المحاضرة الخامسة

التصحر و طرق التحكم به

- التدهور الكيميائي .
- التدهور الفيزيائي .
- التدهور الحيوي .

التدهور الكيميائي و مؤشرات قياسه و طرق مقاومته

عندما تتكون الأرض تحت ظروف جوية رطبة يتوالى نفاذ الماء خلال طبقات الأرض مذيباً و ناقلاً معه مختلف الكاتيونات الأرضية و يحل الهيدروجين محل هذه الكاتيونات على سطح الغرويات الأرضية و يتكون في هذه الظروف **الأراضي الحامضية** لأن الرقم الهيدروجيني – رقم pH في هذه الأراضي يكون على الجانب الحامضي أي أقل من 7 .
ويزداد حلول الهيدروجين و بالتالي درجة حموضة الأرض بزيادة غسيل الأرض ، و تقل الحموضة إذا كان الغسيل متوسطاً تاركاً نسبة من الكاتيونات القاعدية على سطوح الطين و تكون الأرض حول درجة التعادل .
و ثمة عوامل محلية أي تتبع ظروف خاصة بأرض معينة قد تحول الرقم الهيدروجيني الخاص بالأرض عما يتوقع ، و أهم هذه العوامل و أشدها أثراً هو تركيز ثاني أكسيد الكربون في النظام الأرضي فكلما زاد هذا التركيز كلما انخفض الرقم الهيدروجيني ، و في حالة الأرض المتعادلة يكون تأثير هذا العامل شديد الوضوح فزيادة تركيز ثاني اكسيد الكربون عن تركيزه في الجو يؤدي الى خفض واضح في الرقم الهيدروجيني للأرض المتعادلة .
و ماء المطر عادة ذو حموضة ضعيفة نظراً لاحتوائه على نسبة صغيرة من ثاني اكسيد الكربون أما في المناطق الصناعية حيث تكثر الغازات التي تتصاعد من المصانع و يزداد تركيز ثاني أكسيد الكبريت و أكاسيد النتروجين فان ماء المطر يكون زائد الحموضة **المطر الحامضي** كما تزداد الحموضة في ماء المطر الذي يسقط في المناطق السكنية عن غيرها من المناطق نتيجة لمركبات الكبريت الناتجة عن احتراق الوقود فيزداد حامض الكبريتيك فيه.
وبوصول مياه الامطار الى سطح الأرض و أثناء تدفقها على هذا السطح أو اختراقها له في طريقها الى باطن الأرض تذيب مواد مختلفة و يصبح محتواها من الاملاح أكثر تركيزاً ، ويتوقف مقدار ما يحمله الماء من هذه المواد على مكونات الأرض التي يتدفق عليها أو يرشح خلالها و مدة تلامسه مع المكونات الأرضية ، و درجة ذوبان هذه المكونات و حالتها الفيزيائية ، فالكتل الصخرية شديدة التماسك تختلف في ذوبانها عن المساحيق كما تؤثر درجة الحرارة على درجة ذوبان المواد بالماء .
و عند وصول الماء الى الوديان تبدأ مجموعة من التفاعلات الكيميائية تكون نتيجتها دائما تحول الأرض الى الجانب الحامضي ، ويحدث التدهور الكيميائي أسرع كثيرا من حدوثه نتيجة سقوط الأمطار العادية التي لا تحتوي على الأحماض .
وجد ان انخفاض حموضة الأرض ليست هي السبب المباشر للأضرار التي يعاني منها النبات النامي في الأراضي الحامضية ، إنما يكون الضرر نتيجة وجود الألمنيوم المتبادل بالأراضي الحامضية .
كما وجد أعراض نقص الكالسيوم على النبات النامي في الأراض الحامضية و لذلك فإن أضافة كربونات الكالسيوم لهذه الأراضي يعتبر علاج لها .
كما يتأثر يسر بعض العناصر الغذائية للنبات بدرجة حموضة الأرض مثل الفوسفور فهو أكثر ما يكون يسراً في الوسط المتعادل و التحول الى الحموضة يؤدي الى ترسب الفوسفور و الغالب أن التفاعل السائد في هذه الحالة هو الترسيب على صورة فوسفات حديد و ألمنيوم .
و يسلك الموليدنيوم سلوك الفوسفور فيقل يسره للنبات بزيادة الحموضة الأرضية و يزداد بمعادلة هذه الحموضة باستعمال كربونات الكالسيوم .
أما بقية العناصر الصغرى مثل الحديد و المنغنيز و الزنك و البورون فتزيد صلاحيتها للامتصاص بزيادة حموضة الأرض حتى إذا زادت هذه الحموضة فان تركيز هذه العناصر الصغرى يزداد و قد يصل الى درجة السمية للنباتات .
يتأثر التدهور الكيميائي بعدة عوامل هي المناخ و الأرض و الطبوغرافية و العامل البشري .

عامل المناخ

يقدر التدهور الكيميائي بدليل المناخ في الموسم الممطر حيث يكون المطر p أكبر من PET (البخر نتح المحتمل) .

عامل الأرض

تعتبر الاراضي الاستوائية بصفة خاصة معرضة للتدهور الكيمائي اذا كانت غنية بمعدن الكاؤولينيت ذات السعة التبادلية المنخفضة ، وكذا تعتبر الأراضي الرملية ذات النفاذية العالية و الأراضي التي تحتوي نسبة ضئيلة من المادة العضوية معرضة للتدهور الكيميائي لانخفاض سعتهما التبادلية الكاتيونية . و في حال المستنقعات تنتج الحموضة من أكسدة الكبريت بعد تجفيفها مكونا حامض الكبريت و هو سام للنباتات لذا تعتبر هذه الأراضي ضمن الأراضي التي تلفت نتيجة وجود أو تكون المواد السامة بها .

عامل الطبوغرافية

يزداد تدفق الماء في المنحدرات الشديدة و بالتالي يقل نفاذ الماء خلال الأرض و يقل الغسيل ، و لذا فالطبوغرافية المستوية تزيد من احتمالات الغسيل و التحول الى أرض حامضية .

العامل البشري

تعمل النباتات النامية طبيعياً خصوصا في حالة نباتات الغابات كمخزن للكاتيونات و هذه الكاتيونات المخزونة في النباتات لا تفقد بالغسل بالماء بسهولة . و تعمل هذه النباتات على استرجاع الكاتيونات التي غسلت الى باطن الأرض عن طريق امتداد جذورها و امتصاصها لهذه الكاتيونات ، و لذا ففي وجود الغطاء النباتي الطبيعي يكون فقد القواعد من قطاع الأرض ضئيلاً نسبياً .
و عندما يتدخل الانسان فيقطع الاشجار و يحرق النباتات تزداد عملية الغسيل كثيراً اذ يمكن غسل القواعد الموجودة في الرماد . و قد يزيد الانسان أيضا عملية الغسيل وحموضة الأرض باستخدامه اسمدة حامضية التأثير مثل الاسمدة الأمونيومية خصوصاً في حالة الأراضي خشنة القوام منخفضة السعة التنظيمية . و قد تؤدي زراعة بعض الحاصلات الى زيادة حموضة الأرض اذا كان الجزء الذي يتم حصاده محتوياً على مقادير كبيرة من الكاتيونات الممتصة من الأرض . كما أن الري الزائد قد يؤدي ايضا الى حموضة الأرض .

تدل الظواهر الآتية على التلف الكيميائي للتربة :

- جودة نمو النباتات المحبة للحموضة .
- تعجن التربة بعد سقوط الأمطار .
- عدم الاستجابة للتسميد .
- ظهور أعراض التسمم على الأوراق من زيادة الحديد و النحاس و المنغنيز و الألومنيوم و البورون و الزنك أو أعراض نقص البوتاسيوم ، الكبريت ، الفوسفور .
- زيادة أمراض النباتات .
- نقص الإنتاج .

وقد قامت منظمة الاغذية و الزراعة FAO بتدريج تدهور التربة كيميائياً تبعاً لنسبة التشبع بالقواعد الى الدرجات الموضحة في الجدول التالي :

درجات التدهور الكيميائي (اذا كانت نسبة التشبع بالقواعد أقل من 50 ٪)

التصنيف	انخفاض النسبة المئوية للتشبع بالقواعد/ سنة
معدوم أو طفيف	1.25 >
متوسط	2.5 – 1.25
مرتفع	5 – 2.5
مرتفع جدا	5 <

درجات التدهور الكيميائي (اذا كانت نسبة التشبع بالقواعد أعلى من 50 ٪)

التصنيف	انخفاض النسبة المئوية للتشبع بالقواعد/ سنة
معدوم أو طفيف	2.5 >
متوسط	5 – 2.5
مرتفع	10 – 5
مرتفع جدا	10 <

التدهور الفيزيائي و مؤشراته و مقاومته

يمكن أن يحدث التدهور الفيزيائي للأراضي كنتيجة لعدد من العمليات المتداخلة مع بعضها بما في ذلك تكون قشرة صلبة غير منفذه أو انخفاض المسامية او الانضغاط أو نقص التهوية أو تهدم البناء و عدم قدرة الجذور على الامتداد و أغلب هذه العمليات مرتبطة بنقص مسام الأرض . و عند تقدير التدهور الفيزيائي تؤخذ العوامل الآتية في الاعتبار :

المناخ :

أن القشرة السطحية الصلبة شديدة الارتباط بكثافة المطر و شدته . وتضاغط حبيبات الأرض و تهدم بنائها دالة لمرونة الأرض خلال تشبعها بالماء و لذا فهي أيضا شديدة التأثر بمقدار المطر الساقط كما أن التغدق و الري بالغمر عوامل تؤثر على التدهور الفيزيائي للأراضي .

الأرض :

الحاجة الى المادة العضوية و النسبة العالية من السلت الناعم هما العاملان المؤديان الى انسداد الطبقة السطحية بتكوين الطبقة الصماء ويمكن استخدام دليل للتعبير عن حالة الأرض الفيزيائية :

الدليل A= النسبة المئوبة للسلت الناعم (2-20 ميكرون) + النسبة المئوية للسلت الخشن (20-50 ميكرون)\النسبة المئوية للطين

و يكون هذا الدليل **أقل من 1.5 عندما لا تكون الأرض قشرة على السطح ، و يكون هذا الدليل > 2.5 للأراضي ذات القدرة الكبيرة لتكوين قشرة سطحية .**

أو يمكن استخدام الدليل :

الدليل B = 0.75 النسبة المئوية للسلت الخشن + 1.5 النسبة المئوية للسلت الناعم \10 النسبة المئوية للمادة العضوية +النسبة المئوية للطين

و يتغير هذا الدليل بين 0.2 للأراضي التي لا تكون قشرة و أكثر من 2 للأراضي المعرضة لتكوين قشرة بدرجة كبيرة . والأراضي ذات الطين المفرق خاصة الأراضي الصودية معرضة تعرضاً كبيراً للتدهور الفيزيائي .

وتم تصنيف قابلية التربة للتدهور تبعا للدليلين السابقين الى درجات القابلية للتدهور و ذلك تبعاً لمنظمة الفاو كما في الجدول التالي :

القابلية للتدهور	I	II	III	IV
الدليل الاول	1.5	2.5-1.5	3.5-2.5	3.5 <
الدليل الثاني	0.001	0.1	0.75	1

العامل البشري

تتزايد احتمالات التدهور الفيزيائي عندما لا يغطى المحصول سطح الارض كله أو باستخدام الالات الثقيلة و كذا يؤدي الاسراف في الري و زراعة الأرز الى تزايد احتمالات التدهور الفيزيائي .

تدل الظواهر الآتية على التلف الفيزيائي للأرض :

- تكون قشرة صلبة عقب العواصف .
- تلف مرقد البذرة و انخفاض نسبة الانبات .
- زيادة الجريان السطحي للماء و انخفاض نسبة الماء الميسور بالأرض.
- تهدم بناء التربة .
- تكون طبقة غير منفذه عند عمق الحرث .
- عدم تعمق الجذور أو توقف نموها عند الوصول الى طبقة غير منفذه .
- تجمع الماء على سطح الأرض و عدم نفاذه خلالها خصوصاً بعد العواصف .
- انخفاض الانتاجية في بعض البقع ثم يصير عاماً في الحقل كله .

مؤشرات التدهور الفيزيائي:

1- الارتفاع في الكثافة الظاهرية (النسبة المئوية للتغير بالنسبة للأصل).

يبين الجدول التالي تصنيف درجة التدهور الفيزيائي للأرض تبعاً لمؤشر الزيادة في الكثافة الظاهرية كنسبة مئوية من الأصل .

درجات التدهورالفيزيائي تبعاً لمقدار ازدياد الكثافة الظاهرية سنوياً

التصنيف	النسبة المئوية للتغير / سنة			
القيمة الابتدائية	أقل من 1 غ/ سم^3	1.25-1 غ/سم^3	1.4-1.25 غ/سم^3	1.4 – 1.6 غ/سم^3
معدوم	٪ 5 >	٪ 2.25 >	٪ 1.5 >	٪ 1 >
متوسط	٪ 10 – 5	٪ 5 – 2.5	٪ 2.5-1.5	٪ 2- 1
مرتفع	٪ 15 – 10	٪ 7.5 -5	٪ 5-2.5	٪ 3- 2
مرتفع جدا	٪ 15 <	٪ 7.5 <	٪ 5 <	٪ 3 <

2- انخفاض النفاذية (التوصيل المائي) قياساً بالقيمة الابتدائية (سم/سا)

يبين الجدول التالي تصنيف درجة التدهور الفيزيائي للأرض تبعاً لمؤشر الانخفاض في التوصيل المائي كنسبة مئوية من الأصل .

درجات التدهور الفيزيائي تبعاً لمقدار انخفاض التوصيل المائي سنوياً

التصنيف	النسبة المئوية للتغير / سنة		
القيمة الابتدائية	سريع (20 سم / سا)	معتدل (5 - 10سم / سا)	بطئ (< 5 سم / سا)
معدوم	٪ 2.5 >	٪ 1.25 >	٪ 1 >
متوسط	٪ 10 – 2.5	٪ 5 – 1.25	٪ 2 -1
مرتفع	٪ 50 – 10	٪ 20 -5	٪ 10-2
مرتفع جدا	٪ 50 <	٪ 20 <	٪ 10 <

التدهور الحيوي و مؤشراته و مقاومته

النتيجة المباشرة للتدهور البيولوجي هي نقص المادة العضوية بالأرض الذي يؤدي الى التدهور الفيزيائي و نقص العناصر الغذائية المغذية و زيادة تدفق الماء و الانجراف . كما ان نقص المادة العضوية قد ينتج عن الانجراف ، غير أننا سوف نعالج النقص في المادة العضوية الناتج عن المعدنة اي انحلال المادة العضوية دون انجراف .

ويجب التفريق بين المادة العضوية غير المقاومة (المادة العضوية الطازجة) و المادة المقاومة و هي الدبال Humus . **فالتدهور الحيوي هنا هو معدنة المادة العضوية المقاومة أي الدبال .**

العوامل المؤثرة في تقدير التدهور الحيوي :

المناخ

يعتبر النشاط الميكروبي العامل المؤثر في انحلال المادة العضوية و هذا النشاط نفسه يعتبر تابع لدرجة الحرارة و الرطوبة الأرضية .

الأرض

يختلف معدل الانحلال تبعاً لقوام الأرض (فهو اسرع في الأرض الرملية منه في الأرض الطينية) و طبيعة المادة العضوية (خاصة نسبة الكربون / النتروجين أو نسبة حامض الهيوميك /حامض الفوليك) و رقم pH و النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم و نسبة الرطوبة النسبية من السعة الحقلية .

و معدل فقد المادة العضوية الناتج عن تأثير كربونات الكالسيوم الأرضية يقدر طبقا لريمي كما يلي :

معدل الفقد = 1200 \ (200 + النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم)(200 + النسبة المئوية للطين)

العامل البشري

تحلل بقايا كل محصول بمعدل خاص بها طبقاً لنسبة C / N غير ان الغطاء النباتي الطبيعي و الحاصلات تؤثر على درجة حرارة الأرض بتنظيمها وبذا ينخفض معدل الانحلال . ويهتم الزراعيون بحالة الاتزان بين ما يضاف للأرض من مواد عضوية و بين انحلال الدبال فإذا كان هذا الاتزان سلبياً فالأرض تفقد مادة عضوية و تتدهور حيويا .

و تدل الظواهر الآتية على التدهور الحيوي للأرض :

- نقص المادة العضوية بالأرض عندما لا تعوض بقايا النباتات ما يفقد من دبال بالانحلال و تأخذ التربة لوناً فاتحاً .
- يزداد انسداد سطح الأرض و تكون القشرة السطحية و يزداد تدفق الماء و يقل تجمع حبيبات التربة على السطح .
- نقص ديدان الأرض و النمل و القوارض .
- نقص الاستجابة بالتسميد .
- أغلب الظواهر المستخدمة في تعريف التدهور الفيزيائي .

يبين الجدول التالي تصنيف التدهور تبعا للانخفاض في النسبة المئوية للمادة العضوية سنوياً .

التصنيف	انخفاض النسبة المئوية للمادة العضوية/ سنة
معدوم أو طفيف	1 >
متوسط	2.5 – 1
مرتفع	5 – 2.5
مرتفع جدا	5 <

مقاومة التدهور الفيزيائي و الحيوي

من مراجعتنا لمظاهر هذين النوعين من التدهور نجد أن التدهور الحيوي يؤدي الى تدهور في الخواص الفيزيائية نتيجة لمعدنة المادة العضوية الأرضية التي تلعب دوراً هاماً في بناء الأرض و حجم المسام و بالتالي في نفاذية التربة و تهويتها و قد يؤدي أيضاً الى ظروف تساعد الانجراف و لذا فعلاج التدهور الحيوي بإضافة المادة العضوية لتعوض الفقد المستمر في الدبال هو وقاية من التدهور الفيزيائي اذا لم تكن الخواص الفيزيائية قد تدهورت فعلاً نتيجة لمعدنة المادة العضوية .

ويحدث التدهور الفيزيائي لأسباب غير حيوية مثل تضاغط التربة نتيجة استخدام آلات ثقيلة و في مثل هذه الحالة تستبدل هذه الآلات بأخرى تناسب الأرض ، كما أن الحرث العميق و القلب وسيلة لإعادة التربة لحالتها الطبيعية كما انه وسيلة للتخلص من الطبقات الطينية المتماسكة .