

## 2-3 : النظام البيئي الدقيق Micro Ecosystem

يعبر عن النظام البيئي الدقيق أنه نظام مصغر له حدود مميزة يمكن التأثير فيها وتكرارها في أي وقت. وتحتوي هذه الأنظمة المصغرة على المكونات الأساسية للنظام البيئي وتكون عادة على نوعين أحدهما يشترك مباشرة من الطبيعة وذلك من خلال نمو الكائنات وازدهارها في أوساط صغيرة، والثاني يدام بمختلف أنواع المتنبات الكيماوية مع توفير التدفق الداخل والخارج للمغذيات والكائنات الحية المنظمة لها. ومن بين الأمثلة على الأنظمة البيئية الدقيقة هي أحواض أسماك الزينة حيث يمكن إنجاز نوع من التوازن المائي بشرط البقاء على عدد الأسماك المتوازنة مع المياه والنباتات الصغيرة من أجل إنجاز التوازن الغازي والغذائي في النظام البيئي. وقد قام عدد من الباحثين في مراكز البحوث والمؤسسات العلمية في عمل نظام دقيق لتحقيق بعض الدراسات وذلك خلال عمل حوض بأبعاد معينة وعلى سبيل المثال بقطر 2-3 م وعمق 3 م وملئه بمياه بحيرة ما ومحاولة تعريضه لنفس الظروف البيئية من درجة الحرارة والضوء لإنجاز بعض الدراسات والمراقبات البيئية على وفق تصميم التجربة اعتمادا على الهدف المطلوب.

## 2-4: الأنظمة البيئية غير الكاملة Incomplete Ecosystems

تعد الأنظمة البيئية التي تملك جميع المكونات الأساسية التي تم التطرق إليها سابقا نظما بيئية متكاملة Complete Ecosystems كما توجد بعض النظم التي ينقصها واحد أو أكثر من هذه المكونات الأساسية لذا سميت بالنظم البيئية غير الكاملة. ومن الأمثلة الواضحة لهذه الأنظمة تلك التي تتواجد في الأعماق السحيقة للبحار والمحيطات حيث توجد كائنات محللة وأخرى مستهلكة في حين لا وجود للكائنات المنتجة بسبب الظلام الدامس وذلك لعدم وصول الأشعة الضوئية إلى تلك الأعماق ويكون المستهلك في هذه الحالة مؤلفا من كائنات تتغذى على ما يسقط من كائنات ميتة نباتية كانت أم حيوانية من الطبقات العليا وربما هناك بعض المفترسات التي تتغذى على تلك الكائنات فضلا عن المحلات. وبالرغم من احتمال وجود بعض الكائنات البكتيرية التي تستطيع بناء المواد كيماويا Chemosynthetic Bacteria إلا أن

مع أطيب تحيات د. سلام  
حسين الهلالي  
salamalhelali@yahoo.com

إنتاجها من المواد العضوية يكون بكميات محسوسة لا يعول عليها في الإنتاجية المطلوبة.

من الأمثلة الأخرى المتعددة للأنظمة البيئية غير الكاملة مثل مناطق الكهوف ذات الظلام الدامس حيث لا يتواجد المنتج لنفس السبب الموضح أعلاه ويلاحظ فيها المستهلك والمحللات. وقد توجد أشكال في النظم غير الكاملة تتألف من الكائنات المنتجة والمحللة فقط مع غياب المستهلك كما هي الحالة في إزدهار الطحالب Blooming في الأنظمة البيئية المائية حيث تموت الكائنات المستهلكة عند تغذيتها مما يمنع سريان الطاقة خلال السلسلة الغذائية. وقد تكون بعض الأنظمة البيئية غير المتكاملة لا أحيائية أي أنها خالية تماما من الحياة أو الكائنات الحية كما هو الحال في أعماق التربة أو خارج الكرة الأرضية على وفق ما يتوفر من معلومات لحد الآن كما في الأنظمة على سطح الكواكب السيارة كالقمر والمريخ وغيرها. عندما تتعرض بعض المناطق إلى الكوارث كالحريق فإنها تبقى غير كاملة لفترات مؤقتة فقط وتكون العوامل غير المناخية لها تأثير واضح ولكن لمدد محدودة.

## 2-5: المفاهيم المتعلقة بالنوع والفرد

هناك عدد من المفاهيم ذات العلاقة بالنوع Species والفرد Individual في النظام البيئي سيتم التطرق إليها بشكل موجز وتشمل بعضا من المفاهيم الرئيسية:

### 7-1 1- الموطن والمركز البيئي Habitat and Ecological niche

يعرف موطن الكائن الحي بالمكان الذي يعيش فيه أو يلجأ إليه ويعرف المركز البيئي بأنه المكان الطبيعي الذي يحتله الكائن الحي فضلا عن أثره الوظيفي في المجتمع وبمعنى آخر فإن المركز البيئي هو أكثر شمولاً من تعبير الموطن. كما يعبر عن الموطن أنه عنوان الكائن الحي في حين يكون المركز البيئي حرفته بالمعنى الحياتي. ويتضمن المركز البيئي مجموعة غير محددة من الصفات الاحيائية والمقاييس الفيزيائية لذا فإن مفهوم المركز البيئي أكثر فائدة وأكثر قابلية للتطبيق كميًا.

ويستخدم تعبير الموطن Habitat على نطاق واسع ليس في علم البيئة فحسب، بل في مواقع أخرى. وبصورة يعنى الموطن بانه المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي. كما يشير الموطن إلى المكان الذي يحتل من المجتمع Community بكامله. ويشمل الموطن المكونات الأحيائية وغير الأحيائية . لذا يمكن استخدام تعبير موطن الكائن الحي لنوع معين Species habitat أو موطن الجماعة أو المجموعة أو السكان Population habitat أو موطن المجتمع Community habitat.

يعد مفهوم المركز البيئي أكثر حداثة فقد استخدم العالم جوزيف كرينيل Joseph Grinnell (1917-1928) كلمة Niche من أجل دعم فكرة الوحدة التوزيعية التي بضمنها يقيد كل نوع بتحديدات تركيبية ووراثية ولا يمكن لنوعين أن يحتلا طويلا المركز البيئي نفسه، وقد فكر كرينيل في مفهوم المركز البيئي نفسه، وقد فكر كرينيل في مفهوم المركز بتعبير الموطن الدقيق Microhabitat أي المركز المكاني وكان العالم التون Charles Elton (1927) في إنكلترا من الأوائل الذين استخدموا تعبير المركز البيئي Niche بمعنى الحالة الوظيفية للكائن الحي في مجتمعه. ونتيجة لتأثيره الكبير في التفكير البيئي أصبح المقبول بأن المركز بأية حال ليس مرادفا للموطن Habitat ومنذ أن أكد التون علاقات الطاقة فإن روايته عن المفهوم ربما اعتمدت المركز الغذائي Tropicnic. واقترح هجنسن G.E.Hutchison (1957) بأن المركز يمكن أن يتخيل كمكان متعدد الذي بضمنه تسمح البيئة للفرد أو النوع أن يعيش بصورة محدودة. قد أوضح ماك آرثر Mac Arther (1968) أن التعبير البيئي Niche والتعبير الوراثي Phenotype هما مفهومان متوازيان لكونهما يتضمنان عددا غير محدود من المساهمات، كلاهما يتضمن بعض أو كل المقاييس نفسها. وان كليهما مفيد في تحديد الفروق بين الأنواع والأفراد.

## 2- المكافئ البيئي Ecological equivalent

تعرف الكائنات التي تحتل المراكز البيئية نفسها أو أخرى مشابهة لها في مناطق جغرافية بالمكافئات البيئية Ecological equivalent وتميل الأنواع التي تحتل مراكز

متكافئة لتكون على علاقة تصنيفية قريبة في المناطق المتجاورة ولكن كثيرا ما لا تكون على علاقة قريبة في مناطق تكون مفصولة كثيرا أو بعضها معزول عن بعض.

### 3- إزاحة الصفات Character displacement

الأنواع التي تتواجد في منطقتين جغرافيتين مختلفتين أو أنها منفصلة بحاجز مكاني يطلق عليها أنواع مختلفة الموطن Allopatric . في حين يطلق على الأنواع المتواجدة في نفس المنطقة ولكن ليس من الضروري نفس المركز أنها أنواع متصلة الموطن Symopatric . وغالبا ما تكون الفروق في الأنواع قريبة العلاقة بارزة أي أنها متباعدة في الموطن المتصل وضعيفة أي أنها متقاربة في الموطن المختلف عن طريق عملية تطورية تعرف بالإزاحة الصفاتية Character displacement.

على سبيل المثال ، فالنوعان قريبا العلاقة ذات مديين متداخلين حينما يوجد أحد النوعين في أجزاء من المديين تكون المجاميع السكانية لذلك النوع مشابهة للنوع الآخر وربما يصعب حتى تمييزه عنه. وفي منطقة التداخل حينما يوجد النوعان معا، تكون المجاميع السكانية Population أكثر تباعدا ويسهل تمييزها. أي يزيح أحدهما الآخر في واحدة أو أكثر من الصفات المشتركة. ويمكن أن تكون الصفات المشمولة مظهرية أو بيئية أو سلوكية أو وظيفية، ويفترض بأنها وراثية الأساس. لذا فإن الطبيعة الثانية لهذا الطراز تظهر الأنواع إزاحة عندما تكون موطن متصل Symopatric وتقاربا فعلا عندما تكون مواطن مختلفة Allopatric ( الشكل 2-5) وقد أورد آدم Odum (1971) مثلا عن حالة نوعين من كاسرات الجوز للجنس Sitta وهما من الطيور . وعندما يكون النوعان متصلي الموطن يوجد تباعد بارز في المظهر حيث يمكن تمييزها بشكل أسهل فيصبح المنقار والشريط الوجهي في لحد النوعين متوسعين، وفي حين تختزل هاتان الصفتان في الحجم من النوع الآخر (الشكل 2-5). وهكذا فإن الفرق البارز في حجم المنقار يقلل التداخل في المركز Food nich . ويعزز الفرق الواضح في الشريط الوجهي لمعرفة النوع ويمنع التهجين أو على الأقل يخفض الطاقة التي يمكن أن تبدو في الاقتران غير الناضج أو غير المثمر مع النوع غير الصحيح.

### 4- الانتخاب الطبيعي Natural selection

مع أطيب تحيات د. سلام  
حسين الهلالي  
salamalhelali@yahoo.com

يعرف النوع Species أنه وحدة حياتية طبيعية مرتبطة معا في أقسام مجمع مشترك من الجينات. أما التتويج speciation فإنه تكوين أنواع جديدة وتطور تنوع الأنواع وأنه يقع عندما يقطع التدفق الجيني ضمن المجمع المشترك عن طريق آلية انعزالية. وعندما يحصل الانعزال عبر الفصل الجغرافي لمجاميع سكانية منحدره من أصل مشترك فإن تنوعا مختلف الموطن Allopartic speciation قد ينتج. وعندما يحصل الانعزال عبر سبل بيئية أو وراثية ضمن المنطقة نفسها فإن تنوعا متصل المواطن Symopatric speciation يكون محتملا.

بصورة عامة، افترض أن التنوع مختلف الموطن هو الآلية الأولية الذي تنشأ عبره الأنواع ، ووفق هذه النظرة تصبح قطعتان من سكان تتزاوج فيما بينهما بحرية منعزلة مكانيا ( كما في جزيرة أو مكان منفصل بسلسلة جبلية) . وبمرور الزمن تتجمع فروق وراثية كافية في الانعزال حيث لم تعد القطعتان تتبادل الجينات ( تتزاوج Interbreed ) عندما تعودان معا ثانية . وبهذا تتعايشان كنوعين متميزين مختلفين (أو ربما تتركز هذه الفروق أبعد من ذلك بعملية إضافية من الإزاحة الصفاتية Character displacement) .

علما بأن التنوع متصل المواطن ربما يكون أكثر انتشارا مما يعتقد حيث أثبت بوضوح أولا في النباتات الراقية التي تكون فيها آليات انعزال وراثية كهذه مثل التضاعف الكروموسومي ( مضاعفة المجموعات التي يمكن أن تنتج عزلا وراثيا مباشرا) والتهجين والإخصاب الذاتي والتكاثر اللاجنسي أكثر شيوعا مما هي في الحيوانات . إن غزو المستنقع الملحي الكبير في بريطانيا مثال جيد عن التنوع الآني الناتج من تحطيم العزل الجغرافي المتسبب من الإنسان متبوعا بالتهجين ومضاعفة الكروموسومات Polyploidy . فعندما أدخل عشب المستنقعات ملحبة النوع *Spartina alterniflora* الأمريكي إلى الجزر البريطانية فهجن مع النوع الأصلي *S.maritime* ينتج نوعا جديدا مضاعف الكروموسومات وهو *S.tousendii* الذي غزا الان المسطحات الطينية في منطقة المد والجزر الجرداء سابقا غير المحتلة من النوع الأصلي. وكلما أصبحت الآليات البيئية العازلة متضمنة انعزال المركز Niche يكون أكثر تقهما حيث يبدو

واضحا أن القدرة الكامنة للتنوع المتصل هي غير مقصورة على آليات الوراثة الداخلية الخاصة بالنباتات. وهناك حالات متعددة من التوطن Homing والانتشار المحدود للمنتجات التكاثرية والاستيطان وما إلى ذلك كدليل لدعم الرأي عن أي توافق المورث Gene flow في الطبيعة هو أكثر تحديدا مما كان يفكر عموما. وهذا يعني أن الطرز السلوكية والتكاثرية تميل لتجزئة سكان النوع إلى أجزاء منعزلة وراثيا حيث يحصل تبادل المورث بين المجتمعات المحلية Local community بمعدل أوطأ كثيرا مما هو داخل المجتمعات. وإن التمييز قد يحصل حتى عندما تتبادل المجاميع السكانية المورثات بحرية لأن أجزاء السكان كثيرا ما تخضع لضغط انتخابي بيئي مختلف. فمثلا قد يسلط مفترس ضغطا انتخابيا على قطعة من السكان دون الأخرى وهكذا فالمجاميع السكانية المحلية المتزاوجة، مثلها مثل الأنواع ككل، يمكن ان تكون وحدات تطورية تسبب التكيف والتنوع في المجتمعات. ومع ذلك فالانتخاب الطبيعي على مستوى النوع وتحتة يمكن أن يكون جزءا من هذه الحالة.

#### 1-8 5- الانتخاب الصناعي Artificial selection

يعرف الانتخاب الذي ينجز من قبل الانسان بهدف تكييف الكائنات الحية لمتطلباته بالانتخاب الصناعي Artificial selection ويتضمن تدجين Domestication للنباتات والحيوانات أكثر من تحويل وراثته النوع لأن التكيفات المتقابلة بين الأنواع المدجنة والمدجنة (الإنسان عادة) تكون مطلوبة وتؤدي إلى شكل خاص من التكافلية Mutualism . وقد يفشل التدجين في تحقيق أهدافه على المدى البعيد ما لم تكن العلاقة التكافلية هي أيضا تكييفية على مستوى النظام البيئي، أو يمكن أن تكييف هكذا عن طريق تنظيم هادف.

التدجين هو حالة قائمة بين سكانين Two populations ينجز فيها أحد السكان ( المدجن The domesticator ) شبيئين للآخر وهو المدجن (Domesticated) ، الأول: يعمل السكان المدجن . والثاني يفرض السكان المدجن نوعا من نظام الانتخاب الصناعي والذي يعمل عندها على تحديد مستقبل تركيب مجمع المورثات للسكان المدجن في غياب الانتخاب الطبيعي. وهكذا، يمكن تعريف السكان

البري Wild population أنه سكان يكون مستقبل تركيب مورثاته تحت السيطرة المباشرة لتفاعل الانتخاب الطبيعي والطفرة بالمعنى الدارويني ، والسكان الداكن Domestic population هو الذي يكون مستقبل تركيب مجمع مورثاته تحت السيطرة المباشرة لنظام ما من الانتخاب الصناعي، مفروض عليه خارجيا من سكان من نوع آخر، والسكان الوحشي Feral population هو الذي كان مستقبل تركيب مجمع مورثاته في يوم ما تحت سيطرة تفاعل الانتخاب Natural selection- Mutation (interaction) .

يعد التدجين أنموذجا خاصا ومهما جدا من تبادل المنفعة التي تحدث تبدلات عميقة في النظام البيئي لأن العلاقة تؤثر في عدد كبير من أنواع أخرى وفي عمليات ( تدوير المغذيات وتدفق الطاقة وتركيب التربة وغيرها) غير المشمولة مباشرة في التفاعل بين المدجن والمدجن، وكمجهود منشود من قبل الإنسان يمكن أن يفشل التدجين من تحقيق أهدافه بعيدة المدى إذا لم تعوض تقييدات التغذية الاستراتيجية للانتخاب الطبيعي التي كانت قد أزيلت بالانتخاب الصناعي بتغيرات استرجاعية صناعية هادفة وهكذا، فالإنسان وأبقاره سيتلفون البيئة جراء الرعي المفرط ما لم تنظم العلاقة بمفهوم النظام البيئي ككل حيث تكون تبادلية منفعة حقا ( نافعة لكليهما) بدلا من الاستنزاف. كذلك فإن بعضا من أسوأ مشاكل الإنسان قد تسببت من الحيوانات والنباتات المدجنة التي تهرب ( أي أصبحت وحشية) إلى الطبيعة وتصبح آفات رئيسة.

#### 9-1 6- الساعة البيولوجية Biological clock

تمتلك الكائنات الحية آلية وظيفية لقياس الوقت تعرف بالساعة الحياتية أو البيولوجية Biological clock كما أن الايقاع اليومي Circadian rhythm يعبر عن القدرة على توقيت وإعادة الفعاليات للكائن الحي بمدد من نحو 24 ساعة حتى في غياب الأدلة النهارية كالضوء على سبيل المثال. وتعود الأحداث المؤقتة الأخرى إلى الدورات القمرية ( التي تحكم المد والجزر مثلا ) وإلى الدورات الفصلية.

وهناك نظريات عن آلية الساعة البيولوجية الأولى فرضية الموقف الداخلي The endogenous timer hypothesis أي أن الساعة عبارة عن آلية داخلية يمكنها

قياس الوقت دون أدلة بيئية. والثانية فرضية التوقيت الخارجي The external timing hypothesis أي أنه الساعة الداخلية توقيت بإشارات خارجية من البيئة. وبغض النظر عن الآلية فإن الفائدة البيئية أو الانتخابية من الساعة البيولوجية غير قابلة للنقاش لأنها تربط التوترات البيئية والوظيفية وتمكن الكائنات من توقع الدورات اليومية والفصلية وغيرها من الضوء والحرارة والمد والجزر وهكذا.

### 10-1 7- الأنماط السلوكية الأساسية Basic behavioral patterns

يعرف السلوك أنه المعنى الواسع للفعل العلني الذي يتخذه كائن ما ليتلاءم مع الأحوال البيئية لكي يؤمن بقاءه. وهو كذلك وسيلة مهمة تصبح الأفراد خلالها موحدة في جماعات ومجتمعات منظمة ومعدلة. ويمكن عد السلوك على أنه مركب من ستة مكونات تختلف في الأهمية حسب نوع الكائن وهي:

1. الانتحاءات Tropisms

2. الانجذابات Taxis

3. الأفعال الانعكاسية Reflexes

4. الغرائز Instincts

5. التعلم Learning

6. التسبيب Reasoning

وينحصر استخدام الانتحاءات Tropisms بصورة عامة بالحركات الموجهة أو التوجهات في الكائنات كالنباتات الفاقدة للأجهزة العصبية . بينما المكونات الخمسة الأخرى المدرجة في أعلاه بتتابع تطوري لحد ما تكون مصاحبة مع الحيوانات التي تملك أجهزة عصبية وحسية معقدة ( الشكل 2-6).

ويشتق علم السلوك Ethology من الكلمة Ethos وتعنى عادة. حيث نزع علماء السلوك في الأساس لعمل تمييز حاد بين السلوك الفطري ( المكونات الأربعة الأولى أعلاه) والسلوك المكتسب ( المكونات الخامسة والسادسة ) . غير انه من الواضح بان السلوك المتعلم يبنى على طرز معقدة من الأفعال الانعكاسية والغرائز



وطرز السلوك الموروثة الأخرى من ضمنها التوترات اليومية وتوترات الجسم الفطرية الأخرى.

ويمكن أن ينظر إلى مكونات السلوك الستة المبينة أعلاه بنوع من التتابع التطوري. ومع ذلك، لوحظ في الفقاريات العليا والإنسان، والمكونات الأكثر بدائية (الغرائز والأفعال الانعكاسية) لا تزال تؤدي دورا في تحديد كيفية تصرف الأفراد ، ربما أكثر أهمية مما يرغب الإنسان أن يعترف. فالانتحاء Tropism مأخوذة من كلمة Tropos تعني تحولا أو تبديلا، وهي حركات أو توجهات موجهة توجد في النباتات وعلى سبيل المثال زهرة الشمس فإن زهرة هذا النبات تحول لمواجهة الشمس والذي يسمى بالانتحاء الضوئي Phototropism والتوجه العمودي لأوراق الأشجار في يوم مشمس حار يدعى Heliotropism أي الانتحاء الشمسي، أو النمو السفلي للجذور وما يسمى الانتحاء الأرضي Geotropism . وبما أن سلوكا تكيفيا كهذا يحصل بغياب الأجهزة العصبية فإنه يشمل عادة جزء بدلا من كل الكائن وتهيئ الهرمونات إليه الموازنة الرئيسية.

وتستعمل الانجذابات Taxis لتشير بصورة عامة إلى حركات المنبه- الاستجابة (Stimulus-Response) التي تلاحظ بسهولة في الحيوانات الواطئة. وكلمة Taxis تعني كذلك الترتيب وهي من المكونات السلوكية التي تشمل:

1. ردود الأفعال غير الموجهة مثل تجنب عام للبيئة الملائمة التي

يدعى بأنها Kineses

2. ردود أفعال موجهة (taxis, sensustrictu) مع توجيه مباشر

نحو المنبه أو بعيد عنه وعلى سبيل المثال طيران العثة نحو

الضوء.

3. توجهات مستعرضة أو حركات بزواوية ما بالنسبة لاتجاه المنبه،

مثل توجه بوصلة الضوء وإيجاد الاتجاه المعروف في النحل.

لا يمكن رسم خط صارم بين الانجذاب Taxis والأفعال الانعكاسية

Reflexes، ويمكن أن تعد الأفعال الانعكاسية بصورة عامة انها استجابات منبه

لأعضاء أو أجزاء معينة من الجسم وكلاهما يمكن أن يحور بالتجربة. والأفعال الانعكاسية الشرطية *Conditioned reflexes* هي بداية سلوك "متعلم" والتي يعتقد سابقا أنها محصورة بالحيوانات الراقية. وقد ظهر الآن أن أوطأ الديدان وربما حتى الحيوانات الابتدائية *Protozoa* يمكن أن تتشرط *Conditioned*

إن سلوك تغذية الهيدرا *Hydra* (فاقد للجهاز العصبي المركزي) يوضح كيف أن الانتحاءات شبه النباتية والاستجابات اليسيرة الموجهة توازن بوساطة هرمون ينتج من خارج جسم الهيدرا (أي هرمونات بيئية). فعندما يحصل تماس بفريسة وتخرق الخلايا اللاسعة لإحدى المجسات، فإن مادة تدعى الكلوتاثايون المختزل *Reduced glutathion* تنتشر من الفريسة، محدثة توازنا سريعا ونشطا لجميع المجسات والتي بعدها تحرك الفريسة نحو الفم المركزي الموقع. وقد أظهرت التجارب أن الكلوتاثايون كان محررا نوعيا جدا لسلوك التغذية.

يكون السلوك الغريزي مسؤولا عن قسم كبير لما تؤلفه الحشرات والفقاريات الواطئة من تعقبات محولة من سلوك مطبوع، كتعاقب بناء العش وجمع الغذاء والمغازلة والاقتران ووضع البيض وحماية الصغار التي تشكل دورة التكاثر لزنبور الورق *Paper wasp* أو لطير. وأخيرا فالسلوك المتعلم والتسببي يزداد في الأهمية ويتناسب طرديا مع التوسع في الدماغ خاصة قشرة المخ. ويصبح التسبب المتضمن حل المشاكل وصياغة المفاهيم مكونا رئيسا من السلوك في الرتبة المقدمة العليا والانسان فقط.

لتوضيح كيف يندمج السلوك الفطري والمكتسب يمكن اقتباس الحالة المعروفة بالصم *Impinting*. حيث يملك البط والاوز حديث الفقس على سبيل المثال ميلا فطريا لاتباع الأبوين، ولكن عليهم أن يتعلموا تمييز الأبوين عبر المصاحبة. فلو أن شخصا أو حتى أنموذجا غير حي متحركا استعويض به عن الأبوين الطبيعيين أثناء الأسابيع الأولى القليلة من الحياة، فان صورة البديل ستبصم لدرجة أن الصغير أخيرا سوف يتبع البديل مفضلا إياه على الأبوين الحقيقيين. ويظهر أن الغناء في كثير من الطيور هو مزيج من سلوك فطري ومتعلم أيضا.

إن عودة السمك والطيور إلى مواطنها Homing المثيرة هو أنموذج من السلوك الغريزي الذي هو بالرغم من ذلك، يحتمل أن يتضمن واحداً أو أكثر من المكونات الشرطية أو المتعلمة. فالسلمون على سبيل المثال قادر على اقتناء مجرى موطنه بشم أو تذوق المياه التي تحول في ذاكرته أثناء حياته المبكرة في المياه الرئيسية. والظاهر أن كل حاجز مائي Water shed يطلق إلى المجرى مكوناً عضواً يختلف قليلاً يمكن اقتناؤه بواسطة جهاز السمكة الحسي، حتى عندما تتبدل كيمياء المجرى لدرجة كبيرة بالملوثات التي من صنع الإنسان.

## 2-6: التوازن البيئي Environmental stability

تعد الأنظمة البيئية قادرة على إدامة نفسها وعلى تنظيمها مثلما تفعل مكوناتها من المجامع السكانية والكائنات الحية، لذا فإن علم السيطرة أو علم الضبط Cybernetics ذو أهمية تطبيقية في علم البيئة خاصة وأن الإنسان يميل بشكل متزايد لتمزيق السيطرة الطبيعية أو يحاول تعويض الآليات الصناعية بدلاً من الطبيعة، والتوازن الطبيعي Homeostasis هو التعبير الذي ينطبق عموماً على ميل الأنظمة الحياتية لمقاومة التغير وتبقى في حالة متوازنة.

قد اتفق علماء البيئة على أن أي إخلال في التوازن الطبيعي لأي نظام بيئي يعد نوعاً من أنواع التلوث Pollution. مما يدل أن التوازن البيئي ذو أهمية في استقرار مكونات ذلك النظام البيئي. ويقصد بالاختلال في التوازن الطبيعي التغيرات المفاجئة أو المتأثرة بإحدى العوامل لإحدى أو أكثر من المكونات الأحيائية أو الأحيائية وسيتم التطرق لهذا الموضوع عند تناول مواضيع التلوث في الفصول القادمة.

إن مفهوم النظام البيئي مفهوم واسع ويجب أن يكون كذلك وأن وظيفته في الفكر البيئي تأكيد العلاقات الإجبارية والعلاقات المتوافقة والعلاقات العرضية، أي اقتران المكونات لتكوين وحدات وظيفية. وكنتيجة طبيعية لهذا فإنه ما دامت الأجزاء غير قابلة للانفصال عملياً من الكل، فالنظام البيئي هو المستوى من التنظيم الحياتي الأكثر ملاءمة لتطبيق تقنيات تحليل الأنظمة. والأنظمة البيئية يمكن إدراكها ودراستها بأحجام

مختلفة فالبركة والبحيرة وبقعة من غابة أو حتى مزرعة مختبرية ( نظام بيئي دقيق Microecosystem) تقدم وحدات ملائمة للدراسة. وما دامت المكونات الرئيسية موجودة وتعمل معا لإنجاز نوع من الاستقرار الوظيفي، ولو لوقت قصير فقط، يمكن أن تحسب الوحدة نظاما بيئيا. فالبركة المؤقتة هي نظام بيئي محدد له عملياته وكائناته الخاصة به على الرغم من أن وجودها الفعال محدد بمدة زمنية قصيرة يظهر خلالها استقرارها البيئي.

التوازن الطبيعي على مستوى الكائن من المفاهيم المعروفة جيدا في علم وظائف الأعضاء Physiology. أن التوازن بين الكائنات الحية والبيئة يمكن الإبقاء عليه أيضا بعوامل تقاوم التبدل في النظام ككل. وقد كتب الكثير عن هذا التوازن في الطبيعة غير انه فقط مع التطور الحديث في الطرائق الجيدة لقياس معدلات العمل للأنظمة ككل كانت بداية لفهم ما تشتمل عليه من آلية. وتنظم بعض المجموعات السكانية عن طريق الكثافة التي تغذي استرجاعيا بطريقة من آليات سلوكية لتقلل أو تزيد من معدل التكاثر (المستجيب The effector) وبذلك تحافظ على حجم السكان ( الكمية المسيطر عليها) ضمن الحدود المعينة. ولا يبدو لمجموعات سكانية أخرى أنها قادرة على تحديد نفسها ولكنها محكومة بعوامل خارجية ( وهذه قد تتضمن الإنسان). وكما ذكر في أعلاه فإن آليات السيطرة العاملة على مستوى النظام البيئي تشمل تلك التي تنظم خزن وإطلاق المغذيات وإنتاج المواد العضوية وتحليلها. إن تفاعل دورات المادة وتدفقات الطاقة في الأنظمة البيئية الواسعة تولد توازن طبيعيا ذاتي التصحيح دون الحاجة إلى سيطرة خارجية.

إن فكرة النظام البيئي، وإدراك أن الإنسان جزء منه وليس بعيدا عن معقد الدورات الكيماوية الأرضية الحياتية مع قوة متزايدة لتحويل الدورات، هي مفاهيم أساسية لعلم البيئة الحديث. وهي كذلك وجهات نظر ذات أهمية قصوى في مشاكل الإنسان بصورة عامة. يجب أن تبنى صيانة الموارد الطبيعية والتطبيق العملي الأهم لعلم البيئة حول وجهات النظر هذه وهكذا. ومن هذا يفهم أن الإنسان ونتيجة لتطور الجهاز العصبي المركزي له تأثير واضح وفعال في تحويل فعل الأنظمة البيئية والعمل على

عدم استقرارها. مما يتطلب أن نهتم في زيادة الوعي البيئي للإنسان لكي لا يؤثر أو يكون تأثيره السلبي محدودا في النظام البيئي.

مع أطيب تحيات د. سلام  
حسين الهلالي  
salamalhelali@yahoo.com