

تغير المناخ: التأثير والتكيف الأنظمة البيئية والتنوع البيولوجي

سلمى ن. تلحوق ومايا عبود



1. لمحة عن الوضع الحالي للتنوع البيولوجي في العالم العربي

يتمتع العالم العربي بتنوع بيولوجي فريد من حيث الأنواع والأنظمة البيئية المتمثلة في مواطن بيئية قاحلة وشبه قاحلة ومتوسطية (الشكل 1). والعدد المسجل للأنواع التي يضمها العالم العربي حالياً وارد في تقارير دراسات الفلورا والخلاصات وتقارير البلدان (الجدول 1). ووفقاً للسجلات، فإن أغنى البلدان العربية من حيث تنوع النباتات والتي يحتوي كل منها على أكثر من 3000 نوع هي مصر ولبنان والمغرب وسوريا والجزائر وتونس والصومال. أما أعلى مستويات تنوع الحيوانات فهي في الجزائر ولبنان وسوريا وتونس، وتؤوي كل منها أكثر من 5000 نوع (CBD national reports). وتقدر الكثافة بما يتراوح بين 1000 و2000 نوع نبات في كل 10,000 كيلومتر مربع في الأردن ولبنان والمغرب وسوريا وأقل من 1000 نوع في كل 10,000 كيلومتر مربع في بقية البلدان العربية. أما كثافة أنواع الثدييات فهي بين 21 و50 نوعاً في كل 10,000 كيلومتر مربع في مصر والعراق والأردن والمغرب والسودان وسوريا وتونس، في حين أن الكثافة في لبنان مرتفعة جداً بمعدل 51-100 ومنخفضة في سائر البلدان بمعدل أدنى من 20 نوعاً (The Atlas of Endangered Species, 2005).

نوعاً، في حين أن البلدان الأخرى لم تقدم بيانات أو أن العدد فيها يتراوح بين صفر و17 نوعاً مهدداً. وفي ما يتعلق بالحيوانات، فإن أكثر الأنواع المهددة، وفقاً لتصنيف الاتحاد الدولي عام 2008، هي في جيبوتي ومصر والأردن والمغرب والسعودية والصومال والسودان واليمن، وفي كل منها أكثر من 80 نوعاً حيوانياً مهدداً بالانقراض، وأقصاها 108 أنواع في مصر. ويظهر الوضع العام للأنواع المهددة بالانقراض في العالم العربي ملخصاً ومبوجاً بحسب الفئات في الجدول 3 (IUCN, 2008).

يتعرض التنوع البيولوجي البحري بموازاة سواحل العالم العربي لتهديدات خطيرة المستوى في مناطق معينة. مثال على ذلك الأطوم، أو عروس البحر المهدد بشكل بالغ في البحرين حيث يتواجد في مواطن الأعشاب البحرية

يواجه العديد من الأنواع الحية في العالم العربي تهديدات خطيرة ستفاقم في المستقبل بسبب مضاعفات التغير المناخي. بالنسبة للتنوع البيولوجي الأرضي، وبالتحديد النباتي، يظهر تصنيف الفئات المهددة بالانقراض بحسب تقرير الاتحاد الدولي لصون الطبيعة لعام 2008 (الجدول 2) أن في اليمن أكبر عدد من الأنواع المهددة، وهو 159

أمثلة على مواطن إيكولوجية محددة في العالم العربي

الشكل 1

المواطن البيئية الرئيسية

- صحارى
- أراضٍ جافة ذات شجيرات
- شبه صحارى
- مناطق متوسطة

المواطن البيئية الفرعية

- غابات معتدلة ذات أشجار عريضة الورق ومختلطة مع مروج معتدلة وسافانا وأراضي شجيرات، في عمان والأردن وسوريا.
- غابات متوسطة وأحراج وأراضٍ مشجرة مع غابات صنوبرية معتدلة متفرقة على الخط الساحلي في المغرب والجزائر.
- مروج وسافانا استوائية وشبه استوائية في جنوب موريتانيا والسودان.
- مروج وسافانا تغمرها مياه الفيضان في مصر والعراق.

الجدول 1 أعداد الأنواع الحية في أنحاء العالم العربي

| البلد | النباتات | الحيوانات |
|--------------------------|-----------|-----------|
| الجزائر | 3,164(a) | 2,941 (b) |
| البحرين | 195 (b) | - |
| جيبوتي | 826 (b) | 1,417 (b) |
| مصر | 2,076 (a) | - |
| العراق | - | - |
| الأردن | 2,100 (a) | - |
| الكويت | 234 (a) | - |
| لبنان | 3,000 (a) | 4,486 (b) |
| ليبيا | 1,825 (a) | - |
| موريتانيا | 1,100 (a) | 1,417 (b) |
| المغرب | 3,675 (a) | - |
| عمان | 1,204 (a) | - |
| فلسطين | - | - |
| قطر | 371 (b) | - |
| المملكة العربية السعودية | 2,028 (a) | - |
| الصومال | 3,028 (a) | - |
| السودان | 3,137 (a) | - |
| سوريا | 3,000 (a) | 2,518 (b) |
| تونس | 2,196 (a) | 2,244 (b) |
| الإمارات العربية المتحدة | - | - |

المصدر: a) United Nations Environment Programme, 2005 (a) ; b) CBD national reports

حول الجزر التجمع الثاني الأكبر عدداً في العالم بعد أستراليا (أي مجموعة كبرى مترابطة من هذه الثدييات البحرية العاشبة الضخمة تعيش معاً في منطقة واحدة). بالإضافة إلى ذلك، صنّفت الدلافين والحيتان في المياه الدولية، عام 2000، في الفئات المهددة بشدة أو المهددة أو المعرضة، وأنواعها ما بين 11 و16 نوعاً في ساحل المغرب الشمالي وما بين 6 و10 أنواع في حوض المتوسط وساحل موريتانيا وساحل المغرب الجنوبي (The Atlas of Endangered Species, 2005).

ونظراً لأن التغيير المناخي ظاهرة عالمية محتومة، فإن التنوع البيولوجي في المياه العذبة سيتأثر سلباً في العالم العربي، وسيضمحل الكثير من هذه الموارد الثمينة. وفي الجدول 4 بيان بالبلدان العربية التي تحوي مساحات شاسعة استثنائية مصنفة أراضي رطبة ذات أهمية دولية، وذلك وفقاً لاتفاقية رامسار.

يُعتبر تنوع الطيور ثروة كبرى بالنسبة للعالم العربي، وهو في الوقت عينه عرضة للمخاطر بسبب التأثيرات السلبية الناجمة عن التغيير المناخي. وتقع العديد من البلدان العربية على الممرات الهامة لهجرة الطيور. جيبوتي مثلاً مفترق هام على خط الهجرة من الشمال إلى الجنوب عبر القارات، وهي تستقبل مليون طائر كل عام. أما موريتانيا فهي موطن أكبر مجموعة في العالم من الطيور الطويلة الساق، وتأتي إليها ملايين الطيور المهاجرة وتمكث خلال أشهر فصل الشتاء. وتؤوي جزر حوار البحرينية أكبر مستوطنة في العالم لتكاثر غاق سقطرى. وفي الشرق الأوسط عدّة مناطق بحرية مهددة وهي من المناطق الهامة للطيور، ومنها الجهة الشرقية من البحر الأحمر على طول الساحل السعودي، والساحلان الشرقي والغربي للخليج، والخط الساحلي لخليج عمان وبحر العرب، والخط الساحلي للبحر المتوسط في لبنان وفلسطين، وفي خليج العقبة. وتراوح عدد الطيور المصنفة في الفئات المهددة بشدة أو المهددة أو المعرضة، عام 2004، بين 11 و30 نوعاً في جميع البلدان العربية، باستثناء لبنان وليبيا وقطر والسودان وتونس حيث سجل ما بين 6 و10 أنواع مهددة بالانقراض (The Atlas of Endangered Species, 2005). وبلغ عدد الطيور الجوارح المصنفة مهددة بشدة أو مهددة أو معرضة، عام 2000، بين 5 و6 أنواع في المملكة العربية السعودية، و3 إلى 4 أنواع في كل من مصر والمغرب والسودان وجيبوتي والأردن وفلسطين وسوريا ولبنان والعراق والإمارات العربية المتحدة والكويت واليمن، ونوعاً واحداً أو نوعين في بقية البلدان العربية (The Atlas of

الجدول 2 تصنيف IUCN للفئات المهددة (2008)

| الفئة | التسمية والاختصار بالإنكليزية |
|------------|-------------------------------|
| مهددة | CR Critically endangered |
| مهددة بشدة | EN Endangered |
| معرضة | VU Vulnerable |

(The Atlas of Endangered Species, 2005). وبالنسبة للطيور البحرية المصنفة في هذه الفئات عام 2000، فإن معظم البلدان لم تقدّم بيانات أو أفادت بعدم وجود أي نوع مهدد، ما عدا العراق والكويت والبحرين والمملكة العربية السعودية وقطر والإمارات العربية المتحدة وعمان واليمن، وقد أورد كل منها وجود نوع واحد مهدد أو نوعين (The Atlas of Endangered Species, 2005).

II. التنوع البيولوجي الزراعي والمجتمعات المحلية العربية الصغيرة

يحوي العالم العربي عدداً من مراكز الأصول (المعروفة أيضاً باسم مراكز فافيلوف للتنوع) وهي بقع جغرافية تكون المهدي الذي طورت فيه جماعة من الكائنات الحية المدجّنة أو البرية خصائصها المميّزة. وما زالت مراكز

الأنواع المعرضة للخطر في كل دولة، بحسب المجموعات الجدول 3

| المجموع | حيوانات | نباتات | لافقاريات أخرى | رخويات | أسماك | برمائيات | زواحف | طيور | ثدييات | البلد |
|---------|---------|--------|----------------|--------|-------|----------|-------|------|--------|-----------|
| 75 | 72 | 3 | 14 | 0 | 23 | 3 | 7 | 11 | 14 | الجزائر |
| 81 | 79 | 2 | 50 | 0 | 14 | 0 | 0 | 7 | 8 | جيبوتي |
| 110 | 108 | 2 | 46 | 0 | 24 | 0 | 11 | 10 | 17 | مصر |
| 55 | 55 | 0 | 15 | 0 | 6 | 1 | 2 | 18 | 13 | العراق |
| 89 | 89 | 0 | 49 | 0 | 14 | 0 | 5 | 8 | 13 | الأردن |
| 39 | 39 | 0 | 13 | 0 | 10 | 0 | 2 | 8 | 6 | الكويت |
| 40 | 40 | 0 | 3 | 0 | 15 | 0 | 6 | 6 | 10 | لبنان |
| 36 | 35 | 1 | 0 | 0 | 14 | 0 | 5 | 4 | 12 | ليبيا |
| 49 | 49 | 0 | 1 | 0 | 23 | 0 | 3 | 8 | 14 | موريتانيا |
| 82 | 80 | 2 | 9 | 0 | 31 | 2 | 10 | 10 | 18 | المغرب |
| 74 | 68 | 6 | 26 | 0 | 20 | 0 | 4 | 9 | 9 | عمان |
| 17 | 17 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 7 | 3 | فلسطين |
| 27 | 27 | 0 | 13 | 0 | 7 | 0 | 1 | 4 | 2 | قطر |
| 97 | 94 | 3 | 53 | 0 | 16 | 0 | 2 | 14 | 9 | السعودية |
| 123 | 106 | 17 | 50 | 1 | 26 | 0 | 3 | 12 | 14 | الصومال |
| 105 | 88 | 17 | 45 | 0 | 135 | 0 | 3 | 13 | 14 | السودان |
| 68 | 68 | 0 | 6 | 0 | 27 | 0 | 6 | 13 | 16 | سوريا |
| 54 | 54 | 0 | 7 | 0 | 20 | 1 | 4 | 8 | 14 | تونس |
| 42 | 42 | 0 | 16 | 0 | 9 | 0 | 2 | 8 | 7 | الإمارات |
| 266 | 107 | 159 | 61 | 2 | 18 | 1 | 3 | 13 | 9 | اليمن |

المصدر: IUCN, 2008

وذلك عندما تؤسس، بجهد ومثابرة، أسباب عيشها بطريقة مُستدامة عموماً فتحافظ عمداً أحياناً على الأنواع والمواطن البيئية. كما يتوجب توثيق هذه الجهود بشكل جديّ وحمايتها من منطلق استراتيجي. ونادراً ما تظهر دلائل واضحة على محافظة المجتمعات المحلية الصغيرة على التنوع البيولوجي للحيوانات الطرائد، خصوصاً حيوانات الصيد الكبرى. وفي المقابل، نجد أن معظم حالات المحافظة الطوعية تنطبق على أنواع النبات ومواطنها البيئية. ويرجع أن تتفاعل مجتمعات الكفاف الضيقة النطاق مع التغير المناخي بالسعي من أجل تعزيز الموارد اللازمة للعيش وتوجيه كل الجهود في هذا السبيل نحو أكثر المناطق والموارد المتوافرة والواعدة. وغالباً ما تثمر هذه الخيارات في المحافظة على المواطن البيئية المتأثرة بالتغير المناخي وعلى التنوع البيولوجي فيها، مع أنها ليست بالضرورة مصممة لهذه الغاية وقد تؤدي أحياناً إلى نتائج معاكسة (Smith and Wishnie, 2000).

III . تحولات في نطاق توزع الأنواع نتيجة للتغير المناخي

يضمّ العالم العربي أنواعاً محلية تتحمل الحرارة الشديدة والجفاف، ويرجع أن تتفاعل مع التغير المناخي إمّا

فافيولوف، حتى اليوم، مناطق يوجد فيها تنوع عال من الأنواع البرية النسبية لمختلف نباتات المحاصيل، وهي تمثل الأنسب الطبيعيين لنباتات المحاصيل المزروعة. وقد حدّد فافيولوف (1951) ثمانية "مراكز تنوع عالمية" للنباتات المزروعة، أحدها منطقة الشرق الأوسط التي تشمل داخل آسيا الصغرى وعبر القوقاز وإيران ومرتفعات تركمانستان. ويبلغ مجموع الأنواع في منطقة البحر المتوسط 84 نوعاً، ممّا يجعلها في المرتبة الثالثة بعد الصين (137 نوعاً) والهند (117 نوعاً) (Perrino, 1988). وتمتاز منطقة المتوسط بأنها مركز أصل نوعين من الأشجار المثمرة هما الزيتون والخروب، وعدد كبير من الخضر المزروعة (30) والتوابل (15) والنباتات الزيتية (6) والعديد من ضروب النباتات العلفية القديمة (11) (Perrino, 1988).

ولضمان الاستمرار البعيد المدى لتطور الموارد الوراثية في العالم العربي لمقاومة التغير المناخي، لا بد من وقاية مختلف الأنماط الوراثية "السُّلالية" في مواطنها الأصلية من التدخل الزراعي الحديث، وذلك عملياً "بتجميد" حركة الهندسة الوراثية، ولو استلزم ذلك دعم أنظمة الزراعة الريفية "البداية" (Vallianatos, 2006). ويجب مراقبة ردود فعل المجتمعات المحلية الصغيرة تجاه التغير المناخي،

الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية في بلدان عربية مختارة

الجدول 4

| المساحة الإجمالية (هكتار) | عدد المواقع | البلد |
|---------------------------|-------------|-----------|
| 2,959,615 | 42 | الجزائر |
| 105,700 | 2 | مصر |
| 137,700 | 1 | العراق |
| 1,240,600 | 4 | موريتانيا |
| 8,189,600 | 4 | السودان |
| 726,541 | 20 | تونس |

اتفاقية رامسار

اتفاقية الأراضي الرطبة

اتفاقية حكومية دولية وقّعت في رامسار بإيران عام 1971. وهي توفر الإطار للعمل الوطني والتعاون الدولي من أجل المحافظة على الأراضي الرطبة ومواردها وحسن استخدامها.

المصدر: Ramsar Convention

فيها تقديرات مدى تحمل الأنواع للحرارة والرطوبة، وكذلك على تدرجات البيانات المناخية الموقعية التي تتوزع الأنواع على أساسها، وإلا فإن قابلية التغير بدافع الارتفاع / الرطوبة في الجبال وقرب الأجسام المائية تكون قد أُخرجت من الاعتبار، وتتجه النتائج لتسجيل ردات فعل الأنواع السائدة في المواطن البيئية القاحلة وشبه القاحلة الأكثر شيوعاً (Rivedi et al., 2008).

لذلك، يُتوقع أن تكون قابلية التأثر بالتغير المناخي أكبر لدى الأنواع الفريدة المحدودة النطاق و/أو التي وصلت إلى حدود تحملها البيئي. ومن أمثلة هذه الحالات الفريدة الأنواع التي تنمو في مناطق مرتفعة في ظروف حرارة و/أو رطوبة معتدلة، والأنواع النامية قرب أجسام المياه العذبة وعلى طول المناطق الساحلية بما فيها الجزر. وتوجد أنواع عديدة تنمو في مثل تلك المواطن البيئية الفريدة المنتشرة في كل بلد عربي، مثل منابت المنغروف في قطر، وغابات الأرز في لبنان وسوريا، والنباتات في جزر جيبوتي، وأهوار العراق، والسلاسل الجبلية في اليمن التي يبلغ ارتفاعها 3700 متر، وفي عمان وارتفاعها 3000 متر، بالإضافة إلى الأنهر الكبيرة كالنيل (مصر والسودان) ودجلة والفرات (العراق وسوريا) واليرموك (سوريا والأردن).

تتوزع الأنواع والأنظمة البيئية البؤرية التي وصلت إلى حدودها البيئية على امتداد الخط الساحلي الواسع في العالم العربي، مثل نباتات المنغروف في مصر، وهي شديدة الالتصاق بمواضعها، وقدرتها على تحمل الضغوط البيئية محدودة. وقد أدت تغيرات درجات حرارة مياه البحر المسجلة في مختلف المناطق على طول سواحل العالم العربي إلى تصنيف الخطوط الساحلية في عمان والصومال كبقع خطيرة لابيضاض المرجان (NOAA/NESDIS, 2009). وسُجّلت في مناطق معينة، مثل القسم الأدنى من البحر الأحمر والقسم الجنوبي من

بمواصلة البقاء في مواطنها البيئية وإما بنقل توزعها إلى مناطق أبرد أو أكثر رطوبة نسبياً في المرتفعات و/أو بالانتقال شمالاً. وقد سُجّلت تحولات في نطاق التوزع بشكل عام لعدد متنوع من مجموعات النباتات والحيوانات، ويمكن أن نتبين مدى فداحة هذه التحولات إذا ما أنعمنا النظر في المعطيات الخاصة ببعض الأنواع التي لم تُدرَس بدقة حتى الآن (Hickling et al., 2006).

على مستوى عالمي، قد توسّع الأنواع المحلية الأصلية في العالم العربي نطاق توزعها شمالاً. فمثلاً أنواع جنوب البحر المتوسط الموجودة عند الطرف الدافئ من التدرج الحراري الأوروبي، يعتقد أنها ستفقد تدريجياً مواطنها غير الملائمة نسبياً وتكتسب عدداً كبيراً من المواطن الجديدة في مناطق أبرد خارج العالم العربي (Thuiller et al., 2005b). وفي مثل هذه الحالة، تصبح القدرة على الانتشار عاملاً حاسماً، لأن هجرة أنواع الأراضي الجافة القادرة على المنافسة هي ما قد يؤدي في نهاية المطاف إلى فقدان المساحة المناخية المناسبة للأنواع الأوروبية في أوروبا (Rivedi et al., 2008).

يُنْتَظَر أن يوفر تدرج الارتفاعات وتدرج الرطوبة، على المستوى الإقليمي في العالم العربي، ملاجئ فريدة لآخر مجموعات الأنواع المتبقية. وهذه الملاجئ هي مناطق خاصة وسط أراض قاحلة وشبه قاحلة في الغالب، وهي توفر مستلزمات الأنظمة البيئية البؤرية وتؤدي أنواعاً متخصصة أصبحت على حدودها البيئية، فهي بالتالي عرضة للتأثر الشديد بالتغير المناخي. ونظراً لعدم وجود نماذج منشورة لتوقعات تأثير التغير المناخي على التنوع البيولوجي في العالم العربي، من المهم الاعتماد على بيانات توزع الأنواع المحددة جغرافياً المتوافرة حالياً، وذلك من أجل فهم وتوقع ردات فعل الأنواع من حيث تحولات نطاق التوزع. وفي هذه الحالة يتوجب استخدام النماذج التراتبية التي تشتمل على البيانات المناخية الإقليمية، بما



بالتغير المناخي (National Report to CBD). وقد أخذت بوادر هذا التبدل بالظهور، حيث انخفضت معدلات الرطوبة وتساقط المطر ألحق الضرر بأشجار العرعر في جبال الشّرة في جنوب الأردن وجبال الحجاز في السعودية، إذ بدأت رؤوس هذه الأشجار باليباس وتناقص تجدد البذور (Al Eisawi, unpublished).

يُشار إلى أن دراسات التوقعات التي أجريت في مناطق أخرى من العالم أفادت أن التغير المناخي سيُطرح صعوبات تهدد بقاء الأنواع النامية في بؤر مناخية موقعية. وقياساً على هذه التوقعات، يُعتقد أن الأنواع المتكيّفة مع الحرارة والجفاف والتي تتمتع بنطاق توزع عريض في العالم العربي سوف تحل محل الأنواع المتخصصة النامية في مواطن بيئية فريدة، وبالتالي ستجعلها تفقد كل مساحات المناخ الملائم (Rivedi et al., 2008). على سبيل المثال، يُستفاد من نماذج التوقعات أن المناطق الجبلية في بلدان جنوب البحر المتوسط ستعاني من خسارة الأنواع وتجدها بمعدل 62%، مما سينعكس في نهاية المطاف تغييراً جذرياً في تشكيلة نباتات الإقليم (Thuiller et al., 2005a). علاوة على ذلك، تتوقع دراسات النماذج أن الأنواع التي تحتمل القحط سوف تكون أكثر الأنواع ثباتاً وتحافظ على مواطنها البيئية الأولية و/أو تتمدد إلى مواطن بيئية جديدة ملائمة، في حين أن الأنواع ذات القدرة المحدودة على احتمال درجات الحرارة المرتفعة سوف تفقد أجزاء شاسعة من مواطنها البيئية (60-40%) أو تهجر صعوداً نحو مواطن بيئية محتملة إذا أُتيح ذلك جغرافياً. لذلك، وعلى عكس الأنواع المتكيّفة عموماً مع الحرارة والجفاف في المواطن البيئية الصحراوية وشبه

الخليج العربي، زيادة في درجات الحرارة بمقدار درجة إلى 1,5 درجة مئوية. وعرفت مناطق أخرى زيادات أقل لكتّها ليست بسيطة إذ تراوحت بين نصف درجة ودرجة واحدة مئوية، كما في القسم الأعلى من البحر الأحمر والبحر المتوسط وخليج عمان وبحر العرب. وستكون لزيادات درجات الحرارة هذه آثار خطيرة أيضاً على التنوع البيولوجي في الشواطئ الرملية والكتبان الرملية الساحلية، فمثلاً: السلاحف البحرية التي تلجأ إلى شواطئ البحرين ولبنان وعمان لتعيش وتضع بيوضها سوف تتأثر بشكل ملحوظ، لأن ارتفاع درجة حرارة التربة سيُخلّ بنسبة الذكور إلى الإناث، وستكون لذلك عواقب وخيمة لا يمكن عكسها على بقاء هذه الأنواع في تلك المناطق. وقد تكون الأراضي الرطبة من أشد الأنظمة البيئية في العالم العربي تأثراً نتيجةً للسلبات التي يأتي بها التغير المناخي والتي قد تنجم عن أدنى درجة تبدل في مقدار وموسمية معدل سقوط المطر والتبخر.

ولا شك في أن الأماكن المرتفعة التي تشكل الملاذ للعديد من الأنواع المتخصصة والأنظمة البيئية البورية سوف تعاني من تحولات في توزع الأنواع، ومن اختفاء بعض الأنواع، في حالات أخرى. ويتواجد نوعان من الأشجار الصنوبرية عند أقصى حدود توزعهما جنوباً في لبنان، هما أرز لبنان وتوب قبليقية (الشوح)، وسوف ينحسر نطاق توزعهما، بفعل ارتفاع درجات الحرارة، إلى بقع أخرى في المنطقة أبعد شمالاً وأكثر ارتفاعاً. كذلك الحال بالنسبة لغابات العرعر في المملكة العربية السعودية التي تتركز حالياً في حزام ضيق مساحته 7600 كيلومتر مربع على مرتفعات شاهقة تتراوح بين 2000 و3000 متر، فهي سوف تتأثر سلباً

المقاييس الزمنية التي تستند إليها توقعات التغير المناخي. فأنماط الانتشار لدى الأنواع يمكن أن تتدرج من الأنواع التي لا تتمكن من الانتشار بسهولة إلى الأنواع القادرة على الانتشار والاستقرار بسرعة. مثلاً، الأنواع ذات البذور الكبيرة لن تهجر بسرعة مثل الأنواع ذات البذور الخفيفة أو البذور التي يمكن أن تنشرها الحيوانات. ومع ذلك، فإن بعض دراسات نماذج المحاكاة تظهر أن كثيراً من الأنواع التي يتغير نطاق توزيعها المحتل بشكل كبير، تصبح غير قابلة للحياة نظراً لتأخر ردات فعل أفراد المجموعة على تغير المناخ (Miles et al., 2004). ويرجع عموماً أن الأنواع التي تتمتع حالياً بنطاق توزيع واسع سوف تكون فائقة القدرة على الانتشار، أما الأنواع المتواجدة في مواقع محدودة، فالأرجح أن تكون مقدراتها على الانتشار خفيفة جداً، وستكون أكثر عرضة للتأثر بالكوارث الناجمة عن التغير المناخي مثل الحرائق وموجات الجفاف وتفشي الآفات. ومن ناحية أخرى، قد تمر الأنواع المهاجرة في عدة حالات انقراض عندما تواجه تبدلات في الأرض ناشئة عن أنشطة بشرية أو بمجرد أن تصل إلى قمة جبل أو أطراف جسم مائي.

ويتحتم، من الآن فصاعداً، أن تستند تقديرات قابلية الأنواع للتأثر إلى وسائل تحليلية مثل إطارات النماذج الموسعة التي تركز على المساحات المناخية الملائمة للأنواع باستخدام نماذج الغلاف المناخي الحيوي التي تعتمد على تحليل التفاعلات المتشابكة في مختلف المستويات (Pearson and Dawson, 2003) و/أو نماذج تحليل الحساسية التكاملية، وهي تدرس تأثيرات التغير المناخي على الأنواع المفردة وخصوصاً النادرة والمهددة والشديدة التأثر بالمناخ، إلى جانب العمليات الأيكولوجية (Hannah et al., 2002).



الصحراوية، فإن توافر الماء ودرجات الحرارة و/أو أنواع التربة هي عوامل تحد من قدرة البقاء لدى الأنواع (الجدول 1) في الأنظمة البيئية مثل الموائل النهرية والأراضي الرطبة والجبال في العالم العربي. لذلك فإن قدرة هذه الأنظمة البيئية على مواجهة التغير المناخي هي محدودة وبقائها غير مضمون.

IV. بنية الأنظمة البيئية وقابلية الأنواع الحية للتأثر بالتغير المناخي

سينشأ عن التكيف مع التغير المناخي تبدل أنظمة بيئية بكاملها من حيث السمات الكيميائية والبيولوجية و/أو تعديل تشكيلة الأنواع، بحيث تضطر هذه الأنواع إلى التشتت أو التأقلم أو مواجهة الانقراض النهائي. وحيثما تسمح الظروف بتحويلات كبرى في عدد الأنواع التي تتعايش في منطقة معينة، أو بغنى الأنواع، يُتوقع أن تخضع المجموعات البيئية لإعادة تنظيم كبرى. وبنسبة ذلك تصعب حماية الأنظمة البيئية النموذجية و/أو الأنظمة البيئية القائمة (Currie, 2001). وبما أن ردات فعل الأنواع المتوقعة حيال التغير ستكون فردية، بشكل عام، فالأرجح ظهور مجموعات جديدة من الأنواع واتجاه العلاقات القائمة حالياً بين الأنواع نحو الانفكك باطراد (Thuiller et al., 2006). ففقدان أندر الأنواع يمكن أن يعوّض عنه ازدهار نمو الأنواع السائدة، في حين أن الأنواع النادرة لا يمكن أن تعوّض انخفاض كثافة الأنواع السائدة.

بالنسبة لغنى الأنواع، مع أن دراسات عديدة تشير إلى أن للتنوع البيولوجي تأثيرات إيجابية على وظيفة الأنظمة البيئية، فهناك دراسات أخرى لا تشير إلى ذلك. وقد يكون السبب متعلقاً بوضع الأنواع الأكثر تأثراً بالتغير المناخي. مثلاً، إذا حدث فقدان الأنواع في المستويات العليا من الهرم البيئي أو فقد أحد الأنواع الرئيسية، فقد تكون لذلك تأثيرات بالغة جداً على النظام البيئي. من ناحية أخرى، فإن فقد الأنواع الناجم عن التغير المناخي في مستويات أخرى من الهرم البيئي أو ضمن فئات أنواع مختلفة هو أمر يصعب التكهّن به. لكن من الممكن أن يقلل غنى الأنواع في المدى القصير (من عشرات إلى مئات السنوات) حتى في المناطق التي يُتوقع أن يزيد غنى أنواعها في المدى الطويل: فعند تغير المناخ قد تختفي، في زمن قصير نسبياً، الأنواع التي لا تحتمل الظروف المحلية، بينما قد تكون هجرة الأنواع الجديدة إلى المنطقة بطيئة جداً (Currie, 2001).

لذلك، ينبغي أن نفهم أنماط انتشار الأنواع على ضوء

الجدول 5

وضع المناطق المحمية في العالم العربي

| البلد | النسبة المئوية للمناطق المحمية من إجمالي مساحة الأرض (2004)* | المناطق المحمية الوطنية والدولية** |
|------------------|--|------------------------------------|
| الجزائر | 5.1 | 104 |
| البحرين | - | 6 |
| مصر | 4.6 | 32 |
| العراق | 0.0 | 10 |
| الأردن | 10.2 | 24 |
| الكويت | 0.0 | 19 |
| لبنان | 0.3 | 20 |
| ليبيا | 0.1 | 26 |
| موريتانيا | 0.2 | 7 |
| المغرب | 0.8 | 81 |
| فلسطين | - | - |
| عمان | 0.1 | 7 |
| قطر | - | 4 |
| السعودية | 2.0 | 128 |
| الصومال | 0.3 | 25 |
| السودان | 3.5 | 44 |
| سوريا | - | 18 |
| تونس | 0.2 | 87 |
| الإمارات | 0.0 | 15 |
| اليمن | - | - |
| التغطية العالمية | 6.1 | 6.1 |

المصدر: * United Nations Environment Programme, 2005

** WDP, 2009

لحماية الأنواع في مواطنها البيئية ضمن حدود ثابتة. وفي المقابل، يُتَظَر أن تكون التغيرات في نطاقات توزع الأنواع، رداً على التغير المناخي، ديناميكية جداً ومشملة على المناطق المحمية، أو متجنبة إياها أحياناً.

إنّ مقاربة إدارة المحافظة على الطبيعة التي تجعل غنى الأنواع هدفاً بحد ذاته قد لا تحمي وظائف الأنظمة البيئية المرغوبة. في حين أنه قد يكون من الأسهل إنجاز الإستراتيجيات الهادفة مثلاً إلى مكافحة الأنواع الدخيلة التوسعية، وذلك بتحديد الأنواع الهامة وظيفياً واستهدافها (كأنواع مكافحة البيولوجية أو الأنواع المحلية المنافسة) بدلاً من الاكتفاء بتشجيع زيادة غنى الأنواع بشكل عام (Srivastava et al., 2005). فالمتنزهات الوطنية الكائنة في مناطق بيئية صحراوية أو في أراضٍ جافة ذات شجيرات تكون سريعة التأثير بالتغير المناخي لأنها ستعاني، على الأرجح، من نقص في غنى الأنواع. أما المناطق المحمية الواقعة في مواطن بيئية نادرة أو فريدة أو ذات بقع مزروعة فقد يزداد غناها النباتي، لكنها يمكن أن تشهد تغييراً في تشكيلة الأنواع. فعلى سبيل المثال، إذا تغيرت بنية الموطن البيئي نظراً لفقدان الأنواع الرئيسية، كأحد أنواع الأشجار الهامة، بسبب أنماط الحرائق الناجمة عن المناخ، فسيكون لذلك تأثير عظيم على أنواع الحيوانات. بالإضافة إلى ذلك، قدرة الأنواع على الانتشار وعلى تعقب التغيرات المناخية خارج حدود المنطقة المحمية، كما هي حال المها والتعلب وتدييات أخرى، تصبح غير فاعلة من دون تدخل بشري (Thuiller et al., 2006). فمن أصل 277 نوعاً حيوياً درست في أفريقيا، لم يحكم على أي نوع بالانقراض عند افتراض تمتعها بالقدرة الكاملة على الهجرة في أنحاء الأراضي الداخلية، وحكم على ما لا يزيد عن عشرة أنواع بالانقراض عند افتراض عدم حدوث هجرة لأن هذه الأنواع ستفقد مئة بالمئة من مواطنها البيئية المناسبة. بالإضافة إلى ذلك، إذا أصبح أي نوع محصوراً في مواقع قليلة فأى كارثة محلية قد تؤدي بسهولة إلى انقراض ذلك النوع، كما أن التغير المناخي يمكن أن يجعل الحيوانات أكثر عرضة للتأثر بالأمراض المنتشرة وخصوصاً الجمره الخبيثة. وتتأثر دورة حياة القُراد أو غيره من الطفيليات بتبدل المناخ، مما قد يفاقم مخاطر الانقراض بفعل الأمراض التي تنقلها.

ولا يُتَوَقَّع أن تتمكن مواقع الحماية الكائنة في أراضٍ جافة صحراوية أو ذات شجيرات من إنجاز مهمتها في حماية تنوع أنواع التدييات ضمن حدود المحميات، لكنها قد تواجه خسائر كبرى في تنوع الأنواع لا يمكن أن يعوّض عنه تدفق

V . المحافظة على الطبيعة في مواقعها الأصلية: المناطق المحمية ودورها في تخفيف أخطار التغير المناخي

خطا العالم العربي خطوات هامة جداً في تحديد المناطق المحمية في مختلف البلدان (الجدول 5). وتتضمن المناطق المحمية مناطق وطنية تشمل أنظمة بيئية مختلفة، وكذلك مناطق مصنفة دولياً مثل مواقع اتفاقية رامسار وبرنامج الإنسان والمحيط الحيوي ومواقع التراث العالمي.

تتمن أهمية حماية الأنظمة البيئية والأنواع الفريدة عند حدودها البيئية في أنها تسلط الضوء على ضرورة إقامة مناطق محمية ذات امتدادات مناسبة في التدرجات المناخية الجوهرية (الحرارة / كميات المطر) على أن تربط بينها ممرات من أنظمة بيئية طبيعية / شبه طبيعية (Eclcy et. al, 1999). والمحافظة على الطبيعة في مواقعها الأصلية، بما في ذلك المتنزهات الوطنية والمحميات الأحيائية، هي أداة وقاية أساسية تُستخدم

الجدول 6 درجات التأثير على الأراضي في العالم العربي

| البلد | النسبة المئوية لإجمالي مساحة الأراضي (بما فيها المياه الداخلية) المتأثرة بالأنشطة البشرية بدرجة مرتفعة | النسبة المئوية لإجمالي مساحة الأراضي (بما فيها المياه الداخلية) المتأثرة بالأنشطة البشرية بدرجة متدنية |
|-----------------|--|--|
| الجزائر | 0.58 | 84.25 |
| البحرين | - | - |
| مصر | 1.85 | 86.37 |
| العراق | 2.08 | 9.51 |
| الأردن | 1.65 | 46.61 |
| الكويت | 10.47 | 0.05 |
| لبنان | 18.08 | 0.0 |
| ليبيا | 0.27 | 92.46 |
| موريتانيا | 0.02 | 93.84 |
| المغرب | 2.04 | 17.90 |
| الأراضي المحتلة | - | - |
| عمان | 0.73 | 76.24 |
| قطر | - | - |
| السعودية | 0.58 | 49.24 |
| الصومال | - | - |
| السودان | 0.11 | 44.24 |
| سوريا | 3.10 | 0.21 |
| تونس | 3.57 | 33.98 |
| الإمارات | 5.02 | 0.46 |
| اليمن | 0.17 | 49.09 |

المصدر: ESI, 2005

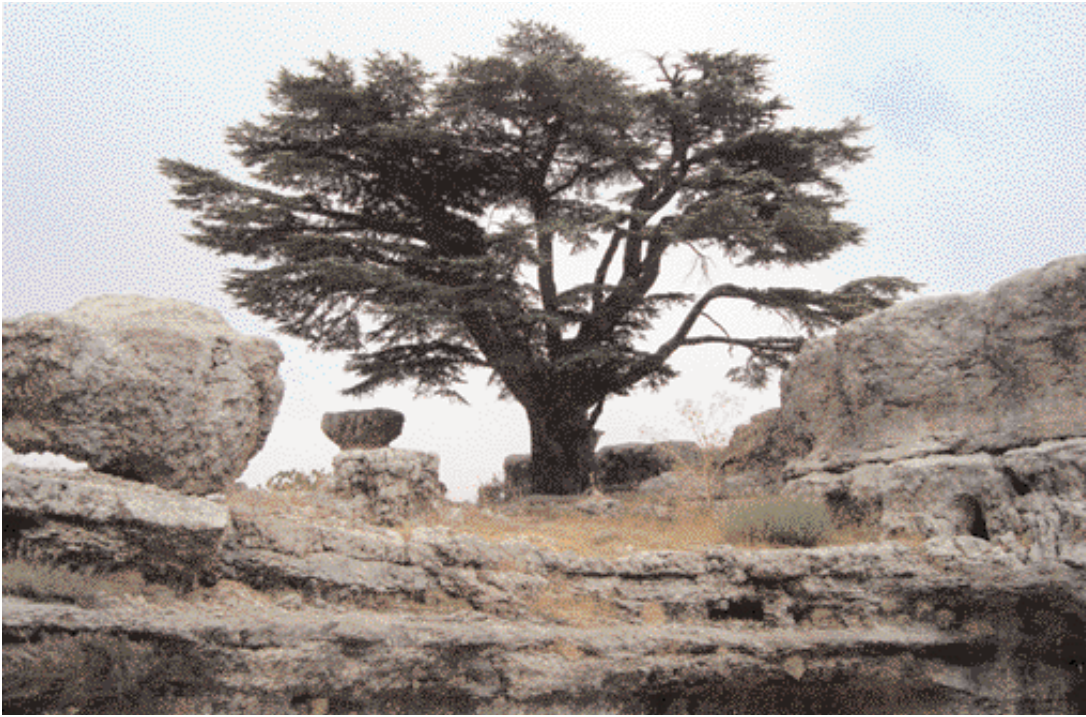
على الأراضي في العالم العربي هي في لبنان حيث تبلغ 18,08 في المئة، ثم الكويت بنسبة 10,47 في المئة. وسُجِّلت أعلى نسب أراضٍ تأثرت بشكل محدود بالأنشطة البشرية في الجزائر ومصر وليبيا وموريتانيا وعمان، إذ بلغت نسبتها في هذه البلدان أكثر من 70 في المئة، حتى إنها وصلت إلى 93,84% في موريتانيا و92,46% في ليبيا (الجدول 6).

يمكن استقراء مدى إقرار العالم العربي بخطورة تأثيرات التغيّر المناخي على التنوع البيولوجي وأوضاع المبادرات الاستباقية التي بُدئ بها، بدراسة التقارير الوطنية المقدمة من البلدان المختلفة بموجب اتفاقية الأمم المتحدة للتنوع البيولوجي. ويظهر تحليل مسألتين هامتين في التقارير الوطنية أن الوضع قائم بالنسبة للاهتمام بهذه القضية والإجراءات المتخذة بصددها. ففي المسألة المتعلقة بتنفيذ مشاريع هادفة إلى تخفيف التغيّر المناخي والتكيف معه عن طريق المحافظة على التنوع البيولوجي والاستخدام المستدام للموارد، كان عدد الدول التي التزمت بذلك 4 فقط، في حين أفادت 5 دول أخرى أنها بصدد إعداد مثل

أنواع جديدة. وحتى في حال عدم توقّع خسائر كبرى في الأنواع فقد تحدث مضاعفات بسبب الآثار غير المباشرة الناجمة عن إعادة تشكيل مجموعات الحيوانات، وبالتالي فإن ذلك قد يغيّر التفاعلات التنافسية القائمة ويؤثر على ديناميكيات الهرم البيئي، إذ يعدّل أنماط التفاعل بين الضواري والفرائس (Thuiller et al., 2006).

VI . ملاحظات ختامية

للنشاطات الزراعية والبيئات الحضرية تأثيرات بالغة على البيئة الطبيعية، وبالتالي يترتب على تحويل مواقع النبات الطبيعي إلى النشاطات البشرية نتائج بيئية خطيرة. وتُعتمد نسبة الأراضي التي تتدنى فيها التأثيرات الناشئة عن الأنشطة البشرية في بلد ما، لقياس مدى تواجد الأراضي البرية في ذلك البلد، علماً أن الأراضي البرية ضرورية من أجل المحافظة على التنوع البيولوجي. أما نسبة الأراضي التي تكثر فيها التأثيرات الناشئة عن أنشطة بشرية فهي مقياس للدلالة على مدى كثافة استغلال الأرض. وأعلى نسبة مسجلة لتأثير النشاطات البشرية



يتوقف، إلى حد بعيد، على أنماط انتقال الأنواع وانتشارها وقدرتها على التغلب على العوائق الطبيعية أو التي يصنعها الإنسان، أو التبدلات في الأرض التي يتسبب بها الإنسان.

بالإضافة إلى إجراء دراسات وتقديرات حول ردات فعل الأنواع على التغير المناخي، من المهم أيضاً إعداد تصورات وتوقعات لمعرفة الأنواع التي ستحافظ على توزعها الحالي نظراً لأن صافي خسارة الأنواع في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى اضمحلال المجموعات التي أصبحت هامشية في الأراضي الجافة. وهكذا فإن المناطق العربية، وأغلبيتها أراض قاحلة، معرضة بشكل خاص لخسارة كثير من الأنواع (96% من أراضي مصر هي أراض قاحلة، و80% من مساحة الأردن أراض قاحلة، و80% من مساحة أبوظبي أراض صحراوية). وليس هناك إجماع في الرأي حول كيفية مسح وتقدير نتائج التغير المناخي على البيئة. لكن معرفة المواقع الأكثر تأثراً والمواقع الأقل تأثراً، في ظلّ أوضاع مختلفة، توفر إطاراً لتصميم أنظمة للمحافظة تشمل نوعي المناطق الأقلّ عرضة للمخاطر (ملاجئ مُحتملة) والأكثر عرضة للمخاطر، حيث يمكن أن تفوق سرعة حدوث التغير المناخي سرعة كثير من الأنواع في التأقلم مع هذا التغيير، مما يجعل الأنظمة البيئية المتغيرة تشكل تجمعات جديدة لم تكن موجودة في الماضي ولم يكن لها نظير (Saxon et al., 2005). ولن يطال تأثير

تلك المشاريع. أما الدول الإحدى عشرة الباقية فهي لم تقمُ بمشاريع من هذا النوع، أو لم تنجز تقاريرها الوطنية، أو لم تبلغ بشيء حول هذه المسألة.

وتتعلق المسألة الثانية بتنسيق جهود الدول للتأكد من أن مشاريع تخفيف التغير المناخي والتكيف معه تتقيد بالالتزامات التي تمّ التعمّد بها بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. وتعليقاً على هذه المسألة، أفادت 7 دول أن الآليات اللازمة لذلك موجودة لديها، وأفادت دولتان أنّهما بصدد إعداد هذه الآليات. أما الدول الإحدى عشرة الباقية فقد أفاد بعضها بعدم إنشائه تلك الآليات، وبعضها لم ينجز التقارير الوطنية، وبعضها لم يذكر شيئاً حول هذه المسألة.

لذلك فإنّ العالم العربي في أمسّ الحاجة لمزيد من العمل والجهد في سبيل مواجهة التغير المناخي بشكل مناسب وفعال. فعدد الأنواع قليل قياساً على البيئة الطبيعية، إذ يتراوح عدد أنواع الحيوانات والنباتات المسجّلة بين 9119 نوعاً في لبنان و2243 في موريتانيا. لكن بغض النظر عن غنى الأنواع، ما يعبر فعلاً عن مدى تأثر المنطقة بالتغير المناخي هو قياس التغيرات النسبية في تنوع الأنواع (Bakkenes et al., 2002). ومع أنّ الأنواع في الأراضي الجافة قد تتمكّن من توسيع مدى توزعها، فإن ذلك

المراجع

Al-Eisawi, D.M. Report on ecosystems and biodiversity. Unpublished.

Al-Eisawi, D.M. (2008). 'Restoration and Saving Biodiversity in Desert Climate'. 2nd World Scientific Congress, Challenges in Botanical Research and Climate Change. 29 June-4 July 2008. Delft, The Netherlands.

Al-Eisawi, D.M. (2004). 'Flora and Vegetation of Hawar Islands, Kingdom of Bahrain'. Arabian Gulf University. Manama, Kingdom of Bahrain.

Arab Forum for Environment and Development – AFED (2008). *Arab Environment, Future Challenges*. AFED Annual Report 2008. N. Saab and M.K. Tolba (Eds.). Beirut, Lebanon: Technical Publications.

Bakkenes, M., J.R.M. Alkemade, F. Ihle, R. Leemans, and J.B. Latour (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change biology*. 8: 390-407.

Biomes and Ecosystems (2008). Windows to the Universe at the University Corporation for Atmospheric Research (UCAR). ©1995-1999, 2000 The Regents of the University of Michigan; ©2000-05 University Corporation for Atmospheric Research. At: http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Life/images/biomes_lg_jpg_image.html

Convention on Biological Diversity – CBD (2007). Biodiversity and Climate Change Biodiversity and Climate Change-International Day for Biological Diversity.

Convention on Biological Diversity – CBD. National Reports. At: <http://www.cbd.int/reports/>

Currie, D.J. 2001. 'Projected effects of climate change on patterns of vertebrate and tree species richness in the conterminous United States'. *Ecosystems*. 4: 216-225.

Eclcy, H. A. C., M. J. Lawes, and S. E. Piper (1999). 'The influence of climate change on the distribution of indigenous forest in KwaZulu-Natal, South Africa'. *Journal of Biogeography*. 26: 595-617.

Environmental Sustainability Index – ESI (2005). *Benchmarking National Environmental Stewardship*. Yale Center for Environmental Law and Policy. Yale University Center for International Earth Science Information Network Columbia University.

Hannah I., G.F. Midgley and D. Millar (2002). 'Climate change-integrated conservation strategies'. *Global Ecology and Biogeography*. 11: 485-495.

Hickling, R. D. B. Roy, J.K. Hill, R. Fox, and C.D. Thomas (2006). 'The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards.' *Global Change Biology*. 12: 450-455.

التغيير المناخي الأنواع مباشرة فحسب، بل أيضاً عبر ارتباطها بعناصر أخرى كأن يرتفع معدل وفيات نوع من الأنواع بسبب تفشي الآفات، وهذا بدوره قد يكون ناشئاً عن نوع الآفة، وحجم التبدلات الوراثية وقابلية التكيف مع المتغيرات المناخية لدى مجموعة الآفات، ومقدار ما تفترسه الطيور من حشرات، واستخدام مبيدات الحشرات أو عدم استخدامها.

وينبغي على البلدان في المنطقة العربية أن تُعدّ وتنفذ برامج محدّدة ومخصّصة لتخفيف آثار التغيير المناخي والتكيف معه. لقد استطاعت الأنواع، في الماضي، أن تنجو من عواقب التغييرات المناخية السابقة لأنها تمكّنت من تعقب امتدادات مواطنها البيئية في المساحات الفارغة. أما اليوم، بعد أن بدل الإنسان معالم عالم الطبيعة وقطعه، فقد أصبح ذلك أمراً في غاية الصعوبة. لذلك يتوجب على سكان العالم العربي أن يبذلوا كل جهد ممكن لإتاحة المجال أمام الأنواع كي تنقل مواطنها البيئية وتتكيف مع تغيير المناخ. (Jansson and Dynesius, 2002)

في مجال إدارة المناطق المحميّة، ثمة استراتيجيتان رئيسيتان يجب اتباعهما بالتوازي بغية ضمان فعالية جهود المحافظة على البيئة وتغطيتها الشاملة. تقضي الاستراتيجية الأولى بإقامة مناطق محميّة جديدة لتحقيق هدف تمثيل الأنواع، وتتعلق الاستراتيجية الثانية بإدارة الأنواع ضمن كل محميّة بالتناسب والتنسيق مع المحميّات الأخرى (وعدم الاكتفاء بالمحافظة على الوضع الراهن في كل محميّة) (Hannah et al., 2002). ولعلّ ما يناسب العالم العربي حالياً ويفيده كثيراً اعتماد ثلاثة محاور عند وضع خطط المناطق المحميّة: توسيع المناطق المحميّة، والإدارة خارج المناطق المحميّة، والتنسيق الإقليمي لجهود إدارة المحميّات (Hannah et al., 2002).

أخيراً، على العالم العربي، بصفته كياناً جغرافياً مترابطاً، أن ينشئ آليات إقليمية للتنسيق في هذا المجال ويضعها موضع التنفيذ. فتبدلات نطاق الأنواع وتأثيرات الأحداث الخطيرة وحالات لاتزامن الموارد غالباً ما تحدث على نطاق إقليمي. لذلك فإن أي استراتيجية فعالة لمواجهة التغيير المناخي يجب أن تتضمن آليات لتنسيق أعمال صيانة البيئة على المستوى الإقليمي وتخطي الحدود السياسية وتجاوز تضارب الصلاحيات (Hannah et al., 2002). فلا يمكن التغلب على ظاهرة عالمية ذات تأثيرات بالغة على جميع الأصعدة والمستويات من دون تنسيق إقليمي فاعل ومستدام.

- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – IUCN (2008). At: <http://www.iucnredlist.org/static/stats>
- Jansson, R and M Dynesius (2002). 'The Fate of Clades in a World of Recurrent Climate Change: Milankovitch Oscillations and Evolution.' *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33:741-777.
- Kapos V., Ravilious C., Campbell A., Dickson B., Gibbs H.K., Hansen M.C., Lysenko I., Miles L., Price J., Scharlemann J.P.W., Trumper K.C. (2008). *Carbon and Biodiversity: a Demonstration Atlas*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- League of Arab States, 'Background paper on Arab Region State of Implementation on Climate Change'. Technical Secretariat Council of Arab Ministers Responsible for the Environment.
- Mackay, R. (Ed.) *The Atlas of Endangered Species* (2005). Earthscan. Myriad Editions Limited.
- Miles, L. A. Grainger, and O. Phillips (2004). 'The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia.' *Global ecology and biogeography*. 13: 553-565
- National Environmental Satellite Data and Information service (NOAA/NESDIS) (2009). At: <http://www.osdpd.noaa.gov/PSB/EPS/climo&hot.html>
- Leary, N. and Kulkarni, J. (2007). *Climate Change Vulnerability and Adaptation in Developing Country Regions*. Draft Final Report of the AIACC Project A Global Environment Facility Enabling Activity in the Climate Change Focal Area. Implementing Agency: United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya
- Olmos, S. (2001). *Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment Methods*. Prepared for the Climate Change Knowledge Network.
- Pearson, RG and T.P Dawson (2003). 'Predicting the impact of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?' *Global Ecology and Biogeography*, 12: 361-371.
- Perrino, P (1998). 'The diversity in VavHxjv's Mediterranean Gene Center.' *Kulturpflanz*, 36: 85-105
- Rivedi, M.R., P.M.Berry, M.D.Morecroft, and T.P.Dawson (2008). 'Spatial scale affects bioclimate model projections of climate change impacts on mountain plants.' *Global change biology*. 14: 1-15.
- Saxon, E., B. Baker, W. Hargrove, F. Hoffman, and C. Zganjar (2005). 'Mapping environments at risk under different global climate change scenarios.' *Ecology letters*. 8: 53-60.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2003). *Interlinkages between biological diversity and climate change*. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol. Montreal, SCBD, 154p. (CBD Technical Series no. 10).
- Smith, E. A. and M. Wishnie (2000). 'Conservation and subsistence in small-scale societies.' *Annual Review of Anthropology*. 29: 493-524.
- Socioeconomic data and applications centre (SEDAC) Map client. At: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/mapviewer/index.jsp>
- Srivastava, D. S. and M. Vellend (2005). 'Biodiversity – ecosystem function research: is it relevant to conservation?' *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 36: 267-94.
- The Ramsar Convention on Wetlands. At: http://www.ramsar.org/index_key_docs.htm
- Thuiller, W. O. Broennimann, G. Hughes, J. R. M. Alkemade, G. F. Midgeley, and F. Corsi (2006). 'Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions.' *Global change biology*. 12: 424-440
- Thuiller, W. S. Lavorel, and M. B. Araujo (2005b). 'Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change.' *Global ecology and Biogeography*. 14: 347-357.
- Thuiller, W., S. Lavorel, M. B. Araujo, M.T. Sykes, and I.C.Prentice (2005a). 'Climate change threats to plant diversity in Europe.' *PNAS*. 102 (23):8245-8250.
- United Nations Environment Programme – UNEP (2009). *Environment Outlook for the Arab Region*. The First Comprehensive Policy-Relevant Environmental Assessment Report for the Arab Region.
- United Nations Environment Programme -World Conservation Monitoring Centre (2005 a). Protected Areas 2005.
- United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre, Ramsar Convention Bureau, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Conservation Union (2005 b). Biodiversity 2005
- United Nations Framework Convention on Climate Change –UNFCCC (2006). Background paper on impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Africa for the African workshop on adapta-
- tion implementation of decision 1/CP.10 of the UNFCCC Convention Accra, Ghana, 21 - 23 September, 2006.
- Vallianatos, E. G. (2006). 'Humanity's ecological footprint.' *Mediterranean Quarterly*. 17:66-85
- Watson R.T., Zinyowera M.C, Moss R.H. (Eds). (1997). *IPCC Special Report on The Regional Impacts of Climate Change An Assessment of Vulnerability*. Cambridge University Press, UK.
- World Database on Protected Areas – WDPA. At: <http://www.wdpa.org/MultiSelect.aspx>