور الكثيفة لناقلات النفط، وما يتبعها من تسرب مستمر للنفط في المنطقة البحرية للمنظمة، لها آثار خطيرة على البيئة البحرية. ويتم سكب قرابة 1.2 مليون برميل من النفط سنوياً في هذه المنطقة (GEO, 2000). ومصدر التلوث النفطي في تلك المنطقة البحرية يأتي بصورة رئيسية من السوائل المنصرفة من أعمال وسفن الشحن البحري، ومياه الأنهار التي تصب في المنطقة، والنزوز النفطية الطبيعية، وملوثات الهواء التي تترسب في البحر، والمصافي النفطية المقامة على السواحل، والصناعات البتروكيميائية، والعمليات البحرية، وحوادث الناقلات. وكل هذه العوامل تشكل تهديداً كبيراً للبيئة البحرية.

1-6 البقع النفطية الناجمة عن الحروب

شهدت المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ثلاث حروب منذ عام 1980: الحرب العراقية الإيرانية التي اشتعلت في عام 1980 واستمرت ثماني سنوات، وحرب 1991 التي استمرت لمدة 35 يوماً، ثم حرب 2003 التي دارت رحاها في مارس – أبريل 2003.

1-1-6 الحرب العراقية الإيرانية (1980 – 1988)

خلال هذه الحرب تم تسريب نحو 1– 4 مليون برميل من الزيت الخام إلى البيئة البحرية (Olfat, 1984; Reynolds, 1993). وفي عام 1983 حدثت أكبر بقعة نفطية خلال تلك الحرب من حقول (نيروز) النفطية البحرية في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة، ونجمت من تسرب نحو 2– 4 مليون برميل من الزيت الخام إلى مياه البحر. والجزء الرئيسي من هذه البقعة النفطية دفعته الأمواج والتيارات المائية باتجاه الجنوب إلى وسط المنطقة البحرية الداخلية (مسعود وآخرون 1996 ,.Massoud *et al*). وقد انتشرت كرات القار الناجمة عن البقع النفطية على الشاطئ، وتم تسجيل أعلى كثافة لها على خط الساحل الجنوبي لدولة الكويت (Literathy *et al.*,1990).

6-1-2 حرب 1991

استناداً إلى مسح أولي أجري في الفترة الواقعة بين 19–28 يناير 1991 (Gerges, 1993) تم تقدير كمية النفط التي تسربت إلى المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من أربع سفن غارقة ومن تسريب الزيت من فرضة الجزيرة الصناعية في منطقة الأحمدي وأرصفة تحميل النفط في ميناء البكر العراقي بنحو 6–8 مليون برميل. وبالإضافة إلى ذلك فقد تسربت عدة مئات الآلاف من البراميل النفطية من مرافق النفط الكويتية والعراقية التي تعرضت للتدمير أثناء الحرب. وأسهمت عدة ناقلات عراقية صغيرة غارقة في الجزء الشمالي من المنطقة البحرية للمنظمة في زيادة حمل التلوث بالمنطقة، وذلك خلال فصل الربيع وأوائل صيف 1997م. وتشير التقديرات الرسمية النهائية الصادرة عن السلطات الكويتية إلى أن إجمالي كمية النفط التي تم تسريبها أو تصريفها إلى المنطقة البحرية للمنظمة تتجاوز 9 ملايين برميل (PAAC, 1999).

وقد كان لحرائق آبار النفط الكويتية في عام 1991 آثار بيئية كبيرة وتأثيرات سلبية ضارة على الهواء المحيط وعلى الأنظمة البيئية (الإيكولوجية) البرية والبحرية. وعلاوة على ذلك، فإن التساقط الجوي لنواتج احتراق الآبار المحترقة أدى تدريجياً إلى إدخال المزيد من النفط إلى البيئة البحرية في صورة قطيرات صغيرة وسخام نفطي. وقد

أوضحت عدة تقارير أنه من بين 943 بئراً نفطية في الكويت فإن 700 بئر على الأقل منها تعرضت للتفجير وإشعال النار فيها أو التخريب (UN, 1991; Al-Besharah, 1992; Tawfiq, 1992). وتدل التقارير الكويتية الرسمية على أنه من بين 798 بئراً نفطية تم تفجير المفرقعات عندها فإن 604 بئراً منها أضرمت فيها النيران، في حين اندفع النفط متسرباً من 45 بئراً أخرى إلى سطح الصحراء (PAAC, 1999). وهذا التقدير يجعل كمية الزيت المحترقة 6 ملايين برميل يومياُ، وكمية الغاز المحترقة 100 مليون متر مكعب/ يوم، مما أدى إلى إطلاق انبعاثات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النيتروجين إلى الهواء. وبالإضافة إلى ذلك، فقد تسببت حرائق الآبار في توليد نواتج الاحتراق غير الكامل للنفط، والتي تضمنت: أول أكسيد الكربون، والمواد العطرية (الأروماتية) المتعددة الحلقات polycyclic aromatics وغيرها من الهيدروكربونات العضوية المتطايرة. وربما يكون قد تكونت أيضاً منتجات ثانوية من المترذذات الحمضية acid aerosols في الهواء مثل حمض الكبريتيك، على الرغم من أنه في معظم الحالات كانت تتكون الكبريتات بسبب وجود الملح في المترذذات والناجم عن المياه المالحة المرافقة للزيت الخام واستخدام مياه البحر في إطفاء حرائق الآبار (Steven *et al.*, 1992). وقد تسببت حرائق آبار النفط في حدوث تلوث هوائي ومائي كبير وخطير أضر بصحة الناس، كما أضر بالأحياء الحيوانية والنباتية في العديد من المناطق.

ويكشف تقرير صدر مؤخراً عن الهيئة العامة للبيئة في دولة الكويت (2002) النقاب عن أنه خلال فترة الغزو العراقي تم تلغيم 730 بئراً نفطية، وأن العديد منها نشبت فيها النيران، في حين اندفع الزيت الخام من بعضها الآخر ليغمر الصحراء من حولها، ويكون أكثر من 460 بحيرة نفطية متفاوتة الحجم في شمال الكويت وجنوبها. وقدرت كمية النفط التي أمكن استخلاصها من هذه البحيرات بنحو 13 مليون جالون، على الرغم من صعوبة معالجة مثل هذا النفط الملوث (بالرمال والمياه)، والمخاطر المصاحبة لذلك. وما تزال مناطق البحيرات النفطية ملوثة بالحمأة النفطية oil sludge التي ظلت بعد استخلاص السوائل النفطية. ومن الصعب سحب الحمأة باستخدام

المضخات، ولذلك ما زالت التربة ملوثة تلوثاً كبيراً بهذه الحمأة. وتغطي هذه المنطقة مساحة مقدارها نحو 50 كيلومتراً مربعاً، وهي متناثرة ومنتشرة في جميع مناطق الحقول النفطية. وبالإضافة إلى الآثار الاقتصادية للبقع النفطية فإن آثارها البيئية أضخم وأعظم. فقد فسدت مساحة من الأرض تزيد على 978 كيلومترا مربعاً من جراء تكوين طبقة من القطران نجمت بدورها عن البحيرات النفطية. وتسببت الحرب في الإضرار بنحو 30 % من إجمالي مساحة الصحراء في دولة الكويت.

وقد تم زرع عدد ضخم من الألغام على طول الساحل في المنطقة الواقعة بين أعلى مد وأدنى جزر، وفي الخلجان والقنوات البحرية المؤدية إلى الكويت، وذلك من قبل القوات العسكرية العراقية كإجراء دفاعي. كما تم حفر أعداد كبيرة من الخنادق على طول الساحل، وكان معظم الضرر قد لحق بالتجهيزات والمنشآت ومرافق البنية التحتية في المناطق الساحلية بالكويت. وتسبب الكم الكبير من الألغام البرية والبحرية (2 مليون لغم) التي تركها الجيش العراقي وراءه (شكل 6– 1) في حدوث خسائر عديدة في الأرواح، ووقوع العديد من الإصابات بين المدنيين وأفراد القوات المسلحة.

شكل 6– 1 ألغام عراقية تم العثور عليها ضمن مخلفات حرب 1991م.

وبالإضافة إلى ما سبق، فإن الأنشطة العسكرية والعمليات الحربية من إلقاء القنابل، وإطلاق المقذوفات، وزرع الألغام، وحفر الخنادق، وإنشاء الغرف المحصنة تحت سطح

الأرض، كل ذلك قد أضر بالحياة البرية، وتسبب في إحداث أضرار واضطرابات واسعة النطاق في التربة (Kuwait Times, 22 April 2003).

6-1-3 حـرب 2003

تسببت الحرب الأخيرة على العراق (مارس – أبريل 2003) أيضاً في إحداث أضرار كبيرة بالبيئة بوجه عام، وبالحقول النفطية في الرميلة والزبير والبصرة وبغداد والموصل على وجه الخصوص. فقد نشبت تسعة حرائق في حقول الرميلة والزبير والبصرة خلال الفترة من 21 إلى 28 مارس 2003. وارتفعت سحب الدخان الأسود في الهواء من احتراق الآبار النفطية، ووصلت إلى المناطق السكنية في الكويت، وتحركت تجاه المملكة العربية السعودية (شكل 6– 2). وتوضح صورة الأقمار الصناعية التي التقطت في أول أبريل 2003 حرائق آبار النفط في البصرة وهي تنتشر ناحية الجنوب الشرقي باتجاه جزيرة بوبيان والمنطقة البحرية المفتوحة. وكانت سحب الدخان الكثيف الناتج من حرائق الآبار واضحة بجلاء قرب بغداد، في حين خمدت حرائق النفط في الرميلة بشكل سريع وكبير في أول أبريل 2003. ويتضح تأثير حرائق النفط على البيئة البحرية بجلاء من خلال عمليات الرصد باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. وقد ترسبت الجسيمات (جسيمات الكربون الأسود وثاني أكسيد الكبريت، إلخ) من سحب الدخان على اليابسة والبحر. وانتقلت هذه الجسيمات بفعل العواصف الرملية السائدة في المنطقة عبر مسافات طويلة ثم تموضعت (أي ترسبت) على مساحة واسعة من البيئتين البرية والبحرية للمنطقة.

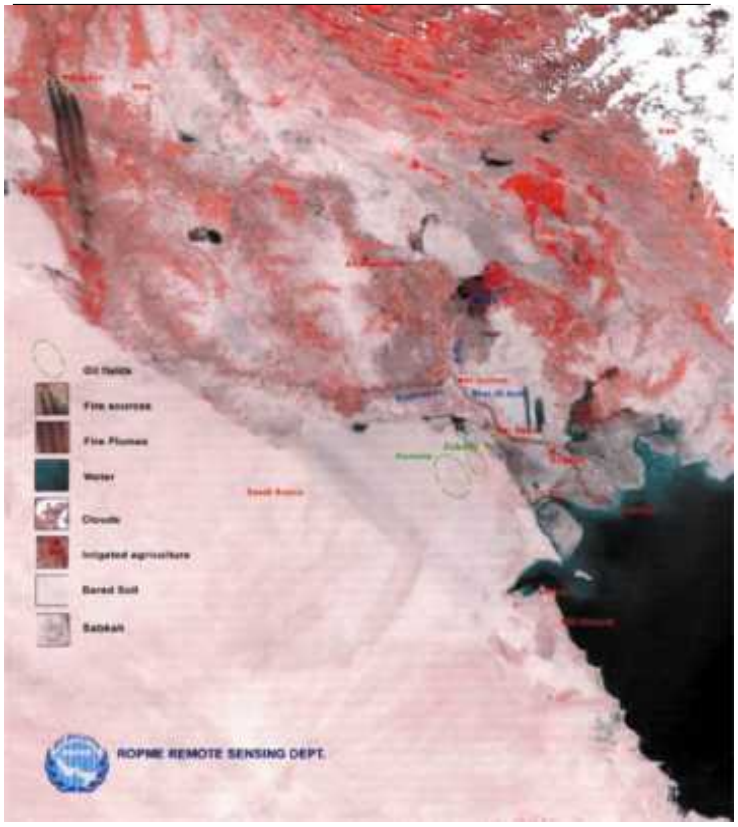
وقد تركت النزاعات العسكرية وراءها مئات السفن الغارقة التي تضر بشدة الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وتتراوح

أ) بئر نفطية مشتعلة في حقل الرميلة النفطي في جنوب العراق في 28 مارس 2003.

ب) صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS/ Terra 1 التابعة للمنظمة في 21 مارس 2003 (L2 ، درجة الوضوح: 250 m، قنوات مزج الألوان:122) توضح العراق والكويت وبعض أجزاء المملكة العربية السعودية والجمهورية الإسلامية الإيرانية. وهي تصور الغبار فوق الشرق الأوسط والمنطقة البحرية للمنظمة، بالإضافة إلى العديد من أذيال الدخان الأسود الكبيرة، التي تتماثل مواضعها مع المواقع المعروفة لحقول النفط قرب الرميلة والزبير والبصرة. وقد وصلت أذيال سحب الدخان الأسود إلى المناطق السكنية والحضرية في الكويت والمملكة العربية السعودية (اللون الأسود/ الداكن لأذيال سحب الدخان يتوقف على كثافة الدخان. وتبدو المناطق الزراعية باللون الأحمر. ويغطي السحاب الجزء الشمالي الغربي من الكويت، والجمهورية الإسلامية الإيرانية، والمملكة العربية السعودية. وفي جنوب الصورة تبدو المزارع الكبيرة التي تسقى بمياه الري في المملكة العربية السعودية موضحة باللون الأحمر).

شكل 6– 2 (أ ، ب) حرائق الآبار النفطية التي تم تصويرها في أثناء حرب 2003 (مارس، أبريل 2003).

ج) صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS/ Terra 1 التابعة للمنظمة في 23 مارس 2003 (L2 ، درجة الوضوح: 250 m، قنوات مزج الألوان:122) توضح أذيال دخان اللهب الصاعد من حرائق الآبار النفطية في الرميلة والزبير والبصرة. وقد وصلت أذيال سحب الدخان إلى المناطق السكنية والحضرية في الكويت، وتحركت باتجاه المملكة العربية السعودية (اللون الأسود/



د) صورة التقطتها محطة الاستشعار عن بعد MODIS/ Terra 1 التابعة للمنظمة في أول أبريل 2003 (L2 ، درجة الوضوح: 250 m، قنوات مزج الألوان:122) توضح حرائق الآبار النفطية التي يمكن رؤيتها قرب البصرة والتي تنتشر أذيال دخانها ناحية الجنوب الشرقي باتجاه جزيرة بوبيان. كما توضح الصورة أيضاً حرائق النفط الشديدة في منطقة بغداد. وقد حدث تقلص كبير في طول أذيال سحب الدخان المتصاعد من حرائق آبار النفط في الرميلة. ونتيجة للظروف المناخية السائدة ما تزال أذيال سحب الدخان الكثيف جداً تتصاعد من حرائق الآبار النفطية في البصرة تتحرك باتجاه المنطقة البحرية المفتوحة (تبدو أذيال سحب دخان حرائق الآبار النفطية باللون الأسود – اللون المائل إلى الخضرة، اعتمادا على كثافة السخام وسمك السحابة).

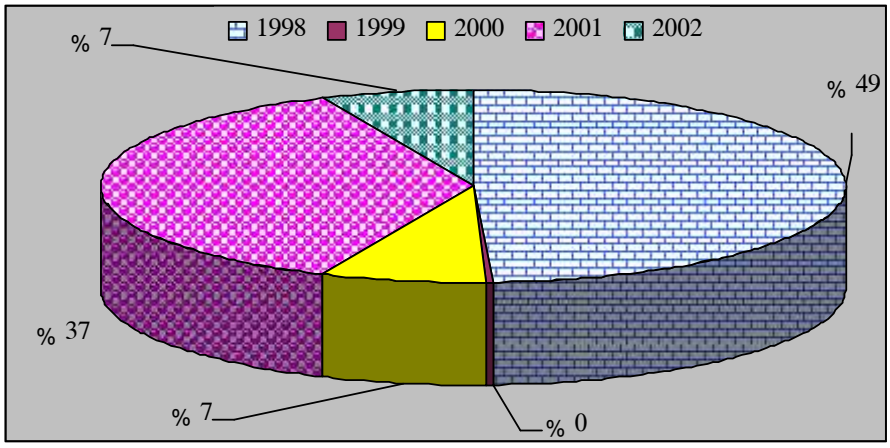
شكل 6–2 (ج ، د) حرائق الآبار النفطية التي تم تصويرها في أثناء حرب 2003 (مارس–أبريل 2003).

أحجام السفن الغارقة بين ناقلات النفط الكبيرة وسفن الحاويات وبين البارجات وزوارق قطر السفن وقوارب قذف الطوربيدات. وقد غرق العديد منها في ميناء أم قصر وفي

القناة الملاحية المؤدية إلى الميناء. وبدأ برنامج الأمم المتحدة للتنمية (UNDP) في بذل الجهود في انتشال وإزالة السفن الغارقة من القنوات الملاحية للعراق والكويت بطريقة مقبولة بيئياً بمشاركة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، والمنظمة البحرية الدولية (IMO)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية – مختبر دراسات البيئة البحرية (IAEA-MESL)، وبالتعاون الوثيق مع المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية (ROPME/UNDP, 2004).

2-6 حوادث الناقلات

لحسن الحظ، لم تتعرض المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في السنوات الأخيرة لأية حادثة لناقلات النفط من الحوادث الرئيسية ذات النتائج الكارثية. ومع ذلك فإن عدة حوادث لسفن ذات تصاميم دون المعايير أدت إلى تكوين بعض البقع النفطية المتفاوتة في أحجامها، وذلك خلال الفترة بين 1998 و 2002. ويوضح الشكل 6– 3 النسب المئوية للنفط المنسكب خلال تلك الفترة (MEMAC, 2003 a& b).



شكل 6– 3 النسب المئوية للنفط الذي تم تسريبه إلى المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية خلال الفترة من 1998 – 2002م.

وقد قدر إجمالي النفط الذي تم استرداده بواسطة مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية (MEMAC) خلال الفترة من ديسمبر 1997 إلى أكتوبر 2002 بنحو 46330 طناً متريا (13624473 جالوناً) (MEMAC, 2003).

3-6 النفوق الجماعي للأحياء البحرية

لوحظ عدد من الأحداث البيئية غير المعتادة في السنوات الأخيرة، وعلى وجه الخصوص في الأنظمة البيئية (الإيكولوجية) البحرية بمنطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وتتضمن الظاهرة عدداً من الأوبئة الكبيرة (الأحداث المرضية)، والنفوق الجماعي لمجموعة من الأحياء البحرية والساحلية، وتكاثر وازهرار أنواع معينة من الطحالب (ROPME, 1999). وتكررت حوادث النفوق الجماعي عدة مرات مسببة خسائر اقتصادية في قطاع مصائد الأسماك، وقلقاً وخوفاً بين مستهلكي الأسماك في المناطق المتضررة.

وأُرجِعَت ظاهرة النفوق الجماعي إلى وجود مستويات عالية من الملوثات ذات المصدر البشري، وارتفاع درجة حرارة مياه البحر في غير مواعيدها، والعوامل الممرضة، والمد الأحمر، والسموم الحيوية biotoxins، والتغيرات في المصادر الغذائية. وكل عامل من هذه العوامل يحتاج إلى دراسته وبحثه بصورة مستقلة.

وتم تسجيل العديد من الحالات الرئيسية للنفوق الجماعي للأحياء البحرية في المنطقة (Khamdan, 2000 ; Thangaraja, 1990&1998 a ; Thangaraja *et al.*; 2001 a& b;) خلال الفترة من 1986 – 2001، (Al -Aisri *et al.*, 2001; Al-Ansi *et al.*; 2002 وهي موضحة في الجدول رقم 6– 1.

جدول 6- 1 أهم الحوادث الموثقة عن النفوق الجماعي للأحياء البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

تاريخ الحادث	الدولة العضو في المنظمة	الأحياء المتضررة	السبب
سبتمبر 1986 (جماعي)	البحرين ، الكويت ، قطر، السعودية	الثـــــدييات، الأســـــماك، السلاحف، الطيور، الحبار	غير معروف
يناير 1987	البحرين، المملكة العربية السعودية	الثدييات، الطيور، نجم البحر	ازهرار الطحالب الحمراء والخضراء (السعودية)، النوع *Gymnodinium* (البحرين)
فبراير – أبريل 1988	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	المد الأحمر للنوع *Noctiluca* والتلوث البكتيري
سبتمبر 1988	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك وقليل من المحار	المد الأحمر الناتج من الدياتومات وأنواع قليلة من السوطيات الدوارة (نقص الأكسيجين المذاب)
فبراير – أبريل 1989	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	المد الأحمر من النوع *Noctiluca*
مايو 1989 (جماعي)	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى) الميناء البحري (العسكري)	الأسماك (السردين)	المـــوت نتيجـــة لزيـــادة العـــدد والاختنـــاق (نقـــص الأكسيجين المذاب)
مايو 1990	سلطنة عمان	السلاحف	العلوق بشباك صيد الأسماك
يناير 1991	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية) ساحل ظفار	أنواع من روبيان وأسماك المناطق البحرية العميقة	نقص الأكسيجين المذاب
مارس 1991	سلطنة عمان	السلاحف	العلوق بشباك صيد الأسماك
أبريل 1991 (جماعي)	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى) الميناء البحري العسكري	الأسماك (السردين)	المـــوت نتيجـــة لزيـــادة العـــدد والاختنـــاق (نقـــص الأكسيجين)
أغسطس 1991	البحرين، المملكة العربية السعودية	الأسماك	غير معروف، النزف
أبريل 1992	البحرين، الكويت	المرجان	الابيضاض
سبتمبر – ديسمبر 1992	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى) ساحل ظفار	الأسماك، روبيان المناطق البحرية العميقة	التغيـــرات الأوقيونوغرافيـــة (انخفـــاض الأكســـيجين المذاب)

أبريل 1993	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	المد الأحمر من النوع *Noctiluca*
يولية 1993	البحرين	الأسماك	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر
أغسطس 1993 (جماعي)	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	الأسماك، الثدييات ، السلاحف	التلوث الكيميائي
أغسطس – أكتوبر 1993	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية)	الأسماك، روبيان المناطق البحرية العميقة	التغيرات الأوقيونوغرافية (انخفاض الأكسيجين المذاب)
أغسطس – أكتوبر 1993 (جماعي)	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية)	الأسماك (السردين)، الأسماك ذات الزعانف – المحار	ازهرار الهوائم ونقص الأكسيجين المذاب في الماء
سبتمبر 1993	قطر، الإمارات العربية المتحدة	الأسماك	التلوث الكيميائي
سبتمبر 1993	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	المد الأحمر من نوع *Gonyaulax*
أكتوبر 1993	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	المد الأحمر من نوع *Dinophysis*
أكتوبر 1993	الكويت، المملكة العربية السعودية	الأسماك	غير معروف، الكلور المستخدم في محطات توليد الكهرباء
أبريل 1994	الإمارات العربية المتحدة	الأسماك، والطيور والزواحف	التلوث النفطي
أغسطس 1994	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى) داخل الميناء	الأسماك	المد الأحمر من نوع *Gonyaulax*
أبريل 1995	الكويت	الأسماك	الكلور المستخدم في توليد الكهرباء
فبراير 1996	الكويت	الأسماك	الكلور المستخدم في توليد الكهرباء
يولية – سبتمبر 1996 (جماعي)	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	الأسماك	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر، انخفاض الأكسيجين المذاب
سبتمبر 1996 (جماعي)	البحرين	ابيضاض المرجان	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر
أغسطس – سبتمبر 1996	قطر	الأسماك	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر
أكتوبر 1996 (جماعي)	الكويت	الأسماك	الكلور المستخدم في محطات توليد الكهرباء
فبراير 1997	الكويت	الأسماك	الكلور المستخدم في محطات توليد الكهرباء
يونية 1997 (جماعي)	البحرين	الأسماك	عدوى من الطفيليات
صيف 1997	الكويت	الأسماك	إساءة استخدام معدات الصيد

تاريخ الحادث	الدولة العضو في المنظمة	الأحياء المتضررة	السبب
أغسطس 1997	الإمارات العربية المتحدة	الأسماك	غير معروف
فبراير 1998	الإمارات العربية المتحدة	الأسماك	الطرح المتعمد
أغسطس 1998	البحرين	الأسماك وابيضاض المرجان	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر
أغسطس – سبتمبر 1998	قطر	الأسماك	ارتفاع درجة حرارة مياه البحر
سبتمبر 1998	البحرين	الأسماك	المد الأحمر (*Gymnodinium*)
ديسمبر 1998	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة)	روبيان المناطق البحرية العميقة	انخفاض تركيز الأكسيجين المذاب
أبريل 1999	البحرين	الأسماك	المد الأحمر (*Gymnodinium*)
سبتمبر 1999 (جماعي)	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	الأسماك	غير معروف
سبتمبر–أكتوبر 1999 (جماعي)	الكويت	الأسماك	المد الأحمر (*Gymnodinium*)
أكتوبر 1999	الإمارات العربية المتحدة	الأسماك	غير معروف
مايو 2000	الإمارات العربية المتحدة	الأسماك	المد الأحمر (*Gymnodinium*)
سبتمبر 2000 (جماعي)	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى)	الأسماك	ازهرار الهوائم النباتية (ازهرار الدياتومات بشكل رئيسي)، نقص الأكسيجين المذاب
مارس 2001	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى) داخل ميناء الصيد	الأسماك	الدخول العرضي لكميات كبيرة من الأسماك (نقص الأكسيجين المذاب)
أبريل 2001	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة)	الأسماك	التغيرات الأوقيونوغرافية (انخفاض الأكسيجين المذاب)
مايو 2001	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الوسطى للمنظمة) داخل ميناء الصيد	الأسماك	التلوث البكتيري (*streptococcus* وإجمالي الكوليفورم)
أغسطس – أكتوبر 2001	الكويت	الأسماك	التلوث البكتيري *streptococcus agalactiae*
نوفمبر – ديسمبر 2001	سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة)	الأسماك، السلاحف، الدلافين، الطيور	المد الأحمر *Karenia selliformis, Prorocentrum micans, P. minimum*

6-3-1 التدخل البشري

عثر على أحياء بحرية من بينهما الدلافين وأبقار البحر والأسماك والسلاحف البحرية، وهي ميتة على الشواطئ الشرقية والغربية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية خلال الفترة بين 23 أغسطس و 30 أكتوبر 1986. وقد حدثت ذروة حالات النفوق الجماعي لهذه الأحياء بين أواخر أغسطس وأواخر سبتمبر 1986 مما أدى إلى نفوق أعداد كبيرة من الدلافين والأسماك في منطقة مسيعيد على الساحل الشرقي لدولة قطر، وكذلك على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية (ROPME, 1997b). وقد أوضحت أعمال المسح الموسعة التي أجريت على سواحل المملكة العربية السعودية وقطر، بالإضافة إلى الدول الأعضاء الأخرى في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، أن ذلك الحادث تضمن نفوق الثدييات والأسماك والسلاحف البحرية واللافقاريات والطيور. وفيما يخص طائفة الثدييات فقد نفق 257 دلفيناً، كان من بينها 358 دلفيناً على سواحل قطر، و 141 دلفيناً على سواحل المملكة العربية السعودية، و 18 دلفيناً على سواحل مملكة البحرين، و 6 دلافين على سواحل الجمهورية الإسلامية الإيرانية، ودلفينان على سواحل الكويت، ودلفينان على سواحل الإمارات العربية المتحدة، كما تم تسجيل نفوق 7 أبقار بحرية وحوت مجهول النوع (طوله 20 قدماً). وفيما يخص طائفة الأسماك فقد قدر عدد ما نفق منها بين 4000 – 8000 سمكة من أنواع وأطوال مختلفة (بوجه عام أطول من 60 سنتيمتراً). وبالإضافة إلى ذلك، تم تسجيل 58 سلحفاة بحرية ميتة ونحو 10000 أو أكثر حبار (خثاق) نافق، وعدد صغير من القباقب (السرطانات)، وكذلك عدد صغير من الطيور. وعقب هذا الحادث، وفي 10 نوفمبر 1986 وجد نحو 2000 طائر من طيور الخرشنة ميتا قبالة الساحل السعودي.

وفي سلطنة عمان، وخلال شهر مايو 1990، عثر على 19 سلحفاة بحرية نافقة من النوع المنقاري الصقر hawksbill في بر الحكمان قبالة ساحل بحر العرب خلال فترة وضع البيض. وخلال شهر مارس 1991، عثر على 118 سلحفاة بحرية نافقة أيضاً في المنطقة الممتدة من رأس القميلة إلى رأس صراب. وقد نفقت بصورة رئيسية نتيجة

لعلوقها في شباك الغل gill nets (وهي شباك ذات عيون تسمح لرأس السمكة أن ينفذ خلالها ولكنها تحتجزه عندما تحاول الخروج) التي وضعت على مقربة من أماكن تعشيشها على الشاطئ لوضع البيض. وقد استمر تسجيل حالات نفوق الأحياء البحرية، وبخاصة السلاحف، في المياه العمانية حتى عام 1998. ونفقت جميع هذه السلاحف الخضراء نتيجة للجفاف أو للنشاط البشري المتمثل في إعاقتها عند عودتها من الشاطئ إلى البحر بعد وضع البيض (SOMER, 2000).

6-3-2 النفوق العرضي للأسماك

نفقت أعداد ضخمة من الأسماك في المياه الإيرانية الساحلية خلال الفترة من 15 أغسطس إلى 30 سبتمبر 1993. وحدث ذلك بعد مرور أقل من شهرين على غرق السفينة التجارية الروسية (الكابتن ساخاروف Captain Sakharov) في البحر في منطقة تقع جنوب غرب جزيرة لفان Lavan، وكان على متنها 40 حاوية مملوءة بمواد كيميائية، وتسربت هذه المواد إلى البحر، مما أدى إلى الموت السريع لأسراب كبيرة من أسماك المحيط (السردين الدهني الذي يعيش في المحيط الهندي) في المياه البحرية لجزيرتي لفان وكيش، وتبع ذلك نفوق كبير لأسماك القاع والأعماق (السلور catfish، والأسبور الفضي silver seabream، والأسبور ذي الزعنفة الزرقاء yellowfin والراقود المفلطح الرأس flathead) في أغسطس – سبتمبر 1993 (DOE- I- R- Iran, 1998).

إن الدخول العرضي occasional entry لأعداد كبيرة من الأسماك إلى منطقة صغيرة محصورة يؤدي إلى نفوق جماعي لهذه الأسماك. فقد أدى دخول أسراب كثيفة من السردين إلى ميناء الصيد في (صور) بسلطنة عمان، كانت تطارد من قبل أسراب بعض الأنواع المفترسة من أسماك المحيط، إلى نفوق جماعي لأسماك السردين داخل الميناء المذكور في 28 فبراير 2001. وقد وجدت الأسماك الميتة طافية على سطح الماء داخل الميناء، وتم تقدير الكتلة الحيوية لها في أول مارس 2001 بنحو 250 طناً. وتنتمي الأسماك النافقة إلى 23 عائلة و 33 نوعاً. وكان السردين الدهني (الذي يعيش في المحيط الهندي) Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) هو النوع السائد

بين الأسماك الميتة، ويشكل نسبة 95 % منها. وكانت الأسماك النافقة تنتمي إلى كلا النوعين من الأسماك السطحية pelagic والقاعية demersal. وهذا يدل على أن جميع الأسماك التي احتجزت داخل الميناء قد نفقت، ويعود ذلك بشكل كبير إلى انخفاض مستويات الأكسيجين في المياه في تلك المنطقة المحصورة. وكانت كل العوامل الأوقيونوغرافية التي تم قياسها داخل الميناء عند مستوياتها الطبيعية باستثناء الأكسيجين المذاب في المياه الذي تم قياسه في 28 فبراير 2001، إذ بلغ وقتذاك 0.96 مليجرام/ لتر في المياه السطحية و 0.34 مليجرام/ لتر في المياه القاعية، وهذان المستويان يعدّان من المستويات العالية المسببة لنفوق جميع الأحياء البحرية السطحية والقاعية. ومن اللافت للانتباه أنه خارج منطقة الميناء كانت كل العوامل الأوقيونوغرافية عند مستوياتها الطبيعية (Thangaraja *et al.*, 2001 a).

وفي اليوم التالي (أول مارس 2001) بدأ مستوى الأكسيجين في الارتفاع إلى 3.63 مليجرام/ لتر في المياه السطحية و 3.27 مليجرام/ لتر في القاع عند عمق 2.4 متر، على الرغم من بدء تحلل الأسماك الميتة. وهذا يدل على أن الأكسيجين استهلك بقدر كبير في تنفس الأسماك في اليوم الأول، في حين كان استهلاكه من قبل البكتيريا المحللة للأسماك الميتة أقل في اليوم التالي مباشرة.

ووقعت حوادث مشابهة للحادث الذي وقع في (صور)، مما أدى إلى وقوع حوادث أخرى للنفوق الجماعي العرضي للأسماك. وكان قد تم تسجيل حادثين من مثل هذه الحوادث العرضية سابقاً في الميناء البحري العسكري بساحل (ودم) Wudam بخليج عمان، أولهما في 5 مايو 1989 والآخر في 13– 14 أبريل 1991م. وقد نفق قرابة 12 طناً من أسماك السردين داخل الميناء في الحادث الأول، في حين نفق زهاء 10 أطنان من الأسماك نفسها في الحادث الثاني. وبوجه عام فإن المياه السطحية تميل إلى أن تكون في حالة توازن مع طبقة الهواء التي تعلوها، بحيث تكون قيمة الأكسيجين قرب مستوى تركيز التشبع (من 4 إلى 10 مليجرام/ لتر) في الظروف العادية السائدة من درجة الحرارة وملوحة مياه البحر. ولكن تنفس وتحلل أعداد كبيرة من الأحياء البحرية يؤدي إلى استنزاف الأكسيجين بشكل كبير جداً (Thangaraja, 1988 a).

3-3-6 التغيـــرات الســـريعة فـــي الخصـــائص الفيزيوكيميائية لعمود مياه البحر

وقعت حوادث النفوق الجماعي للأحياء البحرية في مناطق عديدة بمملكة البحرين والجمهورية الإسلامية الإيرانية والكويت وسلطنة عمان وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة خلال الأعوام 1993 و 1994 و 1996 و 1998 حيث عثر على آلاف الأنواع من الأسماك، بما في ذلك بعض الدلافين والسلاحف البحرية، ميتة على سواحل هذه الدول. وبين عامي 1993 و 1994 عثر على شواطئ منطقة بوشهر في المياه الساحلية الإيرانية ما مجموعه 22 دلفيناً، وثلاثة حيتان، واثنين من قرش الحوت، والعديد من السلاحف البحرية، وكلها ميتة (DOE- I. R. Iran, 1998). وفي المنطقة نفسها، لوحظت مرة أخرى حالة نفوق جماعي كبير لأسماك القاع (الأسبور الفضي، والأسبور ذي الزعنفة الصفراء والراقود المفلطح الرأس)، خلال الفترة من 22 يولية إلى 7 سبتمبر 1996. وعُزِي هذا الحادث إلى الارتفاع غير الطبيعي في درجة حرارة مياه البحر وانخفاض المحتوى الأكسيجيني المذاب في مياه (بوشهر) الساحلية في الوقت الذي نفقت فيه الأسماك. وقد قيست أيضاً كثافة الهوائم (العوالق) النباتية في أثناء الحادث، وأوضحت النتائج أن كثافتها كانت أعلى بمقدار مائة مرة تقريباً من كثافتها خلال الظروف الطبيعية العادية في سنوات سابقة (Valavi, 1998).

وقد لاحظ الصيادون الأسماك النافقة (التي كانت بصورة رئيسية من السردين) في المنطقة البحرية القريبة من جزيرة (أبو موسى) في عام 1997. وتم الإبلاغ عن حوادث مشابهة على ساحل عجمان وأم القيوين. ودارت الشكوك حول كون درجات الحرارة العالية لمياه البحر (33.5 – 34° مئوية) هي السبب الرئيسي لنفوق الأسماك في هذه المنطقة.

وتم تسجيل حالة نفوق الأسماك في المناطق الساحلية بمملكة البحرين في شهر أغسطس 1998. وللتحري عن الأسباب المحتملة التي تقف وراء حدوث هذه الظاهرة تمت الاستعانة بصور الأقمار الصناعية لدرجة حرارة المياه السطحية في المنطقة

البحرية للمنظمة، كما أجريت تحاليل على عينات من الأسماك النافقة. وقد تبين أن أكثر الأسباب المحتملة ترجيحاً، التي أدت إلى نفوق الأسماك، هي ارتفاع درجة حرارة مياه البحر في المنطقة ، وميل الأسماك التي تم فحصها إلى التجمع في المياه الضحلة، مما أدى إلى إحداث صدمة حرارية thermal shock لها أو معاناتها من نقص الأكسيجين المذاب في المياه. وقد سُجِّلت درجة حرارة قياسية لمياه البحر في أغسطس 1998، بلغت 35º مئوية.

ومن جهة أخرى، فإن العملية الفيزيائية المتمثلة في ظاهرة التيارات المائية الصاعدة upwelling في بعض المناطق تؤدي إلى النفوق الجماعي للأحياء البحرية. فعندما ترتفع المياه الباردة من قاع البحر إلى السطح فإن الأنواع الأحيائية التي تستوطن الطبقات السطحية للمياه، والتي تتسم بقدرتها المحدودة على التكيف مع التغيرات الكبيرة في درجة الحرارة، لا يمكنها أن تتحمل هذا الفارق الحراري، وتموت بسرعة. وغالباً ما تكون الشعاب المرجانية في خليج عمان تحت ضغوط بيئية بسبب الانخفاض غير الطبيعي في درجة الحرارة الناجم عن التيارات المائية الصاعدة. وتتسم المياه الصاعدة بانخفاض محتواها من الأكسيجين الذائب بوجه عام، مما يؤدي إلى نفوق العديد من أنواع الأحياء البحرية. وخلال هذه العملية ترتفع مياه القاع الغنية بالمغذيات إلى السطح مما يؤدي إلى ازهرار الهوائم النباتية ونموها حتى أنها تتسبب في نضوب الأكسيجين الذائب في الماء في أثناء الليل، مما يؤدي إلى نفوق العديد من الأنواع. وقد لوحظت حالات النفوق الناجمة عن أكثر من عامل أو عامل واحد في أحيان كثيرة في الجزء الجنوبي من سلطنة عمان (المنطقة البحرية الخارجية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية) خلال فترة هبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية. وفي 4 أغسطس 1993 رُصِدت حالة نفوق جماعي (أكثر من طن) بميناء (ريسوت) Raysut في الجزء الجنوبي من سلطنة عمان، وذلك للأسماك ذات الزعانف والمحار، اللذين يمثلان أكثر من 30 نوعاً من الأسماك، بالإضافة إلى جراد البحر الصخري rock lobster وجراد البحر الرملي sand lobster والروبيان. وكان نقص الأكسيجين (0.57 – 0.83 مليجرام/ لتر) هو السبب في حالة نفوق الأسماك في ميناء (ريسوت). وفي نوفمبر

1993 عُثِر مرة أخرى على نحو 5– 7 أطنان من الأسماك الميتة نتيجة نقص مستويات الأكسيجين (1.2 مليجرام/ لتر) في ميناء (ريسوت) نفسه (Thangaraja, 1998 a).

وقد رُصِدت ظاهرة نفوق الأسماك على طول خط الساحل وفي المناطق البحرية بدولة قطر خلال صيف عامي 1996 و 1998 حينما تم العثور على قرابة 40 طناً من الأسماك الميتة قبالة الساحل الشرقي لقطر. والأنواع الرئيسية من الأسماك التي وجدت نافقة على طول الشواطئ كانت تنتمي إلى عائلات الصافيات Siganidae والشعريات Lethrinidae، والحاميات Carangidae والأسماك المستوطنة للشعاب المرجانية. وخلال هاتين الفترتين كانت درجة حرارة المياه على طول السواحل القطرية 37 مئوية في صيف 1996م، و 38.6º مئوية في صيف 1998، ولهذا يبدو أن هذا الارتفاع في درجة حرارة المياه كان السبب الرئيسي لنفوق الأسماك. وتعد درجة حرارة 35º مئوية أعلى درجة آمنة، فبعدها تبدأ ظاهرة نفوق الأسماك في الحدوث (Al-Ansi *et al.*, 2002).

6-3-4 الإثراء الغذائي

إن الإثراء الغذائي هو العملية التي من خلالها تحدث زيادة تدريجية في تراكيز المواد المغذية – مثل الفوسفور والنيتروجين وغيرهما من المغذيات الأخرى – بأي نظام مائي أو بيئة بحرية ضحلة. وحينما يصبح الجسم المائي غنياً إلى درجة كبيرة بالمواد المغذية – مثل أسمدة النيترات، والفوسفات – فإن الطحالب والبكتيريا تنمو، مما يؤدي إلى ازهرار الطحالب وازدهارها وكثرتها، ونقص الأكسيجين المذاب في المياه ومن ثم نفوق الأسماك. وسوف يختفي العديد من أنواع الأسماك المحلية التي استوطنت المنطقة ويحل محلها أنواع أخرى أقل مقاومة للظروف الجديدة.

إن مصادر المقادير الكبيرة من المواد المغذية في البيئة البحرية متنوعة، وهي تضم فيما تضم: السوائل المنصرفة من الصناعة والزراعة، ومياه الأنهار التي تصب في البحر، ومياه المجاري التي يتم تفريغها أو تصريفها في البحر. ويسهم عدد من العمليات

الصناعية في إحداث هذه المشكلة، مثل إنتاج الميثانول/ الأمونيا، وتكرير النفط، والمسالخ، ومزارع اللحوم، ومحطات معالجة مياه المجاري، بالإضافة إلى تصريف المياه الصناعية العادمة غير المعالجة. وعلاوة على ذلك فإن الازهرار الكثيف للطحالب المحيطية في المياه البحرية يبدو وكأنه أكثر حدوثاً. وقد يكون ذلك دليلاً على حدوث إثراء غذائي كبير على نطاق واسع في المناطق البحرية.

وتسهم مياه الصرف الزراعي والأنهار التي تصب في البحر في زيادة المغذيات به بصورة رئيسية، ولكن مثل هذه المواد تظل بقدر كبير داخل مناطق الجرف القاري، وجزء بسيط فقط من المواد المغذية هو الذي يصل في نهاية المطاف إلى المياه البحرية المفتوحة التي تظل فقيرة بمحتواها من المغذيات oligotrophic. وفي بعض المناطق فإن زيادة تراكيز النترات والفوسفات الذائبة في الماء، والكربون العضوي، مع التراكمات العضوية للرواسب، تتسبب جميعاً في حدوث تغيرات في بنية مجموعات الهوائم والأحياء القاعية، وغالباً ما تكون مصحوبة بآثار بيئية (إيكولوجية) واقتصادية كبيرة. وهذا يغير النظم البيئية (الإيكولوجية) الطبيعية، ويهدد المزارع البحرية وسلامة الشواطئ. وقد كان ازهرار الطحالب مرتبطاً أيضاً بوقوع بعض الحوادث العرضية المتكررة من تلوث الأطعمة البحرية بالسموم (التوكسينات) الحيوية، وفي بعض الأحيان يكون لذلك عواقب وخيمة على الصحة البشرية. ومن الاحتمالات النادرة جداً أن تكون هناك علاقة تربط بين الازهرار غير الطبيعي للطحالب وبين ارتفاع مستويات المغذيات في مياه البحر. والدراسات التفصيلية الحديثة التي جرت حول هذا الموضوع لم توضح وجود علاقات مقنعة بين السبب والنتيجة. ويبدو أننا بحاجة ماسة إلى فهم أفضل لآليات نمو الهوائم النباتية في المياه الساحلية، ولذلك يجب إجراء دراسات مناسبة حول ذلك الموضوع (GESAMP, 1990).

وعلى الرغم من محدودية البيانات العلمية المتوفرة حول الآثار البيولوجية لتلوث البيئة البحرية والساحلية في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بمياه المجاري والمغذيات، فإن هناك دليلاً كافياً يوضح أن ظاهرة الإثراء الغذائي تحدث في

أماكن معينة، وعلى وجه الخصوص قرب المناطق الحضرية (العمرانية) والصناعية حيث يتم تصريف هذه الملوثات إلى البحر. وقد سجل لندن وزملاؤه (1990) Linden *et al.* بعض علامات الإثراء الغذائي في الساحل الشمالي لمملكة البحرين، حيث شوهدت حصائر كثيفة من الطحالب الخيطية الخضراء في المنطقة الواقعة بين أعلى مد وأدنى جزر، وهو الأمر الذي يعطي دلائل واضحة عن وجود تلوث عضوي وزيادة مستويات المغذيات في مياه البحر. وقد تسببت مشكلات تلوث مماثلة ناجمة من مياه المجاري والصناعات القائمة على الزراعة في زيادة نمو الطحالب القاعية في الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية قبالة شط العرب.

وقد لوحظت علامات الإثراء الغذائي أيضاً في جون الكويت وفي المياه الساحلية لمسقط (بسلطنة عمان) والظهران (بالمملكة العربية السعودية) وأبو ظبي (بدولة الإمارات العربية المتحدة). وفي جون الكويت، وعلى مقربة من منطقة (الدوحة) السكنية، حيث يتم تصريف مياه المجاري المنزلية الخام إلى الجون، وُجِد أن المنطقة الواقعة بين أعلى مد وأدنى جزر قد غطتها الحصائر الطحلبية، كما لوحظ أيضاً نمو لقصب المستنقعات في المناطق المجاورة لمصبات تصريف مياه المجاري حيث تحدث الأكسجة (التشبع بالأكسيجين) (Al-Bakri *et al.*, 1989; EES/FRD, 1986). وربما يكون تحرر المواد المغذية من مياه المجاري التي تم تصريفها في جون الكويت قد أسهم أيضاً في النمو الواسع النطاق لمُهُد طحلب *Enteromorpha* وأعشاب البحر الأخرى حول جزر العكاز Al-Akaz (EES, 1998). وقد أدى نضوب الأكسيجين وارتفاع مستويات كبريتات الهيدروجين والنوشادر (الأمونيا)، مع وجود كميات كبيرة من مياه المجاري التي تم تصريفها إلى جون الكويت، إلى وقوع العديد من الحوادث الرئيسية لنفوق الأسماك في 1983 و 1984 (Salama, 1986). وقد سُجِّلت حالة نفوق جماعي رئيسي للأسماك في جون الكويت في عام 1999، حيث كانت ناجمة عن نقص الأكسيجين الذائب في الماء بسبب الازهرار الكثيف للطحالب (EPA – Kuwait 1999).

وسُجِّلت مستويات عالية للمغذيات في أخوار كل من أبو ظبي ودبي، مصحوبة بتغيرات مكانية وزمانية كبيرة، مما يدل على أن مصادر التلوث تعود إلى أنشطة بشرية (Banat

(*et al.*, 1998). وفي المملكة العربية السعودية، فإن من المعروف أن محتويات مياه المجاري الخام تترسب في المناطق الساحلية للعديد من المدن الصغيرة، إذ تكرر حدوث حالات الإثراء الغذائي التي أدت إلى زيادة الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي وازهرار الطحالب (Price, 1993). وثمة تقارير عن حدوث حالات (مد أحمر) محلية في مملكة البحرين والمملكة العربية السعودية. وقد يؤخذ ذلك كعلامة أو دليل عن وجود ظروف غير طبيعية في المنطقة البحرية كنتيجة محتملة للإثراء الغذائي (Linden *et al.*, 1990).

5-3-6 ازهرار الطحالب الضارة

سُجِّل حادث نفوق جماعي للأسماك (نحو 60 طناً من البوري الرمادي *Liza macrolepis*، و 150 طناً من السبيطي *Sparidentex hata*) من أقفاص المزارع السمكية في جون الكويت خلال الفترة من 19 سبتمبر إلى 25 أكتوبر 1999. وسُجِّل حادث مشابه في الجمهورية الإسلامية الإيرانية. وصاحب هذان الحادثان وجود غير طبيعي للطحالب الضارة المزهرة (HAB) – التي تسمى بالمد الأحمر – وغيرها من الطحالب المزهرة. ولوحظ ازهرار نوع من طحالب السوطيات الدوارة (هوائم نباتية تزيد على مليون خلية/ لتر من النوع *Gymnodinium*) بشكل سائد في العينات التي جُمِعت لدراستها (EPA- Kuwait, 1999). كما لوحظ "مد أحمر" مائل للون البني من نوع *Gymnodinium* على طول الجزء الشمالي من مياه ميناء (الحمرية) بالإمارات العربية المتحدة خلال الفترة من 2– 5 مايو 2000. وتسبب ازهرار الهوائم في قتل عدد محدود من الأسماك (أقل من 20 سمكة) على طول الجزء الشمالي من الميناء (MNR- UAE, 2003). ولوحظ وجود كثافة عالية من (الكلوروفيل – أ) في أثناء فترة نفوق الأسماك بالكويت والجمهورية الإسلامية الإيرانية. ولا شك أن تكرار وقوع مثل هذه الحوادث في المنطقة يعد مؤشراً عن الفساد الذي حاق بنوعية المياه بها.

وأشهر أنواع السوطيات الدوارة المسببة للمد الأحمر وأكثرها وجوداً في المنطقة البحرية الوسطى للمنظمة (خليج عمان) هو النوع *Noctiluca scintillans*. وقد سُجِّلت حالات المد الأحمر من هذا النوع على طول ساحل خليج عمان من مضيق هرمز إلى رأس الحد. ويتسبب ازهرار هذا النوع في تكوين بقع ذات لون أحمر برتقالي في المياه عندما يكتمل نمو السوطيات الدوارة ويصبح لونها واضحاً عند اقترابها من المياه الشاطئية (شكل 6– 4أ). وقد تسبب ازهرار هذا النوع من السوطيات الدوارة في حدوث مد أحمر في خليج عمان خلال الفترة الواقعة بين شهري يناير ومايو في كل عام منذ عام 1988. وفي عام 1999، ولأول مرة في سلطنة عمان، كوّن هذا النوع "مداً أخضر" على طول معظم سواحل خليج عمان (شكل 6–4ب). وتتزايد كثافة هذا النوع عاماً بعد عام. والأنواع الأخرى المسببة لظاهرة المد الأحمر في خليج عمان هي: *Trichodesmium* ، و *Dinophysis* spp. ، و *Gonyaulax* spp. ، و *Ceratium* spp. ، إلخ. (Thangaraja , 1998 a, 2000).

وقد أدى ازهرار الطحالب الضارة في المياه العمانية إلى ما يلي:

- إنتاج غير طبيعي من الهوائم النباتية من كلا النوعين السام وغير السام يتسبب في نضوب الأكسيجين الذائب في الماء الذي يؤدي إلى نفوق الأحياء البحرية بين الفينة والأخرى.
- التناول المباشر للأنواع السامة (كطعام) يقتل المتعضيات (الأحياء) البحرية.
- تعفن putrefaction الهوائم النباتية المزهرة يتسبب في فرط ازهرار over-flourishing الجراثيم الدقيقة في المنطقة، ومن ثم نقل العدوى إلى أنواع الأسماك الحية بالمنطقة مما يؤدي إلى تفشي أمراض عديدة.

أ – مد أحمر ب – مد أخضر

شكل 6– 4 ظاهرة حدوث المدين الأحمر والأخضر في خليج عمان.

إن تغير لون المياه الساحلية، الذي يتبعه نفوق جماعي للأحياء البحرية، قد لوحظ في منطقة مسقط، ما بين (سيب) و (قرم)، في قطعة من الساحل طولها 30 كيلومترا، وذلك خلال الفترة من 5 إلى 20 سبتمبر 1988. وقد بدأ ازهرار الطحالب بلون أصفر باهت مائل للخضرة، ثم تحول إلى اللون البني الباهت، ثم تغير بصورة كلية إلى البني الغامق. واتسم الازهرار بسيادة نوع الدياتومات Diatoms، في حين كانت السوطيات الدوارة التي عثر عليها في هذا المد غير سامة وأقل كثافة. ويتسبب الازهرار الكبير للدياتومات في تغيير لون مياه البحر أولاً، ثم يعقب ذلك نفوق جماعي للكائنات البحرية الحية. وقد تم تسجيل انخفاض مستويات الأكسيجين الذائب في المياه (2.64 مليلتر/ لتر في المياه التي يتراوح عمقها بين 2 و 3 أمتار، و 1.87 مليلتر/ لتر في المياه التي يتراوح عمقها بين 8 و 10 أمتار) على ساحل (الغبرة) في 14 سبتمبر 1988. والعوامل الأخرى التي تم تسجيلها كانت كما يلي: درجة الحرارة: 27.5 مئوية، والملوحة 35.9 $^{0}/_{00}$ ، والرقم الهيدروجيني: 8.31. وقد تبين من الأسماك الميتة التي تناثرت على الشاطئ في 14 سبتمبر (وهو اليوم الذي بلغت فيه حالة النفوق أوجها) أن الأنواع التي تعيش في القاع كانت أكثر عدداً من الأسماك السطحية في المنطقة المتضررة. وقُدِّرت كمية الأسماك النافقة التي بعثرتها الأمواج على شاطئ (الغبرة) في ذلك اليوم وحده بنحو 3 إلى 5 أطنان. وقد تم تحديد الأحياء البحرية الميتة التي وجدت على الشاطئ خلال تلك الفترة وتصنيفها إلى 42 عائلة و 52 نوعاً (Thangaraja, 1990).

وبعد حادث النفوق الجماعي في عام 1988، وقع حادث ثانٍ في مياه (بركة) في أول سبتمبر 2000، وكان أكبر حالة نفوق جماعي رئيسية سجلت في خليج عمان عقب حادث 1988 (Thangaraja, 2000). وقُدِّر عدد الأسماك النافقة في يوم 2 سبتمبر 2000

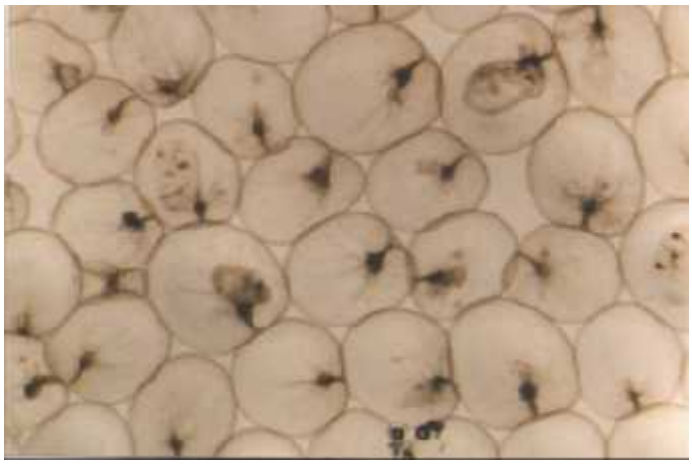
وحده، وهو اليوم الذي بلغت فيه حالات النفوق ذروتها، بما يتراوح بين 15– 30 طناً (شكل 6–5). وقد انخفض معدل النفوق في اليوم التالي لذلك إلى 7 أطنان.

وفي حادث النفوق الجماعي بمنطقة (بركة) كانت 95 % من الأسماك الميتة تنتمي إلى مجموعة الأسماك القاعية. وأوضحت القياسات الهيدروجرافية في منطقة الازهرار حدوث استنزاف لمستويات الأكسيجين الذائب في المياه في مياه طبقات القاع (2.23 – 2.6 مليجرام/ لتر عند عمق 5 أمتار، و 0.62–0.40 مليجرام/ لتر عند عمق 8– 10 أمتار، و 0.18 مليجرام/ لتر عند عمق 12.8 متر). وكانت مستويات الأكسيجين المنخفضة هي السبب الرئيسي في نفوق أسماك القاع بأنواعها المختلفة.

شكل 6– 5 أسماك نافقة طرحتها الأمواج على شاطئ بركة بسلطنة عمان في عام 2000م.

وقد سُجِّلت ثلاث حالات لنفوق الأسماك نتيجة التلامس المباشر بنوع *Noctiluca scintillans* وازهرار المد الأحمر، وذلك خلال الفترة بين 1988 و 2000 (مارس 1988، أبريل 1989 و 1993). وفي الحادث الأول الذي وقع بين أول فبراير و 19 مارس 1988، تسبب ازهرار هذا النوع في تكوين بقع ذات لون أحمر برتقالي في مياه المنطقة الممتدة من (البستان) إلى (قرم). وفي أثناء تلك الفترة تسبب المد الأحمر في نفوق أنواعٍ محدودة من الأسماك، هي بالتحديد: *Atherinomorus lacunosus* و *Odonus niger*، و *Diodon histrix*، وكان النوع *A. lacunosus*، على وجه

الخصوص، هو الأكثر تضرراً. وكانت العوامل الهيدروجرافية التي تم قياسها في المنطقة كما يلي: الأكسيجين الذائب في المياه: 3.26–6.51 مليلتر/ لتر، ودرجة الحرارة: 22.48–24.92 مئوية، والملوحة: 36.1–36.6 $^0/_{00}$، والرقم الهيدروجيني: 8.38–9.00.

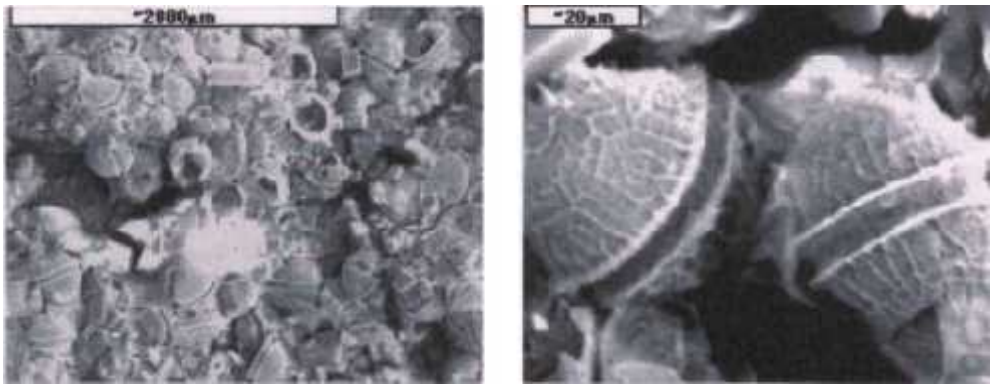


شكل 6– 6 لقطة مجهرية للسوطيات *Noctiluca scintillans* المسببة للمد الأحمر.

وفي الحادث الثاني، الذي وقع بين 11 و 13 أبريل 1989، حدث مد أحمر بسبب الازهرار الكثيف لهذا النوع (أي: *Noctiluca scintillans*). وقد أدى إلى نفوق سبعة أنواع من الأسماك، ونوع واحد من الرخويات على ساحل (البستان). وتضمنت الأحياء البحرية النافقة التي تم تسجيلها أثناء الحادث ما يلي: *Sarda orientalis* (10)، و *Scomberoides commersonianus* (8)، و *Sphyraena acutipinnis* (1) ، و *Sardinella* sp. (1) ، و *Saurida tumbil* (2)، و *Epinephelus* sp. (1)، و *Alectis* sp. (1) و *Sepia* (1). ومن بين هذه الأنواع كانت سمكة الضلعة queenfish (*S. commersonianus*) هي الأكثر نفوقاً، فقد مات منها عدة مئات، وجرفتها الأمواج إلى الشاطئ لفترة أسبوع.

وخلال الحادث العرضي الثالث الذي وقع في 3 أبريل 1993 تسبب المد الأحمر من النوع *N. scintillans* في المنطقة الساحلية بالبستان في نفوق أسماك الضلعة *Scomberoides commersonianus*، وجرفت الأمواج إلى الشاطئ 12 سمكة منها.

وفيما يتعلق بحالات المد الأحمر الناجمة عن النوع السام *Gonyaulax diegensis* (شكل 6–7) فقد سُجِّلت حالتان منها منذ عام 1988 عند ميناء السلطان قابوس، ومطرح في المنطقة الواقعة حول العاصمة مسقط. وكانت الحالة الأولى في 21 سبتمبر 1993، في حين كانت الحالة الثانية في 16 أغسطس 1994. وتسبب هذا النوع من السوطيات في تغيير لون مياه البحر إلى الأحمر الباهت ونفوق نحو 2– 3 أطنان من الأسماك في سبتمبر 1993 وزهاء 50 كيلوجراماً في أغسطس 1994. وقد أوضحت عمليات الفحص التي أجريت على الأسماك التي نفقت في الحادث الأول أن أسماك السردين من النوع *Sardinella longiceps* كانت تشكل نحو 99 % من إجمالي الأسماك الميتة. والأسماك النافقة الأخرى التي وجدت في ميناء السلطان قابوس كانت: *Selar crumenophthalmus* ، و *Mugil* sp. ، و *Sarda* sp. ، و *Mulloides* sp. ، و *Platycephalus* sp. ، و *Chilomycterus orbicularis* ، و *Leiognathus* sp. ، و *Sphyraena* sp. ، و *Apogonus* sp. ، و *Brachypleura*، و *Scomberoides commersonianus* . وفي الحادث الثاني كانت أكثر الأسماك نفوقاً هي سمكة الضلعة *Scomberoides commersonianus* وسمكة الشيمي carangid (*Selar crumenophthalmus*) (Thangaraja, 1998a). وبعد ازهرار 1994 تكون مد أحمر لنفس النوع (*Gonyaulax diegensis*) من السوطيات في أغسطس وسبتمبر 2000م في ساحل سداب والبستان بمنطقة مسقط، ولكن لم تر أية أسماك نافقة.



شكل 6– 7 صورتان التقطتا بالمجهر الإلكتروني للسوطيات من النوع *Gonyaulax diegensis*.

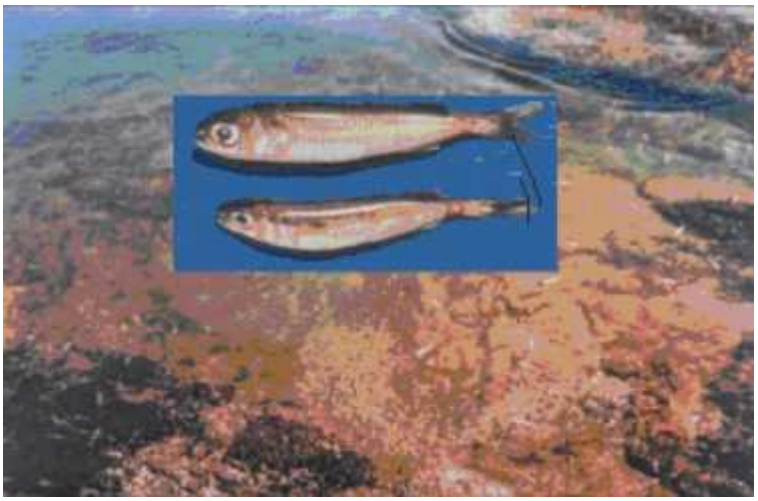
وقد تسبب ازهرار السوطيات من النوع *Dinophysis cuneus* في تغيير لون مياه البحر إلى اللون البني الباهت المائل للصفرة في منطقة (بركة) بخليج عمان خلال الفترة من 26 إلى 31 أكتوبر 1993. والسوطيات الدوارة الأخرى (غير المزهرة) التي وجدت في المنطقة كانت: *Pyrophacus horologicum* ، و *Ceratium trichoceros* ، و *C. furca* ، و *C. massiliense* ، و *C. tripos* . وقد اتضح تأثير الازهرار بشكل كبير في شراك الصيد trap fishery في مياه (بركة)، إذ عثر الصيادون في هذه القرية على أسماك نافقة ومتحللة خلال فترة ازهرار هذا النوع من السوطيات.

6-3-6 انتشار البكتيريا والفيروسات والطفيليات

إن التلوث العضوي الناتج عن مياه المجاري المنزلية، وتحلل الهوائم النباتية المزهرة وغيرها، يؤدي إلى انتشار الجراثيم الدقيقة، ويتسبب في حدوث آثار بيئية شديدة الضرر بالأحياء البحرية. ولعل حادثة نفوق الأسماك في جون الكويت في 10 أغسطس 2001 واحدة من أبرز هذه الآثار. فخلال تلك الحادثة جرفت الأمواج آلاف الأسماك الميتة إلى شاطئ (بنيد القار) وميناء الشويخ وقرب منطقة الشاليهات في جنوب الكويت. وكانت أسماك البوري mullet (*Liza microlepis*) هي أكثر أنواع الأسماك تضرراً ونفوقاً. واعتباراً من 18 أغسطس 2001، تضررت أيضاً أسماك المياه العميقة الأخرى. وكانت أسماك البوري تشكل نحو 99 % من إجمالي الأسماك النافقة. وقد بدت عليها أعراض العدوى البكتيرية، مثل جحوظ العينين pop eye، ونزيف haemorrhaging داخل الغطاء الخيشومي gill-cover وحول الفم. وقد سُجِّل نفوق نحو 2000– 3000 طن من الأسماك. كما عُثِر أيضاً على ثلاثة دلافين نافقة في 12 سبتمبر 2001.

ويمكن أن يكون حادث نفوق الأسماك في الكويت ناجماً عن اجتماع عدة عوامل معاً: الارتفاع الكبير في درجة حرارة مياه البحر (36– 37 مئوية)، والملوحة العالية، وانخفاض الأكسيجين. وأدت كل هذه العوامل إلى تقليل مناعة الأسماك، مما جعلها عرضة للعدوى بالبكتيريا البحرية، وعلى الأخص من النوع *Streptococcus agalactiae* الذي تم عزله من الأسماك النافقة. ويعتقد أن تصريف مياه المجاري إلى جون الكويت هو السبب الرئيسي لانتشار هذه البكتيريا.

إن تحلل الهوائم النباتية عقب أي ازهرار كبير لها يؤدي إلى تكوين أعداد لا حصر لها من الجراثيم. وهذه الأحياء الدقيقة تنتشر في المناطق المجاورة، فتهاجم ما فيها من كائنات حية وتصير وباء. وهذا هو عين ما حدث في مياه مسقط في الفترة التي ازدهر فيها المد الأحمر من النوع *Noctiluca scintillans* في عام 1988، والذي تسبب في إصابة الأسماك بمرض (اهتراء الزعانف والذيل) fin and tail rot (شكل 6–8)، ونفوق عدد كبير من الأسماك السطحية من النوع *Atherinomorus lacunosus* (Thangaraja, 1998 a).



شكل 6–8 أسماك مصابة بالبكتيريا من النوع *Atherinomorus lacunosus* الذي يعيش في مياه المحيطات.

وقد حدث نفوق جماعي للأسماك من النوع ذي الرأس المشابه لمنقار الطائر birdbeak burrfish (*Chilomycterus orbicularis*) نتيجة لوباء غامض (من المحتمل أن يكون فيروسياً) في المياه الواقعة بين (مصيرة) و(مسقط) خلال الفترة من 25 يونية إلى 22 يولية 1991م. وقد نفقت الآلاف من هذه الأسماك خلال تلك الفترة، ونثرتها الأمواج هنا وهناك على الشواطئ. كما تسبب مرض غامض، قد يكون ناجماً عن الإصابة ببكتيريا أو فطريات، في نفوق أعداد لا حصر لها من أسماك الأخفس في المياه البحرينية في عام 1991. وكانت الأسماك الميتة تحتوي على بقع حمراء في بطونها وعلى خياشيمها وقرب ذيلها وزعانفها الظهرية (Khaleej Times, 1991).

وقد بدأت أسماك السردين الدهني الصغيرة (التي تنتمي إلى المحيط الهندي) من النوع *Sardinella longiceps* في النفوق داخل ميناء صيد (القريات) بسلطنة عمان في 20 أبريل 2001، واستمرت في النفوق حتى الأسبوع الثاني من مايو 2001. وخلال هذه الفترة تم تقدير الكتلة الحيوية من الأسماك الميتة بنحو 150–200 كيلوجرام يومياً. ومن المثير للدهشة أن الأسماك الموجودة داخل الميناء هي وحدها التي تعرضت للإصابة وبدأت في النفوق (شكل 6– 9).

شكل 6– 9 سمكة متضررة من التلوث تصارع من أجل الحياة.

وكانت الأسماك الحية المتضررة مصابة بعدوى بكتيرية في مقدمة المخ، مع وجود علامات حمراء، وانتفاخ بؤبؤ العين وجانبي الرأس من جهة الظهر. واحتوت الأسماك النافقة الطافية على سطح الماء على بقع حمراء في رؤوسها وبطونها والنواحي الجانبية من أجسامها، وكان الدم سائلاً من أفواهها نتيجة لنزيف داخلي (شكل 6– 10). وقد أوضحت الدراسة المعملية أن الأسماك كانت مصابة ببكتيريا Streptococcus والكوليفورم coliform (Thangaraja *et al.*, 2001 b). ووُجِد أن مصدر العدوى هو التلوث العضوي الناتج من طرح كميات كبيرة من الأسماك الميتة في مياه الميناء من قبل الصيادين في أثناء قيامهم بفرز وتصنيف الأنواع ذات الأهمية التجارية.

وقد عُثِر على طفيليات داخلية وخارجية في العديد من أنواع الأسماك ذوات الزعانف والمحار في خليج عمان وبحر العرب (المنطقة البحرية الوسطى والخارجية للمنظمة). وعلى الرغم من أن هذه الطفيليات غير وبائية كالبكتيريا والفيروسات، فإن الأحياء التي أصيبت بها اعتراها الوهن ثم نفقت بعد ذلك. ويشيع وجود الطفيليات الداخلية في العديد من أنواع التونة وفي بعض أنواع الأسماك القاعية. ومن الطفيليات الشائعة في الأسماك البحرية: الديدان المعوية helminthes مثل الديدان الشريطية cestodes والديدان الخيطية nematodes. وتتكون حويصلات ويرقات هذه الطفيليات في الأنسجة العضلية لمختلف أنواع أسماك التونة مثل: *Euthynnus affinis* و *Sarda orientalis*، و *Thunns albacares*، و *T. tonggol*، وأسماك الهلبوت الهندي *Psettodes erumei*، والسمك الناخر grunts من الأنواع *Pomadasys* spp.، التي تم جمعها من مياه سلطنة عمان. وقد سُجِّلت حالات الإصابة بيرقات الدودة الشريطية *Poecilancistrium* sp. في الأنسجة العضلية لسمكة اللوتية sciaenidfish في عام 1997. وربما كانت العدوى التي تلحق بالأسماك في مياه سلطنة عمان موسمية؛ لأن حويصلات ويرقات الطفيليات يشيع وجودها بتلك الأسماك في فصل الشتاء (Thangaraja, 1997).

شكل 6– 10 البقع الحمراء في الأسماك تمثل المناطق المصابة بالبكتيريا.

وتعيش الطفيليات البالغة بصورة رئيسية في الجهاز الهضمي للسمكة، ولكن اليرقات عادة ما توجد في اللحم والأحشاء. وعادة ما تتسبب اليرقات في إحداث العديد من المشكلات للكائن العائل لها. كما أن إصابة العائل المضيف بيرقات الديدان الطفيلية في أنسجته العضلية وأحشائه يؤدي إلى بطء معدل نموه، وتلف أنسجته، وحدوث اضطرابات أيضية، ثم ينتهي الأمر بوفاة الكائن العائل. ومن وجهة النظر الاقتصادية، فإن عواقب الإصابات الشديدة بيرقات الطفيليات كثيرة، وهي تتضمن: التخلص من المنتجات السمكية الصالحة للأكل، وحدوث خسائر في إنتاج زيوت الأسماك، والتأخير في عمليات تصنيع المنتجات السمكية.

وتوجد الطفيليات الخارجية في العديد من أنواع الأسماك السطحية الصغيرة الحجم، وبخاصة السردين. وتقوم بعض الطفيليات الخاصة بطمر أنفسها داخل قشور الروبيان، وتمتص ما في أجسام هذه الأحياء من السوائل، وتدمر خياشيمها بشكل كبير. والطفيليات الخارجية، التي تحب استخلاص السوائل من أجسام الأحياء العائلة لها، توجد في الجزء الطري المكشوف من جسم السلحفاة البحرية وبخاصة حول رقبتها.

4-6 غزو الأحياء البحرية

يشير مصطلح (غزو الأحياء البحرية) إلى نوع من المتعضيات (الأحياء) البحرية الأجنبية غير المستوطنة لمنطقة ما، أو الأنواع الدخيلة التي يتم جلبها عمداً أو عرضاً في منطقة ما غير موطنها الأصلي. وثمة أنواع من الأحياء تستوطن موائل جديدة بنفسها من خلال عدة طرق طبيعية. وثمة أنواع أخرى يدخلها الإنسان بعلم أو بدون علم إلى تلك الموائل. وحينما لا تجد الأنواع الأجنبية الغازية أعداء طبيعيين لها في بيئاتها الجديدة فإنها سرعان ما تنتشر وتزدهر بشكل كبير خلال أمد قصير، وتصبح مصدراً لتهديد الأحياء الأصلية المستوطنة لهذه البيئات، وللإضرار باقتصاد المنطقة.

وتنتقل آلاف الأنواع من الأحياء البحرية حول العالم من خلال التصاقها بقيعان السفن أو وجودها في مياه التوازن. ويقدر عدد الأحياء التي تنتقل يومياً في مياه التوازن لسفن

الشحن البحري التي تنتقل عبر بحار العالم بأكثر من عشرة آلاف نوع (ESA, 2003). كما تمثل المزارع البحرية للأنواع الدخيلة من الأسماك والمحار ذي الصدفتين مصدراً محتملاً لانتشار الأنواع الأجنبية الغازية والبكتيريا والفيروسات والطفيليات المسببة للأمراض، والتي تكون مصاحبة لهذه الأنواع.

وللأحياء البحرية الدخيلة آثار سلبية على الأنواع المحلية. وتحدث هذه الآثار من خلال عدة طرق، فهي تستأصل الأنواع المحلية بافتراسها أو بمنافستها على المأوى أو الطعام أو الاثنين معاً، كما أنها تدخل جراثيم وطفيليات ضارة إلى بيئات الأنواع المحلية، وتستغل المغذيات المتوافرة في تلك البيئات لصالحها. وقد تتسبب الأنواع الغازية أيضاً في تغيير النظام البيئي (الإيكولوجي) برمته، من خلال تغيير التركيبة الأحيائية للأنواع الموجودة فيه، وتدمير الأنواع المحلية النادرة، وتغيير الوظيفة الرئيسية للنظام البيئي.

ويجب منع الأحياء الغازية قبل أن تهيئ لنفسها مكاناً في البيئة الجديدة، وإن كانت هناك طائفة من هذه الأحياء الدخيلة تستغرق وقتاً طويلاً حتى تتخذ لها مأوى في المنطقة الجديدة التي وصلت إليها. ولهذا فإنه حتى تصبح هذه الأحياء في وضعية تشكل فيها تهديداً للبيئة الجديدة يكون من الصعب تتبع وجودها واكتشاف أمرها، لاسيما إذا كان حجمها دقيقاً (مجهرياً).

وعلى الرغم من أنه لم يتم تسجيل الآثار الضارة للأنواع الأحيائية الغازية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية فإن هناك تسجيلاً لثلاثة أنواع من الأحياء الدخيلة على المنطقة البحرية الداخلية، وهي: نوع mysidacean (*Rhopalothalymus tattersallae*) وعشاريات الأرجل decapod (*Exopalaemon styliferus*) القادمة من المحيط الهندي، والسمكة *Pterorhinus marmoratus* من اليابان (Carleton and Geller, 1993). ومع ذلك فإن وجود بعض الأنواع الخاصة من الأحياء الغازية التي لوحظت في السنوات الأخيرة – وإن كان محل نظر – فإنه يمثل قلقاً كبيراً بالمنطقة، لاسيما أن الاعتقاد السائد أن هذه الأنواع غريبة وأجنبية. ولهذا فإن البحث في أصل هذه الأنواع يعد ضرورياً لتحديد ما إذا كانت غازية أم لا. ومن الأهمية بمكان مواصلة المراقبة الإقليمية والبحث بالتنسيق مع المنظمات الدولية والسكان

وصيادي الأسماك المحليين الذين يعيشون على السواحل. ومن المهم أيضاً نشر أحدث المعلومات التي تتضمن معلومات دقيقة عن جميع الحوادث المرتبطة بهذه الأحياء الغازية. وفيما يلي بعض التقارير عما تم تسجيله عن وجود "أنواع غازية" بشكل غير متيقن منه، وعن آثارها السلبية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وفي الفقرات التالية نجد وصفاً للأنواع الغازية (غير المتيقن منها) للمنطقة البحرية للمنظمة وآثارها على المنطقة.

1-4-6 الطحالب الدقيقة

تتضمن الهوائم النباتية مجموعة متنوعة من المتعضيات مثل: الدياتومات diatoms، والسوطيات الدوارة ثنائية الأسواط dinoflagellates، والطحالب الخضراء المزرقة، والسوطيات السليكونية silicoflagellates، و coccolithophores .. إلخ، بأحجام تتراوح بين 0.001 و 0.2 مليمتر. والمعلومات المتعلقة بتصنيفها العلمي، ووجود أنواعها، وتوزيعها في المنطقة البحرية للمنظمة، محدودة جداً ونادرة (شحيحة). وفي كل يوم تنتقل آلاف الأنواع من هذه الطحالب الدقيقة إلى المنطقة البحرية للمنظمة من مناطق أخرى من خلال مياه التوازن ورواسب السفن. وحيث إنه لا تتوافر سجلات تاريخية بقائمة الأنواع المحلية من الهوائم النباتية في المنطقة البحرية للمنظمة، فإنه يكون من الصعب تمييز أية مدخلات جديدة من الأنواع الغازية والجزم بأنها غير محلية. ومع ذلك فإن الازهرار الموسمي الكبير لبعض أنواع الطحالب الضارة في السنوات الأخيرة يعد دليلاً عن وجود بعض الأنواع الجديدة في المياه الإقليمية. وأحد الأمثلة على ذلك هو وجود ازهرار للنوع *Noctiluca* المسبب للمد الأخضر (غير معروف مصدره حتى اليوم) (شكل 6– 11). وللمد الأخضر تأثير تدميري، على البيئة وقد أصبح من الظواهر الشائعة في المياه الإقليمية والساحلية منذ عام 1999 (Thangaraja, 2000). وكما هي الحال مع حالات المد الأخضر الكثيف الناتج من السوطيات الدوارة من النوع *Noctiluca* ، فإن هناك العديد من أنواع الهوائم النباتية غير المعروفة التي تعلن عن وجودها من خلال الازهرار الموسمي وازدهارها. ومثل هذه الأنواع بحاجة إلى دراسة شاملة لاكتشاف أصولها.

أ) مد أخضر من النوع *Noctiluca*

ب) لقطة مجهرية لإحدى سوطيات *Noctiluca* المسببة للمد الأخضر

شكل 6– 11 ازهرار كبير للسوطيات الدوارة من النوع *Noctiluca* المسببة للمد الأخضر في عام 1999.

6-4-2 قنديل البحر

تندفع أفواج قناديل البحر إلى المياه الساحلية للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بين الحين والآخر. ويعود أصل العديد منها إلى المحيط الهندي – الهادي، وهي تجيء إلى المنطقة البحرية إما عن طريق التيارات المائية أو من خلال انتقال بيضها وصغارها بواسطة مياه التوازن. ويعد وجود أحد قناديل البحر اللاسعة ذات اللون البنفسجي *Pelagia noctiluca* (شكل 6– 12) أحد الأمثلة على ذلك، فقد عثر عليه لأول مرة في أكتوبر 1999 في مياه مسقط، أي بعد مرور أكثر من عقد على بدء أعمال المراقبة والمسح البحري للأحياء في المنطقة البحرية الوسطى والخارجية. ففي 7 و 8 أكتوبر 1999 اجتاحت المياه الشاطئية لساحل مسقط أعداد كبيرة من هذا النوع من قناديل البحر (من الصغار والحيوانات البالغة)، مما أدى إلى إلحاق أضرار كبيرة بمن غامروا بدخول المياه، وبخاصة السباحين. وعلى الرغم من أن لسعتها ليست مميتة فإن الألم الناجم عنها قد يدوم لمدة يومين على الأقل بعد تلقي علاج طبي. والبقع القرنفلية لقناديل البحر – التي تشبه "المد الأحمر" لازهرار الهوائم النباتية – تتكون من آلاف القناديل البحرية الحية. ومنذ أن بدأ قنديل البحر في التكاثر ووضع بيضه في المياه المحلية أمكن رؤية أعداد لا حصر لها من صغار القناديل على السواحل، واستطاعت مجموعات هذا الحيوان البحري أن تستوطن المياه المحلية منذ أكتوبر 1999 (Thangaraja *et al.*, 1999).

شكل 6–12 قنديل البحر من النوع *Pelagia noctiluca*.

ويوجد هذا النوع من قناديل البحر في المياه الأسترالية، حيث وجدت أعداد كبيرة في المياه الساحلية خلال النصف الثاني من موسم الصيف نتيجة للرياح التي تهب على الشاطئ. وظهور أعداد كبيرة من قناديل البحر في أوقات خاصة تسبب في حدوث خسائر اقتصادية هناك نتيجة لإلغاء مهرجانات رياضة ركوب الأمواج surf carnivals في أستراليا. وقد عثر على هذا النوع أيضاً بأعداد كثيرة جداً في مياه البحر الأبيض المتوسط في عام 1985م.

3-4-6 نجم البحر ذو التاج الشوكي

إن تدمير الشعاب المرجانية في سلطنة عمان والإمارات العربية المتحدة من قبل نجم البحر المعروف بذي التاج الشوكي (*Acanthaster planci*) (شكل 6– 13) يمثل أحد مصادر القلق في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وقد كانت الآثار السلبية لهذا النوع من نجم البحر على الشعاب المرجانية متعددة خلال السنوات الأخيرة، مما حدا بالسلطات المحلية في هاتين الدولتين إلى اتخاذ إجراءات متنوعة للحد

من أعداد ذلك النوع لضمان تحقيق توازن بيئي (إيكولوجي) مقبول بينه وبين الشعاب المرجانية. ومع أن نجم البحر ذا التاج الشوكي يوصف بأنه أحد الأحياء الغازية للمنطقة فإن الدراسات الوراثية (الجينية) وكذلك علم التصنيف البيولوجي هما اللذان سيثبتان موضعه الأصلي. ومن الجدير بالذكر أن هذا النوع يستوطن أستراليا أيضاً، ويسبب بها مشكلات من الصعب حلها.

شكل 6– 13 نجم البحر ذو التاج الشوكي *Acanthaster planci* .

6-4-4 سمكة الحفار الذهبية

إن إدخال أنواع غريبة على المنطقة البحرية من الأسماك أو المحار أو القشريات واستزراعها بحرياً يمثل مصدراً فعلياً للقلق، ليس فقط بسبب الأمراض أو الطفيليات التي تنتقل من خلال هذه الأحياء، ولكن بسبب عمليات استزراعها أيضاً. ولعل أفضل مثال على ذلك هو استزراع سمكة الحفار الذهبي gilthead seabream (*Sparus auratus*) (شكل 6– 14) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، مع أنها لا تنتمي إلى الأسماك التي تستوطن المنطقة، ولكنها تنتمي إلى منطقة البحر الأبيض المتوسط. وهي تربى في أقفاص cages في منطقة عمل المنظمة، غير أنها (أي سمكة الحفار الذهبي) هربت من أقفاصها إلى البيئة البحرية الفطرية. وقد سُجِّلت حالات تمكن فيها الصيادون من الإمساك بها في جون الكويت (Al-Husaini, 1999). ومع أنه لم تُجرَ أية دراسة عن تكاثر هذا النوع من السمك في المنطقة البحرية للمنظمة فإن التهديد

الناجم عنه حقيقي. فالأنواع الدخيلة من الأحياء البحرية التي تم جلبها إلى المنطقة لأغراض تجارية أصبحت تهدد الأحياء التي استوطنت هذه المنطقة من قديم الزمان. وفي ظل الظروف والمخاطر الكامنة وراء استزراع الأنواع الدخيلة، يجب أن نشجع فقط استزراع الأنواع المحلية ما دام هروب الأسماك من المزارع البحرية أمراً لا يمكن تجنبه (Bishop, 2002).

شكل 6- 14 سمكة الحفار الذهبية *Sparus auratus* .

6-4-5 المبادرات الخاصة بمكافحة الأحياء البحرية الدخيلة

لما كانت مياه التوازن التي يتم تصريفها من ناقلات النفط وسفن الشحن هي المصدر الرئيسي لإدخال الأنواع الغازية إلى المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية فقد قام برنامج GloBallast بتحديد جزيرة (خرج) ضمن ستة مواقع تم اختيارها لدراسة الأنواع الغازية/ الدخيلة التي تحملها مياه التوازن إلى المنطقة. وقد عقد المؤتمر الإقليمي الأول للمنظمة البحرية الدولية حول إدارة ومراقبة مياه التوازن في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في طهران بالجمهورية الإسلامية الإيرانية خلال الفترة من 17 إلى 19 يونية 2002، وذلك بالتعاون مع المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. واستهدف ذلك المؤتمر تعزيز التعاون الإقليمي، والتنسيق لإدارة ومراقبة مياه التوازن، وإكمال خطة العمل الإقليمية للحد من انتقال المتعضيات

(الأحيـاء) المائيـة الضـارة والكائنـات الممرضـة pathogens بواسـطة ميـاه التـوازن المستخدمة في السفن وناقلات النفط.

وقد رحبت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بمبادرة البرنامج العالمي لإدارة مياه التوازن Global Ballast Water Management Programme (GloBallast) باختيار وتحديد جزيرة (خرج) ضمن ستة مواقع عالمية لدراسة الأحياء الغازية التي تنتقل بواسطة مياه التوازن التي تقوم السفن بتفريغها في المنطقة. وقامت المنظمة بتبني خطة العمل الإقليمية للحد من انتقال الأحياء المائية الضارة والكائنات الممرضة في مياه التوازن بالسفن، وهي تتعاون مع برنامج GloBallast التابع للمنظمة البحرية الدولية لتسهيل تطبيق هذه الخطة.

الفصل السابع

التحكم في التلوث البحري، والقضايا البيئية الملحّة، وإستراتيجيات التنمية المستدامة

عنيت الفصول السابقة من هذا التقرير بمراجعة الحالة الراهنة للبيئة البحرية في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من أجل تفهم السمات والخصائص الفيزيائية والبيئية (الإيكولوجية) للمنطقة، والأنشطة الاجتماعية – الاقتصادية الرئيسية، بالإضافة إلى صحة وسلامة النظام البيئي. وفي هذا الفصل سوف نقوم بتلخيص وتحديث المعلومات المتعلقة بإجراءات وسياسات وإستراتيجيات الإدارة البيئية الصحيحة والتنمية المستدامة في المنطقة البحرية للمنظمة.

1-7 التحديات البيئية

إن القضايا البيئية الحالية والمستجدة تحتاج إلى دراستها وعلاجها، وسوف نناقش أدناه:

أ – تدهور الأراضي الرطبة أو الموائل الرئيسية.

ب– التلوث من أحواض الأنهار، والمناطق الساحلية، والعمليات البحرية، والسفن.

ج– نقص التشريعات البيئية أو عدم ملاءمتها.

د– عدم وجود أو النقص في وجود أهداف محددة ومحدثة لضمان الجودة البيئية ومعاييرها للمنطقة باعتبارها أداة فعالة لتقييم التغيرات البيئية والاتجاهات السائدة للإدارة البيئية السليمة.

هـ–عدم استمرارية برامج التحكم والمراقبة الإقليمية لسد النقص الحالي في البيانات، وتحسين مستوى تماثل وجودة وموثوقية البيانات والمعلومات.

و– افتقاد الرغبة السياسية في المشاركة في الاتفاقيات الدولية ومتابعتها.

واعتمادا على القضايا البيئية الراهنة والمستجدة فإن التحديات البيئية الخاصة التي تواجهها المنطقة يمكن توصيفها كما يلي:

7-1-1 المحافظة على أهوار منطقة الرافدين وإعادة تأهيلها

إن تجفيف أهوار الرافدين في العراق من خلال تحويل مسار الجداول والأنهار التي تغذيها بالماء، وتعريض مياه هذه الأهوار للتجفيف أصبح يمثل تهديداً خطيراً للتوازن البيئي في مناطق شاسعة ، ويضر بنوعية وجودة مياه شط العرب، كما يلحق الضرر أيضاً بمناطق حضانة وتفريخ الروبيان والأنواع المهاجرة من الأسماك في منطقة دلتا النهر .

ونظراً للمدى الكبير للآثار البيئية الناجمة عن مشكلة تجفيف الأهوار وتحويل مجرى النهر وتأثير ذلك على الجزء الشمالي الغربي من المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، يجب إعداد برنامج إدارة لنهر شط العرب وحوضه بأكمله، على أن يكون ذلك بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) والمنظمات الدولية الأخرى ذات العلاقة سواء أكانت تابعة للأمم المتحدة أم غير تابعة لها. وثمة خطط في طريقها للتنفيذ الآن في جمهورية العراق لإعداد إستراتيجية وطنية لإعادة تأهيل الأهوار، كما أن المناطق المهمة من هذه الأهوار قد تم غمرها بالماء بالفعل في عام 2003م. وعلى المستوى الإقليمي فإن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية يمكنها أن توفر برنامجاً (أو منتدى) للتعاون عبر الحدود لإعادة تأهيل أهوار الرافدين. وسوف تسهم عملية التأهيل – بصورة جوهرية – في تطبيق البروتوكولات ذات العلاقة بالمنظمة، والتي تستهدف الحد من التلوث البحري الناجم من مصادر أرضية، ودعم عمليات تنشيط الموارد السمكية، والمحافظة على التنوع الحيوي. كما أن الحاجة ماسة إلى دعم دولي، وأن يقوم برنامج الأمم المتحدة للبيئة بتقديم يد المساعدة لتسهيل إجراء حوار إقليمي بين الدول الأعضاء لاتباع برنامج ناجح للتعامل مع هذه الكارثة البيئية.

7-1-2 التلوث من الأنشطة التي تُجرَى في البر

شهدت المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية واحداً من أعلى معدلات النمو الاقتصادي زيادة في العالم خلال العقود الثلاثة الماضية. وكان للارتفاع الكبير في عمليات التصنيع، مع زيادة النمو السكاني، والنمو الحضري المتسارع، أثره في تزايد المشكلات البيئية بشكل مستمر في المنطقة. فقد تم تنفيذ معظم مشاريع التنمية تقريباً على السواحل للاستفادة من ميزة سهولة الوصول إلى البحر من أجل النقل والحصول على المياه لأغراض التبريد والاستخدامات الأخرى، أو لتصريف المياه العادمة الناتجة عن هذه المشاريع، ومن ثم أدى ذلك إلى إلحاق الضرر بأكثر المناطق إنتاجية في البيئة البحرية.

إن الآثار الناجمة عن تصريف مياه المجاري المنزلية والمياه الصناعية العادمة، وبخاصة تلك التي يتم تصريفها من المصافي النفطية والصناعات البتروكيميائية تتسم بكبرها. وتتسبب محطات توليد الطاقة الكهربائية في إحداث تلوث حراري، كما تسهم معامل تحلية المياه في إطلاق الكلور وتصريف المياه الشديدة الملوحة brine وإحداث التلوث الحراري لمياه البحر. كما أن عمليات الدفان وجرف السواحل واستصلاح الشواطئ تعد إحدى السمات بل المشكلات الدائمة في العديد من المناطق الساحلية في المنطقة، ولها آثار تدميرية كبيرة على البيئة.

وقد قامت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بإعداد أدلة إرشادية حول الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية ICAM لتحقيق التوافق بين الأنشطة التنموية في المناطق الساحلية وبين المحافظة على البيئة. وتقوم الدول الأعضاء في المنظمة أيضاً باتخاذ التدابير والإجراءات المناسبة لإعداد وتطوير خططها الوطنية الخاصة بالإدارة المتكاملة لمناطقها الساحلية، ولمنع أو الحد من ومكافحة التلوث الناجم من مصادر في البر.

7-1-3 التلوث من السفن

تعد المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية واحدة من أكثر المناطق البحرية في العالم عرضة لمخاطر التلوث النفطي. ويرجع ذلك – بصورة أساسية – إلى كثافة المنشآت التي تقام في البحر، ووجود أرصفة تحميل ناقلات النفط، والحجم الكبير والكثافة العالية لأعمال النقل البحري للنفط. وحسب التقرير الإخباري للبقع النفطية Oil Spill Intelligence Report فإنه من بين كل عشرين حالة من حالات التسرب النفطي التي تزيد على 10 ملايين جالون في مختلف أنحاء العالم فإن ست حالات فقط منها تقع في المنطقة البحرية للمنظمة. كما أن حوادث التلوث النفطي التي تقع على مستوى أصغر – مثل تشقق خط أنابيب ممتد تحت البحر، أو انفجار الآبار النفطية البحرية – تعد حوادث كثيرة الوقوع في المنطقة البحرية للمنظمة.

وتقوم المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بدعم ومساعدة كل الجهود التي تبذل للتصديق على اتفاقية ماربول وتوفير متطلبات المرافق الملائمة لاستقبال مياه التوازن في المنطقة حتى يمكن إعلان المنطقة البحرية للمنظمة كمنطقة خاصة. وهناك حاجة ماسة لإنشاء مرافق الاستقبال وحماية بيئتنا البحرية من عمليات تصريف مياه التوازن من ناقلات النفط والسفن التجارية ومن المياه المنصرفة بسبب العمليات التي تجرى في مرافق الموانئ. كما أنه يساورنا القلق بشأن إدخال الأنواع الغريبة من الأحياء التي تنقلها مياه التوازن معها إلى المنطقة، وقد بدأت المنظمة في تنفيذ مشروع لمتابعة هذه المسألة.

وقد بذلت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية جهوداً كبيرة لإعداد دراسة جدوى حول المتطلبات الإقليمية لإنشاء مرافق الاستقبال. وتم دعم هذا المشروع من قبل الاتحاد الأوروبي، والأمانة العامة لدول مجلس التعاون الخليجي، والمنظمة البحرية الدولية، وشركات النفط، والدول الأعضاء في المنظمة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP. وقد أُعتُمِد التقرير النهائي لدراسة الجدوى من قبل اللجنة التنفيذية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، ويتم بذل كل جهد ممكن للتأكد من تنفيذ هذه الدراسة في وقت مبكر.

وقد كان للنزاعات العسكرية التي حدثت مؤخراً، وبقايا السفن الغارقة في المنطقة البحرية، آثارٌ كبيرة ضارة على الجزء الشمالي من منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وهذا التحدي البيئي الكبير يحتاج إلى بذل الجهود الممكنة للتصدي له، وإلى الدعم والتعاون الدولي لمواجهته والحد من آثاره.

7-1-4 التلوث من العمليات البحرية

تقع المنشآت البحرية الخاصة بالنفط والغاز في المنطقة البحرية الداخلية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تلك المنطقة التي تعاني من فرط ملوحة مياهها وارتفاع درجة حرارة هذه المياه، والتلوث النفطي الكبير. وتتسم المنطقة أيضاً بارتفاع معدلات البخر، وانخفاض معدلات سقوط الأمطار، والتناقص في حجم مياه الأنهار. وبصورة رئيسية يتم تعويض مياه البحر التي تفقد من خلال البخر عن طريق التبادل المائي عبر مضيق هرمز، غير أن المعدل الذي يتم به هذا التبادل منخفض، في حين أن بقاء الملوثات في المنطقة البحرية الداخلية يستمر طويلاً. وفي ظل هذا الوضع فإن تأثير العمليات التي تجرى في المناطق المغمورة على البيئة البحرية – وبخاصة في المياه الضحلة أو بالقرب من المناطق الحساسة بيئياً – يمكن ملاحظته بشكل واضح وكبير.

إن ارتفاع كل من ملوحة البحر، ودرجة حرارة هذه المياه، والمحتوى النفطي في المياه المنتجة من آبار النفط البحرية، كل ذلك يعد من بين الأسباب الرئيسية للضغوط البيئية والتأثير في الأحياء البحرية. وللحد من ذلك فإن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تبذل كل جهد ممكن لمعالجة كافة الجوانب المتعلقة بهذه المياه وذلك بطريقة شاملة ومتكاملة، حتى يمكن تقليل آثارها الضارة على البيئة البحرية إلى أقل حد ممكن.

7-1-5 المحافظة على التنوع الحيوي

تعاني الحياة البحرية في منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بشكل خاص من الارتفاع الكبير في درجة الحرارة، والملوحة، والترسيب، والتلوث. وعوامل الضغط هذه سواء ما كان منها بشرياً أو مناخياً، تمثل تهديدا رئيسيا للنظم البيئية

(الإيكولوجية) البحرية وللتنوع الحيوي (البيولوجي) الكبير للأنواع الأحيائية التي تعتمد على هذه النظم. وتعد الأسماك والشعاب المرجانية هما الأكثر عرضة لعوامل الضغط المذكورة، إذ إنها تستجيب بسرعة لأية تغيرات في هذه العوامل.

وتعد حالات نفوق الأحياء البحرية ظاهرة طبيعية ومألوفة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وخلال العقدين السابقين وصلت حالات نفوق الأسماك والدلافين والأطوميات والحيتان والطيور المائية السابحة waterfowl والطحالب والمرجان إلى معدلات قياسية. وقد عزيت ظاهرة النفوق إلى المستويات العالية من الملوثات ذات المصدر البشري، وارتفاع درجة حرارة مياه البحر في غير أوانها، والعوامل المسببة للأمراض، والسموم الحيوية biotoxins، والتغيرات في مصادر الغذاء.

وقد بدأت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في خطة عمل حول النفوق البحري PAMM، وقامت بتشكيل مجموعة دائمة من الخبراء الإقليميين للتعامل مع حالات النفوق البحري. والحاجة ماسة إلى حماية وحفظ واسترداد النظم البيئية (الإيكولوجية) ذات الأهمية الكبيرة في هذه المنطقة. كما أن هناك حاجة إلى إنشاء عدد من المحميات البحرية، وتسجيل النظم البيئية البحرية والساحلية الفريدة في قوائم "محميات الغلاف الحيوي ومواقع التراث العالمي".

وإدراكاً من الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية لأهمية توفير الحماية الضرورية للتنوع الحيوي والموائل الطبيعية في المنطقة، ضمن إطار التنمية المستدامة، فإنها اتفقت على إعداد بروتوكول خاص بالمحافظة على التنوع الحيوي وإنشاء المناطق المحمية. وفي هذا الصدد فإن الاتحاد الأوروبي والأمانة العامة لدول مجلس التعاون الخليجي، والهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة– المكتب الإقليمي لغرب آسيا، اتفقوا مع الأمانة العامة للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية على إعداد البروتوكول والإطارالعام له. وقام الاتحاد الأوروبي بتعيين مستشار عالمي لإعداد مسودة البروتوكول وكذلك الإطار العام له. وقد عُقِد اجتماع الخبراء القانونيين والفنيين لمراجعة مسودة المشروع المقدمة

مـن الاتحـاد الأوروبـي، وأدخـل الخبـراء التعـديلات الضـرورية علـى نصـوص هـذا البروتوكول.

2-7 أساليب منع التلوث البحري والتحكم فيه

تبدأ آليات منع ومكافحة التلوث البحري بتبني سياسات محدودة وإجراءات وقائية لتحقيق ذلك، وسن التشريعات البيئية، بالإضافة إلى إعداد الترتيبات المؤسسية الضرورية لتنفيذ التشريعات بشكل فعال.

1-2-7 سياسات منع التلوث البحري والتحكم فيه

تُعنَى سياسات منع التلوث والتحكم فيه بالسياسات والمبادرات الوطنية والإقليمية والسياسية، وإنشاء المحميات والمنتزهات البحرية، وإعداد خطط الطوارئ وآليات الاستجابة لحالات الطوارئ، والسياسات الوقائية لحماية البيئة، وبرامج التوعية العامة، وإجراءات التنفيذ. وتشتمل هذه الإجراءات على مراجعة إجراءات تقييم المردود البيئي، والحاجة إلى تبني معايير جودة مناسبة للمياه البحرية والساحلية.

2-2-7 التشريعات البيئية

تتضمن التشريعات البيئية القضايا الأساسية مثل: القوانين واللوائح الوطنية، واتفاقية الكويت الإقليمية وبروتوكولاتها، والاتفاقيات الدولية الأخرى، والبرامج ذات الصلة بحماية البيئة البحرية.

وثمة محاولات كثيرة تُجرَى حالياً لتحقيق التوافق بين التشريعات والقوانين البيئية في الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. فقد حددت بعض هذه الدول أنواعاً جديدة من المسئوليات القانونية لحماية البيئة، كما زاد بعضها من حجم العقوبات التي يتم فرضها على مرتكبي المخالفات البيئية، وذلك من أجل ضمان تحقيق

الجودة البيئية بصورة أفضل. ففي مملكة البحرين – على سبيل المثال – فإن أي شخص يوجد مذنباً لارتكاب أية مخالفة تتسبب في تلويث البيئة البحرية بالنفط أو بإلقاء نفايات في المياه الإقليمية من السفن أو أي مصدر بري آخر يعاقب بدفع غرامة مالية كبيرة. وفي دولة الكويت، تبنت الحكومة قراراً يقضي بإنشاء ما يسمى بالمحكمة البيئية. ويكون المخالفون مسئولين أيضاً عن تنظيف المنطقة التي تعرضت للتلوث وذلك خلال فترة محددة من الزمن (UNEP, 1995). ومع ذلك فإن التشريعات والأنظمة الوطنية المتعلقة بالبيئة في بعض دول المنطقة البحرية للمنظمة بحاجة إلى تنقيح وتحديث وبخاصة فيما يتعلق بالمعايير والمواصفات البيئية المقبولة والمناسبة.

وعلى الرغم من أن الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ملتزمة بالتشريعات القانونية للمنظمة (اتفاقية الكويت وبروتوكولاتها المختلفة التي تختص بالتعامل مع مختلف مصادر التلوث)، فإن هذه التشريعات تحتوي على اشتراطات عامة حول موضوع المسئولية المدنية والتعويض المدني. وتشارك الدول الأعضاء في المنظمة بفاعلية أيضاً في الاتفاقيات والمعاهدات الدولية المتعلقة بالبيئة البحرية.

إن اتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث (1978) قد أُتبِعت بصدور أربعة بروتوكولات تم إعدادها وفقاً لتوصيات الشق القانوني من خطة عمل الكويت. وهذه البروتوكولات هي:

1. بروتوكول خاص بالتعاون الإقليمي في مكافحة التلوث بالزيت والمواد الضارة الأخرى في الحالات الطارئة، 1978.
2. بروتوكول خاص بالتلوث البحري الناتج من استكشاف واستغلال الجرف القاري، 1989.
3. بروتوكول خاص بحماية البيئة البحرية من التلوث الناتج من مصادر في البر، 1990.
4. بروتوكول بشأن التحكم في النقل البحري للنفايات الخطرة والنفايات الأخرى عبر الحدود والتخلص منها، 1998.

ويوضح الجدول رقم 7– 1 موقف الدول الأعضاء من التوقيع والتصديق على الاتفاقية وبروتوكولاتها.

جدول 7- 1 موقف الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من التوقيع والتصديق على اتفاقية الكويت الإقليمية وبروتوكولاتها.

الدول الأعضاء	اتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئة البحرية من التلوث، وبروتوكول التعاون الإقليم		البروتوكول الخاص بالتلوث البحري الناجم عن استكشاف واستغلال الجرف القاري (مارس 1989)		بروتوكول حماية البيئة البحرية من التلوث الناتج من مصادر في البر (فبراير 1990)		بروتوكول بشأن التحكم في النقل البحري للنفايات الأخرى عبر الحدود والتخلص منها (مارس 1998)	
	تاريخ التوقيع	تاريخ التصديق	تاريخ التوقيع	تاريخ التصديق	تاريخ التوقيع	تاريخ التصديق	تاريخ التوقيع	تاريخ التصديق
مملكة البحرين	78/4/24	79/4/1	89/3/29	90/5/16	90/2/21	90/5/16	98/3/17	2001/7/11
الجمهورية الإسلامية الإيرانية	78/4/24	80/3/3	89/3/29	92/4/1	90/2/21	93/6/14	98/3/17	2001/8/28
جمهورية العراق	78/4/24	79/2/4	89/3/29	89/11/11	–	–	–	–
دولة الكويت	78/4/24	78/11/7	89/3/29	89/10/31	90/2/21	92/5/23	98/3/17	2000/2/22
سلطنة عمان	78/4/24	79/3/20	–	89/11/19	–	91/12/9	98/3/17	–
دولة قطر	78/4/24	79/1/4	89/3/29	89/5/21	90/2/21	92/2/23	98/3/17	98/7/28
المملكة العربية السعودية	78/4/24	81/12/26	89/3/29	89/11/4	90/2/21	92/10/4	–	2000/1/30
الإمارات العربية المتحدة	78/4/24	79/12/1	89/3/29	90/4/17	90/2/21	–	98/3/17	2005/10/30

وتنقسم الاتفاقيات الدولية المتصلة بحماية البيئة البحرية إلى معاهدات دولية وبرامج عالمية. وتعد اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS, 1982) هي الاتفاقية الدولية الرئيسية التي تتناول تقريباً معظم القضايا المتعلقة بالمحيطات والبحار في العالم. وتختص الاتفاقيات الأخرى ببعض الموضوعات الخاصة المتصلة بمنع التلوث البحري ومكافحته.

وفيما يلي أهم الاتفاقيات الرئيسية والتشريعات المرتبطة بها والمتعلقة بالتلوث البحري بالنفط:

أ – الاتفاقية الدولية لمنع التلوث البحري الناتج من طرح النفايات وغيرها من المواد لعام 1972، وتعديلاتها (اتفاقية لندن)، وبروتوكول 1996 الخاص بتعديل الاتفاقية (بروتوكول اتفاقية لندن).

ب– الاتفاقية الدولية حول إنشاء صندوق دولي للتعويض عن أضرار التلوث بالزيت لعام 1971، حسب تعديلات بروتوكولات 1976 و 1984 (اتفاقية التمويل FUND Convention)، وبروتوكول 1992 المعدل للاتفاقية (بروتوكول التمويل FUND Protocol).

ج – الاتفاقية الدولية عن المسئولية المدنية الناتجة عن أضرار التلوث البحري بالنفط لعام 1969 حسب تعديلات بروتوكولات 1976، و 1984، و 1992 (اتفاقية المسئولية المدنية CLC).

د – الاتفاقية الدولية الخاصة بحق التدخل في حالات كوارث التلوث النفطي في أعالي البحار لعام 1969 (اتفاقية التدخل INTERVENTION Convention)، والبروتوكول الخاص بالتدخل في أعالي البحار في حالات التلوث بمواد أخرى غير النفط لعام 1973 (بروتوكول التدخل INTERVENTION Protocol).

هـ– الاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن لعام 1973، وبروتوكول 1978 (ماربول 78/73).

و – الاتفاقية الدولية للجاهزية والاستجابة والتعاون في حالات التلوث النفطي (OPRC) لعام 1990.

ويلخص الجدول 7– 2 الموقف الحالي للدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من حيث المشاركة في الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة البحرية بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

جدول 7– 2 موقف الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من المشاركة في الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة.

مسلسل	الاتفاقيات الدولية / البروتوكولات	مملكة البحرين	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	الكويت	سلطنة عمان	قطر	المملكة العربية السعودية	الإمارات العربية المتحدة
1	اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS) لعام 1982.	X	*	X	X	*	X	*
2	الاتفاقية الدولية حول منع التلوث من السفن لعام 1973 وبروتوكول 1978 (ماربول 78/73)، الملحق رقم 2. (1985/1973)، التعديلات على الملحق رقم 1 (1997).				X		*	
2	الاتفاقية الدولية حول منع التلوث البحري الناتج من طرح النفايات وغيرها من المواد لعام 1971 وتعديلاتها 1980/1978 (اتفاقية لندن).	X	X	*	X			X
	بروتوكول 1996 لتعديل الاتفاقية (LC Protocol)*						X	
4	الاتفاقية الدولية حول إنشاء صندوق دولى للتعويض عن أضرار التلوث البحري بالنفط لعام 1971 حسب تعديلات بروتوكولات 1976 و1984 (اتفاقية التمويل).	X		X	X	X		انسحبت عام 2001
	بروتوكول عام 1992 لتعديل الاتفاقية (بروتوكول التمويل FUND).	X			X	*		X
5	الاتفاقية الدولية عن المسئولية المدنية الناتجة عن أضرار التلوث النفطى لعام 1969، حسب تعديلات بروتوكولات 1976 ، و 1984، و 1992 (اتفاقية المسئولية المدنية).	X		X	X	X	X	X
6	الاتفاقية الدولية الخاصة بحق التدخل فى حالات كوارث التلوث النفطي في أعالي البحار لعام 1969 (اتفاقية التدخل).		X	X	X	X		X
	البروتوكول الخاص بحق التدخل فى حالات التلوث بمواد أخرى غير النفط في أعالي البحار لعام 1973 (بروتوكول التدخل).		X		X			

مسلسل	الاتفاقيات الدولية / البروتوكولات	مملكة البحرين	الجمهورية الإسلامية الإيرانية	الكويت	سلطنة عمان	قطر	المملكة العربية السعودية	الإمارات العربية المتحدة
7	**الاتفاقية الدولية حول الجاهزية والاستجابة والتعاون فى حالات التلوث النفطي OPRC Convention) لعام 1990.**	*	X					
8	**اتفاقية بازل حول التحكم فى نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها لعام 1989 (اتفاقية بازل).**	X	X	X	X	X	X	X
	تعديلات 1995 و 1998*.					X		
9	**اتفاقية حول الأراضى الرطبة ذات الأهمية العالمية وبخاصة كموئل للطيور المائية لعام 1971 (اتفاقية رامسار).**	X	X					
	بروتوكول لتعديل الاتفاقية لعام 1982(بروتوكول رامسار)*.	X	X					
10	**اتفاقية حول المحافظة على أنواع الحيوانات البرية المهاجرة لعام 1979**		X				X	
11	**اتفاقية بخصوص حماية التراث الثقافى والطبيعى العالمى لعام 1972 (اتفاقية التراث العالمي).**	X	X		X	X	X	X
12	**اتفاقية التجارة العالمية فى الأنواع المهددة بالانقراض من النباتات والحيوانات البرية (CTIES) لعام 1973، حسب التعديلات التي أجريت عليها.**		X	*		X	X	X
13	**معاهدة التنوع الحيوي لعام 1992 (اتفاقية التنوع الحيوي).**	X	X	X	X	X	X	X
	بروتوكول قرطاجنة لعام 2000 حول السلامة الحيوية لمعاهدة التنوع الحيوي*.				*			
14	**معاهدة الأمم المتحدة حول إطار العمل بشأن التغيرات المناخية لعام 1992**	X	X	X	X	X	X	X
15	**اتفاقية حماية طبقة الأوزون لعام 1985 (اتفاقية طبقة الأوزون).**	X	X	X	*	X	X	X
	بروتوكول مونتريال حول المواد التي تستنزف طبقة الأوزون لعام 1987 مع تعديلاته (بروتوكول مونتريال)*.	X	X	X	*	X	X	X

X: صدق عليها * وقع عليها ولم يتم التصديق عليها

7-2-3 الترتيبات المؤسسية

يتم عمل الترتيبات المؤسسية على المستوى الإقليمي بالإضافة إلى المستوى الوطني، وذلك في صورة هيئات حكومية وغير حكومية تتعامل مع القضايا البيئية أو من خلال المتابعة مع الهيئات المسئولة عن التنسيق الشامل لمعالجة هذه القضايا.

وحالياً يوجد لدى جميع الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وزارات أو هيئات مختصة بالبيئة. وقد قامت بعض هذه الدول بإعادة هيكلة مؤسساتها في السنوات الأخيرة لإكسابها مكانة سياسية أعلى. وتوجد في الوقت الحالي دولتان من الدول الأعضاء بالمنظمة لدى كل منهما وزير للبيئة في مجلس الوزراء، وهما: جمهورية العراق (وزارة البيئة) وسلطنة عمان (وزارة البلديات الإقليمية والبيئة وموارد المياه). وفي الجمهورية الإسلامية الإيرانية خصص منصب مساعد رئيس الجمهورية للبيئة. وفي مملكة البحرين أنشئت الهيئة العامة لحماية الثروة البحرية والبيئة والحياة الفطرية. وفي الكويت توجد الهيئة العامة للبيئة، ولدى دولة قطر المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية. وفي المملكة العربية السعودية توجد الرئاسة العامة للأرصاد والبيئة. وفي دولة الإمارات العربية المتحدة توجد الهيئة الاتحادية للبيئة (جدول 7– 3). ومن الجدير بالذكر أن جمهورية العراق متغيبة عن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية لأكثر من عقد من السنين، وهي بحاجة إلى إعادة مشاركتها في فعاليات برامج المنظمة بأسرع ما يمكن.

جدول 7– 3 المؤسسات والإدارات البيئية في الدول الأعضاء بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية.

الدول الأعضاء	الهيئات المسئولة عن السياسات البيئية	الهيئة التنفيذية
مملكة البحرين	**شئون البيئة والحياة الفطرية**	**الهيئة العامة لحماية الثروة البحرية والبيئة والحياة الفطرية**
الجمهورية الإسلامية الإيرانية	**المجلس الأعلى للبيئة**	**إدارة البيئة**
جمهورية العراق	**وزارة البيئة**	**وزارة البيئة / مركز علوم البحار**
دولة الكويت	**الهيئة العامة للبيئة**	**الهيئة العامة للبيئة**
سلطنة عمان	**مجلس الوزراء**	**وزارة البلديات الإقليمية والبيئة وموارد المياه**
دولة قطر	**مجلس الوزراء (اللجنة الدائمة لحماية البيئة)**	**المجلس الأعلى للبيئة والمحميات الطبيعية**
المملكة العربية السعودية	**اللجنة الوزارية للبيئة**	**الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة**
الإمارات العربية المتحدة	**المجلس الاتحادي**	**الهيئة الاتحادية للبيئة**

وقد أصبح للمنظمات غير الحكومية دور أكثر أهمية، ويتزايد هذا الدور في المناطق التي تحتاج إلى مشاركة شعبية فعالة، وفي مجالات رفع مستوى التوعية العامة بالقضايا البيئية. وفي جميع الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية تقريباً فإن المنظمات غير الحكومية تمارس دورها، وتقوم بتنفيذ العديد من الأنشطة والفعاليات التي يرتبط العديد منها بالبيئة البحرية. ولعل أبرز مثال يمكن الاستشهاد به في هذا الصدد هو الجمعية الكويتية لحماية البيئة التي قامت مؤخراً بتشكيل فريق الغوص الذي ساعد في بعض فعاليات الغوص لتنظيف المواقع البحرية الملوثة (SOMER, 2000). وقد تبنت الهيئة العامة للبيئة في دولة الكويت طريقة لتعزيز وترسيخ مفهوم حماية البيئة بين جميع قطاعات المجتمع، وذلك من خلال اختيار إحدى السيدات المعنيات بحماية البيئة في كل منطقة سكنية، وذلك لكي تكون عمدة هذه المنطقة والمسئولة عن الاهتمام بالقضايا البيئية ومتابعتها بها (Kuwait Times, 24 July 2003).

ويمكن تقسيم جميع الهيئات المسئولة عن التنسيق العام للمسائل المتعلقة بحماية البيئة إلى ثلاث فئات: فئة تعمل على المستوى الوطني، وفئة خاصة بالمستوى الإقليمي، وثالثة تعمل على المستوى الدولي. ويوضح تقرير حالة البيئة البحرية SOMER لعام 1999 التفاصيل المتعلقة بإنشاء هذه الهيئات وطبيعة عملها، وما بينها من تداخل في المهام.

3-7 الإستراتيجيات وأولويات العمل من أجل تحقيق التنمية المستدامة

إن الالتزام على أعلى مستوى، والطويل الأمد، من قبل حكومات المنطقة يعد ضرورياً لتوفير الحماية المناسبة والإدارة الفعالة والتنمية المستدامة للمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية ومواردها. والمساندة الحكومية مطلوبة لضمان التعامل مع الأولويات الإقليمية والعالمية بشكل مناسب، ودعمها من خلال الإجراءات السياسية والتطبيق الفعلي للتشريعات ذات الصلة، وتنفيذ القوانين والاتفاقيات والبروتوكولات التي

تلتزم بها هذه الحكومات، ومن خلال بناء الهيئات والخبرات على المستويين الوطني والإقليمي. كما أن دمج الاتفاقيات والسياسات (المعاهدات والتشريعات) الإقليمية والدولية في التشريعات الوطنية يوفر للمنطقة فرصة للتفاعل والاستفادة من والتأثير في إعداد وتطوير البرامج والسياسات العالمية.

ويمكن للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أن تقوم بدور وسيط بين القضايا العالمية والوطنية. فإدماج القضايا البيئية للمنطقة في خطط العمل السياسية والاجتماعية – الاقتصادية للدول الأعضاء هو جوهر إعلان ريو لعام 1992. ويحدد هذا القسم بعض القضايا ذات الأولوية التي يجب إدراجها في إستراتيجية حماية البيئة بالمنطقة.

7-3-1 الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية

يمكن إعداد وتطوير خطط الإدارة المتكاملة للمناطق السياحية من خلال منظور إقليمي لتوفير إطار عمل شامل لإدارة المناطق الساحلية. ويتم استكمال هذه الخطط بإعداد خطط محددة أخرى للمناطق السكنية (الحضرية) والصناعية والمناطق الواقعة حول الموانئ الصناعية والمناطق الحرة، وإعداد خطط خاصة بإدارة المناطق السياحية والمناطق الحساسة بيئياً بما في ذلك المناطق الساحلية والبحرية والمناطق المحمية .

ومن أدوات التخطيط الأخرى المكملة للإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية، والتي يتم تطبيقها أيضاً في مشاريع التنمية الرئيسية والأنشطة البشرية: إجراءات تقييم المردود البيئي (EIA) التي قد تساعد على تقليل التدهور البيئي إلى حد كبير، وبخاصة من الأنشطة القائمة في البر. والدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بحاجة إلى إجراءات تقييم المردود البيئي لتسهيل عمليات الإدارة البيئية الصحيحة وتحقيق التنمية الاقتصادية بشكل أكثر فاعلية.

7-3-2 إستراتيجيات المحافظة على البيئة البحرية

نظراً للتهديدات المتزايدة التي تتعرض لهما البيئتان البحرية والساحلية، والتي تؤثر في سلامة كل منهما، فإن هناك حاجة ملحة إلى آليات أكثر فاعلية للمحافظة عليهما

بطريقة تحد من القرارات الفردية. إن توفير الحماية اللازمة، وإعادة تأهيل الموائل البحرية والساحلية عند الضرورة، يجب أن تكون لهما أقصى درجات الأولوية للمحافظة على التنوع الحيوي (البيولوجي). وتعد أماكن وضع البيض، والتعشيش، ومناطق تفريخ الأنواع المهمة والأساسية من الأحياء البحرية، ذات أهمية خاصة. ويجب مراعاة سلامة المنطقة البحرية للمنظمة وكذلك سائر المناطق ذات الأهمية الإقليمية. ويجب تطوير وتفعيل التشريعات الوطنية والإقليمية من أجل حماية الموائل البحرية. ومن الجدير بالذكر أن الإستراتيجيات الإقليمية والوطنية الخاصة بالمحافظة على البيئة يكمل بعضها بعضاً، ولهذا يجب تطويرها بالنسبة للموائل الرئيسية مثل: الأراضي الرطبة الساحلية، وأشجار القرم، ومناطق الحشائش البحرية، والشعاب المرجانية، والمنحدرات الساحلية التي يزدهر فيها المحار في المنطقة البحرية للمنظمة.

7-3-3 دعم تطبيق وتنفيذ بروتوكولات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

كما سبق أن ذكرنا فإن اتفاقية الكويت الإقليمية يتصل بها أربعة بروتوكولات تختص بجوانب مختلفة لحماية البيئة البحرية وإدارتها. وتم تبني هذه البروتوكولات لتحقيق أهداف الاتفاقية فيما يتعلق بضمان التحكم في مشروعات التنمية وسائر الأنشطة البشرية الأخرى، والتحكم فيها بحيث لا تسبب أية أضرار بالبيئة البحرية، ولا تعرض مواردها وثرواتها الحية للخطر أو تتسبب في إيجاد أخطار على الصحة العامة وسلامة البشر. وثمة هدف آخر لهذه البروتوكولات هو إعداد وتطوير وسيلة إدارية متكاملة لاستخدام البيئة البحرية والمناطق الساحلية بطريقة مستدامة تسمح بتحقيق الأهداف التنموية والبيئية بطريقة صحيحة تضمن عدم التعارض بين أهداف المحافظة على البيئة وأهداف تحقيق التنمية في المنطقة.

ولهذا، فمن الأهمية بمكان أن يتم دعم وتنفيذ بروتوكولات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وتعزيزها، ومتابعة تطبيقها بجدية من قبل السلطات المختصة في كل دولة من الدول الأعضاء في المنظمة لتحقيق الأهداف المتوخاة منها. ويجب أن يكون هذا الدعم والعمل على تنفيذ وتطبيق تلك البروتوكولات أحد العناصر الرئيسية في إعداد

الإستراتيجيات والتشريعات الوطنية للدول الأعضاء؛ من أجل حماية المناطق البحرية والساحلية التابعة لها، وتحقيق التنمية المستدامة فيها.

7-3-4 بناء القدرات

ثمة عامل مهم لتحقيق الأهداف البيئية والتعامل بفاعلية مع القضايا التي تم تناولها سابقاً، وهو بناء القدرات الوطنية والإقليمية التي تُمكّن الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية من التصدي للتحديات التي تواجهها والوفاء بالتزاماتها تجاه حماية البيئة البحرية. ولهذا يجب متابعة برامج بناء القدرات بشكل دقيق على المستويين الوطني والإقليمي، وذلك في جميع المجالات المحددة في هذا التقرير. كما يجب تشجيع المشاركة في برامج المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية الخاصة بالتدريب المحلي والدورات التدريبية القصيرة المدة التي يتم تنظيمها إقليمياً ووطنياً، بالإضافة إلى زيارة المختبرات والمعاهد ذات الكفاءة، وإيجاد برنامج لتبادل العلماء والخبراء بين دول المنطقة أو بالتعاون مع المناطق الأخرى. ويتطلب ذلك اهتماماً أكبر بالقضايا البيئية من قِبَل المعاهد العلمية والجامعات. ويجب أن ندرج تلك القضايا في جميع المناهج التعليمية، بحيث تشكل جزءاً كبيراً من المواد التي يتم تعليمها لمختلف التخصصات، حتى يمكن توفير متخصصين أكفاء وخبراء في مختلف المجالات البيئية، يمكن من خلالهم مواجهة التحديات المستقبلية في المنطقة.

7-3-5 تعزيز برامج التوعية البيئية العامة، وتبادل المعلومات، وشبكات البيانات

تعد التوعية البيئية العامة مكوناً أساسياً من مكونات أي سياسة وطنية لحماية البيئة والمحافظة عليها. وعلى المستوى الإقليمي يجب إعداد ومتابعة تنفيذ إستراتيجيات تعزيز التوعية البيئية بين الجمهور، والاستفادة من الخبرات الوطنية المتوافرة بالفعل في العديد من الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وفي هذا الصدد تجدر بنا الإشارة إلى أن عدداً كبيراً من المستفيدين من المناطق الساحلية بحاجة إلى برامج توعية متعددة المستوى تستهدف مختلف الفئات منهم.

7-3-6 التعاون مع المنظمات غير الحكومية

تم إنشاء عدد متزايد من المنظمات غير الحكومية في معظم الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. ولكن دور هذه المنظمات في تخطيط وتنفيذ مشروعاتها وبرامجها بحاجة إلى تعضيد. وإضافة إلى ذلك، فإن تلك المنظمات بحاجة إلى بناء القدرات لزيادة مشاركتها هي والمؤسسات الأخرى والقطاع الخاص في وضع وإعداد السياسات البيئية، واتخاذ الإجراءات ذات العلاقة بالمناطق ذات الأولوية في برنامج المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. كما أن المنظمات غير الحكومية بحاجة إلى التحقق من أهدافها، والاضطلاع بدورها في تطوير السياسات الوطنية، وتقديم النصائح والاستشارات البيئية والنقد البناء، ومساعدة السلطات الوطنية البيئية.

7-3-7 التنسيق بين المنظمات الإقليمية والدولية

ثمة عنصر إستراتيجي على درجة كبيرة من الأهمية أيضاً هو زيادة التعاون بين المنظمات البيئية الإقليمية والجهات والهيئات التي لها علاقة بالبيئة البحرية. ولعل أفضل نموذج للتدليل على ذلك هو التعاون القائم بين المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية والهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن PERSGA، وهو التعاون الذي بلغ ذروته في عقد مؤتمر (من بحر إلى بحر) في عام 1995، واستمر منذ ذلك الحين بعد أن اكتسب قوة دفع كبيرة. وثمة نموذج آخر للتعاون الإقليمي يتمثل في تعاون المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية مع مجلس التعاون الخليجي في مجال القضايا البيئية، مثل: إجراء دراسة حول مرافق استقبال مياه التوازن، وإعداد برنامج لمراقبة أحوال الموانئ، وإعداد مسودة بروتوكول إقليمي حول التنوع الحيوي (البيولوجي)، وإنشاء المحميات البحرية.

إن مذكرة التفاهم MoU بين مجلس الوزراء العرب المسئولين عن البيئة CAMRE، والهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن، والمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، التي تم التوقيع عليها في عام 1999، تقدم إطاراً عاماً للتعاون الإقليمي يتسم بالشفافية الكاملة، وتمنع الازدواجية،

وتساعد على المشاركة في تبادل الخبرات والمعلومات. كما أقامت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أيضاً علاقات عمل وتعاون وثيق مع العديد من المنظمات الدولية وبرامجها ومعاهداتها ذات الصلة، وبخاصة منظمة الأغذية والزراعة FAO، والوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA، والمكتب الدولي للهيدروغرافيا IHB، والمنظمة البحرية الدولية IMO، واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات IOC، والمنظمة الدولية للمقاييس ISO، والاتحاد الدولي لصون الطبيعة IUCN، ومنظمة الدول المصدرة للنفط OPEC، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي UNDP، وبرنامج الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم UNESCO ، ومنظمة الصحة العالمية WHO. والتعاون والأنشطة المشتركة بين المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية وسائر الجهات البيئية الإقليمية الأخرى، وبين المنظمات البيئية الإقليمية والدولية، مطلوب أيضاً، ويجب تشجيعه وإضفاء الصفة الرسمية عليه. وفي هذا الصدد، فإن برنامج البحار الإقليمية التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة يوفر أداة مناسبة ومهمة لزيادة التعاون بين مختلف برامج البحار الإقليمية، ويوفر الترتيبات المناسبة لتحقيق "التوأمة" بين هذه البرامج.

7-3-8 ملاءمة التشريعات الدولية للدول الأعضاء في المنظمة

إن الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، باعتبارها دول أعضاء في المجتمع الدولي، لها جميعاً دور مهم يجب أن تقوم به على المستوى العالمي. وأداء هذا الدور قد يكون ذا اتجاهين فقط، هما: المشاركة في السياسات والاتفاقيات والبرامج الدولية، وتوفيق السياسات والتشريعات الوطنية لتحقيق الأهداف المتوخاة من السياسات والاتفاقيات الدولية. ويمكن أن تكون المعاهدات الدولية غير عادلة لمنطقتنا إذا أخفقنا في حضور مراحل إعدادها. وقد تم إعداد معاهدات الأمم المتحدة بعد مناقشات صعبة، وعلى أساس إجماع الدول المشاركة في مرحلة الإعداد، وبمجرد أن تدخل هذه المعاهدات حيز التنفيذ يكون من الصعب تغييرها. ولهذا فإن على الدول الأعضاء في المنظمة أن تواصل مشاركتها في إعداد المعاهدات الدولية لضمان مراعاة هذه المعاهدات لمتطلبات منطقتنا البحرية وما توفره من فرص لخدمة دول هذه المنطقة.

7-3-9 التقييم والمراقبة البيئية

على الرغم من التقدم الكبير الذي حدث منذ عام 1999 في إعداد التقييم البيئي ونظم مراقبة حالة البيئة بالمنطقة البحرية للمنظمة بصورة منتظمة، فإن الحاجة ماسة إلى برنامج يتم تعزيزه ودعمه للمراقبة والتقييم البيئي وذلك لمواجهة التحديات الجديدة بالمنطقة. ويجب إعداد هذا البرنامج بحيث يكون متكاملاً مع برامج عالمية أكبر للتقييم البيئي مثل برنامج الأمم المتحدة الدولي للتقييم البحري، وكذلك توقعات البيئة العالمية (جيو) Global Environment Outlook، على أن يتم إعداد هذا البرنامج بالتعاون مع المؤسسات العلمية الإقليمية والدولية ووكالات الأمم المتحدة ذات العلاقة.

وقد قامت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالفعل ببذل جهود كبيرة لاستغلال تقنيات عصر الفضاء المتقدمة في مراقبة حالة البيئة البحرية للمنطقة، والحصول على معلومات وبيانات دقيقة وفورية تقريباً حول موقع أي تسرب نفطي في البحر ونوعه وكمية النفط المتسرب. كما يتم الحصول أيضاً على البيانات الأخرى ذات العلاقة مثل: جودة مياه البحر، والتغيرات المورفولوجية الساحلية، والمعلومات التي تحتاج إلى برامج مراقبة ومتابعة للحصول عليها. وعلى الدول الأعضاء في المنظمة أن تساند هذه الجهود الإقليمية لتحقيق الأهداف المرجوة منها.

وتستخدم التقنيات التي تعتمد على الاستفادة من الأقمار الصناعية بشكل واسع في أعمال المراقبة البيئية وأنشطة البحوث البيئية. وفي هذا الصدد أنشأت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية مختبر الاستشعار عن بعد للحصول على الصور الفضائية التي يتم التقاطها عن طريق الاستشعار عن بعد بالأقمار الصناعية لمنطقة عمل المنظمة، والاستفادة منها في إعداد الخرائط والصور التي توضح سمات المنطقة وخصائصها وموائلها وتوزيع الأحياء البحرية فيها .... إلخ.

وقد قامت المنظمة بتحديث إمكانياتها وقدراتها في مجال الاستفادة من صور الأقمار الصناعية، وأدخلت في أوائل عام 2003م نظام استقبال ومعالجة هذه الصور لمراقبة المناطق البحرية والساحلية. وقد ساندت الدول الأعضاء في المنظمة، وكذلك المنظمات

الإقليمية والدولية ذات العلاقة بالمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، في إنشاء محطة استقبال صور الأقمار الصناعية (شكل 7 –1).

شكل 7– 1 المحطة الأرضية للاستشعار عن بعد في مبنى الأمانة العامة للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بدولة الكويت.

7-3-10 مراقبة ومعالجة البقع النفطية

كما فصلنا القول من قبل، يعدّ التلوث النفطي أعظم أنواع التلوث في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. كما أن البقع النفطية وآثارها الملحوظة وغير الملحوظة أسهمت في العديد من الأخطار البيئية التي هددت المنطقة منذ فترة طويلة.

وعلى الرغم من كثافة حركة ناقلات النفط في المنطقة البحرية للمنظمة، فإن ثمة عدداً محدوداً من مرافق الاستقبال في المنطقة، ومعظمها غير مناسب لاستقبال ومعالجة النفايات النفطية ومياه التوازن أو غيرها من النفايات الأخرى التي تلقيها السفن التي

تعبر المنطقة. وهذا النقص العام في مرافق الاستقبال الملائمة غالباً ما يؤدي إلى طرح كميات كبيرة من مياه التوازن والنفايات النفطية الأخرى في البيئة البحرية للمنطقة بصورة غير قانونية، ومن ثم يسهم في زيادة حجم التلوث الذي يمكن مشاهدته والذي يتسم بمستوياته العالمية في المنطقة.

إن تنفيذ التوصيات الناتجة عن دراسة جدوى مرافق الاستقبال، تلك الدراسة التي تم إكمالها بواسطة خبراء وطنيين ودوليين يعملون برعاية المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية / مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية MEMAC، سوف يسهم في إعلان المنطقة البحرية للمنظمة "منطقة خاصة" وفقاً لاتفاقية ماربول 73/ 78. وبموجب ذلك، يمكن للدول الأعضاء في المنظمة، والتي هي دول أطراف في اتفاقية ماربول، أن تقوم بفحص وتفتيش ومعاينة جميع السفن التي تبحر في المياه الملاحية بالمنطقة، وأن تطبق عليها الشروط المنصوص عليها في الاتفاقية.

إن الانضمام إلى اتفاقية ماربول 73/ 78، وإنشاء مرافق الاستقبال، يتطلب أيضاً تبني "إجراءات مراقبة حالة الموانئ" التي بموجبها فإن السفن التي تمر عبر "المنطقة الاقتصادية الحصرية" Exclusive Economic Zone (EEZ) لدولة ذات سيادة يمكن تفتيشها للتأكد من التزامها بالاتفاقيات الدولية المطبقة في المنطقة. وتوفر "إجراءات مراقبة حالة الموانئ" الإجراءات المعيارية، والرسوم التي تفرض على السفن حتى لا يسمح لها بدخول الموانئ التي تتصف بعدم الحزم في تطبيق التشريعات القانونية وعدم توافر مرافق الاستقبال الملائمة بها.

7-3-11 التحكم في التلوث الناجم من مصادر في البر

يجب على الدول الأعضاء في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية أن تتابع بجدية تنفيذ البروتوكول الخاص بحماية البيئة البحرية من التلوث الناجم من مصادر في البر وبرنامج العمل الإقليمي المرافق لهذا البروتوكول. وتتضمن مكونات برنامج العمل الإقليمي: إجراء مسح للأنشطة القائمة في البر، وإعداد دراسات دليلية عن الملوثات، وإعداد الإرشادات الفنية حول إدارة الأنشطة القائمة في البر، وبرامج التدريب، وإنشاء نظم قواعد البيانات، وإعداد خطة إدارة حوض شط العرب وأحواض سائر الأنهار الأخرى بالمنطقة. وتتطلب هذه الجهود تعاوناً كبيراً، وإقامة علاقات وثيقة مع دول خارج منطقة عمل المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، ومهارات دبلوماسية، وقدرة على الحصول على مساندة وتعاون المنظمات الدولية والإقليمية ذات العلاقة. وفي هذا الصدد فإن أحد المجالات الرئيسية التي تم التركيز عليها في خطة تنفيذ قرارات مؤتمر القمة العالمى للتنمية المستدامة WSSD Plan هي الاستجابة المتقدمة لحوادث التلوث الناجم من مياه المجاري المنزلية خلال الفترة من 2002 إلى 2006 . وقد عبرت المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية عن تقديرها لهذه الخطة، وبدأت في التعاون مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ برنامج العمل الدولي UNEP/GPA في خطة عملها الإستراتيجية حول مياه المجاري المنزلية.

12-3-7 التحكم في عمليات جرف رمال الشواطئ واستصلاح الأراضي وتغيير مورفولوجية السواحل

إن أنشطة جرف الرمال من الشواطئ، واستصلاح السواحل وردمها، تعد أحد الملامح التي يمكن ملاحظتها بصورة دائمة في العديد من الأماكن الساحلية بالمنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية. وكإجراء علاجي، يجب فرض قيود حكومية صارمة على تلك الأنشطة. وفي البلدان التي توجد فيها تشريعات تُحّرم أنشطة الجرف واستصلاح الشواطئ، يجب تطبيق هذه التشريعات والالتزام بها بصورة صارمة. ومن

المفضل أن يتم تجنب هذه الأنشطة التدميرية بصورة كلية إذا كان ذلك بالإمكان. أما إذا لم يكن بالإمكان تحقيق ذلك، فيجب – والوضع كذلك – إجراء تقييم المردود البيئي لمثل هذه الأنشطة، والحصول على ترخيص رسمي قبل البدء في أي مشروع على أي مستوى كان، صغيراً أو كبيراً، يتطلب جرفاً أو ردماً، وبخاصة في الأماكن المجاورة للمناطق الحساسة بيئياً. وعلاوة على ذلك، فإن عمليات جرف الرمال المسموح بها يجب أن تتبع معايير تشغيلية واضحة. كما يجب تقييم ومراقبة آثار هذه المشروعات على الأنظمة البيئية البحرية والساحلية المجاورة. والمشروعات التي تتطلب ردم أجزاء من الشاطئ، وتغيير مورفولوجية الساحل لدولة ما، تكون بحاجة إلى تقييمها من منظور إقليمي من خلال المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية؛ لكي يتم تجنب حدوث تغيرات بيئية (إيكولوجية) كبيرة في المنطقة البحرية للمنظمة.

13-3-7 استزراع أشجار القرم، وإعادة تأهيل مناطق الشعاب المرجانية وحماية المناطق الرطبة

تمثل مناطق أشجار القرم، والبحيرات الساحلية، ومُهُد الحشائش البحرية، والشعاب المرجانية، مكونات مهمة للنظم البيئية (الإيكولوجية) في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، تلك النظم التي تعرضت لتدهور وفساد كبيرين. وإعادة تأهيل النظم البيئية المتضررة، وإعادة إدخال الأنواع التي فقدتها المنطقة من الأحياء البحرية أو تجمعات هذه الأحياء، من خلال التعاون الفعال بين معاهد البحوث العلمية والجهات المسئولة عن مصائد الأسماك وحماية البيئة، تُعدّ إجراءات ضرورية لوقف تيار التدمير والتحرك قدماً باتجاه إعادة تأهيل هذه المواطن. وفي الوقت نفسه، لما كانت مشروعات إعادة التأهيل مكلفة جداً فإن على الحكومات وبنوك وصناديق التمويل والتنمية والقطاع الخاص أن تدعم هذا الجهد الإقليمي المهم.

7-3-14 إعداد نظام المعلومات البيئية، وتطوير برنامج الإبلاغ عن الحوادث البيئية

إن حجم البيانات المتاحة من برامج المراقبة البيئية، وكذلك نتائج رحلات سفن الأبحاث العلمية في المنطقة البحرية للمنظمة، ومصادر المعلومات الأخرى، يمكن زيادتها واستثمارها في إعداد وتطوير نظام معلومات بيئية له القدرة على أن يرتبط بنظام معلومات جغرافية. ومثل هذا النظام من نظم المعلومات يمكن استخدامه على نطاق واسع، والاستفادة منه من قبل العلماء والسلطات المعنية بحماية بيئتنا البحرية. وعلى نفس الدرجة من الأهمية يمكن توصيل هذه البيانات أو فحواها في أوانها إلى السياسيين وصناع القرار والجمهور أيضاً للمساعدة على التخطيط لاتخاذ الإجراء المناسب. وفي هذا الصدد، فإن الحاجة ماسة إلى تقوية وتعزيز قدرات المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية على الإبلاغ البيئي (المتعلق بالحوادث البيئية البحرية والتزويد بالمعلومات الضرورية المتعلقة برصد الملوثات وغيرها)، ونشر تقاريرها البيئية في صورة ورقية أو إلكترونية، بما في ذلك نشرها من خلال موقع المنظمة على شبكة الإنترنت.

7-4 التوصيات

هناك العديد من الإجراءات التي يجب اتخاذها على المستويين الوطني والإقليمي لمساعدة نقاط الارتباط الوطنية على تطبيق وتنفيذ إجراءات وشروط الاتفاقيات الإقليمية والدولية.

فعلى المستوى الوطني، فإن ما يلي مطلوب:

أ) تقوية دور نقاط الارتباط الوطنية من خلال توفير الدعم الفني والإداري والقانوني لها.

ب) تحديث وتطوير برامج المراقبة وضمان الجودة.
ج) متابعة العلاقات الوثيقة مع البنى السياسية والاجتماعية.
د) تبني مناهج ووسائل إقليمية.
هـ) إجراء تقييم المردود البيئي كأداة مفيدة ومنهج وقائي جيد.
و) اتباع الأساليب المتكاملة لإدارة المناطق الساحلية.

وعلى المستوى الإقليمي فإن النقاط التالية ذات أهمية كبيرة، ويجب التعامل معها بانتباه وحرص:

أ) التلوث البحري الناتج من إنتاج النفط وعمليات نقله.
ب) زيادة حجم الأنشطة القائمة في البر والمؤثرة في البيئة البحرية.
ج) ازدياد حجم التلوث الناتج من السوائل المنصرفة من المرافق البلدية (مياه المجاري)، وقلة نسبة ما يتم معالجته منها.
د) فقدان المصائد والتنوع الحيوي والنظم البيئية (الإيكولوجية) نتيجة للصيد الجائر واستخدام وسائل أو طرق غير شرعية في الصيد.
هـ) ضخامة حجم ملوثات البيئة البحرية الناتجة من مصادر صناعية.

دلالات الاختصارات الواردة في التقرير

AD : بعد الميلاد

ASA : الملخص الإحصائي السنوي

PAPCO : شركة نفط البحرين

BC : قبل الميلاد

BOD : الطلب على الأكسيجين البيوكيميائي

CAMRE : مجلس الوزراء العرب المسئولين عن البيئة

CO : أول أكسيد الكربون

COD : الطلب على الأكسيجين الكيميائي

COTS : نجم البحر ذو التاج الشوكي

DBT : ثنائي بيوتيل القصدير

DDD : ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثنائي كلورو الإيثان

DDE : ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثنائي كلورو الإيثيلين

DDT : ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان

DEWA : هيئة كهرباء ومياه دبي

DO : الأكسيجين المذاب

DOE - I. R. Iran : إدارة البيئة – الجمهورية الإسلامية الإيرانية

E & P : الاستكشاف والإنتاج

ED : الديلزة الكهربائية

EES/FRD : قسم البيئة وعلوم الأرض / قسم الموارد الغذائية

EEZ : المنطقة الاقتصادية الحصرية

EIA : تقييم المردود البيئي

EOS : نظام الرصد الأرضي

EPA – Kuwait : الهيئة العامة للبيئة – الكويت

EPD – Kuwait : إدارة حماية البيئة – الكويت

ERL : المدى الأدنى للتأثير

ERM : المدى المتوسط للتأثير

ESA : الجمعية البيئية (الإيكولوجية) الأمريكية

EU : الاتحاد الأوروبي

FAO : منظمة الأغذية والزراعة

FSS : قسم إحصائيات المصائد السمكية

GCC: مجلس التعاون الخليجي

GDP : إجمالي الناتج المحلي

GEO : توقعات البيئة العالمية

GESAMP : الفريق المشترك للخبراء في الجوانب العلمية لحماية البيئة البحرية

HCH : سداسي كلورو الهكسان الحلقي

IAEA - MESL : الوكالة الدولية للطاقة الذرية – معمل الدراسات البحرية

ICAM : الإدارة المتكاملة للمناطق الساحلية

IFRO : منظمة أبحاث مصائد الأسماك الإيرانية

IHB : المكتب الدولي للهيدروجرافيا

IMO : المنظمة الدولية البحرية

IOC : اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات

ISO : المنظمة الدولية للمقاييس

ISOG : الخطوط الإرشادية الكندية لجودة الرواسب الغضونية

IUCN : الاتحاد الدولي لصون الطبيعة

JICA : الوكالة اليابانية للتعاون الدولي

KISR : معهد الكويت للأبحاث العلمية

LBA : أنشطة برية

MAB - UNESCO : الإنسان والمحيط الحيوي – منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة

MAF - Oman : وزارة الزراعة والثروة السمكية – سلطنة عمان

MEMAC : مركز المساعدة المتبادلة للطوارئ البحرية

MEPA : مصلحة الأرصاد وحماية البيئة*

MNR : التقرير البحري الوطني

MODIS : مقياس الإشعاع الطيفي للتصوير المتوسط

MoU : مذكرة تفاهم

MRMEWR – Oman : وزارة البلديات الإقليمية والبيئة وموارد المياه – سلطنة عمان

MTBE : ميثيل ثلاثي بيوتيل الإثير ــــــــــــــ

* تغير الاسم إلى الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة PME.

MTC-Oman – وزارة النقل والمواصلات – سلطنة عمان

NASA : الإدارة الوطنية للطيران والفضاء

NFPs : نقاط الارتباط الوطنية

NGOs : المنظمات غير الحكومية

NOAA : الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي

NODCO : شركة البترول الوطنية للتوزيع

NO_X : أكاسيد النيتروجين

NRC : المجلس الوطني للبحوث

OLNG : شركة عمان للغاز الطبيعي المسال

OPEC : منظمة الأقطار المصدرة للنفط

OPRC : الاتفاقية الدولية للجاهزية والاستجابة والتعاون في حالات التلوث النفطي

PAAC : الهيئة العامة لتقدير التعويضات

PAHs : الهيدروكربونات العطرية (الأروماتية) العديدة الحلقات

PCBs : متعدد ثنائي الفينيل المكلور

PDO : شركة تنمية نفط عمان

PEL : مستوى الآثار المحتملة

PERSGA : الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن

PHCs : الهيدروكربونات البترولية

PM : مواد الجسيمات الهبائية

POPs : الملوثات العضوية الثابتة

QNR : محمية القرم الطبيعية

RO : التناضح العكسي

ROPME : المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

RPA : البرنامج الإقليمي للعمل

RSA : المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

RV : سفينة الأبحاث

SBA : الأنشطة القائمة في البحر

SMA : الطبقة السطحية الرقيقة

SOMER : تقرير حالة البيئة البحرية

SO_X : أكاسيد الكبريت

SPM : مواد الجسيمات العالقة

SS : المواد الصلبة العالقة

SSW : المياه التحت سطحية

SWCC : مجلس المحافظة على المياه المالحة

TBT : ثلاثي بيوتيل القصدير

TC : الانضغاط الحراري

TDS : إجمالي المواد الصلبة المذابة

TOC : إجمالي الكربون العضوي

TPHT : ثلاثي فينيل القصدير

TSS : إجمالي المواد الصلبة العالقة

UAE : الإمارات العربية المتحدة

UCM : الخليط المعقد غير المذاب

UN : الأمم المتحدة

UNCLOS : اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار

UNDP : برنامج الأمم المتحدة الانمائي

UNDP/RBAS : برنامج الأمم المتحدة الانمائي / المكتب الإقليمي للدول العربية

UNEP : برنامج الأمم المتحدة للبيئة

UNEP/DEWA : برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ قسم الإنذار المبكر والتقييم

UNEP/GPA : برنامج الأمم المتحدة للبيئة / برنامج العمل الدولي

UNEP/ROWA : برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ المكتب الإقليمي لغرب آسيا

US - EPA : وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية

VC : الضغط البخاري

VOC : المركبات العضوية المتطايرة

WCMC : المركز الدولي لرصد المحافظة على البيئة

WHO : منظمة الصحة العالمية

WRI : معهد الموارد العالمية

WSSD : مؤتمر القمة العالمى للتنمية المستدامة

Reference المراجع

Abdulqader E. (1994). Bahrain benthic resources. Paper presented at the Eighth Session of the IOFC Committee for the Development and Management of the Fishery Resources of the Gulf. 17–21 December 1994, Muscat, Oman IOFC:DMG/94/Inf. 11.

Abdulqader E. (1999). Bahrain shrimp fishery and the marine environment – National Report. GEF/UNEP/FAO Project on reducing the impact of tropical shrimp trawling fisheries on living marine resources through the adoption of friendly techniques and practices.

Abdulraheem M. (1997). The challenge of environmental protection in the ROPME Sea Area. Second Specialty Conference on Environmental Progress in the Petroleum and Petrochemical Industries, Manama, Bahrain, 17–19 November 1997.

Abu-Gharrah Z., Abdulraheem M. (1999). Human activities and land-based sources of pollution in the ROPME Sea Area.

Ahmad F., Sultan A. (1989). Surface heat fluxes and their comparison with oceanic heat flow in the Red Sea. *Oceanologica Acta*, 12, 33–36.

Al-Abdessalaam T. (1995). Marine species of the Sultanate of Oman – An identification guide. Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 412pp.

Al-Aisry A., Al-Mammry J., Thangaraja M., Mathews C. (2001). Fish kill at Khuweimah, near Al-Askhara, Sharqiya 6–16/4/2001. Unpublished Report. Ministry of Agriculture and Fisheries, Muscat, Sultanate of Oman.

Al-Ansi M., Abdel-Moati M., Al-Ansari I. (2002). Causes of fish mortality along the Qatari waters (Arabian Gulf). *Intern. J. Environ. Studies*, 59(1), 59–71.

Al-Awadi F. (1995). Environmental impact of sites on power and desalination plants. *Desalination and Water Reuse*, 4(4), 28–21.

Al-Baharna W. (1992). Dangerous fishes of Bahrain. Ministry of Commerce and Agriculture Directorate of Fisheries, Bahrain. 47pp.

Al-Bakri D., Khalaf F., Al-Ghadban A. (1984). Mineralogy, genesis and sources of surficial sediments in the Kuwait marine environment. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55, 1266–1279.

Al-Bakri D., Fouda M., Behbehani M., Khalaf F., Shublaq W., Al-Sayed M., Al-Sheikh Z., Kihaneh W., Khuraibit A., Al-Kaid A. (1985). The Environmental Assessment of the intertidal zone of Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 1687, Kuwait.

Al-Bakri D., Samhan O., Lo J., Kittaneh W. (1989). Environmental and Hydraulic Studies for the Olympic sports complex site at Doha. RFS-230 Final Report. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 3063, Kuwait.

Al-Besharah J. (1992). The Kuwait oil fires and oil lakes – Facts and numbers. In: *Proceedings of an International Symposium on the environmental and health impacts of the Kuwaiti oil fires.* University of Birmingham, 17 October 1991.

Al-Foudari H. (2000). Technical Report – Status of Kuwait's 1999/2000 Shrimp fishery. Kuwait Institute for Scientific Research, Mariculture and Fisheries Dept., Food Resources Division, Kuwait.

Al-Ghadban A., Al-Majed N. (Eds.) (1997). State of Marine Environment Report for the State of Kuwait. Environment Public Authority, State of Kuwait.

Al-Ghadban A., Jacob P., Abdali F. (1994). Total Organic Carbon in the sediments of the Arabian Gulf and need for biological productivity investigations. *Marine Pollution Bulletin*, 28, 356–362.

Al-Gobaisi D. (1994). A quarter century of seawater desalination by large multi-stage flash plants in Abu Dhabi. *Desalination*, 99, 483–508.

Al-Hajri K. (1990). The circulation of the Arabian (Persian) Gulf. A model study of its dynamics. Ph.D. Dissertation, The Catholic University of America, 218pp.

Al-Husaini M. (1999). Assessment of the impact of fisheries on marine environment quality. 145–175. In: Al-Yamani F., Khan N., Bishop J., Al-Hossaini M., Subha-Rao D., Al-Ghadban A, Al-Salman M., Al-Jawad M., Al-Tabtabaie M., Behbahani M., Morgan G., Cressman D. *Development study for the optimal utilization of the marine environment. Field Report. Task 3. Assessment of the impacts of present and planned utilization of Kuwait's marine environment*. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR-5611, Safat, Kuwait.

Ali A. (1994). Wind regime of the Arabian Gulf. Department of Geography, Boston University, Boston MA, 02215.

Ali M., Riley P. (1986). The distribution of halomethanes in the coastal waters of Kuwait. *Marine Pollution Bulletin*, 17, 409–414.

Al-Khayat J., Al-Khayat F. (2000). Study of macrobenthic invertebrates in the Qatari waters, Arabian Gulf. *Bull. National Institute of Oceanography & Fisheries*, ARE, 26, 1–24.

Al-Kulaib A. (1990). Weather and climate of the State of Kuwait. Kuwait Department of Meteorology, Kuwait.

Al-Lihaibi S., Al-Omran L. (1996). Petroleum hydrocarbons in offshore sediments from the Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 65–69.

Al-Lihaibi S., Ghazi S. (1996). Hydrocarbon distribution in sediments of the Open Area of the Arabian Gulf following the 1991 Gulf War Oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 941–948.

Al-Madfa H., Abdel-Moati M., Al-Naama A. (1999). Beach tar contamination on the Qatari coastline of the Gulf. *Environment International*, 25, 505–513.

Al-Majed N. (2000). An evaluation of mercury pollution of the marine and atmospheric environment in Kuwait. Ph.D. Thesis, University of Liverpool.

Al-Majed N., Rajab W. (1998). Levels of mercury in the marine environment of the ROPME Sea Area. In : Otsuki, A., Abdulraheem M., Reynolds R. (Eds.*), Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill*. Tera Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo, 125–147.

Al-Majed N., Preston M. (2000). An assessment of the total and methyl mercury content of zooplankton and fish tissue collected from Kuwait territorial waters. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 298–307.

Al-Mohanna S., Meakins R. (2000). First record of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) in Kuwait. *Zoology in the Middle East*, 21, 27–29.

Al-Omran L., Rao C. (1999). The distribution and sources of hydrocarbons in the regional sea area of the Arabian Gulf. *Kuwait J. Sci. Eng*., 26, 301–313.

Al-Saad H., Al-Timari A. (1993). Sources of hydrocarbons and fatty acids in sediments from Hor Al-Hammar Marsh, Shatt Al-Arab, and North-west Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 26, 559–564.

Al-Sabahi A. (1997). Wastewater treatment and reuse in the Sultanate of Oman. *Proceedings of the Third Gulf Water Conference*, Muscat, March 1997, 3, 859–888.

Alsdirawi F. (1989). Wildlife resources of Kuwait: Historic trends and conservation potentials. Ph.D. Dissertation, University of Arizona, USA.

Alsdirawi F. (2002). Fauna of Kuwait: Current status. A consultant report for Environment Public Authority (EPA), Kuwait.

Al-Yamani F., Bishop J., Al-Refaei K., Ismail W., Al-Yaqout A., Al-Omran L., Kwarteng A., Al-Ghadban A., Sheppard C. (1997a). Assessment of the effects of the Shatt Al-Arab's altered discharge regimes on the ecology of the northern Arabian Gulf. Final Report. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 5174. Safat, Kuwait.

Al-Yamani F., Durvasula R., Ismail W., Al-Rifaie K., Al-Saeed T., Al-Yaqout A., Al-Omran L. (1997b). Dynamic oceanography of the northwestern waters of the Arabian Gulf: Ecological significance of the marine food web. Final Report. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 5173. Safat, Kuwait.

Al-Yamani F., Al-Rifaie K., Al-Mutairi H., Ismail W. (1998). Post-spill spatial distribution of zooplankton in ROPME Sea Area. In: Otsuki, A., Abdulraheem M., Reynolds R. (Eds.). *Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill*. Tera Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo.

Alzieu C. (1996). Biological effects of tributyltin on marine organisms. In: de Mora S. (Ed). *Tributyltin: case study of an environmental contaminant.* Cambridge University Press, Cambridge, UK, 167–211.

Al-Zubari W. (1997). Towards the establishment of a total water cycle management and re-use program in GCC countries. *Proceedings of the Third Gulf Water Conference*, Muscat, 8–13 March 1997, 1: 1–15.

Anbar H. (1996). Litter in the Arabian Gulf. *Marine Pollution Control*, 32, 455–456.

Anon. (1991). Sultanate of Oman fishery statistics, annual statistics report for 1990. Ministry of Agriculture and Fisheries, Directorate General of Fisheries Resources, Sultanate of Oman.

Anon. (1992). Sultanate of Oman fishery statistics, annual statistics report for 1991. Ministry of Agriculture and Fisheries, Directorate General of Fisheries Resources, Sultanate of Oman.

Anon. (1993). Sultanate of Oman fishery statistics, annual statistics report for 1992. Ministry of Agriculture and Fisheries, Directorate General of Fisheries Resources, Sultanate of Oman.

Anon. (1998). Sultanate of Oman fishery statistics, annual statistics report for 1997. Ministry of Agriculture and Fisheries, Directorate General of Fisheries Resources, Sultanate of Oman.

Apel M., Turkay M. (1999). Taxonomic composition, distribution and zoogeographic relationships of the Grapsid and Ocypodid crab fauna of intertidal soft bottoms in the Arabian Gulf. *Estuarine coastal and shelf science*, 49, 131–142.

ASA. (1998). Annual Statistical Abstract. Ministry of Planning, Statistics and Information Sector, Edition 35. State of Kuwait.

Aspinall S. (1996). Management of mangroves in the United Arab Emirates (Flora and Fauna of the Mangal Ecosystem). Symp. Conservation of Mangal Ecosystems, Al-Ain, UAE (Abstract).

Attar K., El Faer M., Rawdah T., Tawabini B. (1992). Levels of arsenic in fish from the Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 24, 94–97.

Baldwin R., Salm R. (1994). Whales and Dolphins along the coast of Oman. Published by Robert Baldwin. Seeb, Sultanate of Oman. 65pp.

Banat I., Hassan E., El-Shahawi, Abu-Hillal A. (1998). Post Gulf-war assessment of nutrient, heavy metal ions, hydrocarbons, and bacterial pollution levels in the UAE waters. *Environment International*, 24, 109–116.

Barlow R., Mantoura R., Cummings D. (1999). Monsoonal influence on the distribution of phytoplankton pigments in the Arabian Sea. *Deep-sea research Part II-Topical studies in oceanography*, 46, 677–699.

Barratt L. (1984). An ecological study of the rocky shores on the south coast of Oman. Report of IUCN and UNEP. Regional Seas Programme, Geneva.

Basson P., Burchard J., Hardy J., Price A. (1977). Biotopes of the Western Arabian Gulf. ARAMCO, Dhahran, 284pp.

Bately G., Scammell M., Brockbank C. (1992). The impact of the banning of tributyltin-based antifouling paints on the Sydney rock oyster. *Saccostrea commercialis*. *Sci. Total Environ*. 122, 301–314.

Bishop J. (2002). Fishing and mariculture. In: Khan N., Munawar M., Price A. (Eds.) *The Gulf Ecosystem: Health and sustainability*. 253–277.

Bosch D., Bosch E. (1982). *Seashells of Oman*. Longman Group Ltd, London and New York, 123–131.

Brewer P., Dyrssen, D. (1985). Chemical Oceanography of the Persian Gulf. *Progress In Oceanography*, 14, 41–55.

Brewer P., Fleer A., Kadar S., Shafer D., Smith C. (1978). Chemical oceanographic data from the Persian Gulf and Gulf of Oman. Technical Report A, Woods Hole Oceanographic Institution, National Science Foundation, Wash., 105pp.

Bruland K. (1983). Trace elements in sea-water. In: Riley J., Chester R. (Eds.) *Chemical Oceanography*. Academic Press, London, 8, 157–220.

Burns K., Villeneuve J., Anderlini V., Fowler S. (1982). Survey of tar, hydrocarbon and metal pollution in the coastal waters of Oman. *Marine Pollution Bulletin*, 13, 240–247.

Burt J., Ebell G. (1995). Organic Pollutants in mussels and sediments of the coastal waters off Perth, Western Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 30, 723–732.

Carleton J., Geller J. (1993). Ecological roulette: The global transport on non-indigenous marine organisms. *Science*, 261, 78–82.

Carpenter K., Krupp F., Jones D., Zajonj U. (1997). The living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar and the United Arab Emirates. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN 1020-4547.

Carvalho F., Montenegro-Guillen S., Villeneuve J., Cattini C., Bartocci J., Lacayo M., Cruz A. (1999). Chlorinated hydrocarbons in coastal lagoons of the Pacific coast of Nicaragua. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 36, 132–139.

Chand P., Victor R. (1992). Marine stings in the Gulf of Oman. A private report of Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman, 10pp.

Cheney D. (1985). Aquaculture in Oman: A review and analysis of the status and potential. Consultant report. Ministry of Agriculture and Fisheries, Muscat, Sultanate of Oman (mimeograph).

Chiffings T. (1998). A global representative system of marine protected areas, 3. Great barrier reef marine park authority, The World Bank, The World Conservation Union (IUCN). Marine Region II: Arabian Sea. Report to the World Bank Environment Department.

Clough B. (1993). Constraints on the growth, propagation and utilization of mangroves in regions. In: Lieth H., Almasoon A. (Eds.) *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*, 1, 341–352.

Coles S. (1988). Limitations on reef coral development in the Arabian Gulf: Temperature or algal competition? In *Proceedings of 6th International Coral Reef Symposium*, Townsville, Australia, 3, 211–216.

Coles S., McCain J. (1990). Environmental factors affecting benthic infaunal communities of the western Arabian Gulf. *Marine Environment Research*, 19, 289–315.

Coles S., Tarr A. (1990). Reef fish assemblages in the western Arabian Gulf. A geographically isolated population in an extreme environment. *Bulletin of Marine Science*, 47, 696–720.

Cooper N. (1991). Disarming the box jellyfish in Oman. *Medical Corps International* 1/91, 26–32.

Dannenberg D., Andersson R., Rappe C. (1997). Levels and patterns of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in surface sediments from the western Baltic Sea (Arkona Basin) and the Oder river estuarine system. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 1016–1024.

Darwin C. (1846). An account of fine dust which falls on vessels in the Atlantic Ocean. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 2, 26–30.

Dastillung M., Corbet B. (1978). La géochimie organique des sédiments moins profonds. Hydrocarbures saturés et insaturés des sédiments. In: Combaz A., Pelet R. (Eds.) *ORGON II Atlantique Nord-Est Brésil.* Centre National de la recherche Scientifique Publication, Paris, 293–323.

Debyser Y., Pelet R., Dastillung M. (1975). Géochimie organique des sédiments marins récents: Mer Noire, Baltique et Atlantique (Mauritanie). Madrid: Enadimsa 1977. *Adv. Org Geochem,* 1975. 289–320.

Delany A., Parkin D., Griffin J., Goldberg E., Reiman, B. (1967). Airborne dust collected at Barbados. *Geoch. Et. Cosm. Cta*, 31, 885–909.

Dodd R., Blasco F., Rafii Z., Torquebiau E. (1999). Mangroves of the United Arab Emirates: Ecotypic diversity in cuticular waxes at the bioclimatic extreme. *Aquatic Botany*, 63, 291–304.

DOE–I.R. Iran. (1998). An overview of two large-scale fish kills in Iranian coastal waters during 1993–1996. Department of the Environment, I.R. Iran.

DOE–I.R. Iran. (2003). Identification of the zooplankton – Oceanographic Cruise, Summer 2001 in ROPME Sea Area. Marine Environment Bureau, Department of the Environment, I.R. Iran.

Downing N., Roberts C. (1993). Has the Gulf War affected coral reefs of the northwestern Gulf? *Marine Pollution Bulletin*, 27, 149–156.

EES. (1998). Environment and Earth Sciences Division. Environmental impact assessment of Al-Akaz area development. EES, Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 3063, Kuwait.

EES/FRD. (1986). Environment and Earth Sciences Division/Food Resources Division. A preliminary assessment of the environmental impact of development projects in and around Sulaibikhat Bay. EES and FRD, Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 1890, Kuwait.

Emery K. (1956). Sediments and water of the Persian Gulf. *Bulletin of American Association for Petroleum Geology*, 40, 2354–2383.

EPA–Kuwait. (1999). Environment Public Authority. Monthly Report (January–December). State of Kuwait.

EPA–Kuwait. (2002). The most important achievements of the State of Kuwait in accordance with articles and requirements of Agenda 21. Environment Public Authority, Kuwait. Supervised and reviewed by Al-Sarawi, 375pp.

EPD–Kuwait. (1994). Annual Report. Environment Protection Department, Ministry of Health, Kuwait.

Equipe Cousteau. (1993). Concentration of chemical pollutants in sediments and mussels along the Danube. In: *The Danube...for whom and for what?* Equipe Cousteau's final report, Paris, 104–126.

Eriksen J. (1998). Breeding Bird Atlas of Oman. Oman Birds Records Committee-International Printing Press, Ruwi, Oman, 32 pp.

Eriksen J. (2000). Oman Bird List. Oman Birds Records Committee-International Printing Press, Ruwi, Oman.

ESA–Ecological Society of America. (2003). Fact Sheet – Invasive species. 4. (Website: http://esa.sdsc.edu/invas3.htm).

Evans M. (1992). The ICBP/NCWCD wader survey of the Gulf coast of Saudi Arabia during April–May 1991. Final Report. NCWCD, Riyadh and ICBP, UK.

FAO. (1997). Irrigation in the near east region in figures. FAO Hypermedia collections on desertification.

Feltkemp E., Krupp F. (1994). Establishment of a marine habitat and wildlife sanctuary for the Gulf region. Final Report for Phase 11. Submitted to the Commission of the European Communities, Brussels, and the National Commission for Wildlife Conservation and Development, Riyadh, 675pp.

Foda M. (1984). Physical monitoring of oil spill movements. *Proceedings of a Symposium of Fate and Fluxes of Hydrocarbons in the KAP Region*, Basrah, Iraq. UNEP/ROPME/IOC/BU.

Fouda M. (1995). Status of mangrove resources in the Sultanate of Oman. *Journal of Faculty of Science*, UAE University, 8, 169–183.

Fouda M. (1997). Overview of land-based sources and activities affecting the marine environment in ROPME Sea Area (DRAFT). (Prepared for UNEP and ROPME).

Fouda M. (1998). Overview of land-based sources and activities affecting the marine environment in ROPME Sea Area. (Prepared for UNEP and ROPME).

Fouda M., Hermosa G. Jr. (1993). A checklist of Oman fishes. Sultan Qaboos University, College of Agriculture, 42pp.

Fouda M., Al-Muharrami M. (1996). Significance of mangroves in the arid environment of the Sultanate of Oman. *Journal of Scientific Research. (Agriculture Science).* SQU 1, 41–49.

Fouda M., Hermosa G., Al-Harthi S. (1998). Status of fish biodiversity in the Sultanate of Oman. *Italian Journal of Zoology*, 65, 521–525.

Fowler S. (1985). Coastal baseline studies of pollutants in Bahrain, UAE and Oman. In: *Proceedings of a Regional Symposium for the Evaluation of Marine Pollution Monitoring and Research Programmes*, 8-11 Dec. 1985, Al-Ain, UAE.

Fowler S. (1988). Coastal baseline studies of pollutants in Bahrain, United Arab Emirates and the Sultanate of Oman. *Proc. Symp. Regional Marine Pollution Monitoring and Research Programmes*, ROPME, Kuwait, 155–180.

Fowler S. (1990). Critical review of selected heavy metal and chlorinated hydrocarbon concentrations in the marine environment. *Mar. Environ. Res*. 29(1), 1–64.

Fowler S. (2002a). Non-oil Industry. In: Khan N., Munawar M., Price A. (Eds.) *The Gulf Ecosystems: Health and Sustainability,* 157–172.

Fowler S. (2002b). Agrochemicals. In: Khan N., Munawar M., Price A. (Eds.) *The Gulf Ecosystems: Health and Sustainability,*193–204.

Fowler S., Readman J., Oregioni B., Villeneuve J., McKay K. (1993). Petroleum hydrocarbons and trace metals in near shore Gulf sediments and biota before and after the 1991 war: An assessment of temporal and spatial trends. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 171–182.

FSS. (1998). Fisheries Statistical Section–Annual statistics report 1997. Technical Circular No. 70. Directorate of Fisheries, Ministry of Commerce and Agriculture, Bahrain.

Galindo E., Celaya J., Munoz G., Sericano J. (1996). Organic contaminants in sediments from San Quintin Bay, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 378–381.

Gallagher M. (1990). Snakes of the Arabian Gulf (Privately printed – M. Gallagher, P.O. Box 668, Muscat, Sultanate of Oman).

Gallagher M., Scott D., Ormond R., Connor R., Jennings M. (1984). The distribution and conservation of seabirds breeding on the coast and islands of Iran and Arabia. In: *Status and conservation of the World's Seabirds*. ICBP Technical Publication, 2, 421–456.

Gasperetti J. (1988). Snakes of Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*, 9, 169–400.

GEO. (2000). Global Environment Outlook 2000. United Nations Environment Programme (UNEP).

GEO3. (2002). Global Environment Outlook 3 – Past, present and future perspectives. United Nations Environment Programme (UNEP).

Gerges M. (1993). On the impacts of the 1991 Gulf War on the environment of the Region: General observations. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 305–314.

GESAMP. (1990). The state of the marine environment. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 115.

Gharib I., Fouda M., Al-Hashash M., Marzouk F. (1985). A study of control measures of mobile sand problems in Kuwait Air Bases. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 1696, Kuwait.

Ghoroghi A., Gilkolaei R., Pourgholam R. (2001). The yield, physical and chemical properties of Agar Gel from *Gracilaria* species in the Iranian Coast water of the Oman Sea. In: *International conference on fisheries, aquaculture and environment in the NW Indian Ocean*. Sultan Qaboos University, 8–10 January 2001 (Abstract).

Goonewardene R. (1986). Marine Hazards. Part II "Venomous Coelenterates". Medical Newsletter, Ministry of Health, Sultanate of Oman, 85/1(4), 11–14.

Grimalt J., Albaiges, J. (1985). N-Alkane distributions in surface sediments from the Arabian Gulf. *Naturwissenschaften*, 72, 35–37.

Groombridge B. (1982). The IUCN Amphibia-Reptilia Red Data Book, Part I: Testudines, Crocodylia, Rhynchocephatia. IUCN, Gland, Switzerland, 426pp.

Halstead B., Auerbach P., Campbell D. (1990). A colour atlas of dangerous marine animals. Wolfe Medical Publications Ltd., 1–192.

Halwagy R., Halwagy M. (1977). Ecological studies on the desert of Kuwait. III. The vegetation of the coastal salt marshes. *The Journal of the University of Kuwait (Science)*, 4, 33–74.

Harbard G., Wolstencroft J. (1992). The ICBP/NCWCD waterbird survey of the Gulf coast of Saudi Arabia during November–December 1991. ICBP, UK.

Hardy J., Fowler S., Price A., Readman J., Oregioni B., Crecelius E., Gardiner W. (1993). Environmental assessment of sea surface contamination in the Gulf. Final report of the Joint IOC/IUCN Gulf Mission, August 1992. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland, 15pp.

Harrington F. (1976). Iran: Surveys of the southern Iranian coastline with recommendations for additional marine reserve. In: *Promotion of the establishment of marine parks and reserves in the northern Indian Ocean including the Red Sea and Persian Gulf*. Papers and Proceedings of the Regional Meeting held at Tehran, Iran, 6–10 March 1975. IUCN Publications New Series No. 35, 50–75.

Harrison P., Al-Hazeem S. (1999). Assessment of the health of coral reefs in the PERSGA and ROPME Region. PERSGA, ROPME, UNEP/ROWA.

Harrison N., Gangaya P., Morrison R. (1996). Organochlorines in the coastal marine environment of Vanuatu and Tonga. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 575–579.

Hartman M., Lange H., Seibold E., Walger E. (1971). Surface sediments in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. 1. *Geologic-hydrologic setting and firs t sedimentology results "Meteor" Forschungsergebnisse*. Series C 4, 1–76.

Hasan M., Juma H. (1992). Assessment of tributyltin in the environment of Bahrain. *Marine Pollution Bulletin* 24(8), 408–410.

Hashim O. (1993). Fisheries study in the Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 279–284.

Hashimoto S., Rsujimoto R., Maeda M., Ishimaru T., Yoshida J., Takasu Y., Koike Y., Mine Y., Kamatani A., Otsuki A. (1995). Distribution of nutrients and chlorophyll in the Gulf. Extremely high ratios of nitrite to nitrate in whole water column. In: Otsuki, A., Abdulraheem M., Reynolds R. (Eds.). *Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill.* Tera Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo.

Hassan E., El-Samra M. (1985). Physical and chemical characteristics of the ROPME Sea Area. *Proceedings of the Symposium on Regional Marine Pollution Monitoring and Research Programmes* (ROPME/GC-4/2), 46–70.

Hassan E., Hassan H. (1989). Contribution of the tides and of the excess evaporation to the water budget between the Arabian Gulf and the Gulf of Oman. *Arabian Gulf Journal for Scientific Research, Mathematical Physical Science*, A7, 93–109.

Hegazy A. (1998). Perspectives on survival, phenology, litter fall and decomposition, and caloric content of *Avicennia marina* in the Arabian Gulf region. *Journal of Arid Environments*, 40, 417–429.

Hinrichsen D. (1996). Living on the Edges Coasts in Crisis. Island Press.

Hirawake T., Tobita K., Ishimaru T., Satoh H., Moringa T. (1998). Primary production in the ROPME Sea Area. In: Otsuki, A., Abdulraheem M., Reynolds R. (Eds.*). Offshore Environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill*. Tera Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo.

Hong H., Xu L., Zhang L., Chen J., Wong Y., Wan T. (1995). Environmental fate and chemistry of organic pollutants in the sediment of Xiamen harbor and Victoria harbor. *Marine Pollution Bulletin*, 31, 229–236.

Houde E., Al-Matar S., Leak J., Dowd C. (1986). Ichthyoplankton abundance and diversity in the Western Arabian Gulf. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, 8, 107–393.

Hunter J. (1982). The physical oceanography of the Arabian Gulf. A review and theoretical interpretation of previous observations. Paper presented at First Gulf Conference on Environment and Pollution, Kuwait.

Hunter J. (1983). Aspects of the dynamics of the residual Circulation of the Arabian Gulf. In: Gade M., Edward A., Syendsen H. (Eds.). *Coastal oceanography*,31–42. Plenum Press, New York and London.

Hunter J. (1985). A review of the residual circulation and mixing processes in the KAP Region with reference to applicable modelling techniques. *Proceedings of the Symposium/Workshop on oceanographic modelling of the Kuwait Action Plan (KAP) Region*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 70, 173–180.

IAEA. (1990). Survey of mercury in fish and sediments from the ROPME Sea Area, Final Data Report for the Project Number KA/5102-82-10 (2363), Rev.7. IAEA International Laboratory of Marine Radioactivity, Monaco, 4pp and 17 tables.

IAEA. (1996). ROPME 1994 Contaminant Screening Project. Mid-Term Progress Report (First Mission Report). IAEA Marine Environment Laboratory, Monaco, 50pp.

IAEA. (1998). ROPME 1997 Contaminant Screening Project. Second Mission and Final Report, IAEA Marine Environment Laboratory, Monaco, 29pp.

IAEA. (1999). IAEA/ROPME 1998 Contaminant Screening Project. First Mission Report, IAEA Marine Environment Laboratory, Monaco, 19pp.

IAEA. (2001). ROPME 2000–2001 Contaminant Screening Project. Final Report, IAEA Marine Environment Laboratory, Monaco, 27pp.

IAEA. (2002). ROPME Report on the assessment of pollution in the ROPME Sea Area, IAEA Marine Environment Laboratory, Monaco, 40pp.

IFRO. (2000). IFRO Newsletter No. 23, Spring 2000. Iranian Fisheries Research Organization.

IUCN. (1987). Saudi Arabia: An assessment of biotopes and coastal zone management requirements for the Arabian Gulf coast. *MEPA Coastal and Marine Management Series*, Report 5.

IUCN/UNEP. (1988). Coral reefs of the World. Vol. 2. Indian Ocean, Red Sea and Gulf. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom & UNEP, Nairobi, Kenya, 389pp.

Iwata H., Tanabe S., Sakai N., Nishimura A., Tatsukawa R. (1994a). Geographical distribution of persistent organochlorines in air, water and sediments from Asia and Oceania, and their implications for global redistribution from lower latitudes. *Environmental Pollution*, 85, 15–33.

Iwata H., Tanabe S., Aramoto M., Sakai N., Tatsukawa R. (1994b). Persistent organochlorine residues in sediments from the Chukchi Sea, Bering Sea and Gulf of Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, 28, 746–753.

Iwata H., Tanabe S., Ueda K., Tatsukawa R. (1995). Persistent organochiorine residues in air, water, sediments and soils from Lake Baikal region, Russia. *Environmental Science and Technology*, 29, 792–801.

Jamal A., Pavlov V. (1979). Introduction of phytoplankton study in the Arabian Gulf. Fisheries Research Administration, Ministry of Public Works, Kuwait, 78 (In Arabic).

Johnson D. (1989). Annual report 1989 of Marine Science and Fisheries Centre: Shellfish Section. Ministry of Agriculture and Fisheries, Muscat, Sultanate of Oman.

Johnson D., Al-Harassy A., Al-Harthy M. (1992). The Sultanate of Oman abalone fishery. Chapter 32, 448–453. In: Shepherd S., Tegner M., Gtuzman del Proo S. (Eds.). *Abalone of the world: Biology, fisheries and culture fishing.* News Books, U.K.

Jones D. (1985). The biological characteristics of the marine habitats found within the ROPME Sea Area. In *Proceedings*: *ROPME Symposium on Regional Marine Pollution Monitoring and Research Programmes (ROPME/GC–4/2).*

Jones D. (1986). The biological characteristics of the marine habitats found within the ROPME (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment) MS.

Jones D. (1988). A guide to the intertidal fauna and flora of Kuwait and the Arabian Gulf, 192. Blanford Press.

Jupp B., Goddard C. (2001). Seaweeds and seagrasses of Oman: Their potential as biomonitors of radionuclides. In: *International conference fisheries, aquaculture and environment in the NW Indian Ocean*. Sultan Qaboos University, 8–10 January 2001 (Abstract).

Jupp B., Durako M., Kenworthy W., Thayer G., Schillak L. (1996). Distribution, abundance, and species composition of seagrasses at several sites in Oman. *Aquatic Botany*, 53, 199–213.

Kannan K., Falandysz, J. (1997). Butyltin residues M sediment, fish, fish-eating birds, Harbour porpoise and human tissue from the Polish coast of the Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 34(3), 203–207.

Kannan K., Corsolini S., Focardi S., Tanabe S., Tatsukawa R. (1996). Accumulation pattern of butyltin compounds in dolphin, tuna, and shark collected from Italian coastal waters. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*., 31, 19–23.

Kasslar P. (1973). The structure and geomorphic evolution of the Persian Gulf. In: *The Persian Gulf*. Springer-Verlag, Berlin.

Kelly A., Campbell L. (1995). Persistent organochlorine contaminants in the Firth of Clyde in relation to sewage sludge input. *Marine Environmental Research*, 41, 99–132.

Khalaf F., Al-Ajmi D. (1993). Aeolian processes and sand encroachment problems in Kuwait. *Geomorphology*, 6, 111–134.

Khalaf F., Kadib A., Gharib I., Al-Hashash M., Al-Saleh A., Al-Kadi A., Desouki M., Al-Omran L., Al-Ansari L., Al-Houti L., Al-Mudhian L. (1980). Dust fallout (Toze) in Kuwait–Mineralogy, granulometry and distribution pattern. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KSRI/PPI 108/EES-RF-8016, Kuwait.

Khalaf F., Gharib I., Al-Kadi, A. (1982). Sources and genesis of the Pleistocene gravely deposits in northern Kuwait. *Sedimentary Geology*, 31, 101–117.

Khalaf F., Literathy P., Al-Bakri D., Al-Ghadban A. (1986). Total organic carbon distribution in the Kuwait marine bottom sediments. In: Halwagy R., Clayton D., Behbehani M.(Eds.), *Marine Environment and Pollution, Proceedings of the First Arabian Gulf Conference on Environment and Pollution*. Kuwait University, Faculty of Sciences, KFAS and EPC, Kuwait, 117-126.

Khaleej Times (1991). Mysterious disease hits Bahrain fish. 19 August 1991.

Khamdan S. (1993). A revision of the species of the pearl oysters of the genus *Pinctada* in the ROPME Sea Area. In: *Final report of the scientific workshop on results of the R/V Mt. Mitchell cruise in the ROPME Sea Area,* Vol. 2. Kuwait, 24–28 January 1993.

Khamdan S. (2000). Review of marine kill events in the ROPME Sea Area. A paper presented to the EPA–Kuwait/ROPME Workshop on Harmful Algal Bloom (Red Tide) in the ROPME Sea Area. Kuwait, 6–7 March 2000.

Khan N., Saeed T., Al-Ghadan A., Beg M., Jacob P., Al-Dousari A., Al-Shemmari H., Al-Mutairi M., Al-Obaid T., Al-Matrouk K. (1999). Assessment of sediment quality in Kuwait's territorial waters, Phase I: Kuwait Bay. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR 5651, Kuwait.

Khoja T. (1998). New records of open coast and mangrove algae on the Saudi Coast of the Arabian Gulf. *Nova Hedwigia*, 67, 153–168.

KISR/PAAC. (1998). Programme for preparing and supporting a claim process for the Public Authority for the Assessment of Compensation for Damages resulting from Iraqi Aggression. KISR/PAAC.

Krupp F. (2002). Marine protected areas. In: Khan N., Munawar M., Price A. (Eds.). *The Gulf Ecosystem: Health and sustainability*, 447–473.

Krupp F., Muller T. (1994). The status of fish populations in the northern Arabian Gulf two years after the 1991 Gulf War Oil Spill. *The status of coastal and marine habitats two years after the Gulf War Oil Spill*. Cour. Forschungsinst. Senckenb, 166, 67–75.

Kuwait Times. (31 March 2003). Rising heat likely to fuel new humanitarian crisis.

Kuwait Times. (22 April 2003). Kuwait joins Earth Day celebrations.

Kuwait Times. (24 July 2003). EPA adopts new technique to promote environment safety.

Lamarque A., Fortunato R., Guzman C. (1998). Seed oil alkanes from leguminosae species: even-carbon number preference. *Phytochemistry*, 49, 731–736.

Lardner R., Al-Rabeh H., Gunay N., Hassain N., Reynolds R., Lehr W. (1993). Computation of the residual flow in the Gulf using the Mt. Mitchell data and the KFUPM/RI hydrodynamical models. *Marine Pollution Bulletin*, 22, 61–70.

LBA–Bahrain. (1999). A survey of land-based activities with special study on Persistent Organic Pollutants in the State of Bahrain. University of Bahrain (Alawi S.).

LBA–I.R. Iran. (1999). Land-based activities survey of the Northern ROPME Sea Area (Iranian Side). Department of the Environment, Marine Environment Research Bureau – I.R. Iran.

LBA–Oman. (1999). Report on land-based activities – Sultanate of Oman. Ministry of Regional Municipalities and Environment (Al-Jufaili S.).

LBA–Qatar. (1999). Land-based sources of pollution, I. Environment Department, State of Qatar.

LBA–Saudi Arabia. (1999). Report on land-based sources of pollution in the Eastern Province of Saudi Arabia (Saudi Arabian part of ROPME Sea Area). Meteorology and Environmental Protection Administration (MEPA). Kingdom of Saudi Arabia (Zatari, T.).

LBA–UAE (1999). Assessment of land-based sources of air, water and land pollution in the United Arab Emirates (Abu-Ghararah Z.).

Lehr W. (1984). A brief survey of Oceanographic Modelling and oil spill studies in the KAP region. In: El-Sabh M. (Ed.). *Oceanographic Modelling of the Kuwait Action Plan (KAP) Region.* UNESCO Reports in Marine Science, 28, 4–11.

Lezine A., Saliege J., Mathieu R., Tagliatela T., Mery S., Charpentier V., Cleuziou S. (In press). Mangroves of Oman during the late Holocene: Climatic implications and impact on human settlements. *Journal of Vegetation History and Paleobotany*.

Linden O., Abdulraheem M., Gerges M., Alam I., Behbehani M., Borhan M., Al-Kassab F. (1990). State of marine environment in the ROPME Sea Area. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 112 Rev. 1.

Literathy P., Morel G., Zorba M., Samhan O., Al-Bloushi A., Al-Hashash H., Al-Matrouk K., Jacob P., Saeed T. (1990). Petroleum compounds in the marine environment of Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, EES–100 Final Report, Kuwait.

Long E., MacDonald D., Smith, S., Calder F. (1995). Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19, 18–97.

Madany I., Ali S., Akhter M. (1987). The impact of dredging and reclamation in Bahrain. *Journal of Shoreline Management*, 3, 255–268.

MAF–Oman, Ministry of Agriculture and Fisheries. (1999). Oman seaweed project. Second status report, February 1999. Ministry of Agriculture and Fisheries, Marine Science and Fisheries Centre, Sultanate of Oman, 121pp.

MAF–Oman, Ministry of Agriculture and Fisheries. (2002). Fisheries in Oman in 2000. Ministry of Agriculture and Fisheries. Muscat, Sultanate of Oman, 5pp.

Maltby E. (1994). The Amar appeal. An Environmental and Ecological Study of the Marshlands of Mesopotamia.

Marini L. (1985). Study of a locality in Iran suitable for a marine biological station. In: *I Parchi Costieri Mediterranei*. Attidel Convegno Internazionale, Salerno Castellabate, June 1973. Regione Campania Assesorato per il Turismo, 685–706.

Massoud M., Al-Abdali F., Al-Ghadban A., Al-Sarawi M. (1996). Bottom sediments of the Arabian Gulf. II. TPH and TOC contents as indicators of oil pollution and implications for the effect and fate of the Kuwait oil slick. *Environmental Pollution*, 93, 271–284.

McCain J. (1984). Marine ecology of Saudi Arabia. The nearshore, soft bottom benthic communities of the northern area, Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*, 6, 79–97.

McCain J., Tarr A., Carpenter K., Coles S. (1984). Marine ecology of Saudi Arabia. A survey of coral reefs and reef fishes in the northern area, Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*, 6, 102–120.

MEMAC. (2003a). Table of incidents showing total oil salvaged by the assistance of MEMAC in ROPME Sea Area during 1997–2002 and total oil spilled in ROPME Sea Area during 1997–2002. In: *Progress Report on the implementation of the Decisions of the Tenth and Eleventh Meetings of ROPME Council (1998 – 2000), and proposed mid-term programme activities (2003 – 2006)*. (ROPME/SESCOM-9/2).

MEMAC. (2003b). Oil Spill Incidents in ROPME Sea Area – 1965–2002.

Mendonca V., Al Kiyumi A., Al Saady S., Grobler H., Erzini K. (2001). Dimaniyat Islands, Gulf of Oman: the environment on the densest known nesting grounds of the critically endangered hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata*. In: Craereboudt M., Al-Oufi H., McIlwain J. Goddard S. (Eds.). *Proceedings of the 1st International Conference on Aquaculture, Fisheries, and Environment in NW Indian Ocean*. Sultan Qaboos University, 8–10 January 2001. Sultan Qaboos University Press, Muscat, Oman, Vol. II: 160–168.

Mendonca V., Al Kiyumi A., Al Saady S., Al Rasbiy A., Erzini K., Bait-Said A., Al Hamriy S., Grobler H. (In press a). Sea turtle populations on Al Hallaniyat Islands. *Proceedings of 21st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, 24–28 February 2001, Philadelphia, Pennsylvania, USA. Special Publication of NOAA, U.S. Department of Commerce, USA.

Mendonca V., Al Kiyumi A., Al Saady S., Erzini K., Al Hamriy S., Bait S. (In press b). Ecology of the green turtle (Chelonia mydas) on Hino Island and Marbat Area, on the Arabian Sea shores. *Proceedings of 21st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, 24–28 February 2001, Philadelphia, Pennsylvania, USA. Special Publication of NOAA, U.S. Department of Commerce, USA.

MEPA. (1989). Yearly surface climatological data. Means and extremes of selected weather elements. Meteorology and Environmental Protection Administration, Saudi Arabia.

MEPA. (1994). A study and assessment of the management of toxic chemicals and hazardous waste in the Kingdom of Saudi Arabia, Document No. 08-18-94, October 1994.

Mergner H. (1984). The ecological research on coral reefs of the Red-Sea. Deep-sea research Part A-Oceanographic research papers, 31, 855–884.

Meshal A., Hassan H. (1986). Evaporation from the coastal waters of the central part of the Gulf. *Arabian Gulf Journal of Scientific Research*, 4, 649–655.

Michel H., Behbehani M., Herring D., Arare M., Al-Shoushani M., Brakoniecki, T. (1986). Zooplankton diversity, distribution and abundance in Kuwait waters. *Kuwait Bulletin of Marine Sciences*, 8, 37–105.

Mille G., Rivet L., Jawad A., Bertrand, J. (1992). Hydrocarbon distributions in low polluted surface sediments from Kuwait, Bahrain and Oman coastal zones (before the Gulf war). *Marine Pollution Bulletin*, 24, 622–626.

MNR–Bahrain (2000). Marine National Report – State of the Marine Environment. Ministry of Housing, Municipalities and Environment, Environmental Affairs, Directorate of Environmental Assessment and Planning – Bahrain.

MNR–Bahrain. (2003). State of the Marine Environment Report of the Kingdom of Bahrain – 2003. Public Commission for the Protection of Marine Resources, Environment and Wildlife, Environmental Affairs. Prepared by Khamdan S. and Juma H., December 2003.

MNR–I.R. Iran. (2003). State of the Marine Environment Report – I.R. Iran (Filled-in Forms for SOMER – 2003). Department of the Environment, Marine Environment Research Bureau – I.R. Iran. Prepared by Fatemi S., October 2003.

MNR–Kuwait. (1999). Marine National Report–National Report on the State of the Marine Environment in Kuwait. Environment Public Authority, Kuwait.

MNR–Oman. (1999). Marine National Report–State of the Marine Environment in the Sultanate of Oman. Ministry of Regional Municipalities and Environment, Coordination and Follow-up Department, Sultanate of Oman.

MNR–Qatar. (2003). Qatar National Reports–Oceanographic Data (State of the Marine Environment). Supreme Council for the Environment and Natural Resources, Qatar.

MNR–Saudi Arabia. (2003). State of the Marine Environment Report – Saudi Arabia (Filled-in Forms for SOMER – 2003). Presidency of Meteorology and Environment (PME), Kingdom of Saudi Arabia.

MNR–UAE. (2003). State of the Marine Environment Report – UAE (Filled-in Forms for SOMER – 2003). Federal Environmental Agency, United Arab Emirates.

Mohammed K., El-Musa M., Abdul Ghaffar A. (1981). Observations on the biology of an exploited species of shrimp, *Penaeus semisulcatus* (de Haan). *Proceedings of the International Shrimp Releasing, Marking and Recruitment Workshop*, 25–29 November 1978, Kuwait.

MRME–Oman. (1996). Coral Reef Management Plan. Vol. II – Photographic album. Ministry of Regional Municipalities and Environment, Muscat, Sultanate of Oman.

MRMEWR–Oman. (2002). Air emissions in the Sultanate of Oman in 2001. Air and Noise Pollution Section, Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources, Muscat, Sultanate of Oman, 13pp.

MRMEWR–Oman. (2003). State of the Marine Environment – 2003. Marine Pollution and Coastal Zone Management Section/Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources (MRMEWR). Muscat, Sultanate of Oman, 96pp.

MTC–Oman. (2002). Sources of contaminants to the marine environment – Coastal practices in 2002 in the Sultanate of Oman, ROPME Form 15. Ministry of Transport and Communication. Muscat, Sultanate of Oman, 6pp.

Nehad M., Ghobashy A. (1999). Distribution and numerical abundance of the Copepod community along the coastal waters of Qatar (Arabian Gulf*). Bull. Nat. Inst. of Oceanogr. & Fish*, ARE 25, 203–221.

Nellen W. (1973a). Fishlarven des Indischen Ozeans. "Meteor" forschungsergebnisse, D. (14), 66pp.

Nellen W. (1973b). Kinds and abundance of fish larvae in the Arabian Sea and the Persian Gulf. In: Zeitzschel B. (Ed.). *The biology of the Indian Ocean.* New York: Springer – Verlag, 415–430.

NFP–Bahrain. (2000). Correspondence on Marine Protected Areas (EAP/23/2000/77/SS dated 18 April 2000).

Nhan D., Am N., Carvalho F., Villeneuve J., Cattini C. (1999). Organochlorine pesticides and PCBs along the coast of North Vietnam. *The Science of the Total Environment*, 237/238, 363–371.

Nightingale T., Hill M. (1993). *Birds of Bahrain*. Immel Publishing Limited.

NRC. (1999). *From monsoons to microbes: Understanding the ocean's role in human health. National Research Council*. National Academy Press, Washington D.C., 132pp.

Olfat M. (1984). The Persian Gulf recent oil pollution. *Proceedings of the First International Conference on the impact of oil spill in the Persian Gulf.* University of Tehran, I.R. Iran.

OLNG–Oman Liquid Natural Gas LLC. (2001). Monthly Reports. Oman LNG. Sur, Oman.

OLNG–Oman Liquid Natural Gas LLC. (2002). Monthly Reports. Oman LNG. Sur, Oman.

PAAC. (1999). Overview of environmental claims before the United Nations Compensation Commission. State of Kuwait (Unpublished Report).

PDO–Oman, Petroleum Development of Oman. (2002). Oil spill and characteristics of produced water. Petroleum Development of Oman. Muscat, Oman, 2pp.

Pereira W., Hostettler F., Cashman J., Nishioka R. (1994). Occurrence and distribution of organochlorine compounds in sediment and livers of striped bass (morone saxatilis) from the San Francisco Bay delta estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 28, 434–441.

Preen A. (1989). Dugongs. The status and conservation of dugongs in the Arabian Region, 1, MEPA No. 10, MEPA, Jeddah, 200pp.

Price A. (1985). IUCN/UNEP: Management and conservation of renewable marine resources in the Kuwait Action Plan region. UNEP Regional Seas Reports and Studies No.56.

Price A. (1993). The Gulf: Human impacts and management initiatives. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 17–30.

Price A., Coles S. (1992). Aspects of seagrass ecology along the Western Arabian Gulf. *Hydrobiologia*, 234, 129–141.

Price A., Robinson H. (1993). The 1991 Gulf War: Coastal and marine environmental consequences. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 380pp.

Price A., Sheppard C., Ropert C. (1993). The Gulf: Its Biological Setting. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 9–15.

Privett D. (1959). Monthly Charts of evaporation from the North Indian Ocean, including the Red Sea and the Persian Gulf. *Quart Journal of Royal Meteorology Sock London*, 85, 424–8.

Prospero J., Bonnatti E., Schubert C., Carlson T. (1970). Dust in the Caribbean atmosphere traced to an African dust storm. *Earth and Planetary Science Letters* 9, 287–293.

Purser B., Siebold E. (1973). The principal environmental factors influencing Holocene sedimentation and diagenesis in the Persian Gulf. In: Purser B. (ed.). *The Persian Gulf. Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea*. Berlin, Springer Verlag, 1–9.

Qatar Department of Meteorology (1990). Long period means and extremes of climatological elements for Doha International Airport (Period: 1960-1990). Climate Section Publications, Doha, Qatar.

Rao D., Al-Yamani F. (1999). Analysis of the relationship between phytoplankton biomass and the euphotic layer off Kuwait, Arabian Gulf. *Indian J. Mar. Sci*. 28, 416–423.

Readman J., Preston M., Mantoura R. (1986a). An integrated technique to quantify sewage, oil and PAH pollution in estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 17, 298–308.

Readman J., Mantoura R., Llewellyn C., Preston M., Reeves A. (1986b). The use of pollutant and biogenic markers as source discriminants of organic inputs to estuarine sediments. *Int'l J. Environ. Anal. Chem*., 27, 29–54.

Readman J., Bartocci J., Tolosa I., Fowler S., Oregioni B., Abdulraheem M. (1996). Recovery of the coastal marine environment in the Gulf following the 1991 war-related oil spills. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 493–498.

Readman J., Fillmann G., Tolosa I., Bartocci J., Villeneuve J., Cattini C., Coquery M., Azemard S., Horvat M., Wade T., Daurova Y., Topping O., Mee L. (1999). The Black Sea: A comprehensive survey of contamination. Black Sea Environmental Series, 10. Edited by L. Mee and G. Topping. UN Publications, New York, 171–252.

Reynolds R. (1993). Physical oceanographics of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman: Results from the Mt. Mitchell Expedition. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 35–59.

Reynolds R. (2002). Oceanography. In: Khan N., Munawar M., Price A. (Eds.). *The Gulf Ecosystems: Health and Sustainability*, 53–64.

Riegl B. (1999). Corals in a non-reef setting in the southern Arabian Gulf (Dubai, UAE): Fauna and community structure in response to recurring mass mortality. *Coral Reefs*, 18, 63–73.

Risebrough R., Huggett R., Griffin J., Goldber E. (1968). Transatlantic movements in the northeast trades. *Science*, 159, 1233–1235.

ROPME. (1997a). Available data on the land-based sources of pollution in the ROPME Sea Area. ROPME, Kuwait.

ROPME. (1997b). Report of the Meeting of Experts on fish kill in the ROPME Sea Area. ROPME, Kuwait, 10 June 1997 (ROPME/WG-85/3).

ROPME. (1999). Report of the ROPME/FAO/UNEP Fish and Marine Mammals Mortality Workshop. Qatar, 10-12 April 1999 (ROPME/WG-96/3).

ROPME. (2002). Sediment samples from Oceanographic cruise, Annex I: Data Interpretation. December 2002. IAEA–MEL.

ROPME/IMO. (1996). The effect of oil on the marine environment – An overview. In: Report of the ROPME/IMO Symposium on MARPOL 73/78. Kuwait, 28–29 February 1996 (ROPME/WG-77/2).

ROPME/UNDP. (2004). Second Task Force Meeting on the removal of wreckage from Northern part of ROPME Sea Area. Kuwait, 15–16 February 2004 (ROPME/WG-118/3).

Ross J., Barwani H. (1981). Review of sea turtles in the Arabian Sea. In: Bjormdal, K. (Ed.). *Biology and Conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 373–383.

Sadooni F., El-Kassas I. (1998). Mangrove as a bioindicator for Environmental Pollution in coastal marine environment – Review. Regional Conference on the marine Environment in the Gulf. Doha, Qatar (Abstract).

Saeed T., Al-Muzainin S., Al-Bloushi (1996). Post-Gulf war assessment of the levels of PAH in the sediments from Shuaiba industrial area. *Kuwait. Water Sci. Tech*. 34, 195–201.

Saeed T., Khordagui H., Al-Bloushi A. (1999). Distribution of volatile liquid hydrocarbons in the vicinity of power/desalination plants in Kuwait. *Water Science and Technology*, 40, 99–107.

Safaei M. (2001). Identification species sea snakes of the Persian Gulf and Oman Sea (Hormuzgan Province). In: *International conference fisheries, aquaculture and environment in the NW Indian Ocean*. Sultan Qaboos University, 8–10 January 2001 (Abstract).

Safar M. (1985). Dust and dust storms in Kuwait. Meteorological Department, Directorate General of Civil Aviation, Kuwait International Airport, Kuwait.

Said M. (1998). A water budget study of ROPME Sea Area. Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (Unpublished Report).

Salama M. (1986). The environmental significance of the fish kill phenomenon: Causes and means of study. *The Environmental Protection Society Magazine*, 48, 26 (In Arabic).

Salm R. (1991). Turtles in Oman: Status, threats and management options. Scientific results of the IUCN Coastal Management Project. IUCN/Ministry of Commerce & Industry, Muscat, Oman, 32pp.

Salm R. (1993). Coral reefs of the Sultanate of Oman. *Attol Research Bulletin*, 380, 1–85.

Savidge G., Lennon H., Matthews A. (1990). A shore-based survey of upwelling along the coast of Dhofar region, southern Oman. *Continental Shelf Research* 10(3): 259–275.

SBA–I.R. Iran. (2000). Environmental status of potential sea-based sources of pollution.

SBA–Qatar. (2000). Sea-based sources of pollution, 3. Environment Department, State of Qatar.

Shawky S., Emons H. (1998). Distribution pattern of organotin compounds at different trophic levels of aquatic ecosystems. *Chemosphere* 36(3), 523–535.

Sheppard C. (1985). Corals, coral reefs and other hard substrate biota of Bahrain. ROPME marine habitat survey. Environmental Protection Unit, Bahrain, 25.

Sheppard C. (1993). Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution: An Overview. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 3–8.

Sheppard C., Salm R. (1988). Reef and coral communities of Oman, with a description of a new coral species (Order Scleractinia genus *Acanthastrea*). *Journal of Natural History*, 22, 263–279.

Sheppard C., Sheppard A. (1991). Corals and coral communities of Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*, 12, 3–170.

Sheppard C., Price A., Roberts C. (1992). Marine Ecology of the Arabian Region: Patterns and Processes in Extreme Tropical Environments. Academic Press, London.

Sherblom P., Kelly D., Pierce R. (1995). Baseline survey of pesticide and PAH concentrations from Sarasota Bay, Florida, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 30, 568–673.

Shinn E. (1976). Submarine lithification of Holocene carbonate sediments in the Persian Gulf. *Sedimentology*, 12, 109–144.

Shoji, Tomoo. (2001). Afforestation of mangrove plant species, *Avicennia marina*. In: *International conference fisheries, aquaculture and environment in the NW Indian Ocean. Sultan Qaboos University*, 8–10 January 2001 (Abstract).

Shriadah M. (1998). Impacts of an oil spill on the marine environment of the United Arab Emirates along the Gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin*, 36(11), 876–879.

Shriadah M., Al-Ghais S. (1999). Environmental characteristics of the United Arab Emirates waters along the Arabian Gulf Hydrographical survey and nutrient slats. *Indian Journal of Marine Sciences*, 28, 225232.

Siddeek M., Fouda M., Hermosa G. Jr. (1997). A review of the demersal fisheries of the Arabian Sea, the Gulf of Oman and the Arabian Gulf. Paper presented at International Conference of Biological Coast Environment, Bahrain (Abstract).

Siddeek M., Fouda M., Hermosa G. (1999). Demersal fisheries of the Arabian Sea, the Gulf of Oman and the Arabian Gulf. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 49, 87–97.

Smith G., Saleh M., Sangoor K. (1987). The reef ichthyofauna of Bahrain (Arabian Gulf) with comments on its zoogeographic affinities. *Arabian Gulf Journal of Scientific Research*, B5 (1), 127–146.

SOMER. (1999). Regional Report of the State of the Marine Environment. ROPME/GC-9/002, ROPME, Kuwait, 220pp.

SOMER. (2000). Regional Report of the State of the Marine Environment. ROPME/GC–10/001/1. Revised by Al-Awadi A., Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, Kuwait, 178pp.

Stevens R., Pinto J., Mamane Y., Ondov J., Abdulraheem M., Al-Majed N., Sadek M., Cofer W., Ellenson W., Kellogg R. (1992). Chemical and Physical Properties of Emissions from Kuwaiti Oil Fires. Fifth International Conference on Environmental Qualities and Ecosystem stabilities, Jerusalem.

SWCC (Saline Water Conservation Corporation). (1997). Impacts of brine disposal from desalination plants in the Economic and Social Commission for West Asia Region. Jubail, Saudi Arabia.

Takahasi K., Arakawa H. (1981). Climate of southern and western Asia. In: *World Survey of Climatology*.

Tawfiq N. (1992). Response by Saudi Arabia to the environment crisis caused by the Gulf War. In: *Proceedings of an International Symposium on the environmental and health impacts of the Kuwaiti oil fires*. University of Birmingham.

Thangaraja M. (1990). Studies on red tides off Oman. MSFC Research Report No. 90–2. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 25pp.

Thangaraja M. (1995). Hydrobiology off Oman. MSFC Research Report No. 95–1. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 153pp.

Thangaraja M. (1997). Infection of cestode parasite in sciaenidfish. MSFC Environment Monitoring Internal Report 1997. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman.

Thangaraja M. (1998a). Report on the incidents of phytoplankton blooms, red tide phenomena, toxic species involved and their impacts in Omani waters. MSFC Research Report No. 98–1. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 52pp.

Thangaraja M. (1998b). Fish spawning activities – A report on the occurrence and abundance of fish eggs and larvae in different areas of Omani waters. MSFC Research Report No. 98–2. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 56pp.

Thangaraja M. (2000). Phytoplankton blooms, red tide phenomena and recorded impacts in Oman. Paper presented in the Workshop on the influence of red tide and related oceanographic events on the fisheries and marine living resources of the Arabian Sea, and the Gulf of Oman and the Gulf held in Muscat. Organized by the Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman. 13 September 2000.

Thangaraja M., Al-Aisry A. (2001). Studies on the occurrence and abundance of fish eggs and larvae in the waters of Sultanate of Oman. In: Clareboudt M., Goddard S., Al-Oufi H., McIlwain J. (Eds). *Proc. 1st International Conference on fisheries, aquaculture and environment in NW Indian Ocean*, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman, 13-36.

Thangaraja M., Al-Aisry A., Al-Kharusi L. (1999). Report on the occurrence of the stinging jellyfish, *Pelagia noctiluca* in the capital, Muscat waters. MSFC Research Report No. 99-1. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman. 7pp.

Thangaraja M., Al-Aisry A., Al-Kharusi L., Al-Shaqsi H., Al-Mugheiry S. (2001a). Heavy fish mortality at the fishing harbour in Sur. MSFC Research Report No. 2001–1. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 19pp.

Thangaraja M., Al-Aisry A., Al-Mugheiry S., Al-Shaqsi H., (2001b). Mortality of the fish Indian oil sardine, *Sardinella longiceps* by bacterial infection at Quriyat fishing port. MSFC Research Report No. 2001–2. Marine Science and Fisheries Centre, Directorate General of Fisheries Resources, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman, 10pp.

Thompson A., Allen J., Dodoo D., Hunter J., Hawkins S., Wolff G. (1996). Distribution of chlorinated biphenyls in mussels and sediments from Great Britain and the Irish Sea coast. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 232–237.

Tosteson T., Ballantine D., Durst H. (1988). Seasonal frequency of ciguatoxic barracuda in Southwest Puerto Rico. *Toxicon*., 26(9): 795–801.

Tyler A., Millward G. (1996). Distribution and partitioning of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in the Humber estuary, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 397–403.

Uki N. (1987). Abalone seeding production and its theory (1). *Int. J. Aqu. Fish. Technol*. 1, 93–150.

UN. (1991). Report to the Secretary-General by a United Nations Mission led by Mr. Abdulrahim A. Farah, Former Under-Secretary-General, Assessing the scope and nature of damage inflicted on Kuwait's infrastructure during the Iraqi occupation of the country.

UN. (1997). Qatar Country Profile. Implementation of Agenda 21. Review of progress made since the United Nations conference on environment and development. United Nations Commission on sustainable development.

UNDP/RBAS. (2002). The Arab Human Development Report 2002: Creating opportunities for future generations. United Nations Development Programme, Regional Bureau for Arab States.

UNEP. (1995). Global Programme of Action for the protection of the marine environment from land-based activities. UNEP(OCA)LBA/IG.217.

UNEP. (1999). Overview of land-based sources and activities affecting the marine environment in the ROPME Sea Area. UNEP/GPA Coordination Office & ROPME. 127. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 168.

UNEP. (2001). The Mesopotamina Mashlands: Demise of an Ecosystem by Partow H. Early Warning and Assessment Technical Report, UNEP/DEWA/TR.01–3 Rev.1.

UNEP/DEWA/GRID–Geneva. (2003). The Mesopotamian Marshlands of the Tigris-Euphrates Delta. (Press release 2003).

UNEP–WCMC. (2001). Animals of the World. World Wide Web. http:/www.unep-wcmc.org.

Valavi H. (1998). An overview of two large-scale fish kills in Iranian coastal waters during 1993–1996. ROPME/FAO/UNEP Fish and Marine Mammals Mortality Workshop. Qatar, 1999.

Vallette-Silver N., Riedel G., Crecelius E., Windom H., Smith R., Dolvin S. (1999). Elevated arsenic concentrations in bivalves from the southeast coasts of the USA. *Mar. Environ. Res.* 48, 311–333.

Van Bavel B., Naf C., Bergqvist P., Broman D., Lundgren K., Papakosta O., Rolff C., Strandberg B., Zebuhr Y., Zook D., Rappe C. (1995). Levels of PCBs in the aquatic environment of the Gulf of Bothnia: benthic species and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 210–218.

Van Zalinge N. (1984). The shrimp fisheries in the Gulf between Iran and the Arabian Peninsula. In: Gulland J., Rothschild B. (Eds.). *Panaeid shrimps–Their biology and management.* Fishery New books Ltd., London.

Vazquez M., Allen K., Kattan Y. (2000). Long-term effects of the 1991 Gulf War on the hydrocarbon levels in clams at selected areas of the Saudi Arabian Gulf coastline. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), 440–448.

Villeneuve J., de Mora S., Sheikhosleslami M., Cattini C., Tolosa I. Organochlorine compounds in Caspian Sea sediments. (In prep.).

Wade T., Garcia-Romero N., Brooks J. (1988). Tributyltin contamination of bivalves from U.S. coastal estuaries. *Environ. Sci. Technol*. 22, 1488–1492.

Wade T., Garcia-Romero N., Brooks J. (1991). Oysters as biomonitors of butyltins in the Gulf of Mexico. *Mar. Environ. Res*. 32, 233–241.

WCMC. (1991). World Conservation Monitoring Centre, Marine Programme – UNEP.

WCMC. (1997). World Conservation Monitoring Centre, Marine Programme – UNEP.

Welte D., Ebhard G. (1968). Distribution of long chain n-paraffins and n-fatty acids in sediments from the Persian Gulf. *Geochem. Cosmochem. Acta* 32, 456–466.

White J. (1995). Clinical toxicology of sea snakes. In: Meiier J., White J. (Eds.). *Clinical toxicology of animal venoms*. Florida, CRC Press, 159–170.

WHO. (2000). World Health Organization: Preparation of WHO water quality guidelines for desalination – A Preliminary Note (Unpublished Report).

Wilkinson C. (1998). The 1997–1998 mass bleaching event around the world, NOAA.

WIMPOL. (1986). A Review of the Physical and Chemical Oceanography of Oman – I and II. CCEWR–Oman.

Wilson S., Baldwin R. (1997). Coral reef mapping and ecological assessment. Baseline study final report. Oman – India fertilizer project coral reef report, Oman, 39pp.

WIMPOL. (1986). A Review of the Physical and Chemical Oceanography of Oman – I and II. CCEWR–Oman.

WRI. (2003). World Resources 2002 – 2004: World Resources Institute, Washington D.C.

Zwart L., Felemban H., Picre A. (1991). Wader counts along the Saudi Arabian Gulf coast suggest that the Gulf harbours millions of waders. *Wader Study Group Bulletin*, 63, 25–32.