Concepts of Biogeography

مفاهيم الجغرافيا الحيوية

الفصل (15) من كتاب الجغرافيا الطبيعية الحديثة

N .Strahler and Alan H. Strahler Arthur

تعريب: د. جبريل أمطول *

مقدمة

نظـرا لعلاقـة موضـوع الجغرافيـا الحيويـة بـبعض العلـوم، خاصـة علـم الإيكولوجيـا(علم التبيـؤ) وعلـم الأحيـاء وعلـوم البيئـة، أصـبح مـن الضـروري تحديـد مجـال هـذا العلـم وتوضـيح مفاهيمـه. وقد لمست ، منذ قمت بتدريس مـادة الجغرافيـا الحيويـة لطلبـة الدراسـات العليـا والجامعيـة، الصـعوبة التي يلاقيها الطلبة في فهم ماهية هذا العلم وإدراك فيما يبحث بسب عدم وجود مـادة مكتوبـة باللغـة العربية تفي هذا الموضوع حقه. وقد وجدت أن هذا الفصل من كتاب ستريلر يفى بهذا الغرض، فهو يشـتمل علـى معلومـات مكثفـة حـول هـذه المفـاهيم شرحت شـرحا واضـحا مـن وجهـة نظـر جغرافيـة ودعمت بأمثلة من البيئية الطبيعية.

أمـا كتـاب، الجغرافيـا الطبيعيـة الحديثـة Modern Physical Geography لمؤلفيـه ، **A. N .Strahler H. Strahler A.**، قد شكل منذ بداية الثمانينيات من القرن الماضي، الكتـاب المنهجـي الأساسـي فـي الجغرافيـا الطبيعيـة لطلبـة الدراسـات العليـا فـي معظـم أقسـام الجغرافيـا بالجامعـات الأمريكية. والكتاب مقسم إلى فصول تناولت جميع موضـوعات الجغرافيـا الطبيعيـة ضـمن مـا يعـرف بالنظام الأرضي، فهو بذلك، إلى جانب قيمته العلمية، حافظ على المنهجية التي ينادى بها الجغرافيون والمتمثلـة فـي تنـاول الجوانـب المختلفـة لكوكـب الأرض كمـوطن للإنسـان بشـكل شـمولي ولـيس كموضوعات منفصلة عن بعضها البعض.

* جامعة بنغازي – قسم الجغرافيا

مفاهيم الجغرافيا الحيوية

الجغرافيا الحيوية هي أحدى الفروع الرئيسية للجغرافيا الطبيعية ، وتهتم بدراسة أنماط توزيع النبات والحيوان على سطح الأرض والعمليات التي أنتجت هذه الأنماط. يتناول هذا الجزء من الكتاب العمليات التي تقسم النظام البيئي في العالم إلى مجموعتين متميزتين من النباتات والحيوانات، حيث يكون التركيز على الحياة النباتية فوق اليابسة، ليس لأن الحياة النباتية تمثل الجزء الأكثر وضوحا من صور الحياة ضمن اللاندسكيب فقط بل أيضا لأنها الأكثر أهمية من الناحية الأيكولوجية؛ لأنها مصدر الإنتاج الأولي الذى تعتمد عليه الحياة الحيوانية. يمكن معالجة الكيفية التي تؤثر بها العوامل المختلفة للبيئة الطبيعية على النبات والحيوان بمقياسين، الأول على مستوى العالم، وفيه يوضع في الاعتبار العوامل المناخية مثل أنماط تسخين الأرض المرتبطة بتباين الفصول، واختلاف خطوط العرض والإضاءة والإظلام، ودرجات الحرارة، والتساقط والرياح السائدة.

ويتمثل المقياس الثاني في اختلافات البيئة الطبيعية التي يمكن أن توجد في مساحة صغيرة نسبيا، لهذا فإنه ضمن منطقة رطبة بوجه عام يمكن أن توجد مساحات محدودة شديدة الجفاف مثل كثيب رملي أو جرف أرضى، كما يمكن أن يتخلل المساحات الصحراوية الشاسعة بعض المواقع الرطبة معظم الوقت، مثل: مواقع الينابيع. إذ تعتبر درجة حرارة الهواء ومدى توفر ماء التربة أهم العوامل المتحكمة في توزيع النبات والحيوان على المستويين العالمي والمحلى، لذلك سوف يتناول جزء من هذه الدراسة الكيفية التي يستجيب بها النبات والحيوان للعوامل المناخية المتمثلة في درجات الحرارة ومدى توفر الماء.

دور الماء البيولوجي

يعتبر الماء أهم العوامل المحددة لأنماط التوزيع العالمي للنبات والحيوان، ومن الأسباب التي تجعل الماء مهما أنه خلال التطور أصبحت النباتات والحيوانات متخصصة أو متكيفة مع وفرة الماء أو ندرته، ويتحدد توفر الماء للكائنات العضوية الأرضية في نقطة معينة في الوقت أو المكان عن طريق التوازن بين التساقط والتبخر، والجريان السطحي والرشح، ويتأثر هذا التوازن بالكائنات الحية، خاصة الحياة النباتية، حيث تعيد النباتات عبر النتح قسما كبيرا من ماء التربة إلى الغلاف الجوي ، وعن طريق إعاقة النباتات لحركة الجريان السطحي وزيادة نفاذية التربة فهي تحد من سرعة جريان الماء من ناحية، وتزيد معدلات ما يتسرب منه في التربة من الناحية الأخرى.

ورغم ما تمثله حركات الماء من أهمية بالنسبة للكائنات الحية إلا أن آثارها تظل محدودة بالنسبة للدورة المائية، إذا ما قورنت بتلك العمليات الفيزيائية المتحكمة في الجوانب الرئيسية لهذه الدورة ، ولذلك فان النمط الرئيسي للتباين المائي من مكان لآخر لازالت تحدده الديناميكيات العامة للغلاف الجوي والمحيطات. ونظرا لأن قسماً كبيراً من سطح الأرض تشغله مناطق تعانِ من ندرة الماء خلال قسم من السنة على الأقل، فان نقاشنا سوف يكون منصباً على الطرق التي بواسطتها تكيفت النباتات والحيوانات مع ظروف الجفاف.

حاجة الكائنات الحية للماء

غالبا ما تصنف النباتات في الإيكولوجيا وفى الجغرافيا الحيوية بناءً على متطلباتها المائية، ولذلك وضعت المصطلحات ذات العلاقة بعامل الماء وفقاً لثلاثة بادئات ذات أصول إغريقية هي، xero , hygro , meso وتعنى على التوالي جاف، رطب ومتوسط، فالنباتات التي تنمو في بيئات جافة تعرف بالجفافيات xerophytes، والتي تنمو في مناطق مائية أو رطبة تسمى رطوبيات hygrophytes أما التي تنمو في بيئات متوسطة الرطوبة حيث يتيسر ماء التربة بشكل متماثل نسبيا، فتسمى mesophytes الوسطيات. الجفافيات ذات قدرة عالية على الحياة في بيئات جافة وبيئات يمكن أن تجف بشكل سريع بعد سقوط الأمطار مباشرة مثل: الكثبان، والشواطئ الرملية، والأسطح الصخرية المكشوفة، وتعتبر الصباريات النباتات المثالية للمناخات الجافة. تستطيع الرطوبيات الحياة في مواضع يتوفر فيها الماء بكثرة، ويمكن أن توجد في المجاري المائية الضحلة والبحيرات والمستنقعات ،

شكل 1. أما المتوسطات فتوجد على الأراضي المرتفعة حيث تكون الأمطار وفيرة كما تكون التربة جيدة الصرف تسمح بتغلغل الرطوبة عميقا لتستخدمها النباتات لاحقا.

شكل 1. نباتات المواضع الغدقة، مقاطعة إمت ولاية متشجان.

تشكل النباتات المستنقعية حصيرة عند حافة البحيرة، ويظهر في خلفية الصورة غابة من أشجار الراتنجة الصنوبرية.

يحدث فقد للماء من أنسجة النبات خلال عملية النتح والتي يختلف معدلها باختلاف نوع النبات وطبيعة الظروف الجوية السائدة، فدرجات الحرارة المرتفعة ومعدلات الرطوبة المنخفضة والرياح تساعد جميعا على رفع معدلات النتح، كما يشارك بناء النبات، خاصة خصائص الأوراق، في تحديد معدلات فقد الماء، فالنباتات المكونة من أوراق عريضة ورقيقة، حيث يكون مجموع مساحة مسطح الأوراق كبيراً، ترتبط بمعدل فقد أعلى من تلك ذات الأوراق الإبرية أو الشوكية أو الأوراق الصغيرة السميكة، وتحت ظروف من الإمداد المائي المنخفض ومعدلات تبخر مرتفعة لا تعيش إلا الأنواع النباتية التي يمكنها خفض معدل ما يفقد بالنتح بواسطة الحجم الصغير والبناء المميز لأوراقها .

من الأمور المهمة بالنسبة للمتخصص في الجغرافيا النباتية، تكيف بناء النبات مع ميزانية التربة المائية حيث يكون العجز المائي كبيراً، يحدث معظم النتح من ثغور على الورقة تسمى stomata، وهى فتحات في الطبقة الخارجية للخلية، كما يحدث عبر الأدمة cuticle وهى طبقة الحماية الخارجية للورقة. تطوق الخلايا الحارسة guard cells الفتحات، وتتحكم في فتحها وغلقها،

وبالتالي تنظم تدفق بخار الماء والغازات الأخرى ، شكل 2. يحدث معظم النتح من خلال الثغور، والقليل منه فقط يمكن أن يمر خلال الأدمة، وهذا الشكل الأخير من الفقد يمكن أن يتقلص كثيراً في بعض النباتات بواسطة زيادة ثخانة الطبقات الخارجية من الخلايا أو عن طريق ترسيب مادة شمعية أو شبيهة بالشمع على سطح الورقة أو بالقرب منه، ولذلك نجد أن معظم النباتات الصحراوية تمتلك أدمة سميكة أو أوراقاً وفروعاً مغطاة بطبقة شمعية.

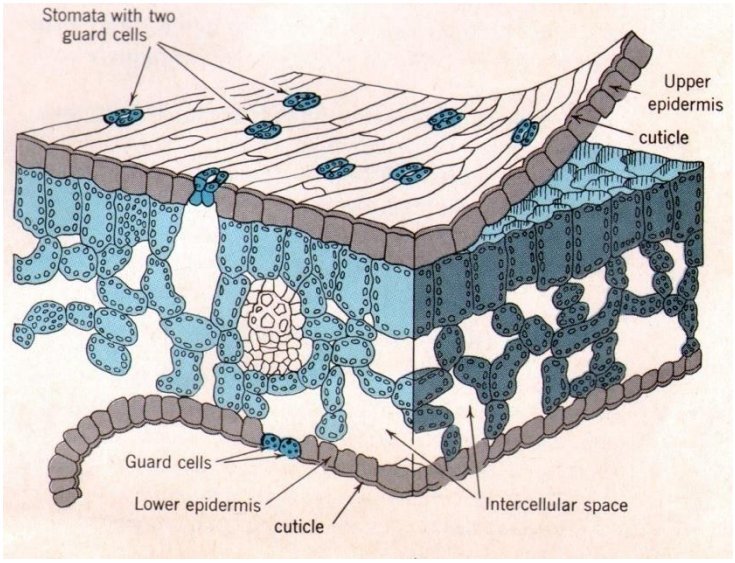
هناك طرق أخرى للحد من النتح ، منها تطوير ثغور تنغمس عميقاً في سطح الورقة؛ لتعوق الانتشار الخارجي لبخار الماء في الهواء الجاف، أو انتشار الثغور على السطح السفلى للورقة، حيث الظل، وبعض النباتات تكيفت مع البيئات الصحراوية عن طريق تقليص مساحة الورقة أو بعدم حمل أوراق بالمرة، فالأوراق الإبرية والشوكية تخفض كثيراً من فقد الماء بواسطة النتح، كما في حالة الصباريات حيث لا توجد أوراق، يقتصر النتح على الأغصان المكتنزة.

الى جانب تطوير بناء ورقيِ يقلل من معدلات النتح تقوم النباتات في البيئة التي يندر فيها الماء بتطوير وسائل للحصول على الماء وتخزينه كالجذور الطويلة التى تصل إلى أماكن وجود الرطوبة في عمق التربة، اما إذا وصلت الجذور إلى المياه الجوفية فانه يتوفر عند ذلك مصدر ثابت للماء، وفى هذه الحالة تسمى النباتات التي تحصل على الماء الجوفي phreatophytes (نباتات ترسل جذورها إلى منطقة الحافة الشعرية) والتي يمكن أن توجد نامية على جوانب المجاري المائية الجافة وفى رواسب قيعان الأودية الصحراوية، وقد طور البعض الآخر من النباتات الصحراوية نظاماً من جذور قصيرة، ولكنها تنتشر في مساحة واسعة من التربة وبذلك يتمكن النبات من امتصاص جزء كبير من مياه الأمطار القليلة والتي تسقط مشتتة ولا تبلل إلا الطبقات السطحية من التربة، غالباً ما تكون أغصان النباتات الصحراوية سميكة اسفنجية النسيج حتى تستطيع تخزين أكبر كمية من الماء، تسمى النباتات التي تكيفت مع الجفاف بهذه الطريقة النباتات العصارية succulents.

من الطرق الأخرى للتكيف مع الجفاف الشديد قدرة الكثير من أنواع النباتات الصحراوية الصغيرة على إكمال دورة إنباتها في فترة قصيرة ، فهي تورق وُتزهر وُتثمر ثم تنثر بذورها مباشرة

بعد سقوط الأمطار، ونظراً لبقاء هذه الأنواع فترة محدودة يطلق عليها اسم الحوليات ephemeral annuals أو النباتات الفصلية.

شكل 2. تركيب خلية ورقة نبات



Stomata with two guard cells ثغور مع خليتين حارستين- Upper epidermis بشرة علوية-Intercellular space فراغات داخل خلوية - Cuticle قشيرة - Lower epidermis بشرة سفلية - Guard cells خلايا حارسة

بعض المناخات، كالمناخ المدارى الرطب الجاف والمناخ القاري الرطب، تتميز بدورة سنوية لا يتوفر الماء في أحد فصولها بسبب غياب التساقط أو تجمد ماء التربة، ويعقب هذا الفصل فصل آخر يكون فيه الماء وفيراً ، تسمى النباتات التي تكيفت مع هذا النظام بالمتغيرات tropophytes .

تقاوم المتغيرات فصل عدم توفر الماء بنفض أوراقها والبقاء في حالة سبات dormant، وعندما يتوفر الماء تنمو أوراقها بمعدل سريع. تسمى الأشجار والشجيرات التي تتخلص من أراقها موسميا بالنباتات النفضية deciduous plants، بينما تحتفظ النباتات دائمة الخضرة evergreen plants بمعظم أوراقها فى حالة خضراء على مدار السنة.

مـن المناخـات التـي تتميـز بتعاقـب فصـلى بـين الرطوبـة والجفـاف، منـاخ البحـر المتوسـط، حيث يكون الصيف جافاً والشتاء رطباً، وفى هذه الظروف المناخية تتبنى الحياة النباتية سلوك الجفافيات مثل نمو أوراق خشنة سميكة وجلدية، من أمثلتها نبات live oak الذى يحتفظ بمعظم أوراقه خلال موسم الجفاف، يسمى مثل هذا النوع من الأشجار الخشنة الأوراق، والدائمة الخضرة والشجيرات الخشبية sclerophylls (النباتات الجفافية القاسية). تمتلك النباتات التي تحتفظ بأوراقها في فصل الجفاف أو فى فصل البرودة، ميزة وهى القدرة على استئناف نشاط البناء الضوئي بمجرد حلول الظروف المناسبة للنمو، فى الوقت الذى تحتاج فيه النباتات النفضية الى نمو أوراق جديدة قبل استئناف عملية البناء الضوئي.

حتى تتمكن الحيوانات المتكيفة مع ظروف الجفاف xeric animals من التغلب على نقص الماء طورت سبلاً مشابهة لتلك التي تستخدمها النباتات، على سبيل المثال: كثير من اللافقاريات تبدى نفس النمط الذى تبديه الحوليات سريعة الزوال، فهي تتجنب الفترة الجافة بالبقاء في حالة سبات حتى سقوط الأمطار حيث تواصل حياتها مستفيدة من فترة الحياة القصيرة للنباتات الجديدة، وتضع انواع كثيرة من الطيور بيضها بالتوافق مع موسم الأمطار حيث يتوفر الغذاء لفراخها. أما روبيان المياه المالحة الصغير الحجم في الحوض العظيم (غرب الولايات المتحدة) فقد يبقى في حالة سبات لسنوات عديدة حتى يمتلئ قاع البحيرة الجافة بالمياه، وهو أمر قد لا يحدث إلا ثلاث أو أربع مرات في القرن، وعند ذلك تبدأ دورة الحياة القصيرة للروبيان الصغير والتي تكتمل قبل أن تتبخر المياه ويصبح القاع جافا.

الثديات بطبيعتها ذات قدرة ضعيفة على التلاؤم مع البيئات الصحراوية، ولكن كثيراً منها تمكن من العيش في هذه البيئات مستعيناً باستخدام آليات متنوعة تتجنب بواسطتها فقدان الماء، وكما تحافظ النباتات على الماء عن طريق تقليل معدلات النتح، كذلك لا يتعرق الكثير من الحيوانات عبر الغدد الجلدية، وإنما تعتمد على طرق أخرى في تبريد أجسامها، وتحافظ كثير من الثدييات الصحراوية على ما بأجسادها من ماء بواسطة إفراز بول مركز وإخراج فضلات جافة. كما تتحاشى ثدييات الصحراء الحر الشديد بالنشاط الليلى، وهى طريقة تستخدمها معظم الحيوانات حيث تقضى فترة النهار في حفر باردة وتخرج ليلاً للبحث عن الغذاء.

الكائنات الحية والحرارة

من العوامل المناخية المهمة في الإيكولوجيا حرارة الهواء والتربة ، يكون فعل هذين العاملين مباشراً على الكائنات من خلال تأثيرهما على معدلات حدوث العمليات الفسيولوجية، ويمكن القول ان لكل نوع نباتي حداً أمثل من درجات الحرارة يرتبط بكل وظيفة من وظائفه مثل، التمثيل الضوئي والإزهار والإثمار وإنبات البذور، كما أن لكل نبات ظروفاً حرارية سنوية مثالية لنموه من ناحية الحجم والعدد، بالإضافة إلى وجود حد أعلى وحد أدنى من درجات الحرارة لكل وظيفة من وظائفه ولبقائه ككل، وتلعب الحرارة دوراً غير مباشر، حيث يزيد ارتفاع درجة حرارة الهواء من قدرته على استيعاب المزيد من بخار الماء ما يحث على رفع معدل النتح ويزيد من سرعة معدلات التبخر المباشر لماء التربة.

بوجه عام، تقل قدرة الكائنات الحية على البقاء بزيادة برودة المناخ، فالكثير من أنواع النباتات المدارية تموت إذا هبطت درجة الحرارة دون التجمد، وفى البيئات القطبية والألبية الباردة في العروض العليا حيث البرودة الشديدة ولا تستطيع البقاء إلا أنواع قليلة. تفسر هذه القاعدة زيادة تنوع الأشجار في الغابة الاستوائية في الوقت الذى لا يوجد فى الغابة شبه القطبية إلا أنواع محدودة فقط، ترتبط قدرة النبات على تحمل البرودة بإمكاناته على تحمل ما يرافق تجمد الماء من تمزيق وتحطيم لأعضائه المختلفة، فإذا لم يتمكن النبات من التخلص من الماء الزائد في أنسجته فإن تجمد هذا الماء سوف يسبب تلف أنسجة الخلايا.

يبقى أثر التباين في درجات الحرارة محدوداً بالنسبة للحيوانات بسبب خصائصها الفسيولوجية وقدرتها على الالتجاء إلى بيئات محمية، معظم الحيوانات تفتقر للآلية الفسيولوجية المنظمة لحرارتها الداخلية، مثل الزواحف واللافقاريات الأسماك والبرمائيات والتي تعرف بذات الدم البارد، حيث تتغير حرارة أجسادها تبعاً لحرارة البيئة المحيطة، عدا بعض الاستثناءات المحدودة خاصة الأسماك وبعض الحشرات. ينحصر نشاط ذوات الدم البارد في الأوقات الدفيئة من السنة، وتقاوم الطقس البارد لشتاء العروض الوسطى بممارسة السبات، كما تمارس بعض الفقاريات ما يعرف بالبيات hibernation , وفيه تتوقف عمليات الايض وتصبح درجة حرارة الجسم مساوية تقريباً لحرارة ما يحيط بها، وتسعى معظم الحيوانات التي تقوم بالبيات إلى إيجاد حفر أو أعشاش

أو مواضع أخرى تحمى أجسامها في حالة انخفاض درجة حرارة الشتاء إلى معدلات متطرفة أو تغيرها بشكل سريع، ونظراً لصغر المدى الحرارى السنوي تحت الطبقة السطحية للتربة أصبحت تمثل مكاناً ملائماً لحفر البيات.

تحفظ بعض الحيوانات، مثل الطيور والثدييات (ذوات الدم الحار warm-blooded animals)، معدلات ثابتة لحرارة أجسادها بواسطة الايض الداخلي، حيث تستخدم طرقاً متنوعة من التكيف؛ لتحافظ على ثبات حرارة أجسادها، فقد يغطيها الفراء والشعر والريش وكلها تعزل أجسادها عن الهواء الخارجي عن طريق حجز الهواء في فراغات معزولة وملاصقة للجسم تعمل على الحد من تسرب الحرارة الى ما يحيط بها من ماء أو هواء، عند بعض الحيوانات الأخرى يؤدى هذه الوظيفة طبقة سميكة من الشحم، أما عند الحاجة للتبريد فهناك طرق تكيف مثل التعرق واللهاث، وهنا تستخدم درجة الحرارة الكامنة المرتفعة الناتجة عن تبخر الماء للتخلص من الحرارة الزائدة. من الوسائل التي تساعد على تلطيف درجة الحرارة ملامسة الأجزاء المكشوفة من جسم الحيوان ، حيث تسير الدورة الدموية، ما يحيط بها من وسط بارد وهى وظيفة تؤديها أقدام الطيور كما تقوم بها زعانف حيوان الفقمة.

عوامل مناخية أخرى

يلعب الضوء دوراً مهماً في تحديد الأنماط المحلية لتوزيع النبات، وتعتمد كمية الضوء المتاحة للنبات بشكل كبير على موضعه، فالأجزاء العليا من الأشجار أو طبقة التاج تستقبل أعلى معدلات الضوء، وتحول دون وصول كميات كبيرة منه إلى ما يقع أسفلها من طبقات، وفى بعض الحالات المتطرفة تمنع طبقة التاج وصول الضوء الى أسفل فتصبح أرضية الغابة معتمة، ومن ثم لا تتمكن الشجيرات والنباتات الصغيرة من النمو. في بعض الغابات النفضية في العروض الوسطى تمثل بداية فصل الربيع وقبل ظهور الأوراق فترة يتوفر فيها الضوء بكثافة على أرض الغابة ما يسمح بدورة من النمو السريع للنباتات الصغيرة والتي تختفى أثناء الصيف عندما يكتمل النمو الورقي في الطبقات العليا من الأشجار، من ناحية أخرى نجد في الغابة نفسها بعض الانواع الأخرى يتطلب نموها توفر الظل وبالتالي لا تظهر إلا في أواخر الصيف.

إذا ما أخذنا عامل الضوء على مستوى كوكب الأرض نجد أن درجة توفره للحياة النباتية تختلف باختلاف خط العرض، فخلال الصيف يزداد طول النهار (طول فترة بقاء الضوء) بصورة سريعة

بالتحرك نحو العروض العليا في اتجاه القطبين، حتى يصل حده الأعلى عند الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية، حيث يمكن أن يستمر بقاء الشمس فوق الأفق لمدة 24 ساعة (يوم كامل) لذلك رغم التناقص الكبير في طول فصل النمو بسبب حدوث الصقيع بالاتجاه نحو القطبين إلا أن معدل نمو النبات يتسارع أيضا بشكل كبير بسبب طول فترة بقاء الضوء، عند العروض الوسطى حيث النباتات النفضية، يحدد الإيقاع الفصلي لزيادة طول أو قصر النهار وقت نمو البراعم والإزهار، والإثمار، ونفض الأوراق وغيرها من الأنشطة النباتية، أما من ناحية أهمية كثافة الضوء فإنه حتى في الأيام المعتمة أو المغيمة يوجد عادة من الضوء ما يسمح للنباتات بالقيام بالتمثيل الضوئي وبمعدلات عالية.

يؤثر الضوء أيضاً على سلوك الحيوانات ، فالدورة اليومية لليل والنهار تتحكم في أنواع النشاط لكثير من الحيوانات، فالطيور مثلاً يتركز نشاطها خلال النهار بينما يكون النشاط الغذائي لكثير من الثدييات الصغيرة أثناء الليل، مثل ابن عرس weasel والظربان skunk والسنجاب المخطط الصغير chipmunk، وفى العروض الوسطى يتحكم الضوء في النشاط الفصلي من خلال طول فترة الإشراق photoperiod أو طول النهار، فعندما يأخذ طول النهار في التناقص يوماً بعد يوم خلال الخريف تبدأ السناجب وغيرها من القوارض في جمع وتخزين الغذاء؛ استعداداً للشتاء القادم ، أما عندما يأخذ طول النهار في الازدياد التدريجي مع حلول الربيع فانه يحفز أنشطة كثيرة عند الحيوانات مثل التكاثر والتوالد، ورغم أهمية هذا الإيقاع بالنسبة للأيكولوجيين إلا أنه أقل أهمية بالنسبة للجغرافيين الحيويين.

تعتبر الرياح أيضاً عاملاً بيئياً مهماً بالنسبة لبناء أو تركيب النباتات خاصة في المناطق المكشوفة لحركة الرياح، فبالقرب من خط الأشجار، فوق الجبال المرتفعة وعلى طول الحد الشمالي لنمو الأشجار في المنطقة القطبية تستجيب الأشجار لاتجاه الرياح الدائم متخذة أشكالاً مختلفة، فالرياح تسمح فقط بنمو الأغصان في اتجاه هبوبها، وبالتالي تتخذ الشجرة شكل العلم، وقد تميل جذوع الأشجار وأغصانها مع اتجاه الرياح حتى تكاد تصبح موازية لسطح الأرض ، شكل 3 . كما تسبب الرياح الجفاف الشديد وتدمير أجزاء الأشجار المكشوفة ، ولهذا يختلف ارتفاع خط نمو الأشجار على السفوح والمنحدرات الجبلية باختلاف مدى مواجهتها ودرجة انكشافها للرياح الدائمة، حيث يكون هذا الحد مرتفعاً فوق السفوح والمنحدرات المحمية من الرياح .

التخوم أو الحدود المناخية الحيوية (البيومناخية) bioclimatic frontie

إذا ما أخذنا العوامل المناخية من رطوبة وحرارة وضوء ورياح مجتمعة أو كل على حده نجد أنها قادرة على وضع حدود لتوزيع الأنواع النباتية والحيوانية، ويدرك الجغرافيون الحيويون أن هناك مستوى حرجاً للضغوط المناخية لا تتمكن بعده الأنواع من الاستمرار في الحياة ،

حول هذا المستوى يتشكل حد جغرافي للتوزيع المحتمل لكل نوع، يعرف هذا الحد عادة بالتخم أو الحد المناخي bioclimatic frontier . ورغم أن هذا الحد يحدد عادة بمركب من العناصر المناخية، إلا أنه من الممكن في بعض الحالات الاعتماد على عنصر مناخي واحد يتفق مع هذا الحد، وقد يرتبط هذا العنصر بماء التربة أو بدرجة الحرارة، من الأمثلة على ذلك توزيع غابات ponderosa pine (Pinus ponderosa) في غرب أمريكا الشمالية، شكل 4. في هذا إقليم الجبلي تتباين كميات الأمطار الساقطة بشكل كبير وفقا للارتفاع، فخط أمطار 50 سم للمجموع السنوي يحيط بأغلب المنطقة الجبلية حيث ينمو yallow pine، الجدير بالأهمية هنا هو موازاة خط المطر المتساوي لحد الغابة وليس درجة تطابقه معه، أما حالة sugar maple (Acersaccharum) فتبدو أكثر تعقيدا ، شكل5، هنا تتطابق الحدود بشكل تقريبي من جهات الشمال والغرب والجنوب مع قيم مختارة من التساقط السنوي والمتوسط السنوي لدرجة الحرارة الدنيا والمتوسط السنوي لتساقط الثلوج.

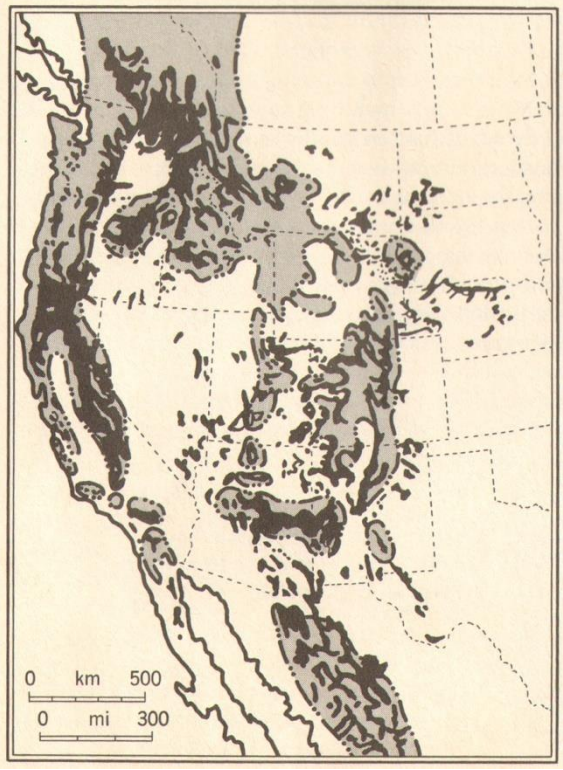
رغم ضرورة وجود حدود مناخية حيوية لجميع الأنواع إلا أن ذلك لا يلزم النباتات والحيوانات على البقاء ضمن تخومها. هناك عوامل أخرى كثيرة تتحكم في انتشار الأنواع ، مثلا قد يحدد وجود الأنواع انتشار الأمراض أو وجود مفترسات في الأقاليم المجاورة، كما قد يهاجر أو ينتشر النوع، خاصة النبات، من الموقع الذى تطور فيه بشكل بطيء، أو قد يكون النوع معتمدا على نوع آخر، ومن ثم يرتبط وجوده بتوزيع ذلك النوع.

شكل 3.

أشجار تشوهت بتأثير الرياح الباردة الجافة وما تذريه من قطع الثلج الصغيرة

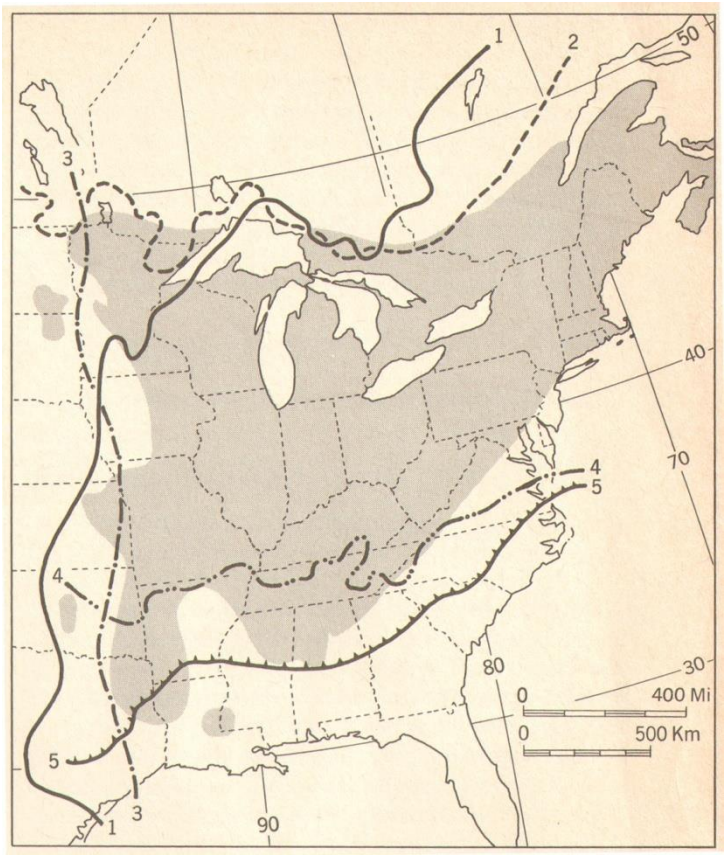
شكل 4.

مناطق غابات ponderosa pine في غرب امريكا الشمالية، تظهر باللون الأسود.
تمثل حافة المنطقة المظللة خط مطر 50 سم فى السنة.



شكل 5.

الحدود (البيومناخية) لأشجار sugar maple فى شرق امريكا الشمالية.



تحدد المساحات المظللة مناطق توزيع هذه الأشجار.

يمثل خط (1) خط المطر السنوي 76 سم.

خط (2) المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الدنيا - 40ْ.

خط (3) الامتداد الشرقي للحد السنوي بين المناخ الجاف والمناخ الرطب.

خط (4) المتوسط السنوي لتساقط الثلج 25 سم.

خط (5) المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الدنيا- 10ْ.

النظم البيئية الأرضية، الأقاليم الحيوية Biomes

أدى تكيف الحياة النباتية والحيوانية مع بيئات متنوعة وتكيف كل نوع منها مع مجال مختلف من الظروف البيئية إلى تشكل العديد من النظم البيئية المتباينة، ويمكن أن تقسم هذه النظم البيئية إلى مجموعتين رئيسيتين هما النظم البيئية المائية والنظم الأرضية. تظم المجموعة الأولى أشكال الحياة في المسطحات المائية وفى المياه العذبة فوق اليابس، وتشمل البحار والمحيطات المفتوحة، ومستنقعات مصبات الأنهار الساحلية والحيود المرجانية، بينما تشمل النظم البيئية للمياه العذبة البحيرات، والبرك، والمجاري النهرية . وتتكون المجموعة الثانية من النظم البيئية على اليابسة من تجمعات للحياة النباتية والحيوانية تنتشر انتشاراً واسعاً فوق سطح الأرض وفى مختلف القارات، ونظراً لأن المناخ والتربة يحددان بدرجة كبيرة هذه النظم فهى بذلك جزء من نسيج الجغرافيا الطبيعية.

يعتبر الاقليم الحيوي أو الأحيائي biome أكبر أقسام النظم البيئية القارية، ورغم أن الاقليم الأحيائي يضم تجمعاً من الحياة النباتية والحيوانية المتفاعلة ضمن الغلاف الحيوي ، إلا أن النباتات الخضراء تهيمن فيزيائيا على الاقليم الأحيائي نظرا لعظم كتلتها الحية مقارنة بغيرها من الكائنات ، لذلك يصنف الجغرافي الحيوي الأقاليم الحياتية وفقا لخصائص أشكال الحياة للنباتات الخضراء.

فيما يلى الأقاليم الحيوية الرئيسية مرتبة وفقا لما هو متوفر من ماء التربة ودرجة الحرارة.

1- الغابات: حيث يتوفر ماء التربة ودرجة الحرارة.
2- السافانا: وتمثل مرحلة من الظروف الانتقالية بين الغابات والحشائش.
3- أراضي الحشائش: يوجد نقص معتدل في ماء التربة ووفرة في الحرارة.
4- الصحراء: حيث يكون النقص كبيراً في ماء التربة مع توفر الحرارة.
5- التندرا: حيث لا تتوفر حرارة كافية.

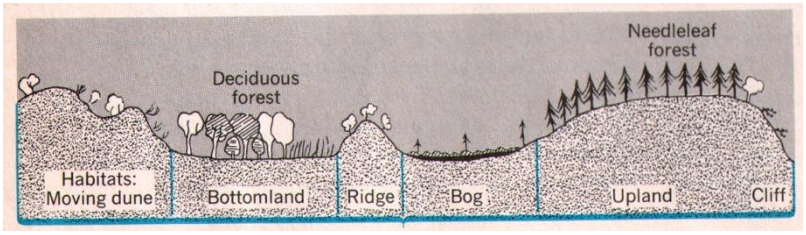
يقسم الجغرافيون الحيويون الأقاليم الحياتية إلى وحدات أصغر وفقاً لحجم وشكل وبناء الحياة النباتية، تسمى هذه الوحدات أصنافاً تكوينية formation classes. على سبيل المثال ، يمكن التعرف بسهولة على أربعة وربما ستة أنواع من الغابات ضمن الإقليم الأحيائي للغابات، كما تشمل الصحارى مجالاً متسعاً من حيث وفرة وأشكال الحياة النباتية.

المجتمعات الحيوية وبيئات الموطن

رغم اعتماد توزيع النظم الحيوية الرئيسية على المناخ إلا أن هناك الكثير من التنوع المحلى للحياة النباتية والحيوانية، فالمجتمعات الحية biotic communities تمثل عشائر نباتية حيوانية محلية تعتمد بعضها وغالبا ما توجد مجتمعة . مجموع الغطاء الحى لإقليم ما عبارة عن فسيفساء من أنواع المجتمعات الحية الصغيرة والتي يتكرر وجودها في أماكن مختلفة على الأرض.

لاختلاف الأشكال الأرضية وتباين خصائص التربة تأثير رئيسي على توزيع المجتمعات الحية ، وتشمل الأشكال الأرضية التلال، والأودية، والحافات، والجروف. فالحياة النباتية فوق أراضٍ مرتفعة نسبياً، حيث التربة عميقة وجيدة الصرف تختلف كلياً عن تلك النباتات في أراضي قيعان الأودية المجاورة حيث يكون مستوى الماء الجوفي قريباً من سطح الأرض معظم الوقت، كما تختلف أيضاً النباتات فوق الحافات الصخرية والجروف الشديدة الانحدار حيث لا تستقر مياه الجريان فوق سطح الأرض، وتكون التربة ضحلة أو غير موجودة، ونظراً لان الحيوانات تعتمد على النباتات في الإنتاج الأولى فإن عناصر المجتمعات الحية من نبات وحيوان سوف تستجيب لهذه الاختلافات في البيئة الطبيعية. يستخدم تعبير بيئة الموطن habitat للإشارة إلى بيئة طبيعية يوجد بها مجموعة حية مميزة، مثلا يوضح (الشكل6) ست بيئات موطن ضمن غابة كندية وهى، أرض مرتفعة، أراضٍ غدقة، أراضٍ منخفضة (قاعية) وحافات وجروف وكثبان نشطة. في حالة تأسيس أصناف تكوينية لغرض وضع خرائط عامة، عادة يضع الجغرافيون الحيويون تصنيفاتهم اعتماداً على مجتمعات بيئات الأراضي المرتفعة حيث تسود الظروف البيئية المتوسطة المدى، ويعتمد موقع بيئة الموطن والمساحة التي تشغلها بشكل كبير على عوامل التربة والأشكال الأرضية.

شكل6. بيئات موطن ضمن الغابة الكندية



بيئات الموطن مرتبة من اليسار الى اليمين :

1. كثيب متحرك Moving dune 2. أرض قاع (غابة نفضية) Bottomland 3. نتوء Ridge 4. مستنقع Bog (ارض غدقة) 5. ارض مرتفعة Upland(غابة من الاشجار ابرية الاوراق) 6. جرف Cliff .

العوامل الجيومرفولوجية

العوامل الجيومرفولوجية (عوامل الأشكال الأرضية) المؤثرة في النظم البيئية هي أساسا العوامل نفسها التي تؤثر في التربة، وتشمل درجة انحدار السطح (مقدار الزاوية التي يصنعها سطح الأرض بالنسبة للوضع الأفقي) وتوجيه المنحدر (اتجاه انحدار سطح الأرض بالنسبة للشمال الجغرافي) والتضاريس (اختلاف ارتفاع سطح الأرض بين خط تقسيم المياه وما يجاوره من قيعان أودية) بوجه عام تشمل العوامل الجيومرفولوجية في إقليم ما جميع أشكال سطح الأرض المتكونة بفعل عمليات التعرية، والنقل، والإرساب التي تقوم بها المجاري المائية والأمواج والرياح والجليد، وبفعل قوى مثل النشاط البركاني وحركات بناء الجبال.

تعمل درجة انحدار المنحدر بشكل غير مباشر، وذلك من خلال تأثيرها على معدل جريان مياه الأمطار فوق سطح المنحدر، فعلى المنحدرات الشديدة تزداد سرعة جريان الماء وينخفض معدل تسربه في التربة، بينما تتراجع سرعة الجريان فوق المنحدرات الهينة بحيث تسمح للتربة بامتصاص معظم مياه الأمطار والاحتفاظ بها، وقد يؤدى الاندفاع السريع للماء فوق المنحدرات الشديدة إلى جرف التربة وتقليل سمكها ، بينما تبقى التربة محتفظة بسمكها فوق المنحدرات الهينة، ويؤثر توجيه المنحدر بشكل مباشر على الحياة النباتية عن طريق التحكم في درجة تعرض المنحدر لأشعة الشمس والرياح الدائمة، فالمنحدرات المواجهة لأشعة الشمس تكون ادفأ وأكثر جفافا من تلك التي لا تواجه الشمس، وبالتالي تبقى في الظل مدة أطول أثناء النهار،

وفى العروض الوسطى قد يكون تأثير اختلاف توجيه المنحدرات من القوة بحيث يظهر الاختلاف كبيرا بين المجموعات الحية فوق المنحدرات المواجهة للشمال وبين تلك المواجهة للجنوب، شكل 7.

تكون العوامل الجيومرفولوجية مسؤولة بشكل جزئي عن جفاف أو رطوبة بيئة الموطن (المناخ المحلى) في إقليم متجانس في ظروفه المناخية. على سبيل المثال، تكون التربة اكثر جفافا على خطوط تقسيم المياه وفوق القمم والحافات بسبب سرعة الجريان السطحي وزيادة درجة انكشاف سطح الأرض لأشعة الشمس والرياح الجافة، بالمقارنة تكون قيعان الأودية أوفر رطوبة بسبب تجمع مياه الجريان فوق أرضها، وفى قيعان أودية الأقاليم ذات المناخ الرطب يمكن أن يقع مستوى المياه الجوفية بالقرب من سطح الأرض أو فوقه مكوناً مستنقعات وبرك وأراضي غدقة.

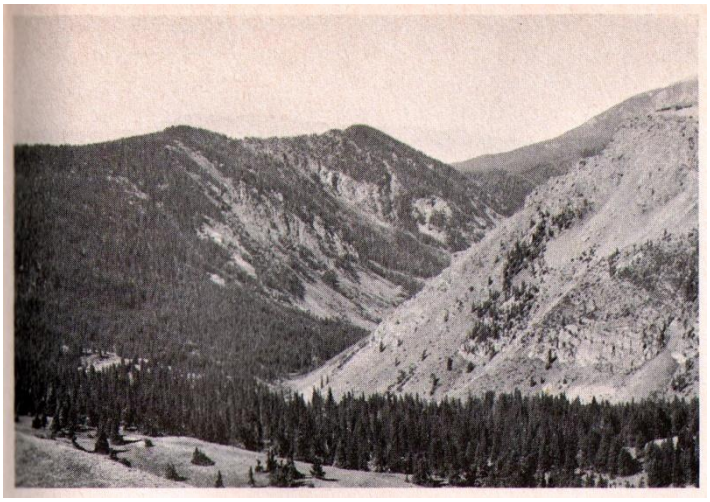
عوامل التربة Edaphic factors

يقصد بها العوامل المرتبطة بالتربة ، وقد تم تناول أساسيات تكون التربة وتطورها في فصول سابقة، فيما يتعلق بالجغرافيا الحيوية، يمكننا تناول التربة من وجهتي نظر، الأولى ترى أن النظم المناخية تتحكم في الأنماط العامة لتوزيع التربة، كما ترتبط أصناف التربة وأنواع المناخ بعلاقة وثيقة مع الأصناف التكوينية النباتية على مستوى العالم، وترتبط وجهة النظر الثانية ببيئات الموطن، أو الاختلافات المكانية فوق سطح الأرض على المقياس الصغير، ومن خصائص التربة ذات التأثير في تباين بيئة الموطن: القوام، البناء، محتواها من الدبال، وجود أو غياب الآفاق في قطاعها، حامضية التربة، وقاعديتها، أو ملوحتها، ومدى نشاط ما بها من بكتيريا وكائنات مختلفة.

رغم أن هذه الدراسة تضع الاهتمام بأسس علم التربة قبل أسس النظم البيئية الطبيعية، إلا أن جدلاً مهماً يمكن أن يتولد إذا ما قلب مفهوم هذه المعالجة على الأرض، أي أن الحيوانات والنباتات تلعب دوراً رياديا في تطور خواص التربة. فإذا افترضنا وجود بيئة موطن، عبارة عن أرض جرداء تكونت حديثاً نتيجة وقوع أحداث جيولوجية، مثل تدفق المواد البركانية المنصهرة (اللافا) فوق سطح الأرض أو انكشاف أرض شاطئية جديدة من تحت ماء البحر، فإن التطور التدريجي لقطاع التربة يكون مترافقاً مع استيطان هذه البيئة بتعاقب، أو تتابع من المجموعات الحية. فالنباتات تبدل التربة

بشكل كبير من خلال عمليات مثل: إضافة المادة العضوية للتربة وإنتاج أحماضٍ تتفاعل مع مكوناتها المعدنية، كما تساهم الحياة الحيوانية التي تتغذى على النباتات في العمليات الطبيعية والكيمائية لتطور التربة.

شكل7. التباين النباتي على منحدرات جوانب الوادي المتقابلة.



يواجه المنحدر الكثيف النبات في الجانب الايسر من الصورة جهة الشمال الشرقي ويبقى في الظل اثناء فترة بعد الظهر، بينما يواجه المنحدر في الجانب الأيمن، حيث الكثافة النباتية المخلخلة، الجنوب الغربي حيث يستقبل كمية مرتفعة من الاشعاع الشمسي وتصل درجات حرارة الهواء اعلى معدلاتها.

التعاقب الايكولوجي Ecological Succession

تعتبر ظاهرة تغير أو تطور النظم البيئية عبر الوقت مألوفة لنا جميعاً، فلو قمنا برحلة استطلاعية عبر الأراضي الريفية يمكن أن نلاحظ مراحل متعددة من هذا التطور النباتي، تبدأ بحقول مزروعة مفتوحة ثم أراضٍ تنمو بها الحشائش والشجيرات إلى أراض تغطيها الغابات. كما تمتلئ البحيرات تدريجياً بما تنقله إليها الأنهار من رواسب وتتحول إلى أراض غدقة. تعرف هذه المراحل من التغيرات والتي يعقب فيها المجموعات الحية أحدها الآخر في الطريق إلى نقطة نهاية مستقرة بالتعاقب الحيوي ecological succession. بوجه عام، يقود التعاقب إلى تكون أكثر المجموعات الحية تعقيداً في منطقة ما، آخذين في الاعتبار عوامل التحكم الطبيعية من مناخ وتربة وماء، ويسمى التسلسل التتابعي للمجموعات الحية في الطريق نحو مرحلة مستقرة بالتتابع الكامل sere،

وتعرف كل مجموعة حية مؤقتة ضمن التتابع باسم ، مرحلة تتابع seral stage، بينما تسمى المجموعة المستقرة والتي تمثل نقطة نهاية التتابع، الذروة climax . اذا كانت بداية التعاقب من سطح نشأ حديثا من رواسب معدنية يسمى التعاقب أولياً primary succession، أما إذا حدث التتابع في منطقة سبق وكانت بها حياة نباتية ثم تعرضت للتدهور حديثا بسبب الحريق أو الفيضان أو العواصف أو عن طريق الإنسان، يسمى التعاقب ثانوياً secondary succession .

يمكن أن ترجع نشأة الموقع الجديد الذى بدأ فيه التعاقب الأولي إلى أصول نشأة متعددة، فقد يكون كثيباً رملياً ، شاطئاً رملياً ، سطحاً من الطفوح اللافية الحديثة ، طبقة من غبار بركاني رسب حديثاً أو من تراكم رواسب سلتيه في الجزء الداخلي من ثنية نهرية في حالة تغيير تدريجي لموضعها، في جميع هذه الأحوال يخلو الموقع من وجود تربة حقيقية ذات آفاق، بل لا تتعدى كونها أكثر بقليل من رواسب معدنية خشنة. في حالات أخرى مثل: الرواسب السلتية في السهل الفيضي يمكن أن تكون الطبقة السطحية عبارة عن تربة أعيد إرسابها، وتحتوى على جزء أساسي من غرويات التربة وكاتيونات قاعدية قابلة للتبادل.

تعتبر المرحلة الأولى من التعاقب مرحلة ريادة (طليعية) a pioneer stage، فهي تتضمن قليلاً من الأنواع النباتية تكون غالبا متكيفة بشكل جيد مع ظروف بيئية صعبة من جريان سطحي سريع، وحدوث جفاف للتربة والتعرض على مدى فترة طويلة لأشعة الشمس المباشرة وتأثير الرياح بالإضافة إلى تعرض سطح الأرض والهواء الملاصق له لدرجات حرارة متطرفة، وبمجرد أن تنمو هذه النباتات تخترق التربة بجذورها التي بدورها تتحلل فيما بعد وتضيف لها المادة العضوية، كما تشكل الأوراق والأغصان المتساقطة طبقة من الدبال فوق سطحها، وتتضاعف أعداد ما يعيش فيها من بكتيريا وكائنات مختلفة، وتزداد أعداد الحيوانات التي ترعى على النباتات والبراعم وتتغذى الطيور على البذور والحشرات، وبمرور الوقت تتطور التربة لتناسب أنواع جديدة من الكائنات تغزو بدورها المكان وتحل محل الطلائع وقد تكون هذه الأنواع الجديدة من النباتات الكبيرة التي تشكل أوراقها غطاء فوق سطح الأرض ، وفى هذه الحالة تتغير حالة المناخ المحلى بالقرب من السطح، وتصبح درجات حرارة الهواء أقل تطرفاً كما تزداد نسبة الرطوبة ويتناقص معدل ما يصل من إشعاع الى السطح، حينذاك تغزو المكان أنواع جديدة وتزدهر في هذه الظروف البيئية الجديدة، وتكتمل مسيرة التعاقب بهيمنة مجموعة الذروة وهى أنواع ذات تركيبة مستقرة من النبات والحيوان.

يعطى استيطان كثيب رملي مثالاً على التعاقب الأولى، فالكثبان الساحلية الأمامية foredunes التي تتكون مجاورة للشواطئ البحرية وتنمو متقدمة في اتجاه البحر، تمثل بيئة مجدبة خالية من الحياة . يغلب على تركيب رمال هذه الكثبان معادن الكوارتز والفلسبار وغيرها من المعادن المكونة للصخور، كما أنها تفتقر للمغذيات المهمة مثل: النيتروجين والكالسيوم، والفسفور إلى جانب انخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

أثناء النهار وتحت أشعة الشمس الساطعة تصبح أسطح هذه الكثبان عبارة عن بيئات حارة وجافة، أما أثناء الليل، فينتج عن التبريد في غياب الرطوبة انخفاض كبير في درجة حرارة هذه الأسطح، وأحد الرواد الأوائل لهذه البيئة المتطرفة هي حشائش الشاطئ beachgrass ، شكل A8 ، والتي تتجدد عن طريق إرسال الريزومات rhizomes (وهى سيقان شبيهة بالجذور تنمو زاحفة تحت الأرض) التي تمكنه من الانتشار ببطء فوق الكثيب. تكيفت حشائش الشاطئ بشكل جيد مع بيئة الرواسب الهوائية، فهي لا تموت إذا طمرتها الرمال المتحركة، بل ترسل براعمها لتصل إلى السطح الجديد، بعد استيطان الكثيب تقوم براعم حشائش الشاطئ بإعاقة تدفق الرمال فيصبح الكثيب أكثر استقرارا، وبزيادة استقراره تبدأ الأنواع النباتية المتكيفة مع البيئات الجافة المتطرفة في استيطان الكثيب، ولكنها لا تستطيع الصمود أمام الردم ، وهى غالبا شجيرات خشبية منخفضة تشبه الحصيرة في امتدادها، مثل نباتات wormwood الشاطئية أو false heather، شكل B8.

في السهل الساحلي الأوسط للأطلسي، على الشواطئ وفوق حافات الكثبان الأقدم، تكون الأنواع النموذجية التي تعقب الشجيرات الخشبية الشبيهة بالحصيرة، عبارة عن نباتات خشبية كبيرة وأشجار مثل: beach plum، bayberry chock cherry و poison ivy ، ، شكل C8. تشترك جميع هذه الأنواع في أن ثمارها لبية berries، تتغذى عليها الطيور ثم تخرجها مع فضلاتها أثناء بحثها عن الطعام وسط شجيرات الكثيب المنخفضة، وهى بذلك تنثر بذور المرحلة التالية من التعاقب، وبمجرد انتشار الشجيرات الحرجية والأشجار الصغيرة والتي قد يكون ضمنها الصنوبر، تغطى بظلالها نباتات الحصيرة وما تبقى من حشيشة الشاطئ.

عند هذه النقطة يكون قد تراكم في التربة كميات هامة من المادة العضوية، كما أنها لم تعد جافة ومجدبة كما كانت فهي تحتوى على مركبات عضوية ومغذيات كما تجمع بها من الغرويات ما يكفى للاحتفاظ بالماء لفترات طويلة. يشجع هذا التحسن في خصائص التربة على نمو أنواع عريضة الأوراق مثل، red maple hackberry holly and oaks والتي تظلل ما يوجد من أنواع

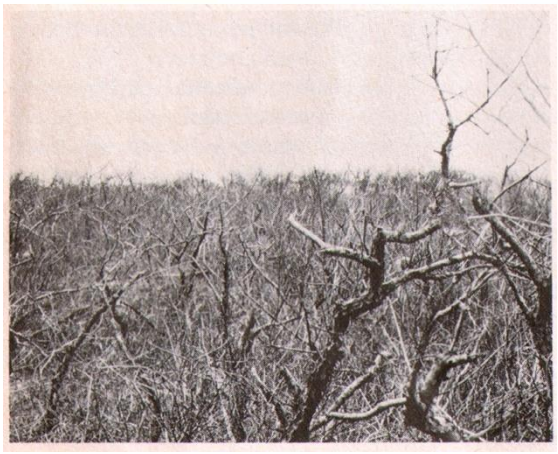
شجيريه وأشجار صغيرة، شكل D8. وبمجرد أن تتوطد الغابة، تنصرف أشجارها إلى إعادة إنتاج نفسها، فالأنواع المكونة للغابة قادرة على احتمال الظل وتستطيع بذورها أن تنبت على الطبقة العضوية فوق أرض الغابة، وبذلك تكون قد بلغت مرحة الذروة. تؤلف المراحل التي تطور عبرها النظام البيئي التتابع الكامل sere، والتي تعاقبت متطورة من حشائش الشاطئ إلى شجيرات قصيرة ثم شجيرات أطول مع أشجار صغيرة وصولا إلى الغابة .

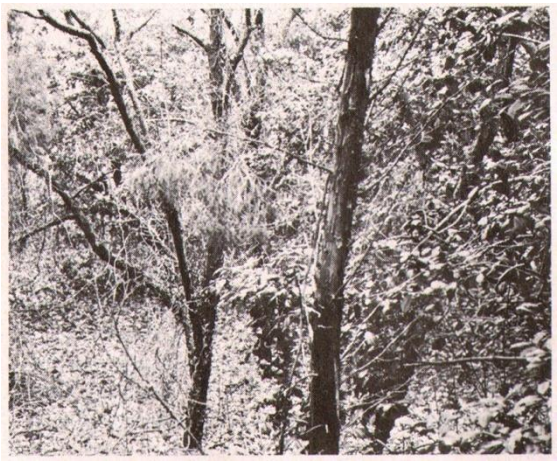
شكل 8.

مراحل من تعاقب الكثبان الرملية الشاطئية.

A

B

C 

D 

A. حشيشة الشاطئ تمثل مرحلة الطلائع فوق الكثبان الرملية والتي تساعد على تثبيت الكثبان ومنع جرف الرياح لها

B. يظهر في وسط الصورة الشجيرات المنخفضة الشبيهة بالحصيرة تحل محل الحشائش في مناطق اكثر استقرارا

C. يزدحم هذا الشاطئ بأنواع مثلpoison ivy, bayberry, wild cherr ، ممهدة الطريق للوصول الى مرحلة الذروة

D. غابة الذروة فوق الكثبان الرملية، هنا يمثل نوع holly على يسار الصورة احد المكونات المهمة لغابة الذروة. لاحظ تراكم الوراق والمادة العضوية على ارض الغابة .

على الرغم من أن هذا المثال قد تناول بالاهتمام التغيرات التي تحدث في الغطاء النباتي إلا أن الأنواع الحيوانية تتغير أيضا بمواصلة التعاقب. يوضح (جدول1) كيف تظهر وتختفى بعض اللافقاريات خلال التعاقب في كثبان بحيرة ميتشغان في شمال الولايات المتحدة الأمريكية. لاحظ أن المراحل التسلسلية الموضحة في الجدول لهذه الكثبان الداخلية تختلف نوعا ما عن تلك في البيئات الساحلية.

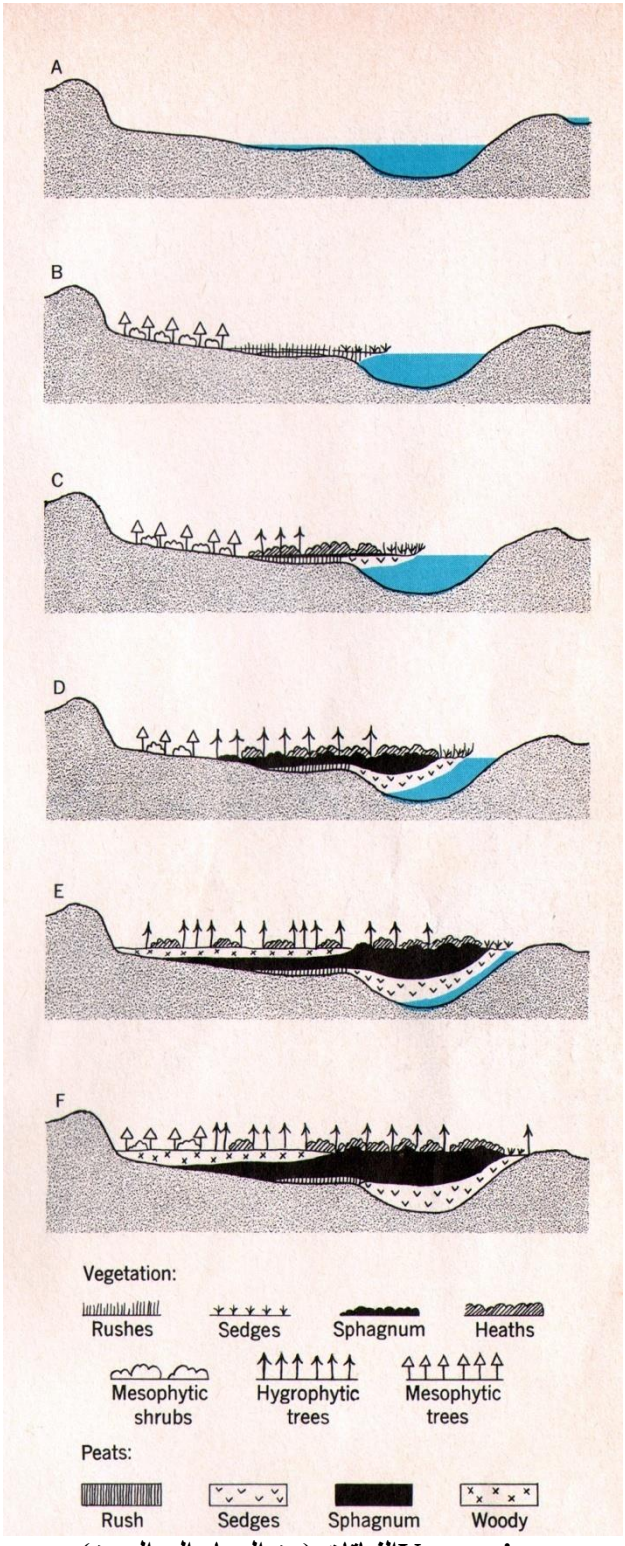
جدول1. تعاقب اللافقاريات في كثبان بحيرة ميتشغان.

مراحل تعاقبية اللافقاريات	Beach grass Cotton-wood	Jack Pine Forest	Black Oak Dry Forest	Oak & Oak-Hickory Moist Forest	Beech Maple Forest Climax
White tiger beetle	×				
Sand spider	×				
Long-horn	×	×			
grasshopper	×	×			
Burrowing spider		×			
Bronze tiger		×			
beetle			×		
Migratory locust			×		
Ant lion			×	×	×
Flatbug			×	×	×
Wireworms				×	×
Snail				×	×
Green tiger beetle				×	×
Camel cricket				×	×
Sowbugs				×	×
Earthworms					×
Woodroaches					
Grouse locust					

مثال آخر للتعاقب الأولي وهو تعاقب المستنقعات bog succession (انظر شكل 1). تنتشر هذه المستنقعات والبرك بأعداد لا تحصى فوق مساحات شاسعة من أراض شمال أمريكا الشمالية وأروبا، تكونت هذه المستنقعات في أحواض بحيرات ثلجية قديمة، وامتلأت في الوقت الحاضر بمخلفات نباتية غير كاملة التحلل تسمى خث المياه العذبة freshwater peat، يتراكم الخث بسبب بطء تحلل البقايا النباتية في هذه الأقاليم الباردة. المادة النباتية المتراكمة تحت مستوى ماء البحيرة تبقى في حالة تشبع مستمرة مع عدم توفر ما يكفى من أكسجين لتعزيز نشاط المحللات.

يوضح (شكل 9) عن طريق سلسلة من الرسوم، مراحل إطماء البحيرات أثناء هذا النوع من التعاقب، حيث يقع عند حافة الماء نطاق نبات البردى sedge متبوعا بالسّمار rushes مكونين طبقة طافية فوق المياه المفتوحة، يتبع ذلك نطاق من الاسفغنوم وهو نوع من الطحالب sphagnum (peat moss) والتي تكمل أخيراً امتلاء البحيرة. هنا تدعم رواسب الخث نمو أشجار محبة للرطوبة hygrophytic ، معظمها من فصيلة الصنوبريات (الأشجار الراتنجية) spruce تنتج بدورها خثاً خشباً، ويكون نوع التربة في هذه الحالة هيستوسول Histosols وهى تربة مكونة من المادة العضوية، فقد يحل محل هذا المجتمع النباتي أنواع نباتية وسطية من حيث علاقتها بالماء، mesophytic trees كمؤشر على مرحلة الذروة.

شكل9. A.B.C.D.E.F، التعاقب المستنقعي النموذجي لمنطقة الدرع اللورنسى الكندية.



Vegetationالنباتات (من اليسار الى اليمين)

Rushesالسمار– Sedges البردى- Sphagnum سباقنوم - Heaths خلنج - Mesophytic shrubs - شجيرات وسطييه - Hygrophytic trees اشجار محبة للرطوبة - Mesophytic trees اشجار وسطية.

Peatsالخث (من اليسار الى اليمين)

Rushالسمار - Sedges البردى - Sphagnum السباقنوم -Woody خث خشبي .

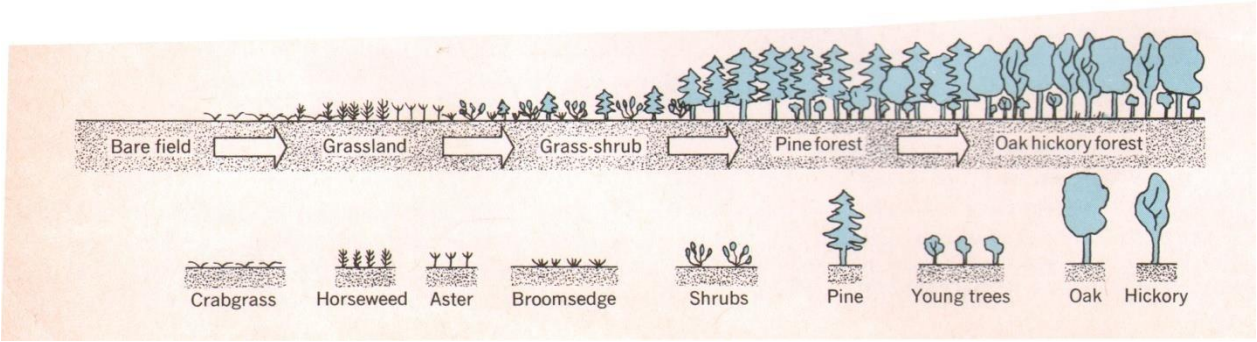
تعاقب الحقول القديمة

يمكن أن يحدث تعاقب ثانوي بعد اضطراب مجتمع نباتي قائم، أحد الأمثلة الجيدة على ذلك حدوث تعاقب الحقول القديمة في الأراضي الزراعية المهجورة. في شرق الولايات المتحدة ، غالبا تعتمد المراحل الأولى في سلسلة التعاقب الكامل sere على طبيعة آخر استعمال للأرض قبل أن تهجر، فإذا كان آخر ما زرع في الأرض محاصيل row crops ، فإن ما سوف يظهر بعد ذلك مجموعة من الطلائع تتكون عادة من الحوليات وثنائية الحول، أما إذا كان آخر ما زرع في الأرض small grain crops فإن الطلائع غالبا تكون من الأعشاب والحشائش المعمرة، وإذا ُهجر المرعى فإن الطلائع التي لم ترعى عليها الحيوانات هي التي سوف تستهل التعاقب.

في المواضع التي تكون قد انكشفت فيها التربة حديثا بواسطة الحرث، غالبا ما تشكل الصنوبريات الطلائع بعد المراحل الأولى من التتابع؛ لأن إنبات بذور الصنوبر يكون أفضل اذا كانت التربة قد تعرضت للاضطراب ووقعت تحت أشعة الشمس القوية، ورغم بطء نمو الصنوبر مقارنة بغيره من الطلائع إلا أنه سوف يتمكن في النهاية من تغطية الأنواع الأخرى بظله، ويصبح النوع السائد لفترة مؤقتة فقط نظراً لأن بذوره لا تستطيع أن تنبت في الظل وفوق أرض الغابة المغطاة بالبقايا النباتية، بينما قد تناسب هذه الظروف بذور ذوات الأخشاب الصلبة مثل maples and oaks (القيقب والبلوط) والتي تنمو بسرعة لتملأ الفجوات المتخلفة عن موت الصنوبريات في الطبقة العليا (طبقة التاج) ، ولذلك تتمثل الذروة هنا فى غابات الأخشاب الصلبة والتي لها القدرة على تجديد نفسها، شكل 10.

شكل10.

احد الامثلة لتعاقب الحقول القديمة في اقليم البيدمونت فى جنوب شرق الولايات المتحدة ، بعد هجر حقول الذرة وحقول القطن. رسم تصويري للتغير المستمر فى التركيب النباتات على مدى حوالى 150 سنة .



تعريب المصطلحات، من الاعلى ومن اليسار الى اليمين:

حقول جرداء – ارض حشائش - حشائش وشجيرات – غابات صنوبرية – غابة بلوط وقارية/جوز

حشائش Crabgrass – اعشاب Horseweed –البردى/السعادى Broomsedge-شجيرات-صنوبر – اشجار شابة– بلوط Oak- جوز Hickory

من الأمور المهمة ملاحظة أن تغيرات التتابع الكامل sere تنتج عن فعل النباتات والحيوانات نفسها، حيث تقوم مجموعة من القاطنين بتمهيد الطريق للمجموعة التالية، وبتوفر المستوطنون من المناطق المجاورة فان التغيرات تتجه بشكل تلقائي من الحقول القديمة إلى الغابات، وعادة يطلق على هذا النمط من التعاقب اسم ذاتي التجدد autogenic. في حالات كثيرة لا يكمل التعاقب ذاتي التجدد مسيرته بالكامل، لأن الاضطرابات البيئية الناتجة عن الرياح والحرائق والفيضانات أو الإزالة بواسطة الإنسان يمكن أن يتكرر حدوثها بدرجة كافية لتغيير مسار التتابع بشكل دائم، بالإضافة إلى أن حالة الموطن مثل: درجة انكشاف الموقع ، وجود طبقة صخرية غير عادية، وجود ما يعرقل التصريف المائي وغيرها، يمكن أن تعوق مسيرة التعاقب لدرجة تمنع الوصول إلى مرحلة الذروة وبدلاً عن ذلك تصبح مرحلة مبكرة من مراحل التعاقب دائمة ومستقرة في ذلك الموقع تماماً مثل ما يمكن أن تكون عليه مرحلة الذروة في مواقع أخرى ذات ظروف أفضل. لهذا سوف تشكل فسيفساء من المجموعات الحية النمط الجغرافي الحيوي المستقر في منطقة ذات بيئات موطن متنوعة.

تأثير الإنسان على النظام البيئي الطبيعي

هناك مفهومان متضادان في الجغرافيا الحيوية ولكنهما متلازمان ، مثل وجهى العملة الواحدة . الأول مفهوم النظام البيئي الطبيعي، وهو نظام يتطور دون تدخل يذكر من جانب الإنسان، فهو عرضة للتعديل والتدمير بواسطة قوى طبيعية مثل العواصف والحرائق، ويتمثل المفهوم الثاني في استمرار بقاء النظام البيئي في حالته المعدلة بواسطة النشاط البشرى، مع وجود حالات متطرفة للحالتين عبر العالم.

لا يزال من الممكن رؤية النظم البيئية الطبيعية في مساحات واسعة من المناخ الاستوائي الرطب حيث أثر الإنسان على الغابة المطيرة لا يزال في أضيق الحدود، كما أن معظم التندرا القطبية والغابات ذات الأوراق الإبرية في النطاقات شبه القطبية لا تزال على حالتها الطبيعية، بالمقارنة مع معظم المساحات القارية في العروض الوسطى فهي تقريبا بالكامل تحت سيطرة الإنسان من خلال الزراعة الكثيفة، والرعي، أو التوسع الحضري، ويمكن الترحال عبر إحدى الولايات مثل أوهايو أو أيوا ، دون أن ترى إلا القليل وفى مواقع محدودة من حشائش البراري الطبيعية والغابات البكر التي كانت تنمو في أراضيها قبل مجيء الرجل الأبيض.

تبدو بعض المساحات من النباتات الطبيعية وكأنها لم تمس بواسطة الإنسان، والحقيقة أنها تحت هيمنته، ولكنها تحظى بمعاملة فيها شيء من الرفق كما هو الحال في بعض الغابات والحدائق الوطنية التي جرت حمايتها من الحرائق على مدى عشرات السنين، وهى بذلك تظهر ظروفاً غير طبيعية فيما يتعلق بما يمكن أن يكون عليه النظام البيئي الطبيعي، فحدوث الحرائق الدورية في الغابات وفى أراضي الحشائش يمثل ظاهرة طبيعية تؤدى وظائف أساسية في النظام البيئي، مثل: تحرير المغذيات المخزنة في الكتلة الحية، ما يساعد على تجديد حياة التربة، إلى جانب ما ينتج عن الحرائق من زيادة في مساحة الأراضي التي تغطيها الأعشاب والحشائش والتي تعتمد عليها الحيوانات في الرعي، في الوقت الحاضر، يجرب القائمون على إدارة الغابات والحدائق الوطنية سياسة عدم التدخل في ضبط الحرائق والتحكم فيها.

أثر الإنسان في النظام البيئي بطريقة أخرى تمثلت في نقل أنواع من الحيوان والنبات من مواطنها الطبيعية الى آراض وبيئات جديدة، أحد أكثر الأمثلة وضوحاً على ذلك شجرة الاوكالبتوس eucalypts التي نقلت من استراليا إلى أماكن بعيدة عن موطنها مثل كاليفورنيا في أمريكا الشمالية ، شمال إفريقيا والهند، في بعض الأحيان تزدهر النباتات المنقولة، مثل الأعشاب،

بعد أن تقصى النباتات الطبيعية وتصبح مصدراً للأذى والإزعاج. فقد نتج عن جلب الأرنب الأمريكي jackrabbit إلى استراليا حدوث انفجار مدمر في أعدادها، ولم تضبط هذه الزيادة إلا مؤخراً عن طريق نشر مرض بين هذه الأرانب. وعلى الرغم من ذلك فإنه من النادر أن يكون أي من الحشائش التي تكسو سلاسل المرتفعات الساحلية في كاليفورنيا من الأنواع الأصلية في المنطقة، ولكن قد لا يشك المراقب غير المتخصص في أن هذه النباتات أصلية.

قد ينتج عن النقل غير المتعمد لمرض من قارة بعيدة انقراض أنواع معينة من النباتات والحيوانات، أحد الأمثلة على ذلك مرض الكستناء chestnut blight والذى أدى إلى القضاء على الكستناء الأمريكية من غابات شمال شرق الولايات المتحدة. كما أن الجلب غير المتعمد للحشرات يمكن أن يقضى على أنواع نباتية محلية إذا لم يكن هناك مفترسات من الحشرات المحلية قادرة على مقاومة هذا الغزو.

خلاصة

تناول هذا الفصل بالشرح واعطاء أمثلة عن معظم المفاهيم الأساسية في الجغرافيا الحيوية التي يجب أن يلم بها الطالب لكى يستوعب موضوع الجغرافيا الحيوية. وقد جاءت جميع الأمثلة من قارة أمريكا الشمالية وهو أمر لا يقلل من شمولية هذه المفاهيم على المستوى المكاني، فأمريكا الشمالية قارة شاسعة تمتد عبر العديد من الدرجات العرضية الأمر الذى أكسبها تنوعاً مناخياً ونباتياً الى جانب ما تزخر به من تنوع تضاريسي وسواحل طويلة على بحار ومحيطات مختلفة وبالتالي، تمثل هذه القارة صورة مصغرة لكوكب الارض من حيث التنوع البيئي.

المراجع

Dansereau, Pierre (1957) Biogeography; an ecological perspective , Ronald Press, New York.

Daubenmire, R.F. (1959) Plants and environment: a textbook of plant autecology, second edition, John Wiley and Sons, New York.

Polunin, Nicholas (1960) Introduction to plant geography and some related sciences, McGraw-Hill Book Co., New York.

Odum, E.P. (1973) Fundamentals of ecology, W.B. Saunders Co., Philadelphia.

Strahler, A.N., and Strahler, A.H.(1974) Introduction to environmental science, Hamilton Publishing Co., Santa Barbara, Calif. John Wiley and Sons, New York.