النظم الإيكولوجية من وجهة النظر الجغرافية
مع أمثلة من النظم الإيكولوجية التي تأثرت بالتداخلات البشرية

د. مدحت سيد احمد الأنصاري
مدرس الجغرافيا
كلية الآداب جامعة كفر الشيخ

الإنسانيات – آداب دمنهور
العدد الحادى والثلاثون
يوليو ٢٠٠٩ م

مقدمة

كثيراً ما تستخدم كلمة نظام في حياتنا اليومية فعلى سبيل المثال نذكر نظام التعليم نظام المرور .. الخ.

وكلمة نظام فى واقع الأمر تعنى أن النظام يشمل مجموعة من المكونات تنظم بشكل ما مع وجود علاقات بينها وبين بعضها، فالنظام بهذا الفهم يعنى محاولة لتقييم الصيغة الكلية لكيان ما.

وتتمثل أهم خصائص أى نظام فى حدوث تحول لبعض المادة داخله بحيث تكون محسوسة مثل حركة المياه فى مجارى الأنهار، أو قد تكون عبارة عن أفكار مثلما الحال فى نظام التعليم، ونقل المادة داخل النظام يحتاج إلى طاقة محركة، أي أن الانتقال داخل حدود النظام هو فى حقيقته انتقال للطاقة وانتقال للمادة (محمد صبرى محسوب، ٢٠٠٢، ص ٣١).

ومفهوم النظام البيئى (الأيكولوجى)، يتمثل فى كونه وحدة ايكولوجية تتكون من عناصر غير حية inorganic، وعناصر حية، وتعد القيمة الأساسية له فى كونه أداة رئيسية فى دراسة التغيرات البيئية المعقدة، كما يعد القاعدة العلمية الأساسية للتعرف على أبعاد العلاقات الوظيفية والمتكاملة بين عناصر البيئة الحية وغير الحية، مما يعطى له دوراً فى مجال الإدارة البيئية السليمة والتخطيط البيئى (غنيمى، ١٩٨٢، ص ١٠)، خاصة مع ما أدت إليه التدخلات البشرية من تدهور سريع وتغيرات حادة شديدة التعقيد فى الوظائف التى تتم داخل الأنظمة البيئية التى ينقسم إليها العالم، حيث يمثل بعضها أنظمة طبيعية وأنظمة ايكولوجية بشرية يبدو فيها أثر الإنسان واضحاً ومؤثراً.

أهداف هذا البحث:

يهدف البحث إلى تحديد واضح لدور الجغرافى فى فهم النظام الايكولوجى وفيما يمكن أن نسميه التخطيط البيئى المبنى على فهم كامل لحدود النظام ومكوناته وطرق قياسها وعلاقاتها، والتأثير الكبير للعنصر البشرى على مدى أستمرارية هذه النظم الايكولوجية أو تدهورها، خاصة مع كثرة الأدوار التى تقوم بها الفروع العلمية الأخرى فى تناول النظم الايكولوجية مثل العلوم الزراعية والهندسية وغيرها.

وتمثلت مصادر الدراسة هنا فى الأبحاث والمصادر العلمية من خرائط ومرئيات فضائية لمناطق مختلفة من العالم وبمقاييس رسم مختلفة.

مناهج وأساليب الدراسة:

تتعدد المناهج المستخدمة فى البحث فقد استخدم المنهج الموضوعي او الأصولي لتأصيل نشأة النظام الايكولوجي وتفسير هذه النشأة وتفسير العلاقات بين مكوناته وبنيته وبين النظم الايكولوجية الأخرى وتوضيح شخصيته، كما استخدم المنهج التاريخي فى تتبع نشأة النظم وتصورها، وأهم ما استخدم هنا من مناهج هو منهج النظم والمتمثل فى كيفية تحديده- أى وضع حدود النظام الايكولوجى على أسس ومعايير معينة- ثم تحديد مكوناته وطرق قياس كل مكون من مكوناته والتى تختلف عن الأخرى مثل طرق قياس خصائص مياه بحيرة تختلف عن طرق قياس خصائص رواسبها وهكذا- ثم تحديد كيفية تبادل الطاقة والمادة بين النظام وغيره من النظم وتحديد مفهوم التوازن البيئى وكيف يحافظ النظام على توازنه ذاتياً باستثناء الحالات الحرجة التى تتطلب التدخل البشرى للحفاظ عليه.

وتمثلت أهم الأساليب المستخدمة فى الأسلوب الوصفي التحليلى ومعالجه الخرائط والمرئيات الفضائية والصور الفوتوغرافية ومعالجه البيانات

للاستدلال بها لتحديد معلومات خاصة فيما يتعلق بالمعالجة المقارنة، والتى لها دور كبير فى التوضيح والفهم الحقيقى للنظم الأيكولوجية ودور الإنسان فيها سواء كان إيجابيا أو سلبيا وذلك من وجهة نظر جغرافية، حيث تتمثل الفرضية الرئيسية فى البحث فى كون الجغرافى الأحق من بين جميع التخصصات فى التقييم البيئى الحقيقي كأساس لعمليات التخطيط والأستخدام الأمثل للنظم البيئية.

تعريف النظم الايكولوجية:

النظام الأيكولوجى هو مجموعة من الأحياء (النباتات والحيوانات والبكتريا) والتي تتفاعل مع بعضها البعض ومع البيئة، بحيث تتبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية في النظام.

وتتباين النظم الايكولوجية في أحجامها من مستوى حيوي كبير مثل الغابات المطيرة الأستوائية إلى نمو عشبي محدود.

ولكيفية فهم قيام النظام الأيكولوجى بعمله (متضمنا دراسة مكونين رئيسيين تدفق الطاقة ودوره الغذاء)، فإنه من المهم أيضاً فهم أثر التربة والتأثير البشرى على النظم الايكولوجية إذا ما كانت مكوناتة حيوية صحية ومنتجة للنبات والحياة الحيوانية، والنظم الايكولوجية ليست بقوة واحدة. فالغابة المطيرة المدارية قد دمرت بالفعل وإنها قد لا تعيد وضعها الأصلي رغم حجم وقوة أشجارها على النقيض فإننا نجد النظم الحيوية لأراضى الحشائش تظهر بداية أكثر تعرضاً للخطر، كما أنها قادرة بشكل كبير على إعادة وضعها فى مواجهة الضرر الطبيعي وضغط النشاط البشرى.

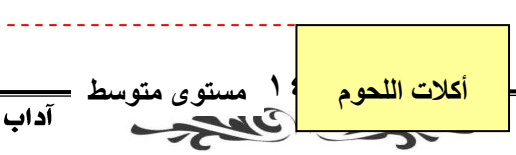
تدفقات الطاقة فى النظم الايكولوجية:

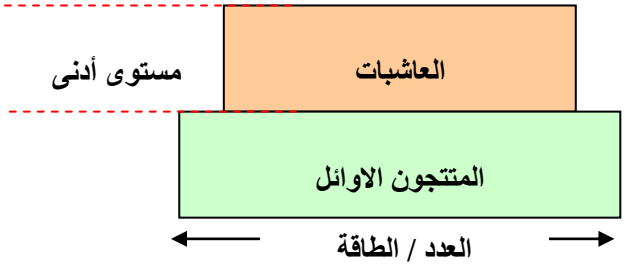
تأتى الطاقة التي تمد النظم الايكولوجية من الإشعاع الشمسي، حيث أن ضوء الشمس يمتص الكلورافيل مكونا الأوراق الخضراء، ومع وجود الماء وثاني أكسيد الكربون تنتج الكربونات والأكسجين وتسمى هذه العملية

بالتمثيل الضوئي، ويضاف الأكسجين إلى الغلاف الجوى حينما يستخدم النبات الكربونات فى عملية التنفس وفى نمو أنسجة ومكونات حيوية جديدة، ويعنى وجود الحديد زيادة حجم النبات منتجاً أوراقا جديدة وساقا أكبر وجذوراً أطول، ويعرف معدل تراكم المكون الحيوي للنظام الأيكولوجى مع الطاقة المستخدمة فى التنفس بالإنتاجية الكلية الأولية، ومع استبعاد التنفس يصبح المصطلح المستخدم "الإنتاجية الأولية الصافية".

والنباتات ذاتية التغذية هي الأحياء التي تستطيع خلق المادة العضوية من المواد اللاعضوية مثل الماء والهواء وضوء الشمس، ومن ثم يكون المنتجون الأولون الوصلة الأولى فى سلسلة الغذاء (شكل٢)، وتستهلك الأنسجة النباتية بواسطة أكله النبات، العاشبات أو المستهلكون الأولون، واللذين في المقابل يؤكلون بواسطة اللاحمات (أكلات اللحوم) أو بواسطة المستهلكون الثانويون. ومجموعة المستهلك الثانوي قد تكون فى المقابل مستهلك بواسطة المستهلكين فى الرتبة الثالثة، وكل المستهلكين يمكن أعتبارهم كائنات مستهلكة لكل الأنواع (الأعشاب واللحوم).

وتعتمد السلسلة الغذائية على نسق تصبح فيه الأحياء فى كل مستوى مصدر الغذاء للمجموعة الأعلى التالية. وتعرف كل خطوة فى السلسلة الغذائية بالمستوى الغذائي، وقد تمت محاولات لحساب كمية المكون الحيوي وكمية الطاقة في كل مستوى من خلال بناء الأهرامات الايكولوجية كما فى **شكل رقم (١)**، حيث تأخذ نفس هذا الشكل ولكن دون أستبعاد لأي مكون ايكولوجى.





After. Clive Hart 1998

شكل (١) الهرم الأيكولوجى

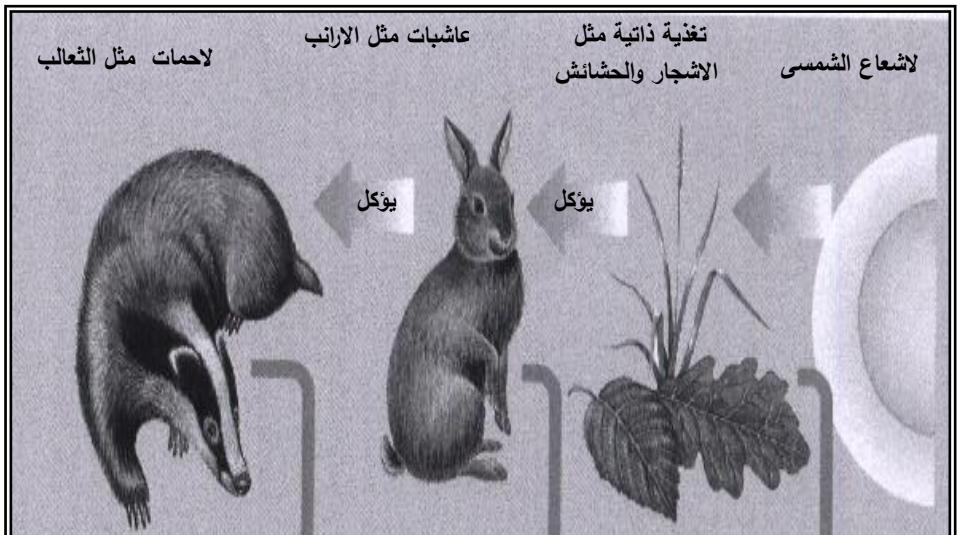
وتصبح الكمية الكلية للطاقة المتاحة أصغر من مستوى غذائى معين إلى آخر وذلك بسبب:

- فقد الطاقة فى كل مستوى خلال التنفس والقصور والتصبغ والتزاوج.
- ليس كل النباتات أو آكلة العشب تؤكل، بعضها يموت طبيعيا أو بسبب الجوع.
- تبذل الحيوانات الطاقة بحثاً عن تصيد الطعام، ولذلك فإن مجمل عدد الأحياء يصبح أصغر، فالحيوانات غالباً ما تصبح أكبر بسبب كون الحجم عنصر هاما فى صيد ناجح، والسلاسل الغذائية لا تكون دائما مكونه لأكثر من خمس مستويات **شكل رقم (٢)**، وتتمثل الأسباب وراء ذلك فى عدة عوامل متحكمة، حيث أن التناقص المستمر في مورد الطعام في كل مستوى يمثل عاملاً متحكماً، فالمستويات الغذائية وسلاسل الغذاء هي نماذج للسلسلة الغذائية وإن كانت معرضة للنقد وذلك لكونها تتجاهل الحقائق التالية:

- كل حيوان له نمط تغذية خاصة به، على سبيل المثال فإن الماشية والأغنام ترعى على مستويات مختلفة.
- بعض الحيوانات تكون ثنائية في غذائها (عاشبة ولاحمة).

- بعض الحيوانات تكون عاشبة وهى صغيرة ولكنها تصبح لاحمة عندما تنضج.
- بعض الحيوانات تتحرك عبر مستويات التغذية على أساس موسمي.

وهناك نموذج محسن يتمثل في الشبكة الغذائية، ولكن هذا المنهج مازال يجهل أهمية الفردية فيه كنظام، كما أنه لا يستطيع تسجيل فواقد من الطاقة، وتصبح السلاسل والشبكات الغذائية ذاتية التنظيم، فلو أن كل المادة الخضراء قد تم أكلها، تبدأ آكلات العشب في الموت من المجاعة وفى المقابل تنقص مجموعة أكلات اللحوم،و يعطى هذا النسق الايكولوجي الفرصة للمادة الخضراء لكي تنمو، وغالبا ما تؤثر النشاطات البشرية في مدخلات الطاقة، ومنها على سبيل المثال الصيد، وقنص الفريسة، والحماية والرعي الجائر، وتقطيع الغابة وحركة الناس في الغابة كلها تؤثر على النظم الايكولوجية، ويمكن للآثار غير المباشرة للتلوث أن تغير النظم الايكولوجية، كما يستطيع الإنسان أضطرابات أنماط تربية الحيوانات ويفسد التوازن بين الإعداد.



دورة الغذاء:

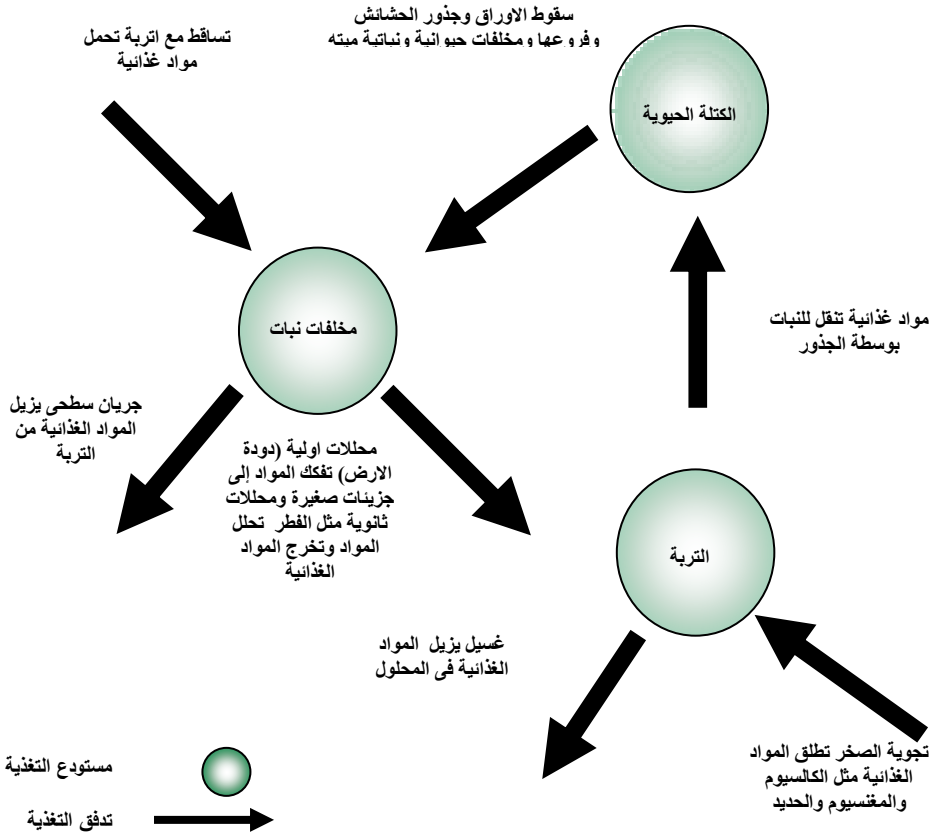
تحتاج النباتات أيضاً بالإضافة إلى ضوء الشمس للمياه والدفء ونسبة من الغذاء شاملة الكربون والنتروجين والأكسوجين والهدروجين والكلسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والكبريت والفسفور وعناصر محددة، وعند أي وقت محدد فإن الغذاء قد يكون مخزون فى التربة من خلال المكون الحيوي أو القش (أوراق ميتة وسيقان وحشائش).

وتستمد جذور النبات الغذاء المذاب في الماء داخل التربة فى شكل محلول مذاب بحيث تتسرب أسفل التربة، وتكون المواد الغذائية التي تبدو في شكل شظايا معدنية غير متاحة للنباتات إلى أن تتحلل بالتجوية، وأكثر الغذاء أهمية المكون من الصلصال والدوبال المعقد وذلك لأنه يتلاشى بسهولة، ويمكن أن تستفيد منه جذور النباتات خلال عملية تسمى التبادل الكاتيونى السالب **شكل رقم (٣)**، حيث يتم تحويل الكاتيونات فى مركبات الدوبال الصلصالى إلى أيونات وكاتيونات موجبة أو كالسيوم أو مغنسيوم أو بوتاسيوم وصوديوم، حيث تعد هذه المواد ذات قيمه بالنسبة للنبات.

وتعد هذه الموارد ذات قيمة كبيرة كغذاء للنبات، ويطلق على تجميعها الكاتيونات القاعديه أو القواعد، ويحدث تبادل الكاتيونات عندما تتبادل جذور أيونات النبات الهيدوروجية للكاتيونات القاعدية لمركبات الدوبال الصلصالى، وهذه القواعد تمتص خلال الجذور لتغذية النبات.

وتعرف قدرة جزيئات التربة لتثبيت الموارد الغذائية على سطحها مع

أستخدام النبات لها بطاقة تبادل للكاتيون (Cec) والتى تعد مرتفعة فى التربة الغنية بالدوبال مما يفسر لماذا تكون التربات العضوية خصبة، وعلى العكس فإن التربات الرملية ذات طاقة تبادلية للكاتيون منخفضة، وذلك لقلة المواد الأساسية على أسطح جزيئاتها.



After. Clive Hart 1998

شكل رقم (٣) دورة الغذاء

التأثير البشرى على دورات الغذاء:

يمكن للأنشطة البشرية تحويل دورات الغذاء بطرق مختلفة، فرعى الماشية يضيف مواد بولية وبرازية مع تحللها تتحول إلى دوبال، ولكن تفقد المواد الغذائية فى التربة عندما تذبح الحيوانات ويزيد حصاد المحصول المواد الغذائية، حيث أن بعض مخلفاتها قد يكون مفيداً كمواد عضوية ومخصبات مضافة.

وتتفكك المادة العضوية لتخرج النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وهى تساعد كذلك جزئيات التربة على التلاحم مع بعضها لتكون بنية التربة، كما أن المواد الغذائية تتركز على أسطحها وتشبه فى ذلك الأسفنجة الممسكة بالماء والذي قد يتم فقده بالتدفق السطحي أو بعملية غسل التربة.

وتؤدى مخصبات النترات والفوسفات والبوتاس جميعها إلى زيادة خصوبة التربة، فالنتروجين مهم جداً كغذاء لنمو النبات وذلك لأنه يساعد على صنع البروتين ويساعد على تكوين الأوراق الخضراء.

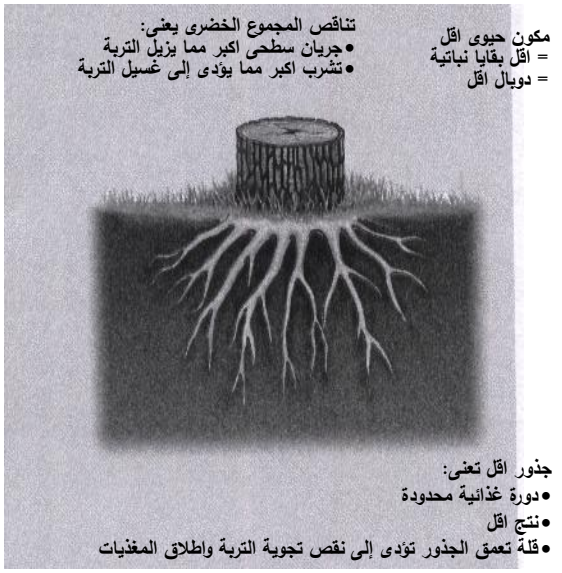
وعادة ما نجد فى الطبيعة أن دورة النتروجين متوازنة، ولكن إذا ما زرعت الأرض بالمحاصيل فإن حدوث نقص فى النتروجين خلال فترة محدودة قد يفيد فى خصوبة التربة، حيث أن إضافة الكثير من النتروجين يسبب التسمم ويتحول النبات إلى اللون الأصفر ويتوقف نموه، وكذلك فإن النترات قابلة للإذابة بسرعة، ومن ثم يتم غسلها من التربة، وإذا لم يحصل النبات على هذه المخصبات بسرعة فإنها تستطيع الدخول للمجارى والأنهار، وكذلك الفسفور الناتج عن تجويه الصخور أو نتيجه حرق النباتات، وحينما تكون الزراعة كثيفة فإن المخصبات تستخدم لإعادة التوازن، ويساعد الفوسفات الجذور والبذور على النمو، وعلى غير الحال مع النترات فإن الفوسفات لا يغسل بسهوله ويصبح أكثر تلاصقاً بمركب دوبال الطين، وفى التربة ذات الحموضة العالية أو القلوية الزائدة يصبح غير قابل للإذابة بمعنى أن جذور النبات لا تستطيع التقاطه.

ويزيد البوتاس من درجة مقاومة النبات للصقيع والأمراض

ويعلق على الصخر عندما يجوى أو من النبات عندما يحرق، وهو سهل الإذابة جداً، وهناك أيضاً اتجاه للنبات لأخذ أكثر من حاجتها منه والتي من نتيجتها أن البوتاس يمكن فقده إذا ما حصد المحصول.

وقد يحسن الجير محتوى الغذاء وخصوبة التربة، كما أن إضافة الكلسيوم والمغنسيوم يخفض حموضه التربة والتي فى المقابل تزيد النشاط البيولوجى وذلك لتوقف عمل ديدان الأرض والبكتريا فى التربة الحمضية، والجير يحسن أيضاً بنية التربة وذلك لأن الكلسيوم يساعد على ربط جزئيات التربة ببعضها.

وزراعة الغابة أو أجتثاثها يعدل أيضاً من محتوى الغذاء ودورته ويوضح **شكل رقم (٤)** التأثيرات الناجمة عن اقتطاع الغابات.



After. Eyre,P.M. 1990

شكل رقم (٤) تأثير اجتثاث الغابة

وأرتفاع نسبة تركيز الأوزون والمطر الحمضى يمكن

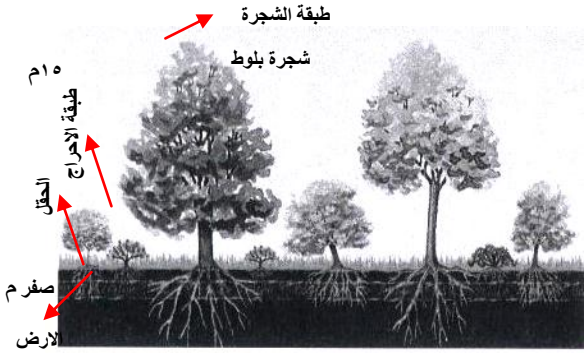
أن يضر بطريقة غير مباشرة بدورات التغذية فى الغابات المخروطية، فالمطر الحمضى الذى يسقط على تربة حمضية تخفض معامل الحموضة PH بحيث يصبح الألومنيوم والحديد قابلان للإذابة، مما يؤدى إلى تسمم الأشجار، وأكثر من ذلك فإن الغسل من البوتاسيوم والمغنسيوم من التربة تحت ظروف حمضية يكون ذات تأثير سلبى على الأشجار.

ويعانى أشجار مثل التنوب النرويجى من أصفرار أوراقه الأبرية وتساقطها والنمو البطئ والتعرض الكبير لخطر الحشرات.

النظام الأيكولوجى للغابة النفضية:

توجد الغابة النفضية المعتدلة فى نصف الكرة الشمالي فى غرب ووسط أوربا وشمال شرق الولايات المتحدة وأجزاء من اليابان، ولقد كانت تغطى جنوب وشرق بريطانيا قبل إزالة الغابة من أجل الزراعة، وأهم ما يميز الأشجار السائدة هى القدرة على التكيف الفصلى مع ما يسمى بالجفاف الفزيولوجى والذى يحدث عندما تواجه الجذور صعوبة فى أستخراج المياه من التربة الباردة، فى المقابل فإن الأشجار تنفض أوراقها لتقليل الفاقد من المياه بواسطة النتح.

وتتكون الغابات النفضية فى شكلها النمطى من أربع أو خمس طبقات من نبات البلوط والدردار وتنمو تحتها الإحراج (شجيرات) والطبقات الأرضية **شكل رقم (٥)**.



After. Eyre,P.M. 1990

شكل رقم (٥) تركيب غابة نفضية

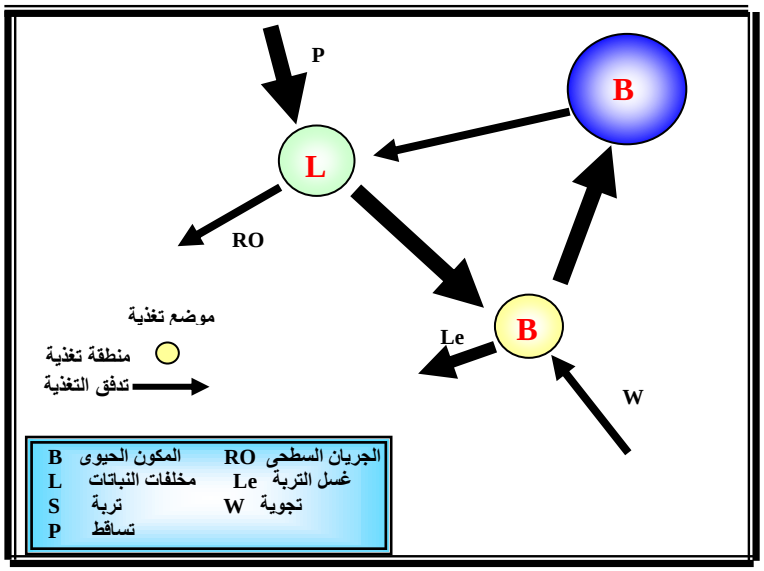
ويعكس التركيب الرأسي للغابة القدرة والمنافسة للوصول إلى الضوء، وفى الربيع تنمو أزهار الربيع تتبعها "بقلة الخطاطيف" وشقائق النعمان، ثم نبات الأجراس الزرقاء، وذلك قبل أن تتكاثف أوراق الأشجار، وقد تحدث تغيرات إذا ما أدت الرياح إلى أقتلاع الأشجار القديمة أو نتيجة للحرائق التى تؤدى إلى إجتثاث الغابة، وفى البداية تنمو الأنواع الخفيفة مثل الحشائش السنوية وأعشاب الصفصاف في الأزدهار، وبالتدريج تمتلئ الثغرات بالبتولا birch التى توفر الظل لبذور البلوط لكى تستقر فى التربة، ويقوم البلوط بالأرتفاع وتظليل البتولا وهو فى ذاته يظل بأشجار الزان beech وتقوم تيجان الأشجار بأوراقها الكثيفة بتظليل الأحراج والحقول أسفلها.

هذا النظام الأيكولوجى غنى بسبب تنوع فصائلة النباتية والتى بدورها تعطى تنوعاً فى البيئات الحيوانية، فالفار يتغذى على ثمار الجوز، وقارض الأوراق وأبو زريق يتغذى على ثمرة أشجار البلوط، ونقار الخشب يتغذى على الديدان والقنافذ وتأكل اللافقاريات، وتقدم شجرة عيد الميلاد الغذاء أثناء الشتاء، وتختلف أنماط التغذية فصلياً، على سبيل المثال فأر الغابة يتغذى على الحشرات والجوز والفاكهة، بينما تعتمد على ما يمكن الحصول عليه

فى هذا الوقت، وفى الشتاء نجد أن القنافذ تعيش فى سباث (بيات شتوى)، حيث تهاجر الأنواع الأخرى أو تبقى فى حالة خمول كاليرقات أو البق، وتقوم الأشجار كأعشاش لنقار الخشب وتقوم شجيرات العوسج بدور لتغطية الغراغير والأرانب.

دورة الغذاء فى الغابة النفضية:

كما يظهر من **شكل رقم (٦)** المجال الأكبر وهو الكتلة الحيوية Biomass وذلك لثبات التغذية على المدى البعيد بسيقان وجذوع وفروع الأشجار وهى جميعها الملمح العام للغابة، وينخفض الجريان السطحى بسبب إعاقة المطر والتساقط بواسطة تيجان الأشجار– والنمو التحتى للنباتات، و يرتبط التساقط بعملية الغسيل) (غسل التربة)، وتتحلل بقايا النباتات بسرعة بواسطة الحيوانات فى مرحلتين.



After. Clive Hart 1998

شكل (٦) دورة الغذاء فى الغابة النفضية

المفسخات الأولية (ديدان النباتات والخنافس ودودة الأرض)

تهاجم بقايا النباتات وتحللها إلى جزيئات أصغر، وفى المرحلة الثانية فإن هذه الجزئيات مع روث الحيوانات تكون غذاءً للمفسخات الثانوية (القرادة Sspring tails)، والتى تحلل أكثر المواد العضوية، و تتحلل المواد الرطبة كذلك بالبكتريا والفطريات والواقع أن فقد المادة المعدنية أثناء عملية غسل التربة تتم بشكل جيد خلال المدخلات القادمة من التساقط وتجوية الصخر.

التأثير البشرى على الغابة النفضية:

كانت أراضى الغابات فى الماضى مقطعة فى شكل ايكات (بمعنى مقطعة حتى قرب الأرض لتسمح بنمو جديد)، وذلك من أجل الحصول على الخشب والفحم الخشبى، حيث تستخدم أخشاب الزان فى عمل الأسوار، وتستخدم أشجار الزان فى أغراض الزينة، كما تستخدم الصنوبر كأماكن لفرائس الطيور، وغابة هايجيت منطقة مدنية فى لندن، تعد مثالاً جيداً للتأثير البشرى على النظام الأيكولوجى النفضى.

غابة هايجيت شمال لندن كمثال للتدخلات البشرية فى النظم الأيكولوجية:

تقع غابة هايجيت على تلال شمال لندن بمساحة ٢٨ هكتار وتتميز تربتها بعدم النفاذية وهى من تكوينات طين لندن وبالإضافة إلى أشجار الزان beam تحتوى الغابة على البلوط والبتولا والدردار والأشجار البرية القديمة، وحتى القرن التاسع عشر كانت الغابة تستخدم كمورد، ويتم أستخدام الأجزاء الزائدة من الأشجار كوقود، كما كان البلوط يستخدم فى إنتاج الخشب والصناعة، وفى الوقت الحاضر يتم منع الأبقار من الرعي على الأغصان حديثة النمو للحفاظ على الغابة.

وفى ١٨٨٥ أشرفت مؤسسة لندن على الغابة وإدارتها للترويح

والحماية، وقد نظفت الغابة من الحشائش والشجيرات لسهولة وصول الناس وقد نتج عن حركتهم عدم ظهور أجيال نباتية جديدة، وقد أحرقت الأوراق وقصفت الفروع السفلى من الأشجار، وكنتيجة لهذه الأعمال أصبحت الغابة متنزه مدنى– مع تشابك التيجان وعدم وجود نمو تحتى للشجيرات، وأصبح الشكل التقليدى للون الربيع غير موجود، ولم يعد سوى القليل من زهور الأجراس الزرقاء وشقائق النعمان.

وفى عام ١٩٦٧ توقف قطع النباتات القصيرة بالغابة وتوقفت إزالة الأشجار الميتة وحرق الأوراق، وبدلا من ذلك كان هناك زرع لزهور محلية مثل حشيشة المروج وعشب ونبات الدوفلى مع أنواع أخرى غير محلية مثل الزعرور البرى والسنان، وفى المناطق الرطبة تم زراعة الصفصاف والورد.

وفى عام ١٩٦٩ قد تقرر تنوع الغابة بزراعة شربين دوجلاس والشوكران الغربي والتنوب النرويجى والصنوبر الكورسيكى والبلوط الأحمر وأشجار الجوز، وكان الهدف كما بدأ هو تحويل الغابة إلى منطقة شجيرات تحتوى على أنواع عديدة من الأشجار.

وبحلول عام ١٩٧٧ ظهر تقرير لمساءلة هذه السياسة، ويقترح أن الزان كان أفضل وأنسب الأنواع الشجرية الملائمة لتربة أخف بسبب ماتتصف به من تاج كثيف يظلل ما تحته من نباتات، أما الأشجار المخروطية فإنها قد تعرضت كثيراً للتلوث الهوائي ولم تتح مأوى للطيور إلا قليلاً، إضافة إلى ذلك فإن تبوير مساحات واسعة قد شجع حركة السير فى أجزاء أخرى من الغابة، وقد أوصى التقرير بزراعة أنواع محلية مثل البلوط والتوت والدردار، كما أقترح تسوير مساحات أصغر وزراعة الزعرور البرى قرب أطراف الغابة لحجب الغابة عن الطريق وبعض الزان والصنوبر قد

حل محلها البلوط، واليوم فإن الهدف هو خلق أنماط جديدة من خلال تهذيب الأشجار القديمة التى أصبحت طويلة وكذلك تسوير المناطق الخالية لإعادة النمو الشجرى بها، وبهذه الطرق فإن تنوع البيئات سوف يجعل الغابة تزدهر، وتتغذى الفطريات اللافقريات على الأشجار الميتة، وسوف تعيش الفراشات فى مساحات مفتوحة والأشجار الناضجة سوف توفر الأعشاش للطيور.

التربات وقطاعات التربة:

تتكون التربات من كميات مختلفة من المادة العضوية والجزيئات المعدنية والماء والغاز (CO_2)، ومقاطع عرضية خلال التربة تعرف ببروفيلات التربة وهذه تنقسم إلى عدد من الطبقات تسمى آفاق، وتتمثل العوامل الرئيسية المؤثرة على قطاعات التربة فى المناخ والصخر الرئيسي(نوعه) والزمن والتضاريس والنبات والحيوان والنشاط البشرى.

المناخ:

إن درجات الحرارة الدافئة والتساقط الزائد يزيد عمليات التجوية، بينما الظروف الباردة الجافة تضعف من هذه الأنشطة، ونتيجة لذلك فإن التربة فى الغابات المدارية سميكة جداً بينما التربة فى بيئة الرنة قليلة السُمك، وتؤدى درجة الحرارة المرتفعة إلى زيادة النشاط البيولوجى والتى ترتبط بعملية تحلل المادة العضوية فى الغابة المدارية المطيرة، وعلى النقيض فإن التحلل يتباطأ في الظروف الباردة.

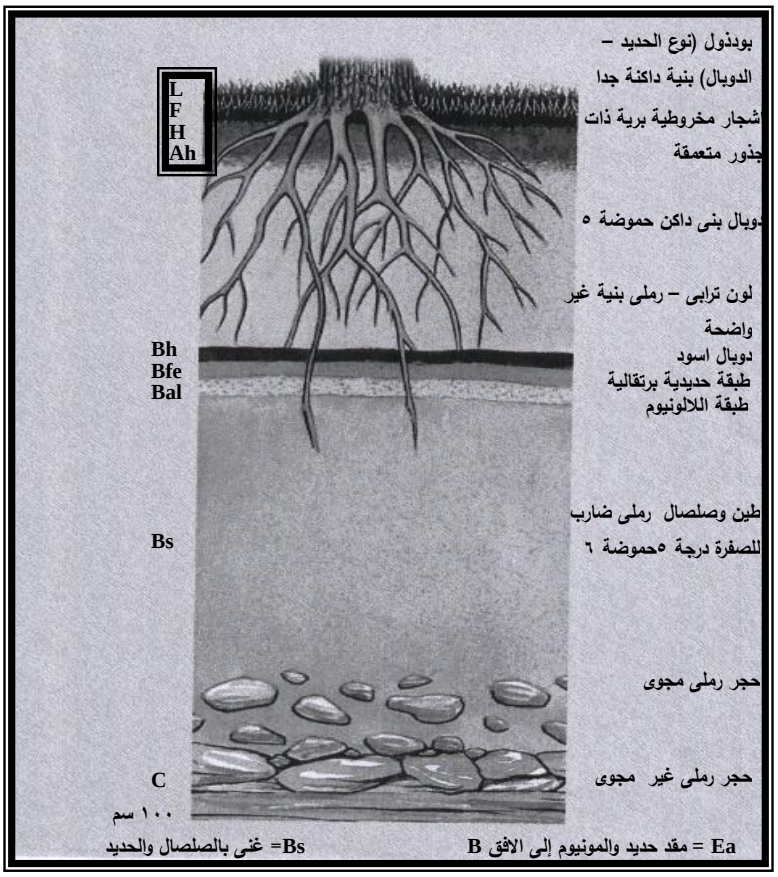
ففى المناطق التى يزيد فيها التساقط عن التبخر– نتح فإن عملية بودزولة التربة تحدث من خلال تحريك أو إزالة المواد الغذائية بأتجاه أسفل التربة، وحيثما يزيد التبخر على التساقط فإن عملية التملح تؤدى إلى ترسب

الأملاح على سطح التربة، ويؤثر المناخ كذلك على طبيعة النبات والذي بدوره يحدد نوع وكمية الدوبال فى التربة، وحالما تتطور التربة بشكل كاف وتكون فى حالة توازن مع الظروف المناخية فإنها تعتبر فى هذه الحالة تربة ناضجة، والواقع أن أنواع التربة التي تتماشى مع المناطق المناخية الكبرى فى العالم تعرف بالتربات النطاقية وأمثله التربة النطاقية المدروسة فى هذا البحث هى البدزول والتربة البنية أو تربة البدزول، وينطبق تربة البودزول على المناخات الباردة وغالباً ما تشغلها الغابات المخروطية، أما التربة البنية فإنها ترتبط بالمناخات الأقل برودة فى مناطق الغابات النطاقية.

تربة البدزول:

توجد تربات البدزول فى بريطانيا فى المناطق المرتفعة الأبرد والأكثر رطوبة فى الشمال.

ويمكن تحديد البدزول بسهولة من خلال وجود طبقة ترابية فاتحة اللون أسفل السطح مباشرة (لمسافة قصيرة مع آفاق داكنة بشكل مميزة أسفلها) **شكل رقم (٧)** .



After Dove J 1998

شكل رقم (٧) قطاع فى تربة بوذول

حيث تتوافرالظروف الحمضية وذلك بسبب تفوق التساقط على التبخر بحيث تتحرك المواد الأساسية فى التربة إلى أسفل القطاع، ويلاحظ أن الحدود بين آفاق التربة مميزة جداً، وذلك لأن الظروف الحمضية تحجم نشاط دودة الأرض والتى تقوم عادة بخلط التربة، وينتج الأفق Ea عن فقد كل شئ فى هذه الطبقة حيث يتم إزالة المواد الأساسية المذابة مثل الكلسيوم والمغنسيوم والصلصال والمواد العضوية بالغسل ليعاد ترسيبها فى أفق B، و

تعمل الأحماض الدوبالية كعوامل تهاجم الصلصال لتطلق الألومنيوم والحديد والذى يحمل إلى أسفل القطاع ليعاد ترسبها ويتم تحويلها إلى هيدرواكسيدات وتصبحان قابلتان للإذابة فى ظروف حمضية جداً ويتم نقله إلى أسفل القطاع بواسطة ما يعرف بالبودزلية.

ويتميز أفق Ea بعدم وجود بنية لتربته وذلك لكون كل المواد الغروية التى تربط حبيبات التربة قد تحركت إلى أسفل القطاع إضافة إلى أن الحموضة الزائدة تضعف من نشاط البكتريا التي تقوم عادة بدور التماسك العضوى (التلاحم العضوى)، وتوجد البدزول أيضاً فى أراضى الغابات المخروطية ونبات الخبث مكونة نوعاً من الدوبال يعرف بالمور والذى يحلل ليطلق أحماض دوبالية ومواد أساسية محدودة، وبالتبعية فإنها قد توجد عندما تكون التربة خالية من مياه الصرف الزائد، مثلما يوجد عند المنحدرات الشديدة نسبياً والتى تنقل عليها المواد الأساسية إلى أسفل التل، وتوجد كذلك عندما تؤدى التجوية إلى جعل ماتحت التربة قليلة الخصوبة، فعلى سبيل المثال الجرانيت والحجر الرملى، والبدزول تربات غير خصبة، ولكن يمكن تحسينها بإضافة مخصبات أو جير وبالحرث العميق لتكسير الحديد، ونتيجة لقلة خصوبتها يتم منها زراعة الغابات المخروطية أو نبات الزينة أو أستخدامها فى الترويح والتدريبات العسكرية.

التربات البنية:

توجد فى المناطق الأكثر دفئا فى المناطق المنخفضة من بريطانيا والتي تغطيها الغابات النفضية حيث التربة البنية، ويتصف قطاع التربة هنا بعدم وضوح حدود أفق التربة والذي يوجد فى قطاع تربة البدزول، وذلك للأسباب التالية.

- إن بيئة التربات البنية أقل حمضية من سابقتها، مما يشجع على زيادة نشاط دودة الأرض فى عملية خلط التربة.
- قيام الحشائش وجذور الأشجار بإعادة دورة الغذاء، مما يمنعها من التحرك إلى أسفل التربة.

- إن الدوبال لاينتج أحماض دوبالية تساعد على البودزلة .
- قلة التساقط وارتفاع التبخر وكلاهما يساعد على تخفيض عملية غسل المواد الغذائية بأتجاه أسفل القطاع.

وتساعد قلة الحموضة فى هذه الغابة على إزالة الصلصال وحمله إلى أسفل بالتعلق من أفق A إلى أفق B فى عملية تعرف بالغسيل Leaching، وغالباً ما يعاد ترسب الصلصال كراقة أو غلاله فى المسامات أو قنوات الجذور القديمة، ويتم تكون الدوبال فى الغابة النفضية ويعرف بعملية المودر، وغالبا تنتج التربات البنية تربات خصبة بدرجة كاملة، وذلك بسبب محتواها من المواد العضوية والصلصال وهى غالباً أقل حموضة، ويمكن تحسينها بإضافة مواد جيرية مع غسل كثيف يمكنها أن تندرج إلى تربة بنية بودزلية.

المواد الأصلية:

تؤثر المواد الأصلية على التربات بعده طرق، فالجرانيت يتجه للتجوية ببطء مكوناً قطاعاً ضحلاً، والحجر الرملى غالباً يجوى منتجا تربة حمراء اللون، بينما تلك التربات التى تتطور فوق صخور الطباشير قلوية وشاحبة اللون، ويرتبط الجرانيت والحجر الرملى مع تربات غير خصبة وحمضية وذلك لاحتواء مكوناتها على الكوارتز الذى يجوى ليطلق مواد غذائية محدودة، وعلى العكس فإن الطين يجوى ليطلق تربة صلصالية خصبة نسبياً مع مركبات دوبالية.

وتنتج المواد الأصلية تربات ذات نسيج خشن، وفيها تسمح الفراغات البينية الواسعة بين جزئياتها للماء بالترشيح والصرف السريع خلال التربة وينتج عن ذللك فقر التربات الرملية فى ظروف الجفاف في الإمساك بالمياه لسد حاجة النبات، وحينما تجف هذه المياه، يجعلها معرضة للتعرية بفعل الرياح وكذلك في الربيع فإنها تدفأ بسرعة لتسمح للنبات بالنمو المبكر.

ويعنى التصرف السريع للماء أيضاً بأن أي مخصبات إذا لم يستهلكها النبات بسرعة فإنه يكون معرضاً لخطر فقدها بالغسل أسفل التربة، وعلى النقيض فإن التربة الصلصالية تتكون من جزيئات صغيرة جداً، حيث لا تسمح المسامات الدقيقة جداً للماء بالتغلغل فى التربة نتيجة الشد السطحي الذى يعمل على حفظ الماء لبعض الوقت.

ونتيجه لذلك فإن المطر الغزير يجعل التربات الصلصالية غدقة مما يمنع جذور النبات من التنفس وتمنع الأحياء الدقيقة من تحلل المادة العضوية.

وفى الربيع نجد أن التربات الصلصالية تكون رطبة وباردة وبدرجة تمنع التنبيت، ويزداد التغدق أكثر وذلك لأن جزئيات الصلصال تلتحم مع بعضها لتكون تربة مفلطحة، والتى تعوق التصريف المائى، وفوق ذلك لو أن الصلصال قد صرف المياه فإنه ينتج عن ذلك تربة خصبة جداً، وذلك لأن الجزئيات المجواة تطلق كميات كبيرة من الغذاء للنبات، أما فى الصيف فإن تربات الصلصال قد تجف لتكون كتل صلبة تتسبب غالبا فى كسر جذور النباتات الرفيعة.

التربات البينية :

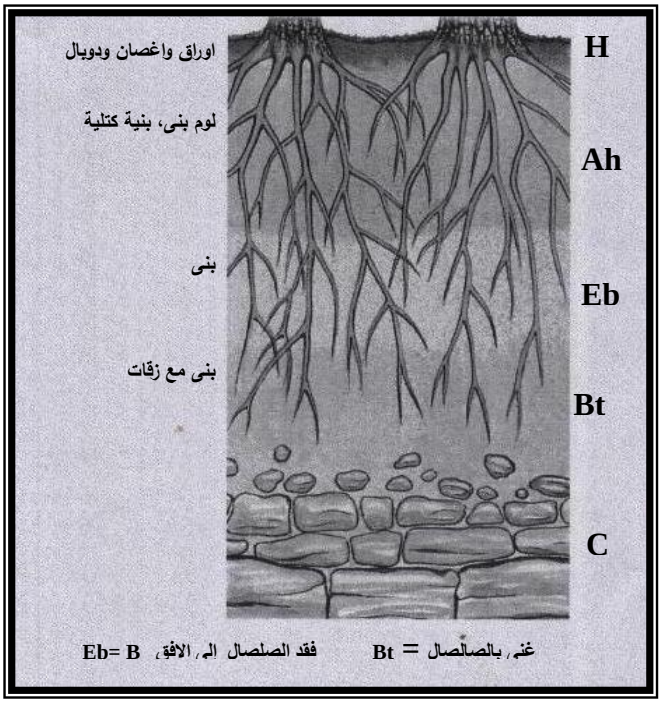
داخل نطاقات التربة الرئيسية فإن العوامل المحلية تتداخل مع الظروف المناخية ليكون تربات ذات خصائص مختلفة، مثل ذلك التربة الفتاتية التى تتطور فى صخور الطباشير والحجر الجيرى والتربة الغروية فى المناطق المتغدقة.

ويتكون قطاع الرندوزنيا من طبقة عضوية بنية داكنة ترتكز مباشرة على صخور حجر جيرى مجوى ويتصف القطاع هنا بضحولته لسببين رئيسيين أولاً أن تجوية الحجر الجيرى والطباشيرى يتم بالإذابة أساسا والتى تترك مواداً غير مذابة مكونة طبقة معدنية، وثانياً فإن الطباشير منفذ بدرجة

كبيرة واستفادت تربته من الحشائش فى تكون مكون أفقى دوبالى رقيق.

إن أفق Ah **بالشكل رقم (٨)** غنى بالمواد الأساسية وذلك لأن التجوية تطلق الكلسيوم من الأفق C، وتتفكك بقايا الحشائش لتكون دوبال قلوى جيد التحلل.

وكانت الروندوزنيا فى الماضى تمثل منطقة رعى للأغنام، ولكن مع حرثها يتم زراعتها بالمحاصيل.



After Dove J 1998.

شكل رقم (٨) قطاع نموذجى فى تربة بنية بغابة نفضية

أما التربة الغروية فهى ذات لون أزرق وأحيانا ما تأخذ اللون الضارب للحمرة وهذه الألوان ناتجة عما يعرف بالغروية، وينتج عن التغدق ظروف لاهوائية تجعل البكتريا تتحول إلى مركبات حديدية تؤدى إلى زرقة التربة،

وعندما ينخفض تغدق التربة وتستقبل المسامات والفراغات البينية والشقوق وقنوات الجذور الهواء ثانية يتأكسد الحديد ثانية إلى حالة حديدية حمراء، مما يعطى التربة المظهر المبرقش.

وتتكون غرويات المياه الجوفية عندما تتعرض التربة بالسهول الفيضية لفترات مطر كثيفة، بحيث تؤدى إلى رفع منسوب سطح المياه الجوفية، وتحدث الغروية فى المياه السطحية عندما ترتكز التربة على صخور أساس غير منفذة مثل الصلصال، ويمكن إن تكون هذه التربة خصبة جدا عندما يمكن تحسين صرفها وحرثها جيداً.

الزمن :

تأخذ التربة وقتا لكى تتطور ويصبح القطاع أعمق تدريجيا ويكون الأفق أكثر تحديدا، وليست كل التربات القديمة عميقة، فعلى سبيل المثال التربات الصحراوية ذات قطاعات غير ناضجة بسبب بطء عمليات التجوية، والتربة الشابة هى التى لم تأخذ الوقت الكاف أو الظروف المواتية لتكون أفق AB وتعرف بالتربة النطاقية a zonal والأمثلة النموذجية على ذلك تلك الموجودة فى الكثبان الرملية المكونة حديثا أو التكوينات الفيضية حديثة التكوين.

التضاريس :

يساعد أرتفاع المنسوب المطر على غسل التربة وخفض درجة الحرارة المطلوبة لتحلل المادة العضوية، هذه الظروف قد تؤدى إلى تكون الخبث النباتى، ففى نصف الكرة الشمالى تشهد الجوانب الجنوبية الغربية للمنحدرات نقصا فى غسل التربة، ولكنها غالبا ما تكون أدفء وأجف من تلك الجوانب المواجهة للشمال الشرقى، وتتحكم زاوية الأنحدار فى حركة الماء خلال قطاع التربة مما قد يؤدى إلى تكون التربة، وفى هذا الموقع تتكون تربة البدذول جيدة الصرف على القطاعات الأكثر انحداراً بينما قد

توجد التربة الغروية أسفل المنحدر إذا ما كانت الأرض غدقة.

النبات :

تؤثر النباتات فى كمية وطبيعة دوبال التربة، حيث تنتج نبات التندرا دوبال أقل من الغابات النفضية، أما الغابات المخروطية فانها تنتج دوبال "المور" وترتبط الغابات النفضية بالدوبال المودر وتنتج الحشائش دوبال "مول" داكن وجيد التحلل، حيث تساعد جذور النبات أيضا بطريقة فزيائية فى تفكك صخور الأساس.

الحيوانات :

تؤدى البكتريا والفطريات وديدان الأرض جميعها إلى تفكك فيزيائى وتحلل كيماوى للنباتات المتساقطة، وتنتج المواد البرازية الدوبال، وتعمل ديدان الأرض والحشرات والحيوانات القارضة على المساعدة فى تهوية وخلط التربة، حيث تعد عملية تقليب التربة ذات أهمية، بسبب أن جذور النبات تخرج ثانى أكسيد الكربون والذى بتراكمه فى التربة يحد من نمو النبات ، وعادة فإن هذا الغاز ينتشر ثانية فى الغلاف الغازى، ولكن مع الطقس الدافئ فإن معدلات النمو الأكبر والتنفس لهذه النباتات يؤدى إلى زيادة تركمية له فى التربة ذات النسيج الناعم، مما يقلل من النمو الجذرى والنشاط الميكروبولوجى، ويساعد الحيوانات على السير ودمج التربة وتدمير بنيتها فى هذه العملية.

ويمكن لكل أنواع التربة أن تعدل بواسطة النشاط البشرى خاصة مع الحرث والصرف، وقد تؤدى ميكنة الزراعة إلى دمج التربة والإضرار ببنيتها خاصة عندما تكون رطبة.

وتفقد كل حباتها قدراً معينا من الأستقرار عندما تكون رطبة، ولكن بعض التربات يمكن أن تعيد ما فيها ولكنها تشوه لدرجة أن مساحاتها قد تختفى وعلى أسوأ الظروف فإن التعرية الحادة للتربة قد تنتج عن سوء

أستخدام التربة أو فشل فى التدريب الإدارى الكافى للتعامل مع التربة، حيث يقل خطر تعرية التربة بالحرث الكنتورى أو التدريج أو الزرعة الشريطية وزرع محاصيل كثيفة وعمل نطاقات حماية.

وتؤدى عملية الحرث والتجريف إلى تكسر الأسطح المدمجة وتساعد على خلق بنيات ممشطة، مما يحسن من التصريف المائى للتربة، ويسهل بذلك زراعته، مما يزيد من تعرضها لخطر السفى والغسل.

ويمكن عن طريق الحرث تكسير الأغطية الحديدية السفلية فى القطاع والتى تعيق الرشح المائى إلى أسفل، ومع ذلك فإن تكرار الحرث على نفس العمق يخلق سطح محروث، طبقة صلبة تؤدى إلى تغدق التربة وتمنع تغلغل الجذور.

وقد يؤدى الحرث إلى تحريك الدوبال إلى أعماق بعيدة عن متناول المحصول، ففى شرق ديفون على سبيل المثال فإن قرونا من الزراعة الرعوية والمحصولية قد عدلت قطاعات البدزول والتربات البنية، بحيث أزيلت بقايا النبات وجهت الطبقات المحروثة، وقد تغيرت درجة الحموضة بأستخدام الجير والمارل، وأستخراج الحجر الجيرى وحشائش البحر المتكلسة، وقد وجدت تعرية التربة كذلك على بعض المنحدرات، وقد تمت كذلك عمليات زراعية من أسفل المنحدر حتى قمة التل ثانية، وحديثا فإن معظم التربات غير الخصبة قد تم زراعتها بالأشجار اللينة.

وقد أستفادت التربة الرملية الخفيفة من الرى ولكن إذا ما وجد الرى بدون صرف فى المناخات الحارة فإن ذلك يسبب أضراراً متمثلة فى التملح مثل أجزاء من غرب إفريقيا مثل الأرز الذى يعد محصولا رئيسيا هناك، وقد تفوق الأرز فى شعبيته على الدخن والسرجم لأنه أفضل فى طعمه وأسرع فى طهيه.

وفى السنغال فإن المناطق المزروعة أرزاً تبدأ من المناطق

الساحلية المدية قرب نهر السنغال وهى الآن مسيجه بحاجز وتستمد مياهها لرى الحقول من النهر، والصعوبة تكمن فى كون مياه النهر بداية لابد أن تمتص الأملاح من التربة الملحية أصلا ثم تتبخر تاركة خلفها قشوراً ملحية صلبة، وبالبعد شرقا فى جنوب مالى فإن زراعة الأرز على طول نهر النيجر توجد بدون رى وقد تسبب فى رفع منسوب المياه الجوفية ١٧ مترا وعلى بعد ٣ أمتار من السطح، وخلال الثلاثة أمتار يحدث تملح فى التربة بالغة الملوحة.

والواقع أن تصرف مياه التربة الغدقة يزيل ايونات الهيدروجين الزائدة من مركبات الصلصال والدوبال لدرجة أن الكاتيونات الأساسية مثل الكلسيوم يمكن أن تصبح مقترنة بها، وإذا ما أتجهت التصرفات إلى أعماق أبعد فإن فقد الماء الزائد يحمل معه مكونات غذائية من التربة، وأحيانا يكون التصريف غير مناسب، على سبيل المثال فإن التصريف العالى للتربات الساحلية الحمضية فى مقاطعة جوانجدونج جنوب شرق الصين ينتج عن حموضه كبريتية زائدة، مع نسبة حموضة فى التربة بقيمة ٣.٥ PH، ونتيجة لذلك فإن المحاصيل التى تنمو فى هذه التربات تعانى من التسمم بفعل الحديد والألومنيوم مع نقص حاد فى الفوسفور، و يؤدى تصريف تربة الحبث النباتى إلى صعوبات خاصة فى تلك التربة مثل جفافها وإنكماشها وسهول تذريتها.

وتعد الممارسات السيئة مثل قطع الغابات والرعى الجائر وتكثيف الزراعة وزراعة المحصول الواحد فى الأرض ينتج عنها فقد أعلى التربة من خلال مساعدة التعرية بفعل الرياح والماء مثلما يوجد فى أجزاء من شمال نيجيريا، ففى السهل الفيضى لهاديجيا نحور وقرب كانو فإن السكان المحليين يستسيغون القمح بدلا من الدخن والسرجم الأقل فى القيمة الغذائية، وقد أعدت الأرض لزراعة القمح ولكن التربات هنا رملية غنية بالحديد

والملح وتفتقر للمواد العضوية المطلوبة لهذا المحصول المطلوب محليا، ونتيجة لذلك فحالما تزرع التربة فإنها تفقد المواد الغذائية بها ولا تستطيع المخصبات تعويضها بسبب تكلفتها العالية، ولذلك فإنه بدون الدوبال فإن التربة تفقد بنيتها ويسهل تعريتها، وأحد الحلول لذلك تطبيق الدورة المحصولية، ولكن فى البلاد المتطورة اقتصاديا فإن الضغط المتزايد لزراعة محاصيل نقدية غالبا ما ينتج عنها أحيانا تلاشى فترة راحة الأرض.

النظم الايكولوجية عبر الزمن :

هناك طرق توضح كيفية تغير النظام الايكولوجى عبر الزمن من خلال دراسة أنماط التوطن والتنافس والتسيد الموجود فى التعاقب النباتى، والأمثلة التالية توضح النباتات الجفافية والملحية، مثال ينطبق على مركب من الكثبان الرملية.

التعاقب النباتى فوق الكثبان الرملية :

تتمثل الأنواع الأولى فى هذا التعاقب النباتى وهى غالبا من حشيشة الرمال البحرية والجرجار البحرى وتظهر فى خط الساحل خلف الشاطئ الأمامى حيث تحصل على غذائها من البقايا المتحللة لأعشاب البحر فى نطاق خط الساحل، وعدد هذه الأنواع المختلفة فى هذه المجموعة النباتية الزائدة صغير وذلك بسبب صعوبة الظروف البيئية.

فعلى النباتات هنا أن تبقى مغطاة دوريا بالمياه المالحة، مع تحرك الرمال والإنكشاف للرياح القوية، وغنى رمال الشاطئ غنية بكربونات الكلسيوم من شظايا الأصداف، وكلوريد الصوديوم من رذاذ البحر، ولكى تتكيف مع هذه البيئة الجفافية، فإن العديد من النباتات تختزن الماء فى أوراقها وسيقانها (العصاريات)، ومعظم النباتات قصيرة العمر وذات معدلات أنبات سريعة.

وتعد الأنواع الرائدة والتى تكون خارج المنافسة الأرضى

لمجموعة لاحقة بأمدادها بالمادة العضوية والمأوى، ومن ثم تزداد المادة العضوية وتزداد درجة الحموضة لتصبح ٨(PH) **جدول رقم (١)**.

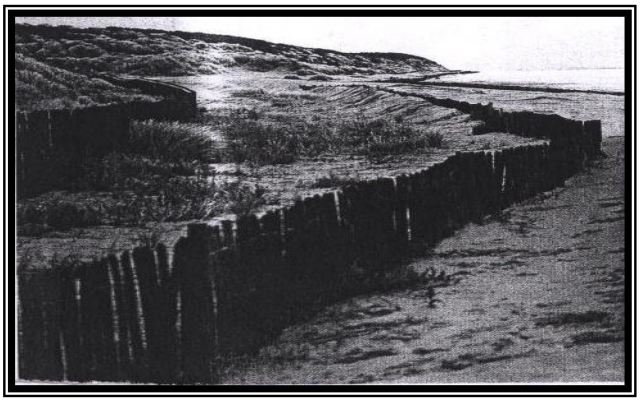
جدول رقم (١)

قطاع عرضى خلال بيئة كثيبية ساحلية – برنتون بوروث– شمال ديفون

مجموعة نباتية متدانية	مجموعة الكثبان المفتوحة رمادية اللون	مجموعة كثبان صفراء	مجموعة الكثبان الأمامية	مجموعة خط الساحل
زهرة الغابة عجرم بحرى والعليق والصفصاف الزاحف	حلفا حمراء وأشنات وطحالب وزعتر ونبات قرن الغزال	١– جانب الكثيب المواجه للبحر (مارام) ٢– الجانب الداخلى للكثيب سنديان البحر وعشب البحر وحلفا الرمال ٣– المتراخيات : حور – صفصاف زاحف وحشائش السبخات	المارام الرملى نجيل نجيل البحر حشائش	حشيشة رمل الشاطئ جدار البحر شمندر البحر

After. White L. et al 1988

ويمكن أن يكون تعاقبا ذاتيا، ويتصيد النبات الرمال السافية عبر الشاطئ الأمامى مكونة الأكمات، وتنمو الأكمات لتكون كثبانا جنينية، ويتكون فوق هذه الكثبان المجموعة النباتية التالية، وتتصيد النباتات ذات الجذور الطويلة مثل حشائش البحر وحشائش المارام الرمال وتثبتها، ولهذه الأسباب فإنها تعرف بنباتات الكثبان الرملية الكبرى، ومثلما الحال فى المجموعة النباتية الأولية فإنها قد طورت عدد من الآليات للتكيف مع الجفاف **شكل رقم (٩)**.



After. Knapp, B. et al 1989

شكل رقم (٩) حشائش المرام والتسوير لتثبيت الكثبان الرملية

فعندما تموت هذه النباتات فإنها تضيف مادة عضوية للتربة تمثل غذاء للمجموعة التالية وتمثل مخزنا للرطوبة، كما أنها ذات عقد جذرية تدعم البكتريا القادرة على تثبيت النتروجين من الجو بالتربة مثل البقوليات ذات القيمة العالية فى تخصيب التربة، ومع مرور الوقت تتكون كثبات جنينية أمام العروق الكثيبية وأحيانا ما تحرم الأخيرة من تصيد رمال جديدة، وفيما بين العروق الرملية توجد مناطق أكثر رطوبة توجد بها نباتات محبة للماء مثل الصفصاف، ومع أستمرار النبات فى النمو على الكثيب يزداد تنوع الأنواع فالحشائش مثل المارم (حشيش المستنقعات) تحل محله غطاء كامل من الطحالب والأشنات، وينخفض معامل الحموضة بسبب تراكم النبات وتحلله، مما يساعد على أنتاج الأحماض **شكل رقم (١٠)**.

After. Knapp, B. et al 1989

شكل رقم (١٠) البيئة الرطبة مع نمو حشائش مائية كثيفة

وينخفض معامل الحموضة أيضا بسبب أن ماء المطر يغسل المعادن والمادة العضوية ويحركها إلى أسفل خلال التربة، وأحيانا فإن الأنواع النباتية المتدنية مثل نبات قرن الغزال والشوك الأسود تحل محل الطحالب والأشنات على الكثبان الرمادية القديمة، وهذه النباتات بنفسها تحل محلها أشجار، و يبدأ النبات بتكوين طبقات مميزة وشبكات غذائية تصبح أكثر تعقيداً، وعندما تستقر الأشجار يحدث تدهور خفيف فى التنوع ربما بسبب ما يتعرض له النبات من ظل لنباتات التعاقب السابق، والنسق الذى حل بالمكان يوصف (يعرف) بالتعاقب النباتى، وكل مجموعة من النباتات داخل التعاقب تسمى مجموعة متتابعة ينتهى بها الأمر إلى مجموعة نباتية مناخية، هذه المجموعات العليا حالما تتكون يمكنها أن تشهد تغيرات قصيرة الأجل، على سبيل المثال عندما تموت الأشجار كبيرة السن فى غابة فانها تسمح بوصول الضوء إلى الأعشاب والحشائش بارضها بحيث تستطيع أن

تنمو، وهذه النباتات يمكن أن تظللها أشجار جديدة، كما يمكن للتغيرات المناخية أن تؤدى إلى تغيرات طويلة الأمد فى نبات الذروة (ذروة التعاقب النباتى)، حيث أن التغيرات الخارجية مثل الطفوح البركانية أو الرعى الجائر أو التدخلات البشرية يمكن أن تؤدى إلى أختلال التعاقب النباتى.

التعديلات الناجمة عن الإنسان فى نظم الكثبان الرملية:

يمكن للأنشطة البشرية أن تغير فى البيئة النباتية للكثبان الرملية بعدة طرق مختلفة على سبيل المثال ، عندما تتم زراعة حشائش المرام على الكثبان الرملية لتثبيتها.

ويتضح التأثير البشرى جيدا على بيئة الكثبان الرملية فى مجموعة الكثبان الرملية فى برونتون بوروز فى نورث ديفون، حيث توجد سلسلة من عروق الكثبان الرملية الكبيرة تمتد من الشمال الى الجنوب تفصل بينها أراضى منخفضة، وحتى ١٩٥٤ كانت الكثبان ترعى بكثافة بواسطة الأرانب التى قللت كثافة الحشائش كاشفة التربة التحتية، مما يعرضها للتعرية، وحالما يختفى الغطاء النباتى سرعان ما تقوم الرياح بإزالة الرمال مكونة حفرا صغيرة (حفر تذرية)، وعندما أنخفضت أعداد الأرانب بدأت الأحراش تغزو المنطقة، وقد تم تملك مناطق الكثبان وتم إزالة الأحراش وجعلها مراع للأغنام، وهذه الحيوانات عملت على رعى الحشائش ومنعت الأحراش الرديئة أن تعود ثانية وتنمو بالمنطقة، وهذه الأرض المفتوحة تمثل بيئة محببة للطيور مثل طائر الأبلق wheatear واللقلق، وقد بقى بالمكان بعض العشب الفقير، مما ساعد على وجود زواحف القنابر skylarks والطائر الصداح warbler.

وأثناء الحرب العالمية الثانية أستخدمت هذه الكثبان لتدريب الجيش، كما أدت الدبابات إلى الإضرار بالكثبان، ومازالت المنطقة تغلق ١٠ أيام فى العام لتدريب الجيش خاصة بعد التحسينات التى تمت على

الطريق الواصل إلى شمال ديفون (A 361)، وقد أدت الزيارات العديدة إلى حدوث وتكون حفر تذرية، وقد حُجمت نتيجة لزراعة الكثبان بحشائش المارام، وقد عملت السيارات رباعية العجلات التى تسير بأتجاه البلاج بطريقة غير قانونية إلى وجود العديد من الصعوبات الإدارية بالمنطقة.

ويعتبر الإنسان مسؤلا عن إدخال أنواع نباتية جديدة مثل نجيل البحر وهذا النبات يزرع أصلا لتثبيت النهاية الشمالية للكثبان وإن كان فى الوقت الحالى قد أنتشر فوق الكثبان مؤثرا على النباتات الأخرى.

التعاقب النباتى بالسبخات الملحية:

تتشكل السبخات على المسطحات الطينية فى الخلجان المدية وفى المياه الساحلية الضحلة والتى غالبا ما توجد خلف الألسنة والحواجز، ويعتمد نمط النوع والتنوع النباتى على طبيعة المواد التحتية (أو ما يعرف بالطبقة التحتية للتربة) وزاوية الأنحدار والأمواج والفارق المدى)، والمدخلات من المياه العذبة، فعلى سبيل المثال تتجه السبخة الملحية على الساحل الغربى للمملكة المتحدة لوجود أنواع عديدة من الحشائش التى تنمو بها مقارنة بالساحل الشرقى وذلك لأن التكوينات التحتية فى الأخيرة رملية.

وتتضح مراحل نمو السبخة الملحية على الجانب الأرضى المنخفض من اللسان الرملى والحصوى فى بلاكينى شمال نورفوك.

وقد ترسبت تكوينات الطين والغرين التى تأتى بها مياه المد فوق الأسطح المدية وعند منسوب أقل من السبخة الملحية الحقيقية تظهر نباتات ثعبان البحر (نباتى بحرى).

أن الأنواع الأرضية التى تظهر فى شكل حشائش دائمة وعصاريات تنمو على التكوينات الطينية المدية، وتعمل جذورها على تثبيت الطين وأعشاب البحر التي تلتف حول سيقانها، مما يساعد على تصيد المزيد من الرواسب، وتعد هذه الأنواع الرائدة الأرض لظهور مجموعة

لاحقة مع المزيد من الترسيب تحل المجموعات المستجدة محل المستنقعات المنخفضة، وتحسن كل مجموعة فى النسق الظروف التالية لها كتصيدها للرواسب وهذا النسق يرفع مستوى المستنقع فوق مستوى المد وتسمح كذلك لماء المطر لغسل الملح من التربة المتطورة، وتعمل المجموعات النباتية على تجفيف المستنقعات من خلال النتح وتضيف كذلك مواد عضوية تزيد من مستوى الغذاء، ويظهر التعاقب الكامل فى مثل تلك البيئات الحيوية.

هذا النسق النباتي الخطى يعدل عند تقطع تشققات المستنقع، وعندما تتكون البرك المائية وتتكون جسور من رواسب بحرية على جوانب التشققات (القنوات) حيث تقوم بتحديدها، وهذه البيئة تمد النبات بتربة غنية بالغذاء وجيدة الصرف، وتشغل البرك الملحية نباتات قصيرة مثل نجم البحر والعشب وغيرها.

التأثيرات البشرية على النظم الايكولوجية للسبخات الملحية:

لقد أستغلت السبخات المرتفعة لقرون بواسطة رعى الأبقار، و قد غير هذا النشاط المجموعات النباتية وزاد من أعداد الطيور التى تنمو وتزدهر فى هذه البيئة.

وقد تم ردم هذه المستنقعات وتحسينها كمراعى وأستصلاحها للزراعة، وقد دمرت المجموعات النباتية وما يرتبط بها من اللافقاريات مثل قواقع الكوكل والقشريات، حيث فقد البريص الذى يتغذى على الحشائش وطائر الزقزاق الذى يتغذى على المسطحات الطينية بيئته التى يعيش فيها، واذا لم يتم تنظيف هذه البيئة سوف تحدث خسائر بسبب إنخفاض منسوب الماء الجوفى، وفوق ذلك فإن زراعة الأرض حول السبخات تقدم النترات بسبب عملية تغذية ذاتية.

وحديثا فإن إدراك أهمية هذه المستنقعات كمواضع دفاع بحرية طبيعية قد أدت إلى إعادة تقييم قيمتها، ونتيجة لذلك فقد أعيد تكون مثل

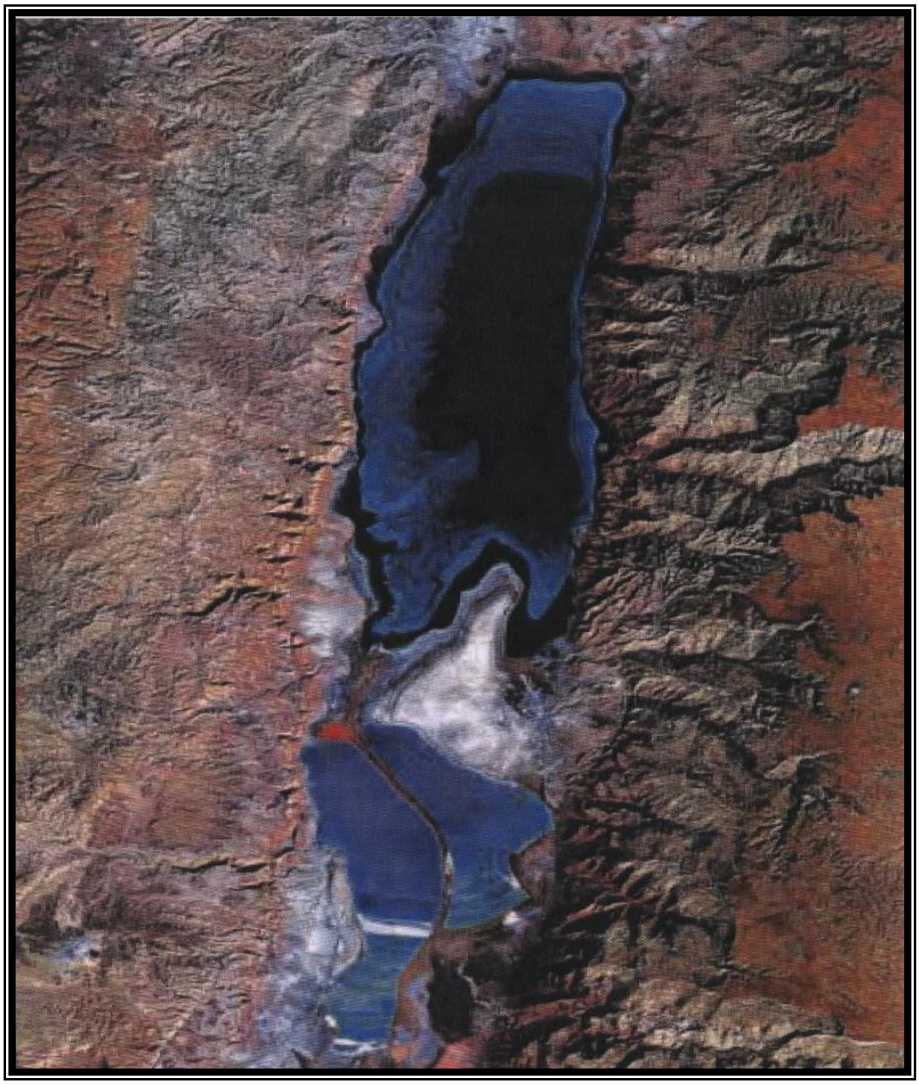
هذه المستنقعات بنجاح فى ايسكس، وتوجد مشاريع أخرى مقترحة فى نورفوك وهذه المشاريع المقترحة قوبلت بأعتراض وذلك لأن بعض المستنقعات المجسرة تحولت إلى أحتياطى للمياه الأسنة والعذبة، وسوف تفقد إذا ما أعيد تكون المستنقعات الملحية.

والصناعة مثل الزراعة قد عدلت من المستنقعات الملحية، على سبيل المثال فإن أستخراج الطين المارلى لصناعة الطوب من خليج ميدو فى أواخر القرن الـ ١٩ قد دمرت المستنقعات الملحية هناك، وحديثا فإن معامل تكرير البترول ومحطات الطاقة قد بنيت على سبخات مستصلحة فى عدة خلجان، كما تم نقل المعادن الثقيلة فى الجو من المداخن حول خليج سيفرن، حيث تراكمت على السبخات وأثرت سلبا على المجموعات النباتية بها، وتؤدى عمليات الحفر والإنشاءات البحرية على زيادة كمية المواد العالقة، ويعد هذا أيضا تدخل فى تطور المستنقعات .

وفى السنوات الأخيرة فإن حشيشة الأرز وهى من النباتات التى أدخلها الإنسان فى مياه ساوث هامبتون قد ظهرت فى مستنقعات عديدة فى المملكة المتحدة، وهى تنافس بنجاح أنواع النباتات بالسبخات المنخفضة وهناك محاولات تمت لإزالتها بالرش وبالقطع ولكن حدث أخيراً لها موت طبيعي لأسباب غير مؤكدة .

البحر الميت (نظام ايكولوجى يتجه نحو التدهور):

يتميز البحر الميت بنظامه الايكولوجى الفريد حيث يشغل أخفض بقعه على سطح اليابس (نحو ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر)، ويرى الجيولوجيون أنه بقايا بحيرة قديمة كانت أكثر طولا وأتساعاً لينكمش ويصبح فى وضعه الحالى مساحة نحو ٦٦٠ كيلو متر مربع، وكانت مساحته منذ نحو ٥٠ سنة نحو ١٠٠٠ كيلو متر مربع **شكل رقم (١١)**.



المصدر: دراسة اسرائيلية لوزارة التعاون الاقليمى ومعهد المساحة الجيولوجية -٢٣-٩-٢٠٠٢

شكل رقم (١١)

صورة مرئية فضائية للبحر الميت يتضح فيها اختلاف اعماق المياه به

وينقسم البحر الميت إلى ثلاث وحدات مورفولوجية.

١- **الوحدة الشمالية** منه وتشغل نحو ٧٥% من جملة مساحته وتعرف بالحوض الشمالى وأعمق بقاعه قرب مصب وادي الزرقاء (٧٩٥ متر تحت مستوى سطح البحر)، أو على عمق نحو ٤٠ متر من مستوى البحر الميت.

٢- **الوحدة الثانية** وهى الفاصلة بين الوحدة الأولى المتمثلة فى الحوض الشمالى والوحدة الثالثة المتمثلة فى الحوض الجنوبي وهى شبه جزيرة يضيق عندها البحر الميت إلى كيلو متر فقط ويزداد وضوحاً مع زيادة إنكماش البحر الميت وبه أدنى نقطة منسوب- ٤٠٣ أمتار.

٣- **الوحدة الثالثة** وتشكل نحو ٢٥% من جملة مساحة البحر الميت، وهو أقل عمقا من الحوض الشمالى وهو فى طريقة إلى التلاشى elimination ليتحول إلى سطح رسوبى بحرى Lacustrine deposits .

وبعد البحر الميت من أعلى بحار العالم فى نسبة الملوحة التى تزيد على ٢٥% أو ٢٥٠ حزام لكل لتر تزداد إلى ٣٣١ جرام فى اللتر قرب القاع وهو بذلك أعلى من بحيرة سولت ليك فى ولاية بوتاه الأمريكية (نسبة ملوحتها ما بين ٢٠٠و٢٥٠ جرام/لتر) (مصطفى مراد الدباغ، ٢٠٠٢، ص ٨٧).

وتزداد درجة ملوحته بشكل مستمر نتيجة لأرتفاع معدلات التبخر والنقص الحاد فى المدخلات من مياه نهر الاردن وروافده، وهو يعتبر بالمفهوم الايكولوجى بحر ميت بيولوجيا تختفى منه الحياة تماماً ومع ذلك فان مكوناته غير الحية من أملاح ورواسب متبخرات وغيرها توجد بكميات

ضخمة للغاية بحيث يمكن تسميته مستودع الأملاح الرئيسى بالمنطقة، حيث تحتوى رواسب قاعة بجانب ما هو مذاب فى مياهه بلايين الأطنان من الأملاح مثل كلوريد البوتاسيوم (٢٠٠٠ مليون طن)، وهو من الأملاح التى تدخل فى صناعات عديدة مثل الصابون والبارود والورق وغيرها.

وكلويد الماغنسيوم (٢٢ ألف مليون طن)، ويدخل فى صناعات عديدة مثل الصناعات الكيماتوية والطائرات، وكلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، ويوجد بكميات تزيد على ١١ ألف مليون طن وبروميد المغنسيوم قرابه المليون طن، وغيرها، كما يوجد به الماء الثقيل (المرجع السابق، ص ٨٧).

مدخلات النظام من المياه وتغيرها:

تأتى المياه إلى النظام المائى للبحر الميت من أربعة مصادر نهر الأردن وروافده وكان يأتى إليه بمياه سنوية قدرها نحو ١٣٠٠ مليون متر مكعب أنخفض إلى ٦٧٠ مليون فى عام ١٩٩٤ ثم الأودية التى تصب مباشرة فى البحر وكانت تأتى بـ ١٧٥ مليون متر مكعب وأودية من الأراضى الفلسطينية ١٢٥ مليون متر مكعب ثم المياه الجوفية ٧٠ مليون متر مكعب والمطار ٨ مليون متر مكعب، أى أن مجمل المدخلات كان فى الماضى يبلغ ١٧٥٠ مليون متر مكعب (أى قبل ٦٠ سنة مضت)، والآن تبلغ المدخلات رقما هابطاً لا يزيد مجمله عن ٤٠٠ مليون متر مكعب منها ٣٠٠ مليون متر مكعب من نهر الأردن وروافد الأودية المختلفة و٥٠ مليون متر مكعب من مياه المطر وأقل من ٥٠ مليون متر مكعب من المياه الجوفية، وذلك وفقا لدراسات إسرائيلية عام ٢٠٠٥).

مخرجات النظام المائي للبحر الميت:

تبلغ المخرجات فى الوقت الحاضر تقريباً ١٠٠٠ مليون متر مكعب فى السنة تخرج نحو ٧٠% من الكمية العلية للمخرجات المائية عن طريق التبخر evaporation وتستخدم الصناعات الأستخراجية ما بين ٢٥٠-٣٠٠٠ متر مكعب.

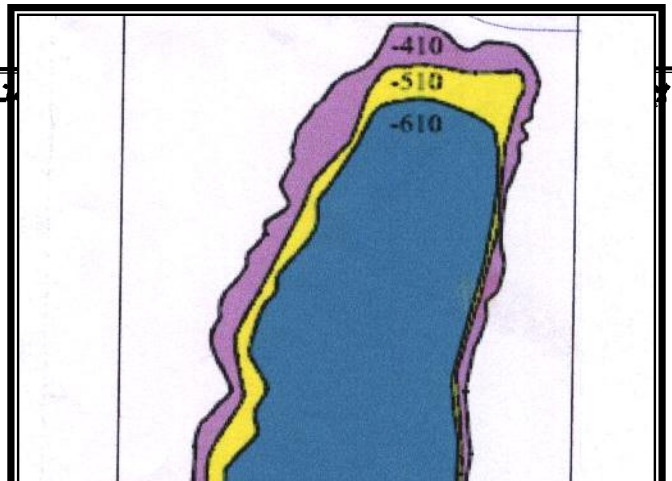
ويعنى ما سبق أن الموازنة المائية فى غير صالح البحر الميت كنظام ايكولوجى حيث أن المدخلات ٤٠٠ مليون متر مكعب والمخرجات ١٠٠٠ متر مكعب، ومن ثم فإن البحر الميت يعانى عجزاً مائيا سنويا يصل لنحو ٦٠٠ أو ٦٥٠ مليون متر مكعب ونحتاج لمياه تزيد على ١٦٠٠ مليون متر مكعب ليصل إلى مستواه الذى كان عليه منذ ٦٠ عاماً (مساحة ١٠٠٠كم٢ عند مستوى ٣٩٥ متر من مستوى سطح البحر)، وكان ذلك مدعاه للتفكير فى عمل مشروع قناة تصله بالبحر الأحمر والتي يثار الجدل حول أهدافها ومثالبها بجانب مزاياها خاصة وإن أهداف إسرائيل مهما بدت دائما ما تكون محلاً للشك.

التدخلات البشرية وأثارها السلبية على البحر الميت:

لعبت المدخلات البشرية دوراً رئيسياً فى تدهور النظام المائي للبحر الميت وإنكماش مساحته وأكشاف مساحات واسعة من قاعة بمسطحاتها الملحقة ذات التأثير السلبي على أنماط الحياة البرية والمائية المنطقة، أكثر هذه التدخلات السلبية تمثلت في سياسات الحكومة الإسرائيلية المائية، والتي من خلالها سيطرت على مياه نهر الأردن وتجفيفها لبحيرة الحولة، إلى جانب قيام كل من سوريا والأردن بناء سدود ترابية للاستفادة بجزء من

حقوقها من مياه النهر، كما قامت الأردن بحفر قناة الغور الشرقي للاستفادة من مياه نهر اليرموك، وقد انعكس كل ذلك على تحول نهر الأردن إلى نهر شبه جاف وفقد دورة الرئيسي كمغذى للنظام الايكولوجي المائي للبحر الميت حيث أصبح مجمل ما يستغل من مياهه ١٠٨٠ مليون متر مكعب ليتبقى نحو مائتي مليون وذلك حسب دراسة (مائية قام بها البنك الدولي ١٩٩٤ (Tsrael water sludy lor the eorld Bant,) أى أن هذه الاستخدامات تبعت من وصول ٩٠% من مياه نهر الأردن وروافده للوصول إلى البحر الميت).

كذلك تلعب الشركات التى تقوم بأستخراج أملاح كبرتيات البوتاسيوم المعادن والأملاح الأخرى دورها فى زيادة المخرجات المائية من البحر حيث تقدر بأن هذه الصناعات تستهلك ما بين ٢٥٠ و ٣٠٠ مليون متر مكعب سنوياً من المياه وذلك لاعتمادها طريقة التخفيف بواسطة أحواض تجفيف كبيرة شكل **رقم (١٢)** الذى يبين مراحل إنكماش البحر الميت حتى عام ٢٠١٢).



المصدر: وزارة التعاون الاقليمى فى اسرائيل ومعهد المساحة الجيولوجية – ٢٠٠٢/٩/٢٣م

شكل رقم (١٢) الإنكماش المتوقع لمساحة البحر الميت خلال الخمسة قرون القادمة وفقا للدراسات الإسرائيلية

الآثار البيئية السلبية الناجمة عن تدهور البحر الميت:

تتمثل أهم الآثار السلبية على البيئة مما يلى:

أ. أرتفاع نسبة الملوحة Salinity فى مياه الخزانات الجوفية بالأحواض المائية الموجودة بمنطقة حوض البحر الميت، كما ترتفع نسبة الملوحة بالمجارى المائية التى تخترق مناطق كانت تشغلها مياه البحر خاصة مياه نهر الأردن (رياض الحضرى ويوسف أبو مايله، ٢٠٠٣، ص ٢٦)، مما أضر بالفسلطينين والأردنيين اللذين يستخدمون مياه نهر الأردن والأنهار الصغيرة بالمنطقة.

ب. ظهور حفر نتيجة لإنكماش البحر الميت وخاصة فى شرقه فى منطقة نمو حديثه بالأردن يمتلى بالمياه.

ج. تأثر المنطقة بزيادة فعالية التجوية الملحية على الطرق وتشققها وعلى المبانى والمنشأت المختلفة وعندما تتعرض للجفاف تصبح معرضة للسفى بواسطة التذرية الريحية التى تنقل ذلك الملح والذى تراكم فى التشققات ليقوم بعمليات النمو البللورى والضغط على هذه الشقوق وتوسيعها، مما يؤدى فى النهاية إلى تدمير المنشأت وفقدها لصلاحيتها ويلاحظ من **الشكل رقم (١٣)** أثر الجفاف وأنكماش البحر الميت فى ظهور مسطحات ملحية.

د. التأثير على الأنشطة العمرانية والسياحية بالمنطقة.

هـ. تدهور البيئات الحيوية خاصة فيما يتعلق بالنباتات والطيور المهاجرة التى فقدت عوامل جذبها للمنطقة مع انحسار مياة البحر.

المصدر: www.foeme org). .

شكل رقم (١٣) أثر الجفاف الذى تعرض له البحر الميت فى انحصاره

المراجع

أولا: المراجع العربية:

- **زين الدين عبد المقصود (١٩٨١)** البيئة والإنسان- علاقات ومشكلات- منشأة المعارف بالأسكندرية.
- **زين الدين عبد المقصود غنيمى (١٩٨٢)** النظام الايكولوجى- وجهة نظر جغرافية- جامعة الكويت العدد ٤٢- الكويت.
- **عبد القادر عابد (١٩٨٥)** جيولوجية البحر الميت، عمان الأردن.
- **عبد الله حسن النصير (١٩٩٥)** الكوارث الطبيعية، مجلة العلوم والتقنية، العدد ٣٢، الرياض.
- **محمد احمد المؤمنى (١٩٨٦)** السياسة المائية للكيان الصهيونى- دراسة فى الجغرافيا السياسية، عمان الأردن.
- **محمد صبرى محسوب (٢٠٠٢)** البيئة الطبيعية خصائصها وتفاعل الانسان معها، دار الفكر العربى، القاهرة.
- **محمد صبرى محسوب ومحمد ابراهيم أرباب (٢٠٠٢)** الأخطار والكوارث الطبيعية- الحدث والمواجهة، دار الفكر العهربى القاهرة.
- **مصطفى مراد الدباع (٢٠٠٢)** بلادنا فلسطين، الجزيرة الأول – دار الهدى للطباعة والنشر فلسطين المحتلة.
- **نبيل السمان (١٩٩٧)**، حرب المياه من الفرات إلى النيل، دار المستقبل، بيروت.

ثانيا : المراجع الأجنبية:

- **Churchman, C.W, (1968)** the Systems Approach, New York.
- **Cooke, R.V and Doornkamp, S.C. (1978**) Geomorphology in Environ mental Management- an introductions – London
- **Eyre, P.M, (1990)** People and physical Environment, Hong Kong.
- **Knapp, B. et al (1989**) Challenge al Natural Environment.
- **Neev, D, and Emesy, K.O. (1967).** The Dead Sea, Gesl Survey. Israel Bull 41.
- **White, L. et al (1988**) Environmental Systems- An introduction text, London.