



استصلاح الأراضي

دكتور

التونى محمد على

أستاذ الأراضي المتفرغ
كلية الزراعة - جامعة عين شمس

دكتور

محمود طلحه

أستاذ الأراضي المتفرغ
كلية الزراعة - جامعة عين شمس

حقوق النشر

اسم الكتاب : استصلاح أراضي
أسماء المؤلفون : أ.د. محمود طلحه المغربي
أ.د. التونى محمد على

رقم الإيداع : 2008/22755
الترقيم الدولي : 977 - 237 - 344 - 0
الطبعة الأولى : 2008

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمركز التعليم المفتوح بكلية الزراعة - جامعة عين شمس ، ولا
يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب ، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي وجه
، أو بأي طريقة ، سواء أكانت إلكترونية ، أو ميكانيكية ، أو بالتصوير ، أو بالتسجيل ، أو
بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدما

مقدمة

تعتبر الأرض المنتج الرئيسى لغذاء الإنسان سواء كان ذلك بطريق مباشر أو غير مباشر . و يتوقف مستوى المعيشة للإنسان على كمية الطعام الذى ينتج من الأرض ويدور الحوار و الذى لا ينقطع عن موضوع الأمن الغذائى و الذى يتحدد بين التوازن بين ما تنتجه الأرض كغذاء للإنسان و عدد السكان أو الزيادة السكانية . وتحسين الأمن الغذائى عن طريق زيادة الإنتاج الزراعى لىفوق معدل النمو السكانى اى أن ما تنتجه الأرض الزراعية يفوق عدد السكان وبذلك يحدث تحسن فى الميزان بين الرقعة الزراعية المنتجة للغذاء وعدد السكان .

ولما كانت مصر قد حباها الله بنهر النيل والدلتا التى كانت المصدر الرئيسى للأراضي الزراعية قبل الثورة و التى كانت المنتج الأساسى للإنتاج الزراعى مع محدودية عدد السكان فى ذلك الوقت ولكن مع زيادة عدد السكان المرتفع والمستمر أصبحت مساحة الشريط الضيق حول الوادى و الدلتا لم تعد كافية لتوفير الاحتياجات الغذائية . لذلك كان لا بد من الخروج من هذا الشريط الضيق و الدلتا إلى الصحراء لزيادة الرقعة الزراعية حتى تقى بالاحتياجات الغذائية لسكان مصر . و فى الصحراء هناك أراضى قد تكون عند حدود الإنتاجية أو أراضى غير منتجة بالإضافة إلى البحث عن مصادر للمياه خلاف نهر النيل لتوفير الاحتياجات المائية للمحاصيل المنزرعة مع تقنين رى الأراضى بالمقننات الفعلية للمحاصيل و عدم الإهدار فى مياه الرى العذب وهو مياه نهر النيل . لذلك

اتجهت الدراسات إلى استصلاح الأراضى الجديدة لتصل إلى الحدية الإنتاجية بالإضافة إلى الاقتصاد فى رى المحاصيل الزراعية بإضافة مياه الرى عند المقننات الأساسية للمحاصيل بالإضافة إلى استخدام أنواع من المياه الغير عذبه خلاف مياه نهر النيل أو الأمطار مثل المياه الجوفية (مياه الآبار) و مياه

الصرف الزراعى و هذه المصادر الأخيرة تعتبر مياه منخفضة النوعية ومنخفضة
الصلاحية لرى المحاصيل المختلفة. لذلك اتجهت الدراسة إلى ثلاث محاور
أساسية و هما

أولاً: البحث عن مصادر الأراضى الجديده الصحراوية القابلة للاستصلاح. ثانياً:
البحث عن مصادر لمياه الرى وتحديد نوعيتها ومدى جودتها للرى. ثالثاً: تحديد
نوعية المحاصيل التى تجود فى هذه الأراضى و هذه المياه .

لذلك فان محتويات هذا الكتاب الذى يتناول استصلاح الأراضى تتركز فى
زيادة الرقعة الزراعية عن طريق استصلاح الأراضى السيئة الخواص مثل الأراضى
الملحية و الملحية القلوية و القلوية و الأراضى الجيرية و الأراضى الرملية
والأراضى الغدقة . و تحديد نوعية المياه التى يمكن استخدامها فى الأراضى
المختلفة و المحاصيل المختلفة و كذلك شروط استخدام المياه منخفضة النوعية.
لذلك فان محتويات هذا الكتاب تعتبر حيوية وضرورية لمن يريد المعرفة أو مهتم
بموضوعات استصلاح الأراضى .

المحتويات

1	الباب الأول : أساسيات الأراضي
5	نشأت تكوين الأراضي
18	صفات الأرض الفيزيائية
18	مكونات الأرض
25	كثافة ومسامية الأرض
29	البناء الأرضي
37	الماء والأرض
55	صفات الأرض الكيميائية
67	الباب الثاني : استصلاح الأراضي
69	نوعية مياه الري
88	تدهور الأراضي
104	الأراضي المتأثرة بالأملاح
112	تكوين الأرض الملحية
117	تكوين الأراضي القلوية
125	استصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح
147	الأراضي الطينية الغدقة
153	الأراضي الجيرية
159	كربونات الكالسيوم في الأراضي الجيرية
172	استصلاح الأراضي الجيرية
175	الأراضي الرملية
178	استصلاح الأراضي الرملية
199	المراجع

الأهداف العامة لكتاب أساسيات العلوم البيئية الزراعية

وتشمل الباب الأول : أساسيات بيئة الأرض.
الباب الثاني : عوامل البيئة وعلاقتها بالزراعة
الباب الثالث : التلوث البيئي بالكيميائيات الزراعية الصناعية

الأهداف التعليمية

- يتوقع في نهاية دراسة هذا المقرر أن يكون الطالب قادرا على أن:
- يعرف مفاهيم الأرض وقوامها ومساميتها وماءها.
 - يذكر أنواع وتراكيب مادة الأصل المعدنية التي نشأت منها الأرض.
 - يعدد قوام الأرض باستخدام مثلث القوام.
 - يشرح مكونات الأرض المعدنية من الناحية الفيزيائية.
 - يذكر صفات صور الماء الأرضي الثلاثة.
 - يبين التصنيف البيولوجي للماء الأرضي.
 - يذكر الصفات العامة للطين.
 - يشرح التركيب المينرولوجي للطين ومجاميع معادنه الثلاثة.
 - يفسر أسباب تحول الأرض الجيدة إلى أرض ملحية.
 - يقارن بين الأرض الملحية والملحية القلوية والقلوية من حيث صفاتها.
 - يشرح طرق ري الأراضي الزراعية.
 - يقارن بين أنواع الصرف الزراعي من حيث المميزات والعيوب.
 - يلخص أسباب اللجوء للصرف الزراعي للأراضي الزراعية.

الباب الأول

أساسيات الأراضي

- مقدمة
- نشأة وتكوين الأرض
- الماء الأرضي
- صفات الأرض الكيميائية
- الأراضي الملحية والقلوية
- الري والصرف

الأهداف السلوكية للباب الأول

- يتوقع في نهاية الباب الأول أن يكون الطالب قادراً على أن :
 - يعرف مفهوم الأرض ونشأتها.
 - يذكر أنواع وتراكيب مواد الأصل المعدنية التي نشأت منها الأرض.
 - يقارن بين عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية من حيث العوامل التي تساعد على حدوث كل منها.
 - يفهم العلاقة بين عمليات التجوية وتكوين الأراضي.
 - يذكر تركيب آفاق القطاع الأرضي.
 - يشرح مكونات الأرض المعدنية من الناحية الفيزيائية.
 - يعرف قوام الأرض.
 - يفهم التحليل الميكانيكي لتقدير النسب المختلفة لمجاميع الحبيبات بالتربة.
 - يحدد قوام الأرض باستخدام مثلث القوام.
 - يعرف كثافة الأرض الحقيقية والظاهرة.
 - يعرف مسامية الأرض.
 - يذكر العوامل المؤثرة على مسامية الأرض.
 - يشرح التوزيع العجمي لمسام الأرض.
 - يعدد أنواع البناء الأرضي.
 - يفسر ميكانيكية تكوين البناء الأرضي.
 - يعرف الماء الأرضي
 - يشرح دورة المياه الهيدرولوجية على كوكب الأرض.
 - يحدد معادلة الميزان المائي الدالة على احتفاظ التربة بالماء.
 - يعرف مفهوم السعة الحقلية ومعامل الذبول.
 - يذكر علاقة الارتباط بين الطاقة والمحتوى الرطوبي.
 - يذكر صفات صور الماء الأرضي الثلاثة.
 - يوضح التصنيف البيولوجي للماء بالأرض.
 - يذكر الطرق الرئيسية المستخدمة لتقدير النسبة المئوية للرطوبة في الأرض.
 - يعرف المادة الغروية في الأرض (الدوبال والطين).

- يذكر الصفات العامة للطين.
- يشرح التركيب المينرولوجي للطين ومجاميع معادنه.
- يعلل سبب الشحنة السالبة على غرويات التربة.
- يعرف السعة التبادلية للكاتيونات.
- يعرف الرقم الهيدروجيني للأرض.
- يفسر أسباب تحول الأراضي الغير ملحية إلى أراضي ملحية.
- يعلل تحول الأرض الجيدة إلى أرض ملحية.
- يقارن بين الأرض الملحية والأرض الملحية القلوية والأرض القلوية.
- من حيث صفات الأرض.
- يذكر درجات ملوحة الأرض حسب كمية الأملاح الذاتية الموجودة في مستخلص عجينة التربة.
- يعرف الأرض الملحية القلوية.
- يذكر صفات ومظاهر الأرض الملحية القلوية.
- يمدد العوامل المؤثرة على صلاحية مياه الري.
- يشرح بعض طرق ري الأراضي الزراعية.
- يفسر أسباب اللجوء إلى عملية الصرف الزراعي للأراضي الزراعية.
- يشرح أنواع الصرف الزراعي.
- يوضح مميزات وعيوب الصرف الزراعي المكشوف.
- يبين مميزات وعيوب الصرف الزراعي المغطى.

نشأة وتكوين الأرض

مقدمة

إن الخليط المعقد من الحبيبات المكونة للتربة بالإضافة إلى خواص هذه الحبيبات هو مجال هذه الدراسة . والتربة لا تعتبر وسط لنمو النبات ونشاط الكائنات الحية الدقيقة فقط ولكنها أيضاً المكان الذي تتم فيه إعادة الدورة لمخلفات عديدة والتي قد تؤدي إلى تسمم البيئة عند تراكمها.

إن علم التربة محاولة لدراسة مكونات التربة وخواصها بالإضافة إلى دورها في الكون الحيوي. وعموماً فإن التربة والمياه هما المصدران الرئيسيان للزراعة وللبيئة الطبيعية . إن الحاجة المستمرة لوضع أرض جديدة تحت الزراعة وهو ما يسمى بالتوسع الأفقي لمواجهة الآثار المترتبة عن زيادة السكان الذي نتج عنه استنفاد الأراضي الصالحة للزراعة في مواقع كثيرة من بلاد العالم مما نتج عنه شدة الحاجة إلى الإدارة السليمة لكل من الأرض والماء المتاح بكفاءة عالية والذي يعتبر من أهم واجبات العصر الحالي .

أن توفر معلومات عن التربة والماء على جانب كبير من الأهمية حتى لا تحدث أزمات في الطعام مثلما حدث في الماضي. إن الحقول المزدهرة في الإنتاج للظروف البيئية الممتازة أنخفض إنتاجها أو توقف بسبب عوامل التعرية أو الانجراف أو التملح الناتج عن الإدارة غير الحكيمة لنظام التربة والماء . بالإضافة إلى الاستخدام غير الجيد في استخدام المياه الجوفية أو إلقاء المخلفات السامة في المجارى المائية . وعلى ضوء أزمة السكان والبيئة والغذاء التي تواجه العالم الآن ، فإن الجيل الحالي لا يستطيع تحمل مسؤولية تبييد مصادر إنتاج الغذاء من تربه أو ماء .

التربة نظام معقد فهي تتكون من العديد من المكونات الصلبة (معدنية وعضوية) المفتتة بغير انتظام والمرتبة في شكل هندسي معقد لا نهائي . والحبيبات الصلبة قد تتكون من حبيبات بلورية أو من غرويات غير منتظمة البناء مثل المركبات العضوية وأكاسيد الحديد . وهذه الغرويات قد تعدل من سلوك وخواص الحبيبات الصلبة البلورية حيث تربطها ببعضها . بالإضافة إلى ذلك فإن الجزء الصلب يوجد بين حبيباته مسام يوجد فيها ماء وهواء ونسبة وجود كل منهما في تغير مستمر حيث من الصعوبة بمكان وجود النظام في

حالة أتران ثابتة لحدوث عمليات الإبتلال والجفاف والتمدد والانكماش والأنضغاط والتشقق وذوبان وترسب الأملاح وعمليات أخرى كثيرة .

لكي تكون التربة بيئة صالحة لنمو النبات فلا بد من إمدادها بالماء والعناصر الغذائية بالإضافة إلى خلوها من المواد السامة. ومما يجعل نظام التربة والماء والهواء أكثر تعقيداً هو احتياج جذور النباتات للأكسجين للتنفس. حيث أن الهواء الموجود في المسام بين حبيبات التربة هو المصدر الرئيسي لإمداد الجذور بالأكسجين مما يعنى ضرورة أن تكون الأرض جيدة التهوية مع التبادل المستمر للأكسجين مع ثاني أكسيد الكربون بين مسام التربة والهواء الخارجي . بالإضافة إلى ذلك فإن النباتات النامية في الأرض تجف بجفاف الأرض وتختنق بزيادة الرطوبة .

وبسبب تعقيد التربة ، فإننا عادة ما نضطر إلى سلوك الطريق السهل وتبسيط النظام بالتركيز على العوامل التي يبدو أن لها التأثير الأعظم والمباشر على المشكلة التي بين أيدينا . بينما نهمل لو لفترة قصيرة العوامل التي قد يكون تأثيرها ثانوياً .

وفى كثير من الحالات فإن النظريات والمعادلات المستخدمة في دراسة التربة تصف نموذج مثالي يبني لمحاكاة التربة ، حيث قد تقارن التربة بكرات صغيرة أو أنابيب شعرية مختلفة الأقطار أو مجموعة من الصفائح الغروية المتوازية.

وما زالت معلوماتنا عن نظام التربة غير كاملة ومن ثم فإنه يجب الاستمرار في البحث عن إجابة للعديد من الأسئلة المثارة وعلى الباحث في مجال الأراضي الاستمرار والمثابرة في الوصول إلى فهم مترابط وتفسير حديث للظواهر وعدم الاعتماد على تفسيرات الأمس .

ما هي الأرض ؟

يعتمد الإنسان على الأراضي كما تعتمد الأراضي الجيدة لحد ما على الإنسان وكيفية استعماله لها. والأراضي أجسام طبيعية تنمو عليها النباتات ويستمتع الإنسان بهذه النباتات ويستفيد منها من ناحية جمالها ومن ناحية قدرتها على إمداده هو وحيواناته بالألياف والغذاء . أي أن مستوى حياته يتحدد بخواص أراضيها وبخواص النباتات والحيوانات النامية عليها .

ولقد استقرت حضارات عديدة لأن أراضيها الجيدة كانت أحد مصادرها الرئيسية الطبيعية . أضيف إلى ذلك أن هذه الحضارات .. لم يكتب لها الدوام إلا بسبب صيانتها للأراضي والعناية بها . وقد ساءت في وقت ما طرق استغلال الأرض عند شعوب عظمى سكنت دجلة والفرات والنيل لتدهور طرق استغلال الأرض والماء وصيانتها مما لفت الأنظار إلى ضرورة اتباع سياسة محكمة لصيانة هذا المصدر العظيم القيمة وتحسينه .

الأرض

أ - تعريفها

الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي نتجت من تفتت الصخور وتحللها بالإضافة إلى تحلل المادة العضوية على أن تكون هذه الطبقة مهدا صالحا كيميائياً وطبيعياً لجذور النبات .
وهذا الجزء من القشرة الأرضية تختلف خواصه باختلاف العوامل التي شاركت في تكوينه وباختلاف عوامل التعرية التي تعرضت لها الصخور المكونة لهذه القشرة .

ب - نشأتها

نشأ سطح الكرة الأرضية نتيجة لعملية التبريد والتجمد للكتلة المنصهرة بعد أن انفصلت عن الشمس . أما يطلق عليه الأرض فهو ناتج من التفتت والتحلل للصخور النارية وأغلبها صعد إلى سطح الأرض عن طريق الحمم البركانية . والصخور النارية يطلق عليها الصخور الأولية التي تكونت منها أنواع الصخور الأخرى . حيث نتج من عملية التجوية والتفتت والتحلل للصخور النارية وجود فئات أنقل إلى أماكن أخرى عن طريق الماء والهواء والجاذبية الأرضية ثم ترسب في طبقات . وبتصلب هذه المواد المتراكمة نتجت الصخور الرسوبية . وقد تتعرض كل من الصخور النارية والرسوبية إلى ضغط ودرجة حرارة شديدين ينتج عنه الصخور المتحولة وهي مثل الصخور النارية بلورية . أما الصخور الرسوبية فهي عبارة عن فئات صخري أو أجزاء من بلورات .

ويعرف الصخر بأنه مخلوط طبيعي من معادن مختلفة قد يتم التعرف عليها بالميكروسكوب أو العين المجردة حسب نوع المعدن . أما المعدن فهو جسم

متجانس الصفات كيميائياً وتكون في الطبيعة تحت ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة.

كل أنواع الأراضي التي تغطي سطح القشرة الأرضية ناتجة من الصخور وفتاتها وبالتالي من المعادن المكونة لهذه الصخور . وذلك يعنى أن الصخور هي المادة الخام التي نشأت منها جميع أنواع الأراضي حتى الأراضي الغنية في المواد العضوية .

الأرض " جسم طبيعي " له عمق ومساحة سطحية وأنها أحد نواتج العوامل الطبيعية ، منها العوامل الهدامة ومنها التخليقية . فالتجوية والانتحال الميكروبي للمادة العضوية من العوامل الهدامة . في حين أن تكوين معادن جديدة من الطين وتطوير طبقات أرضية ذات خواص مميزة - يعتبر جميعها عمليات تخليقية في الطبيعة . عموماً الأرض هي موطن النباتات كما أن النباتات لها دور كبير في تطوير الأرض - كما أن الفائدة العملية للأرض هي إنتاج المحاصيل بجميع أنواعها سواء غذائية أو خلافة .

أنواع وتركيب مواد الأصل المعدنية

مواد الأصل هي المواد التي نشأت منها الأرض . وخواص الأرض تتأثر بشكل كبير بخواص مواد الأصل . مواد الأصل إما أنها مواد متبقية أو مواد منقولة . فالأراضي التي نشأت من تحلل وتفتت الصخور الصلبة في مكانها تسمى أراضي متبقية أي نشأت في مكانها أم تلك التي نشأت من مواد رسوبية مفككة نقلت من مكانها الأصلي إلى مكانها الحالي تسمى أراضي منقولة أي نشأت من مواد منقولة .

أما عن تركيب القشرة الأرضية فإنها تتكون أساساً من ثمانية عناصر كيميائية أهمها الأكسجين والسليكون بنسبة 74% أما الستة عناصر الأخرى فهي الألومنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم بنسبة 24% أي أن هذه العناصر الثمانية تشكل 98% من وزن القشرة الأرضية . ومن الملاحظ أن الأكسجين يشكل تقريباً نصف وزن القشرة الأرضية حيث يوجد في حالة ارتباط كيميائي بالعناصر الأخرى مكوناً الأكاسيد والسليكات وغيرها... أي أن القشرة الأرضية عبارة عن هيكل من ذرات الأكسجين ويوجد في الفراغات الموجودة بينها السليكون والألومنيوم . وقد توجد أيونات أخرى

مثل الماغنسيوم والحديد والبوتاسيوم . وهذه الأيونات الموجبة العالية الشحنة تقوم بتثبيت هذا الهيكل وارتباطه .

المواد الأصلية التي نتجت منها القشرة الأرضية نوعان :

1- صخور نارية ناتجة من الحمم البركانية التي حدث لها عمليات تبريد فجائي أو بطيء على سطح أو في باطن الأرض ثم نتج عنها أراضي تتفاوت في خواصها طبقاً لطريقة التبريد التي تعرضت لها وما إذا كانت تعرضت لعمليات تفتت فقط أو تعرضت لعمليات تحلل كيميائي بعد ذلك .

2- صخور رسوبية ناتجة عن المواد التي تفتت من الصخور بفعل عمليات التجوية الطبيعية المختلفة ثم ترسبت بعد نقلها بعوامل مثل الرياح أو الماء أو الثلوج .

التجوية الميكانيكية و الكيميائية

إن عمليات التجوية يعزى إليها تكوين أديم الأرض وبالتالي تكوين الأراضي وهي خليط من عمليات الهدم والبناء . فالصخور وهي نقطة البدء الرئيسية في عمليات التجوية تتكسر إلى قطع أصغر إلى أن تصل في النهاية إلى المعادن التي تتكون منها . وتعرض المعادن إلى عمليات التجوية التي تغيرها إلى معادن جديدة نتيجة لتعديلات طفيفة أو تغييرات كيميائية كاملة مما ينتج عنه نقص في حجم الحبيبات لانطلاق المواد الذائبة التي تفقد مع مياه الصرف .

ويوجد نوعان من التجوية :

1. التجوية الميكانيكية أي التفتت حيث تقوم القوى المسؤولة عنه بتصغير حجم الصخور والمعادن دون أن تؤثر تأثيراً كبيراً في تركيبها . ويمكن تلخيص عوامل التفتت كما يلي : الحرارة ، الجرف بالماء والرياح والثلوج والتأثيرات النباتية والحيوانية .

2. التجوية الكيميائية أي التحلل حيث تحدث تغييرات كيميائية محددة وتتفصل المواد الذائبة وتتكون معادن جديدة إما أنها قابلة للتحلل مرة أخرى ، أو تبقى كمنتجات نهائية وتتلخص عوامل التحلل فيما يلي : التحلل الكيميائي ، التآدرت ، التكرين ، التأكسد ، الإذابة

التجوية الميكانيكية

هي الوسيلة الأولى لتفتت الصخور والمعادن والعوامل التي تساعد عليها هي :

أ - الحرارة :

يؤثر اختلاف درجة الحرارة تأثيراً كبيراً في تفتت الصخور حيث أن الصخور عبارة عن تجمعات من معادن تختلف في معامل تمددها عند ارتفاع درجة حرارتها . وكنتيجة لاختلاف درجة الحرارة في الليل عنه في النهار وما يتبع ذلك من اختلاف في قوى الضغط وما يترتب عليه من حدوث تصدعات وتشققات تشجع الهدم الميكانيكي. ويزيد من تأثير الحرارة وجود الماء خاصة إذا حدث تجمد للمياه في الشقوق و الذي ينتج عنه اتساع للشقوق وفي النهاية تؤدي إلى تكسر الصخور ويكون فعل التجمد أكبر في الطبقة السطحية مما يؤدي إلى ظاهرة تقشر الصخر .

ب- الماء والجليد والرياح :

يؤثر اصطدام مياه الأمطار بسطح الأرض وانسياب المياه إلى المحيط في نقل وفرز وطحن المواد غير المتماسكة كما إن للرمال المحملة بهذه المياه قوة طحن هائلة واستدارة الرمال على الشواطئ لدليل حي على الاحتكاك و التفتت الذي يصحب حركة المياه .

والجليد له قدرة هائلة على النحت والجرف والنقل حيث أن النحر الذي تسببه الثلوج عند التحرك نتيجة لنقلها يفتت الصخور والمعادن على السواد كما أنها تطحن المواد غير الملتحمة أثناء مرورها على سطح الأرض . أما الرياح فهي أحد عوامل التعرية والنقل الهامة خاصة عندما تحمل بالحببيات حيث يحدث احتكاك بين الحبيبات وبعضها كما أن لهذه الرياح قوة نحت هائلة في الأسطح التي تصطدم بها ، هذا إلى جانب نقل هذه الحبيبات إلى مسافات طويلة وترسيبها .

ج- النباتات :

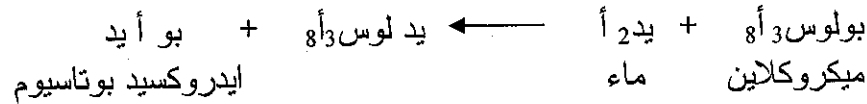
يؤدي نمو النباتات خاصة الرقيقة وتمدد الجذور في الشقوق إلى تفتت الصخور بالإضافة إلى ما تفرزه الجذور من أحماض عضوية تساعد في التجوية الكيميائية وعموماً فإن تأثير النبات والحيوان لا يقارن بالتأثير الكبير للماء والرياح.

2- التجوية الكيميائية :

تساعد التجوية الميكانيكية على تفتت الصخور مما يساعد في بدء التجوية الكيميائية لفتات هذه الصخور ومن أهم عوامل التحلل :

أ - التحلل المائي :

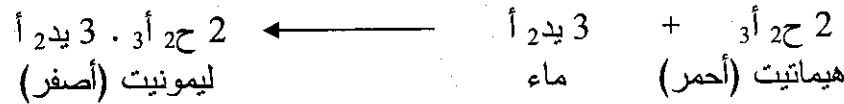
تفاعل المعدن مع الماء من أهم طرق الهدم الكيميائي كما في هدم الفلسبارات والميكا .



والبوتاسيوم الذي أنفصل يمكن أن تمتصه النباتات أو يدمص على سطح حبيبات التربة أو يفقد إلى أسفل أما مركبات السليكون والألومنيوم الناتجة من التفاعل فقد تعاد بلورتها مكونة معدن جديد مثل الكاولينيت أو تفقدان في ماء الصرف.

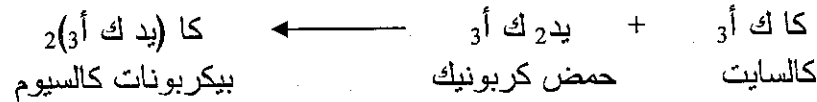
ب- التآدرت :

ويشمل الاتصال الجيد القوي بين أيونات الماء (يد 2 أ) بالمركب الذي سيتآدرت حيث تصبح هذه الأيونات جزء من الوحدة البلورية للمعدن مثل تكوين معدن الليموناييت من معدن الهيماتيت وهذه العملية توضح مدى مسئولية التجوية الكيميائية على إعطاء لون للتربة بعد عملية التجوية



ج- التكرين :

يؤدي وجود حمض الكربونيك (يد 2 ك أ) بالمياه إلى إذابة كيميائية لبعض المعادن كما يحدث للكالساييت عندما يتحول إلى بيكربونات ذائبة.



د - التأكسد :

وهو عبارة عن تأكسد أحد العناصر الداخلة في تركيب المعدن، فمثلاً الحديد عن تحوله من حديدوز إلى حديدك أي أن الأيون ثنائي التكافؤ أصبح ثلاثي التكافؤ مما يجعل بلوره المعدن أقل استقراراً وأكثر عرضة للتفتت والتحلل.

هـ- الإذابة :

يزيد الماء من عمليات التجوية بعمله كمذيب وبما يحمله من أيونات خلال انتقاله بين الصخور والمعادن .

التجوية وعلاقتها بتكوين الأراضي

يتضح مما سبق أن الأراضي نشأت من المواد التي نتجت عن عمليات التجوية وأن أديم الأرض قد انفصل عن الصخور المعرضة للنحت نتيجة عمليات تجويه تمت في مكانها أو تمت في مكان آخر ونقلت النواتج عن طريق الفعل بالماء والرياح أو غيرها .

وقد يبدو لأول وهله أن الأرض تتعرض دائماً لعمليات هدم من تجويه وخلافه وأن نواتج عملية الهدم تفقد مع مياه الصرف تاركه أكاسيد الحديد والطين السليكاتي . والسؤال هو كيف أن الأرض تحت تأثير عمليات الهدم هذه تتطور وتعطى أرض ممكن استخدامها في الزراعة وكيف لا تستمر عمليات الهدم هذه لتعطى جثه هامة .

وللإجابة على هذا السؤال نوضح أن هدم المعادن السليكاتية الأصل هي الطريق لتكوين الطين وهو معدن مهم جداً بالنسبة لخصوبة الأرض . كما أن خصوبة الأرض لا يمكن أن تتم بدون الطين الذي هو أحد نواتج عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية . بالإضافة إلى ذلك فإن وجود الكائنات الحية في المراحل المبكرة ينتج عنه تراكم المواد العضوية على السطح وتتحول التجوية إلى كيميائية حيوية ، طبيعية حيوية كما أن الدوبال يساعد الطين على استبقاء المغذيات وعدم فقدها بالصرف كما أن الدوبال يساعد الطين في تكوين بناء للأرض كما أن جذور النبات بامتصاصها العناصر الغذائية تعمل على إعادة هذه العناصر إلى السطح مرة أخرى عند ترسيبها كجزء من المخلفات العضوية للنباتات النامية .

أي أن السر الحقيقي للتجوية البنائه هو نشاط المادة العضوية بالإضافة إلى بناء الطين . حيث أن التجوية المنتجة لمواد الأصل (التجوية الميكانيكية والكيميائية) والتجوية التي تبنى الأرض (تكون الطين والدوبال) هما ظاهرتان تتمان متتابعتين أو في نفس الوقت .

أن العمليات التي تدمر مواد الأصل وتحورها تعطى في نفس الوقت منتجات ضرورية لتكوين الأرض . وبالفعل ينتج عن عمليات التجوية

الميكانيكية والكيميائية والحيوية خليط من المواد تختلف كثيراً عن المواد الأصلية كما أن آثار التجوية قد ينتج عنها تتابع أفقي داخل الأرض ويتكون قطاع أرضي مميز في طبقاته . ويتقدم هذا التميز في الطبقات بولد جسم طبيعي هو الأرض الناضجة .

القطاع الأرضي

عندما تتشكل مادة الأصل مكونه للأرض بواسطة التجوية الكيميائية والحيوية تظهر فيها طبقات محددة خاصة إذا كان الصرف جيد . ويبدو ذلك واضحاً قرب سطح الأرض إذ يكون فعل التجوية أكثر شدة وتراكم المواد العضوية وتحللها أكثر تأثيراً .

ويعرف القطاع بأنه مقطع يمتد من سطح الأرض إلى أسفل حتى يصل إلى مادة الأصل الأقل تجويه . وعموماً فإن القوام والعمق واللون والخواص الكيميائية وتتابع الآفاق المختلفة كلها من العوامل المميزة للقطاع الأرض .

آفاق الأرض

تسهيلاً للدراسة والتصنيف فإن الطبقات الناتجة عن عمليات تكوين الأراضي يمكن تجميعها في ثلاث طبقات أ ، ب ، جـ ويسمى كل منها أفق كما هو موضح في شكل (1-1)

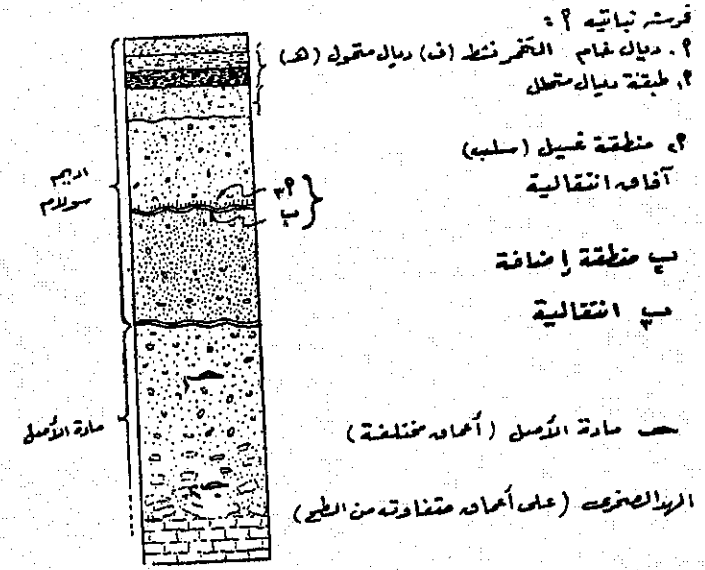
أفق أ : ويسمى أفق السلب . وهو يقع على السطح ويتميز بأنه منطقة أقصى غسل . وهذا الأفق يقسم بالتالي إلى آفاق فمثلاً تحت الغابات - الطبقة السطحية غنية في المواد العضوية الخام يليها طبقة متواد عضوية متخمر وأسفلها طبقة دوبال متحلل ثم الطبقة المعدنية التي تغسل مكوناتها إلى أسفل بفعل عمليات التجوية الحيوية .

أفق ب: ويسمى أفق التراكم . حيث يحدث ترسيب للمواد المغسولة من أفق (أ) سواء كانت أكاسيد الحديد والألومنيوم أو أنواع الطين السليكاتي في المناطق الرطبة أما في المناطق الجافة فهو أفق ترسيب الجير ، الجبس

أفق جـ: ويسمى أفق مادة الأصل و التجويه فيه أقل ما يمكن ومكوناته تشابه في الغالب المواد التي أشتق منها الأفق (أ) و الأفق (ب) ، ولكنها لم تتعرض بعد للعمليات التي تبنى منها الأرض .

تذكر

- تعتمد الأراضي الجيدة لحد ما علي الإنسان واستخدام الجيد لها .
- تعرف الأرض بأنها الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي نتجت من تفتت الصخور والمعادن.
- نشأ سطح الكرة الأرضية نتيجة لعملية التبريد والتجمد للكتلة المنصهرة بعد أن انفصلت عن الشمس.
- يعرف الصخر بأنه مخلوط طبيعي من معادن مختلفة أما المعدن فهو جسم متجانس الصفات كيميائياً وتكون في الطبيعة تحت ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة.
- الأرض جسم طبيعي له عمق ومساحة سطحية وأنها أحد نواتج العوامل الطبيعية.
- التجوية الميكانيكية والكيميائية والانحلال الميكروبي " من العوامل الهدامة.
- مواد الأصل هي المواد التي نشأت منها الأرض وخواص الأرض تتأثر بشكل كبير بخواص مواد الأصل.
- تكوين معادن جديدة وتكوين طبقات أرضية ذات خواص مميزة تعتبر من العمليات التخليقية .
- الأكسجين يشكل تقريباً نصف وزن القشرة الأرضية .
- التجوية الميكانيكية هي الوسيلة الأولى لتفتت الصخور والمعادن والعوامل التي تساعد عليها هي الحرارة ، الماء ، والجليد والرياح والنباتات .
- التجوية الكيميائية أي التحلل تحدث تغيرات كيميائية محددة وتتفصل المواد الذائبة وتتكون معادن جديدة بعدة طرق منها التحلل المائي والتأدريت ، التكرين ، التأكسد ، الإذابة .
- مواد الأصل هي المواد التي نشأت منها الأرض وخواص الأرض تتأثر بشكل كبير بخواص مواد الأصل.
- يتكون القطاع الأرضي من آفاق مختلفة هي أفق السلب وأفق التراكم وأفق مادة الأصل.
- عوامل تكوين الأرض هي المناخ ، الكائنات الحية ، مادة الأصل، الطبوغرافية ، الزمن.



شكل (1-1) القطاع الأرضي موضحا عليه الآفاق الثلاث أ، ب، جـ

عوامل تكوين الأراضي

في الجزء السابق كان الاهتمام موجه بصفة أساسية إلى آثار التجوية سواء كانت هدامة أو بناءه على تكوين الأرض . غير أن قوى التجوية ليست سوى مظاهر نشطة لعدد من العوامل التي تتحكم إلى حد كبير في نوع الأرض التي تتكون في نهاية الأمر . وهذه العوامل منها خمسة عوامل رئيسية تسمى عوامل تكوين الأراضي وهي :

- المناخ : أهمها درجة الحرارة والأمطار
- الكائنات الحية : أهمها النبات والحيوان
- مادة الأصل : أهمها نوع الصخر والتركيب المعدني والكيميائي له.
- الطبوغرافية : أهمها الميل ، المرتفعات والمنخفضات والوديان
- الزمن : هو الذي تعرضت فيه مواد الأصل لعوامل التكوين

- هدم المعادن السيليكاتية الأصل هي الطريق لتكوين معادن الطين بالأرض
- الدوبال يساعد الطين عن استبقاء العناصر الغذائية وعدم فقدها بالصرف.
- التأثير الحقيقي للتجوية البناءة هو في نشاط المادة العضوية وبناء الطين.
- التجوية المنتجة لمواد الأصل التجوية التي تبني الأرض ظاهرتان تتمان متتابعين أو في نفس الوقت.

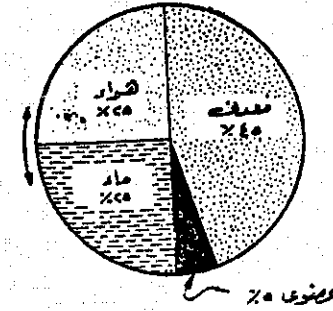
الأسئلة

1. ما أهمية صيانة الأراضي و حمايتها
2. ما هي الأرض - عرف الأرض و أذكر بإيجاز طريقة نشأتها
3. ما الفرق بين الصخور النارية و الصخور الرسوبية
4. أذكر العناصر الرئيسية التي تتكون منها القشرة الأرضية
5. ماهي عوامل التجوية الميكانيكية و أشرحها بإيجاز
6. أشرح بإيجاز عوامل التجوية الكيميائية
7. ما الفرق بين التجوية الميكانيكية و التجوية الكيميائية
8. ما علاقة التجوية بتكوين الأرض
9. ما هو دور المادة العضوية في نضج الأرض
10. عرف القطاع الأرضي وما هي أفاق القطاع الأرضي
11. فرق بين أفق السلب و أفق الترسيب من حيث العمليات التي تتم بهما
12. ما هي عوامل تكوين الأراضي
13. اجري النشاط التالي : ارسم القطاع الأرضي موضحا عليه الآفاق الثلاثة أ ، ب ، ج
14. اجري النشاط التالي : اجمع عينات من التربة (طينية - طميية - رملية) ثم قارن بينها من حيث الملمس والقوام

صفات الأرض الفيزيائية

مكونات الأرض

الأرض المعدنية من الناحية الفيزيائية ، مخلوط مسامي مكون من حبيبات معدنية ومادة عضوية متحللة ويوجد الماء والهواء في المسام . والأرض ليست مادة متجانسة بل مكونة من مجموعة من المواد، كل منها يساهم في تحديد خواص الأرض . وكما هو موضح في شكل (1-2) فإن المواد الصلبة (معدنية ، عضوية) تشكل تقريبا 50 % من حجم الأرض وتتراوح نسبة المواد العضوية في الأراضي الزراعية عن 0.1 - 3 % أما الماء والهواء فيشكلان نسبة 50% الأخرى من حجم الأرض وتختلف نسبة الهواء إلى الماء وفي الحالة النموذجية يفضل أن تكون النسبة 1 : 1



شكل (1-2) التركيب الحجمي للأرض يوضح الجزء الصلب (معدني وعضوي) والجزء السائل والجزء الغازي

1- الجزء الصلب

يكون الهيكل الأساسي للأرض ويختلف الجزء الصلب من حيث التركيب والحجم على حسب نوع ومدى عمليات التجوية التي مرت به.

وحبيبات الأرض الصلبة تختلف في أقطارها وما إذا كانت حبيبات أولية ناتجة من عملية التفتت (رمل) أو حبيبات ثانوية (طين). وتتأثر صفات الأرض الطبيعية والكيميائية طبقا لنوع وقطر الحبيبات السائدة في الأرض.

أما الجزء العضوي من المواد الصلبة فهو يتكون من نواتج تحلل جذور النباتات و المخلفات الزراعية (العضوية) التي أضيفت للأرض بدرجات تحلل مختلفة وهي تحتوى على اللجنين والكربوهيدرات والبروتينات بالإضافة إلى مواد تسمى المواد الدوبالية ولها صفات خاصة لأن لها وزن جزيئي كبير وهي المنتج النهائي لتحلل المواد العضوية وأهم مكونات الدوبال هو حامض الهيوميك وحامض الفولفيك .

وعموما فإن المادة العضوية هي المسؤولة عن تحسين صفات التربة من حيث حركة الماء والهواء ومسك الماء والبناء الأرضي .

2- الجزء السائل

وهو ما يوجد في مسام التربة ويغلف الحبيبات بأغشية يختلف سمكها على حسب كمية الماء بالأرض ويسمى الجزء السائل بمحلول التربة . ولا يؤثر اختلاف مصدر الماء سواء كان ماء ري أو ماء أمطار على دوره في إذابة المغذيات وإمداد النبات بها ويتأثر مقدار الجزء السائل بالمحتوى الرطوبي والحجم الكلي للمسام والتوزيع الحجمي لحبيبات التربة و عندما تمتلئ المسام بالماء يقال إن الأرض مشبعة بالماء .

3- الجزء الغازي

وهو الذي يشارك الماء في المسام وقد تمتلئ المسام به في حالة الأرض الجافة أو تفتقر المسام اليه في حالة الأرض الغدقة ومقدار الهواء بالتربة يتأثر بكمية الماء الموجودة بها. الهواء الأرضي ضروري للعمليات الحيوية التي تتم بالأرض وأهمها تنفس جذور النبات والنشاط الميكروبي .

ويختلف محتوى هواء التربة عن الهواء الجوى حيث تزيد به نسبة ثاني أكسيد الكربون بينما تقل به نسبة الأكسجين عن الهواء الجوى ولكن عملية الري التي تتم أو سقوط الأمطار يعمل على طرد الهواء المملوء بثاني أكسيد الكربون في مسام الأرض و دخول هواء جديد به نسبة اعلي من الأكسجين عن الهواء المطرود .

أولاً : قوام الأرض

تعتبر خاصية أساسية للأرض وتعرف بها الأرض. حيث أن تغييرها يستغرق فترة طويلة . فالأرض الرملية تظل رملية والطينية تظل طينية ولا تتغير تحت الظروف الطبيعية خلال جيل من عمر الإنسان.

وقوام الأرض أسم يطلق على الأرض بناء على النسبة المئوية للحبيبات المعدنية الموجودة بالأرض وكذلك أقطار هذه الحبيبات. تم تقسيم الحبيبات إلى مجاميع مختلفة تبعاً لحجمها وهي رمل ، سلت ، طين ويتم في المعمل عملية تقدير نسبة وجود هذه المجاميع . وخطوات فصل وتقدير النسبة المئوية لهذه المجاميع تسمى بالتحليل الميكانيكي . ولقد وضع عديد من التقسيمات لمجاميع هذه الحبيبات ولكن أهمها وأشهرها هو التقسيم الدولي حيث تقسم الحبيبات إلى أربعة مجاميع تبعاً لقطرها كما يلي :

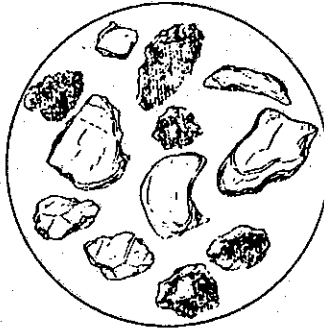
رمل خشن	2	0.2-	مم
رمل ناعم	0.2	0.02-	مم
سلت	0.02	0.002-	مم
طين	أقل من	0.002	مم

ولكي تتم عملية التحليل الميكانيكي لابد من فصل الحبيبات عن بعضها وجعلها حبيبات فردية وليست تجمعات من الحبيبات بالتخلص من المواد اللاحمة المغلفة لتجمعات الحبيبات مثل المادة العضوية وكربونات الكالسيوم سواء بالأكسدة أو بالغسيل ثم فصل الحصى وهو الذي قطره أكبر من 2مم، ثم يلي ذلك فصل المجاميع المختلفة للحبيبات وتقدير النسبة المئوية لكل منها. عندما يسود الرمل بالأرض يكسبها قواماً خشناً يعرف بالقوام الخفيف . أما الأرض التي يسود بها الطين فيكسبها قواماً ناعماً يعرف بالقوام الثقيل. واصطلاحاً أرضى ثقيلة أو أرض خفيفة يرجع إلى سهولة خدمتها . فالأرض الخفيفة (الرملية) أسهل في خدمتها من الأرض الثقيلة (الطينية) .

الخواص الفيزيائية لمجاميع حبيبات التربة مجموعة الحبيبات الخشنة

وهي تشمل كل من مجموعة الرمل الخشن ومجموعة الرمل الناعم و المجموعة الخشنة حجم حبيباتها كبير وقد تكون الحبيبات مستديرة أو حادة

الزوايا حسب عمليات التجوية التي حدثت للحبيبات (شكل 1-3). وهذه المجموعة قوة حفظها للماء منخفضة ، ونفاذية الماء بها أكبر وذلك لكبر المسام الموجودة بين الحبيبات وهي تشجع الحركة الجيدة لكل من الماء والهواء بها . ومن صفات الأراضي الرملية أنها أرض مفككة ذات طبيعة مفتوحة ويسود بحبيبات المجموعة الخشنة المعادن الأولية مثل الكوارتز وبعض المعادن السليكاتية الأولية .



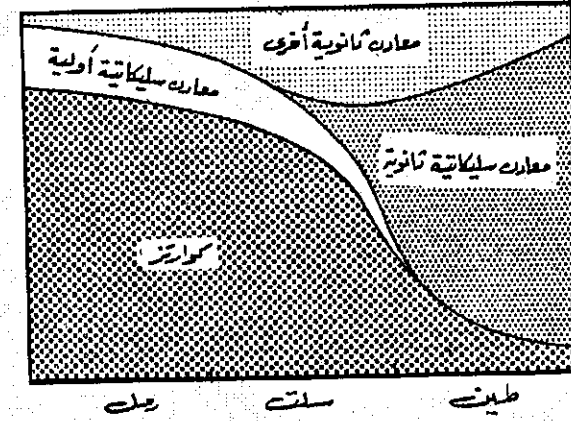
شكل (1-2) حجم وشكل حبيات الرمل

مجموعة الحبيبات الناعمة

وهي تشمل مجموعة السلت ومجموعة الطين، حجم حبيبات هذه المجموعة صغير جداً والمسام الموجودة بينها ضيقة . عندما يרטب الطين فإنه يتمدد ويلتصق وعند الجفاف ينكمش وعند الترطيب مره أخرى يحدث تمدد وانتفاخ وانبعاث كمية من الحرارة تسمى حرارة الابتلال. وقد تظهر مجموعة السلت بعض الليونة والالتصاق وذلك بسبب الغشاء الطيني الملتصق على سطحها وعموماً السلت مكون غير كاف بمفرده من الناحية الفيزيائية ما لم توجد معه كمية من الرمل والطين والمادة العضوية .

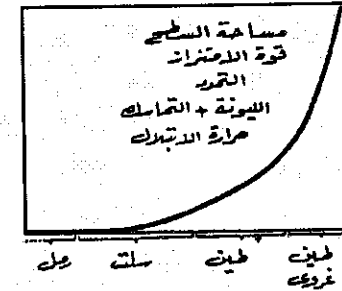
ووجود السلت والطين بكمية كبيرة في الأرض يكسبها قوام ناعم وحركة بطيئة للماء والهواء، وأراضى هذه المجموعة شديدة الليونة كما أنها عند الجفاف تتصلب في كتل كبيرة وقوة حفظها للماء كبيرة جداً.

حبيبات مجموعة الطين يسود بها المعادن السليكاتية الثانوية مع معادن ثانوية أخرى أما مجموعة السلت فيسود بها معادن الأولية مثل الكوارتز وبعض المعادن الثانوية الآخر كما هو موضح في شكل (4-1).



شكل (4-1) أنواع المعادن الموجودة في مجاميع الحبيبات المختلفة

الحبيبات المكونة للأرض لها تأثير علي خواص الأرض ، ولقد وجد أنه كلما كانت التربة حبيباتها ناعمة كلما زاد كل من السطح النوعي ، مسطح الأدمصاص ، الليونة ، التماسك لحبيبات الأرض ، وأيضا حرارة الابتلال وهي الحرارة التي تنطلق عند ابتلال الأرض، كما هو موضح في شكل (5-1)



شكل (5-1) تأثير مجاميع الحبيبات المكونة للأرض على السطح النوعي، قوة

الأدمصاص (الامتزاز)، الليونة، التماسك، حرارة الابتلال

التحليل الميكانيكي

يتم إجراؤه في المعمل لتقدير النسب المختلفة لمجاميع الحبيبات بالتربة (رمل خشن، رمل ناعم، سلط، طين) ويتم هذا التحليل من خلال مرحلتين هما:

المرحلة الأولى: يتم فيها التخلص من المواد العضوية والأكاسيد وكربونات الكالسيوم التي تقوم بعمل المواد اللاصقة بين الحبيبات للتأكد من أن جميع الحبيبات فردية ويتم فيها إجراء ما يلي :

1. التخلص من المواد العضوية بأكسديتها باستخدام فوق أكسيد الأيدروجين
2. التخلص من كربونات الكالسيوم باستخدام حامض الهيدروكلوريك المخفف
3. التخلص من الأملاح الذائبة عن طريق الغسيل بحامض مخفف ثم الماء المقطر
4. تفرقه الحبيبات عن بعضها باستخدام عامل مفرق وحتى تكون

الحبيبات فردية وهي شرط أساسي لتطبيق قانون ستوكس

المرحلة الثانية: يتم فيها تقدير النسبة المئوية لمجاميع الحبيبات المختلفة عن طريق فصلها تبعا لسرعة سقوطها في معلق التربة. حيث أن سرعة سقوط الحبيبة تتناسب مع مربع نصف قطر الحبيبة وكلما كانت الحبيبة قطرها كبير كلما كانت سرعة سقوطها كبيرة ويتم ذلك تبعا لقانون ستوكس كما يلي .

$$ع = \frac{2}{9} \frac{د \cdot \rho \cdot g}{\eta} \quad \text{ث} - \text{ث} \quad \text{سم} - \text{ث} \quad \text{سم} - \text{ث}$$

ع = سرعة سقوط الحبيبة (سم / ث)

د = عجلة الجاذبية الأرضية (981 سم / ث / ث)

نق = نصف قطر الحبيبة (سم)

ث = كثافة الحبيبة (جم / سم³)

ثس = كثافة السائل الذي يحدث به السقوط (جم / سم³)

ز = لزوجة السائل

ولقد تم حساب الزمن اللازم لسقوط كل مجموعة من مجاميع الحبيبات (رمل ناعم ، رمل خشن ، سلط ، طين) طبقاً لقانون ستوكس وطبقاً لدرجة

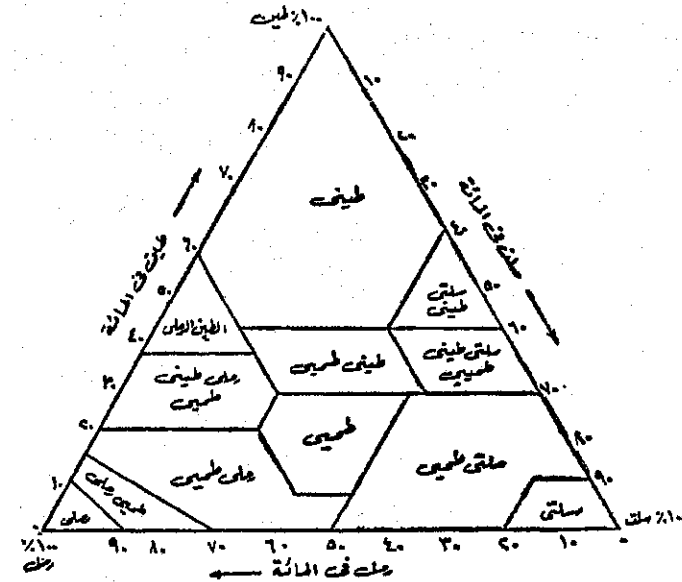
حرارة المعلق . ووفقا لهذا الزمن يتم فصل كل مجموعة على حده وتقدير وزنها . ومن معلومية وزن كل مجموعة ووزن عينة التربة المستخدمة في التحليل يتم حساب النسبة المئوية لكل مجموعة والتي تستخدم بعد ذلك في تحديد قوام الأرض .

تحديد قوام الأرض

يتم ذلك عن طريق استخدام مثلث القوام وهو مثلث له أضلاع ثلاثة متساوية الطول يمثل الرمل والطين على أضلاعه الثلاثة. كما هو موضح في شكل (1-6) .

وبناء على دراسات سابقة تم تقسيم المثلث إلى مساحات مختلفة ويعطى لكل مساحة منها اسم خاص بها يدل على قوام تلك الأرض وهذا الاسم بني على صفات هذه الأرض ولقد تم وضع الأراضي المتشابهة في الصفات تحت اسم واحد، وهذا الاسم يطلق عليه قوام الأرض

يمكن تحديد قوام الأرض في الحقل عن طريق الملمس وذلك لاختلاف الأراضي الرملية الخشنة القوام عن الطينية الناعمة القوام في الملمس. ولكن ذلك يحتاج إلى خبرة معينة.



شكل (1-6) مثلث القوام لتحديد قوام الأرض

ثانيا : كثافة ومسامية الأرض

الكثافة هي وزن وحدة الحجم . وتتميز الأرض عن غيرها من المواد بأنها تتكون من حبيبات معدنية أو عضوية بينها مسام وبالتالي فلها نوعان من الحجم . إذا أخذ حجم الحبيبات فقط في الاعتبار كان الناتج هو الحجم الحقيقي . أما إذا أخذ كل من حجم الحبيبات وحجم المسام في الاعتبار كان الناتج هو الحجم الظاهري للأرض . وبناء على ذلك تكون للأرض نوعان من الكثافة هما الكثافة الحقيقية ، الكثافة الظاهرية (شكل 1-7) .

كثافة الأرض الحقيقية

الكثافة الحقيقية للأرض تعبر عن الكثافة الحقيقية للحبيبات الصلبة المكونة للأرض وهي إحدى وسائل التعبير عن صفات الأرض ، وهي تعرف بأنها الكتلة لوحدة الحجم من الحبيبات الصلبة للأرض ويمكن حسابها بمعلومية كل من الكتلة الجافة للأرض (ك) والحجم الحقيقي لحبيبات الأرض (ح ق)

$$\text{الكثافة الحقيقية (ثق)} = \frac{\text{الكتلة الجافة ك}}{\text{الحجم الحقيقي للجزء الصلب ح ق}}$$

تتراوح الكثافة الحقيقية لمعظم الأراضي ما بين 2.6 إلى 2.7 جم / سم³ ، ويرجع هذا إلى أن المكونات الرئيسية للأرض المعدنية وهي الكوارتز، الفلسبارات، السليكات الغروية تقع كثافتها في هذا المدى وعلى ذلك يمكن اعتبار أن متوسط الكثافة للطبقة السطحية للأراضي الزراعية هو 2.65 جم / سم³ . ولما كانت المادة العضوية كثافتها قليلة ، فإن الكثافة الحقيقية للطبقة السطحية من الأرض تكون أقل من الكثافة الحقيقية للطبقة تحت السطحية وذلك لاحتواء سطح الأرض على نسبة مرتفعة من المادة العضوية . عموما بعض الأراضي المعدنية آتية تحتوي على نسبة مرتفعة من المواد العضوية قد تتخفف كثافتها إلى 2.4 جم / سم³ أو أقل .

كثافة الأرض الظاهرية

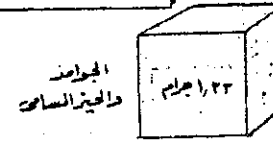
لحساب الكثافة الظاهرية للأرض يؤخذ في الاعتبار الحجم الكلي للأرض أي الحيز الذي تحتله المكونات الصلبة والحيز المسامي معا ، وعلى

ذلك يمكن تعريف الكثافة الظاهرية بأنها وزن وحدة الحجم من الأرض الجافة (حجم المواد الصلبة وحجم المسام).

$$\text{الكثافة الظاهرية (ث ظ)} = \frac{\text{الكتلة الجافة ك}}{\text{الحجم الظاهري ح ظ}}$$

وتتراوح الكثافة الظاهرية للأراضي المصرية ما بين 1.1 إلى 1.6 جم/سم³ ويتوقف ذلك على حالتها ، وقد تزيد هذه القيم في الأرض الطميية الرملية والأراضي الرملية ، أما تحت التربة الشديدة الاندماج فقد تصل كثافة الأرض الظاهرية إلى 1.8 جم / سم³ أو أكثر ، وعموماً يمكن حساب وزن الأرض لعمق طبقة الحرث (20 سم) للفدان (4200 م²) بمعلومية الكثافة الظاهرية لهذه الأرض (1.2 جم/سم³) هي في المتوسط مقدارها 1000 طن أرض جافة.

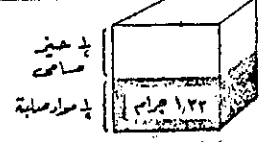
في المختبر
أستعمل تربة معينة
يظهر كما يلي:



المواد
والحيز المسامي
الحجم = 1 سم³ الوزن = 1.22 جرام
كثافة الكتلة = $\frac{\text{وزن التربة}}{\text{حجم التربة}}$ وهكذا:

$$\text{كثافة الكتلة} = \frac{1.22}{1} = 1.22 \text{ جم/سم}^3$$

إذا منقعت كل المواد
الصلبة إلى القاع فإن
مجموعها يكون مثل هذا:



لحساب كثافة الحبيبة الصلبة
الحجم = 0.5 سم³ الوزن = 1.22 جرام
كثافة الحبيبة الصلبة = $\frac{\text{وزن المواد}}{\text{حجم المواد}}$ وهكذا:

$$\text{كثافة الحبيبة الصلبة} = \frac{1.22}{0.5} = 2.44 \text{ جم/سم}^3$$

شكل (1-7) طريقة حساب الكثافة الحقيقية (كثافة الحبيبة) والكثافة الظاهرية (كثافة الكتلة)

المسامية

هي المسام الموجودة في الأرض بين الحبيبات الصلبة وهو ذلك الجزء المشغول بالهواء والماء ويتحدد مقدار هذا الحيز المسامي تبعاً لنظام ترتيب الحبيبات الصلبة ، وعلى ذلك تكون المسامية هي نسبة حجم المسام إلى الحجم الكلي الظاهري (حجم الحبيبات الصلبة + حجم المسام) ..

ويمكن حساب المسامية من معلومية أي من الحجم الظاهري (حظ) والحجم الحقيقي (ح ح) للأرض أو من الكثافة الظاهرية (ث ظ) والكثافة الحقيقية (ث ح) للأرض كما يلي :

$$\text{المسامية \%} = 100 \times \frac{\text{الحجم الظاهري} - \text{الحجم الحقيقي}}{\text{الحجم الظاهري}} = 100 \times \frac{\text{ح ظ} - \text{ح ح}}{\text{ح ظ}}$$

$$\text{المسامية \%} = 100 \times \frac{\text{الكثافة الحقيقية} - \text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} = 100 \times \frac{\text{ث ح} - \text{ث ظ}}{\text{ث ح}}$$

العوامل التي تؤثر على المسامية

تختلف المسامية تبعاً لقوام وبناء الأرض وعمليات الخدمة المختلفة التي تتم للأرض. وتتراوح في الأرض الرملية ما بين 35-50% وفي الأراضي الطينية بين 40-60% أو أكثر. وتزيد المسامية كلما كانت الأرض تحتوى على نسبة عالية من المادة العضوية وذات تحبيب جيد أي يوجد بها تجمعات من الحبيبات الأرضية ويؤثر في المسامية عدة عوامل منها :

1. طرق تنظيم أو ترتيب الحبيبات مع بعضها حيث أن المسامية تتأثر بحجم الحيز المسامي إلى جانب حجم المواد الصلبة ، وعلى ذلك فالأرض المفككة والمحتوية على حيز مسامي كبير تكون ذات مسامية أكبر من تلك الأرض المندمجة والتي تحتوى على حيز مسامي أقل نسبياً حيث كلما زاد الاندماج بين الحبيبات انخفضت المسامية.

2. درجة تحبيب الأرض حيث أن الوسائل التي تشجع على زيادة التحبيب بالعمل على تكوين التجمعات الأرضية و وجود حالة إسفنجية مسامية

لوجود مسام داخل التجمعات الأرضية و فيما بينها ينتج عنها زيادة في المسامية ..

3. عمليات الخدمة المختلفة من حرث وعزيق تؤثر على المسامية حيث أن المسامية هي محصلة لعمليات الخدمة المختلفة للأرض .

التوزيع الحجمي لمسام الأرض

المسام الموجودة بين حبيبات الأرض ذات أحجام وأشكال مختلفة . ولتسهيل دراستها تم تقسيمها إلى ثلاثة مجاميع هي المسام الكبيرة المسئولة عن صرف الماء الذائد والمسام المتوسطة المسئولة عن مسك الماء بالأرض والمسام الدقيقة التي تمسك الماء بقوة شديدة جداً ، وتتميز المسام الكبيرة بأنها تسمح بالحركة السريعة لكل من الهواء والماء خلالها ، وعلى العكس من ذلك فإن المسام المتوسطة تبطئ من حركة الهواء بدرجة كبيرة ، وتقتصر حركة الماء على الحركة الشعرية البطيئة إما المسام الدقيقة فإن حركة الماء فيها تكون على الصورة الغازية. تبعاً لذلك فإنه بالرغم من صغر الحيز المسامي الكلي في الأراضي الرملية فإن حركة الهواء والماء سريعة جداً وذلك لسيادة المسام الواسعة فيها أما في الأراضي الطينية الثقيلة القوام المندمجة فإن حركة كل من الهواء والماء بطيئة ويظهر ذلك بوضوح في تحت التربة حيث تكون التهوية غير كافية للنمو المناسب للجذور أو للنشاط الميكروبي المرغوب فيه .

كما سبق يتضح أن التوزيع الحجمي للمسام المختلفة بالتربة قد يكون أهم من الحجم الكلي للمسام. ففي الأرض ذات القوام الناعم (الأرض الطينية) يجب العمل على زيادة تجميع حبيباتها وتكوين التجمعات الأرضية مما ينتج عنه مسام بين الحبيبات بخلاف المسام بين التجمعات مما يساعد على إعادة توزيع المسام فالمسام الصغيرة بين الحبيبات تقوم بمسك الماء والمسام الكبير بين التجمعات تساعد على التهوية. أما في الأراضي الرملية فيجب العمل على خفض نسبة المسام الكبيرة وذلك بإضافة الطمي والمواد العضوية وهذا يساعد على الإقلال من فقد الماء والعناصر الغذائية الذائبة بالرشح إلى أسفل .

النسبة المئوية للمسامية الكلية المثلى في الأرض هي 50% وتكون هذه النسبة مناصفة بين الهواء والماء وفي مثل هذه الحالة فإن حيز المسام المتوسطة والدقيقة يكون مملوءاً تقريباً بالماء وحيز المسام الكبيرة مملوء بالهواء وتصبح تهوية الأرض تحت هذه الظروف كافية لنمو النبات بصورة جيدة.

ثالثاً : البناء الأرضي

هو اصطلاح يقصد به نظام ترتيب الحبيبات الفردية والمركبة ، وقد يسود القطاع الأرضي نوع واحد من أنواع البناء ، ولكن غالباً ما يختلف البناء الأرضي من طبقة لأخرى من طبقات القطاع الأرضي. لقد وجد أن حركة الماء والتهوية وانتقال الحرارة والكثافة الظاهرية للأرض و مساميتها ، تتأثر تأثراً كبيراً ببناء الأرض ، والواقع أن خدمة الأرض من حرث وعزيق و ري وإضافة المواد العضوية والجبس كلها تؤثر على بناء الأرض .

أنواع البناء الأرضي

يختلف نوع البناء الأرضي باختلاف الظروف التي مر بها القطاع الأرضي وصفاته الطبيعية الكيميائية بالإضافة نضج القطاع وما إذا كان حديث أو قديم . أنواع البناء الأرضي موضحة في شكل (1-8) .



شكل (1-8) أنواع البناء الأرضي

البناء الطبقي

وفيه ترتب الحبيبات أو مجاميعها في طبقات أفقية رقيقة ، حيث يكون المحور الأفقي للطبقة أقل كثيراً من المحور الرئيسي لها وهو بناء غير مرغوب فيه نظراً لقلة المسام الموجود فيه بين الحبيبات وما ينتج عنه من انخفاض التهوية وبطئ حركة الماء ويوجد هذا النوع في أفق "أ" في بعض المناطق الرطبة.

البناء المنشوري والبناء العمودي

وفيه تترتب مجاميع الحبيبات رأسياً في صورة عواميد أو مناشير والمحور الرأسي لهذا النوع من البناء أكبر كثيراً من المحور الأفقي ، وقبل تكوين البناء العمودي يتكون البناء المنشوري ثم تتآكل وتستدير فيه أطراف المنشورات ويتحول البناء المنشوري إلى بناء عمودي. وتوجد عادة في أفق "ب" في الأراضي الجافة أو شبه الجافة . وقد توجد في أفق "ب" في الأراضي القلوية الناضجة.

البناء الكتلي والبناء البندقي

وفيه ترتب مجاميع الحبيبات في صورة كتل على شكل مكعبات مندمجة ذات أوجه غير منتظمة وتتراوح طول أضلاعها ما بين جزء من السنتيمتر إلى عشرة سنتيمترات ، وفيه يكون المحوران الرأسي والأفقي متساويان تقريباً ، وإذا ما استدارت هذه الكتل يطلق عليها بناء بندقي وينحصر وجودها في طبقات تحت التربة.

البناء الحبيبي أو الفتاتي

جميع التجمعات الأرضية توضع تحت هذا الاسم وهو يطلق على البناء الذي يكون فيه مجاميع الحبيبات في صورة كروية ولا يزيد قطرها على نصف بوصة ويتميز هذا النوع من البناء أنه مسامي ، وإذا ما أحتوى على نسبة عالية من المسام يطلق عليه بناء فتاتي ويعتبر هذا البناء من أجود الأنواع الذي يجب العمل على إيجاده في الأراضي الزراعية نظراً لسهولة خدمته وملاءمته لنمو النبات. ومما يساعد على إيجاد هذا النوع في الأراضي زيادة نسبة المادة العضوية ومركبات الكالسيوم في الأرض . ويوجد عادة في الطبقة السطحية من الأرض الغنية في المادة العضوية .

ميكانيكية تكوين البناء الأرضي

توجد نظريات عديدة تفسر تكوين تجمعات الحبيبات الأرضية ، وهذه العملية تتم على مرحلتين الأولى تسمى عملية الالتصاق **Flocculation** أو تجمع كهربي للحبيبات الفردية نتيجة انخفاض الجهد الكهربائي على سطحها ، والثانية هي عملية **Cemented Aggregation** وهو تغليف الحبيبات الملتصقة بمواد لاحمة تجعلها ثابتة لا تتهار بالماء . عموماً فإن جزيئات الماء القطبية وفي وجود أيونات الكالسيوم ثنائية التكافؤ التي تترتب بين الغرويات المشحونة كهربائياً لها دور أساسي في تكوين التجمعات الأرضية لأنه عند فقد بعض جزيئات الماء بالتبخير أو بامتصاص الجذور لها ، تصبح خطوط الربط المائي بين السطح الكهربائي للحبيبات أقصر وبالتالي تزيد قوى الارتباط كما يقوم الكالسيوم الثنائي التكافؤ بربط الحبيبات ببعضها عن طريق الشحنات الموجودة على سطحها ثم يأتي بعد ذلك دور المواد اللاحمة مثل ترسيب كربونات الكالسيوم أو أكاسيد الحديد أو الدوبال على أسطح هذه الحبيبات الملتصقة ببعضها ويغلفها وتتكون التجمعات الثابتة في الماء.

ثبات التجمعات الأرضية

ثبات التجمعات الأرضية من المعالم البنائية للأرض ذات الأهمية العملية الكبيرة والتي يجب أن تنال الاهتمام اللازم بها فالملاحظ أن بعض التجمعات الأرضية تتهار بسهولة عندما تصطدم بها قطرات المطر أو تحت تأثير الحركة العنيفة أثناء الحرث أو عمليات تمهيد الأرض ، في حين أن بعض التجمعات الأرضية الأخرى يقاوم التفكك ويعزى الاختلاف في خاصية ثبات التجمعات الأرضية جزئياً إلى وجود أو غياب بعض المواد اللاحمة أو الرابطة للحبيبات ومن المعروف أن للمادة العضوية بمختلف أنواعها تأثير على ثبات التجمعات الأرضية كما يؤثر نوع معدن الطين أيضاً على ثبات التجمعات الأرضية ، فالتجمعات الأرضية التي يسود بها معدن الكاولينيت أكثر ثباتاً من تلك التي يسود بها معدن المونتموريلونيت كما أن بعض المركبات غير العضوية مثل وأكاسيد الحديد له تأثير لاعم أو رابط يساعد على ثبات المجمعات . وعموماً كلما زاد حجم التجمعات كلما قلت درجة ثباتها مما يوضح صعوبة بناء تجمعات أرضية كبيرة .

طرق تقدير ثبات التجمعات الأرضية

توجد طرق عديدة لقياس درجة ثبات التجمعات الأرضية والطريقة الشائعة الاستعمال هي تقدير النسبة المئوية للتجمعات الأرضية (الحبيبات المركبة) أكبر من 0.05 مم كدليل على بناء الأرض. أما من حيث مدى ثبات هذا البناء ، فيتم قياسه باستخدام جهاز **Yoder** لقياس خاصية ثبات التجمعات المكونة للأرض وذلك برج عينات ممثله للأرض في الماء لمدد مختلفة. كما توجد طرق أخرى بتعريض الأرض لسقوط الماء (الأمطار أو الري) ويتم تقدير التجمعات بعد تعريض الأرض لرشاش ماء.

تذكر

- الأرض المعدنية من الناحية الفيزيائية مخلوط مسامي مكون من حبيبات معدنية ومادة عضوية متحللة ويوجد الماء والهواء في المسام .
- المواد الصلبة تشكل 50% تقريباً من حجم الأرض .
- الجزء الصلب بالتربة يكون الهيكل الأساسي للأرض ويختلف الجزء المعدني من حيث التركيب وحجم الحبيبات تبعاً لعمليات التجوية التي مرت به.
- الجزء العضوي بالتربة ناتج من تحلل الجذور والمخلفات الزراعية بدرجات تحلل مختلفة وعموماً هو المسئول الأساسي عن تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية.
- الجزء السائل يوجد في مسام التربة وعلي هيئة أغشية حول الحبيبات ويسمى محلول التربة.
- الجزء الغازي يشارك الماء في الوجود في مسام التربة ودرجة وجوده تتوقف على جفاف الأرض وتزيد به نسبة ك₂ عنه في الهواء الجوي
- قوام الأرض أسم يطلق على الأرض تبعاً للنسبة المئوية لمجاميع الحبيبات المعدنية الموجودة .
- تقسم حبيبات الأرض حسب التقسيم الأمريكي إلى مجموعات رمل خشن ، رمل ناعم ، سلت ، طين. وتفضل هذه المجموعات عن بعضها بالتحليل الميكانيكي.
- لإجراء التحليل الميكانيكي لابد من فصل الحبيبات عن بعضها والتخلص من المواد اللامحة الموجودة بين الحبيبات.
- يطلق على الأراضي الطينية أرض ثقيلة القوام أو الأرض ناعمة القوام أما الأراضي الرملية فيطلق عليها أرض خفيفة القوام أو خشنة القوام.
- المجموعة الخشنة من حبيبات التربة عبارة عن الرمل الخشن والرمل الناعم وحجم الحبيبات كبير والمسام الموجودة بينها واسعة ونفاذية الماء فيها سريعة.
- المجموعة الناعمة من حبيبات التربة عبارة عن السلت والطين وحجم الحبيبات صغير جداً والمسام الموجودة بينها ضعيفة ونفاذية الماء فيها بطيئة.

- كلما زادت نسبة الطين بالأرض زادت كل من : مساحة السطح الكلي للحبيبات والليوننة وحرارة الابتلال والتمدد وقوة الإدمصاص.
- يتم التحليل الميكانيكي بالتربة علي مرحلتين الأولى لتفرقة الحبيبات عن بعضها والثابتة لتقدير النسبة المئوية لكل مجموعة باستخدام قانون ستوكس .
- يتم فصل المجاميع عن بعضها طبقاً للزمن اللازم لسرعة سقوط حبيبات كل مجموعة من مجاميع الحبيبات لمسافة معينة.
- يتم تحديد قوام الأرض عن طريق مثلث القوام بعد إجراء عملية التحليل الميكانيكي وتقدير نسبة كل من الرمل والصلت والطين.
- الكثافة هي وزن وحدة الحجم. وتتميز الأرض بأن لها كثافتان هما الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية.
- الكثافة الحقيقية للأرض تعبر عن الكثافة الحقيقية للحبيبات الصلبة المكونة للأرض وتتراوح بين 2.6 ، 2.7 جم / سم³ .
- الكثافة الظاهرية للأرض تعبر عن كثافة الحجم الكلي للأرض (حبيبات + مسام) وهي أقل من الكثافة الحقيقية للأرض وتتراوح بين 1.1 ، 1.6 جم / سم³.
- المسامية عبارة عن حجم المسام الموجودة في التربة منسوبة إلي الحجم الكلي للتربة ويمكن حسابها بمعلومية الحجم الحقيقي والحجم الظاهري أو بمعلومية الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية للتربة.
- العوامل التي تؤثر علي المسامية هي كيفية ترتيب وتنظيم الحبيبات ، درجة تحبب الأرض وعمليات الخدمة المختلفة التي تتم خلال العمليات الزراعية.
- يوجد ثلاثة أنواع من المسام بالأرض هي المسام الواسعة والمسام المتوسطة والمسام الضيقة. المسام الواسعة تسود في الأرض الرملية والضيقة تسود في الأراضي الطينية.
- البناء الأرضي اصطلاح يقصد به نظام ترتيب الحبيبات الفردية والمركبة بالتربة. يؤثر البناء الأرضي علي حركة الماء والهواء بالأرض .
- البناء الصفائحي أو الطبقي يكون فيه المحور الأفقي أكبر من المحور الرأسي أما المنشوري والعمودي فيكون فيه المحور الرأسي أكبر من

- الأفقي أما في البناء الكتلي والبندقي فإن المحور الرأسي والأفقي تقريباً متساويان.
- البناء الحبيبي أو الفتاتي يعتبر أفضل أنواع البناء الأرضي حيث يحتوي علي نسبة عالية من المسام داخل التجمعات الأرضية وبين التجمعات الأرضية وبعضها.
- للمادة العضوية والكاتيونات الشائية مثل الكالسيوم وعمليات الابتلال والجفاف دور أساسي في تكوين التجمعات الأرضية
- ثبات التجمعات الأرضية مهم جداً حتى لا ينهار البناء الأرضي حتى تأثير الأمطار وعمليات الري المتواصلة. وعموماً فإن المواد اللاصقة لها الدور الرئيسي في ثبات التجمعات الأرضية.

أسئلة

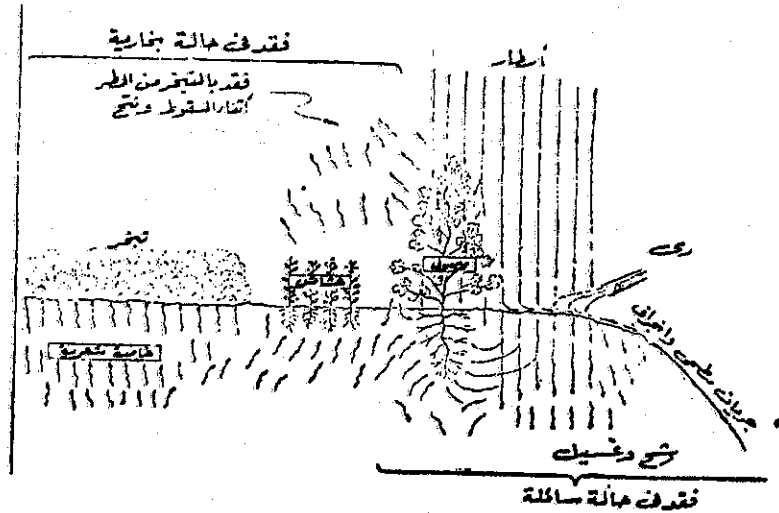
- ما هي مكونات الأرض المعدنية من الناحية الفيزيائية .
- مما يتكون الجزء الصلب من مكونات التربة .
- ما هي مكونات الجزء العضوي بالأرض .
- أين يوجد الجزء الغازي من مكونات الأرض وما هي محتوياته .
- ما هو التقسيم الدولي لمجاميع حبيبات التربة .
- ما الفرق بين صفات الأرض ناعمة القوام والأخرى خشنة القوام .
- ما هي المجموعة الخشنة من حبيبات الأرض وصفات مكوناتها .
- ما هي مكونات المجموعة الناعمة من حبيبات الأرض وصفات مكوناتها
- ما هو التحليل الميكانيكي ومراحله المختلفة.
- ما هي خطوات التخلص من المواد اللاصقة والمواد المستخدمة لذلك.
- ما هو قانون ستوكس وما الأساس الذي بنى عليه .
- بمعلومية مكونات الأرض كيف يمكن تحديد قوام الأرض .
- ما السبب في وجود نوعين من الكثافة للأرض .
- ما هي الكثافة الحقيقية وطريقة حسابها والعوامل المؤثرة عليها .
- ما هي الكثافة الظاهرية وطريقة حسابها والعوامل المؤثرة عليها .
- ما هي مسامية الأرض وطريقة حسابها .
- ما العوامل التي تؤثر على المسامية .
- ما الفرق بين المسام الكبيرة والدقيقة في الأرض ووظيفة كل منهما .
- ما هو البناء الأرضي ، أذكر أنواعه بإيجاز .
- ما الفرق بين البناء الطيفي والبناء العمودي .
- ما الفرق بين البناء الكتلي والبناء الحبيبي .
- ما هي ميكانيكية تكوين بناء الأرض .
- ما هو دور المواد اللاصقة في ثبات التجمعات الأرضية .
- ما هي طريقة تقدير ثبات التجمعات الأرضية .

الماء الأرضي

أن وجود الماء في الطبيعة يعتبر من الأمور الحيوية على كوكب الأرض، ولولاه لما وجدت الحياة على الأرض وحتى الآن لم يتوصل العلماء لوجود حياة على الكواكب الأخرى لعدم وجود ماء بها ، حيث أن كوكب الأرض حتى الآن هو الذي يحتوى على الماء دون باقي الكواكب . يوجد ما يسمى بالدورة الهيدرولوجية ، وهي دورة مغلقة تماماً. والماء الأرضي يمثل جزء أساسي من هذه الدورة كما أن للماء الأرضي صورته المختلفة وتحركه خلال الأرض وتيسره للنبات.

1- الدورة الهيدرولوجية

حركة المياه على كوكب الأرض تتم من خلال الدورة الهيدرولوجية (شكل 1-9) حيث تعتبر المحيطات والقطبين هي أكبر خزانات للمياه على سطح الأرض ، وتنتقل المياه إلى الجو على صورة بخار من المسطحات المائية كالبحيرات والبحار والمحيطات وأيضاً من اليابسة ومن النباتات النامية عليها



شكل (1-9) الدورة الهيدرولوجية

ثم تعود ثانياً على هيئة أمطار على المسطحات المائية وأيضاً على اليابسة والتي يتجه جزء كبير من الأمطار الساقطة عليها إلى البحار والمحيطات خلال المجاري المائية كما تتحرك المياه على اليابسة خلال التربة كما هو موضح في.. والتربة لها دور كبير في إمداد النبات بالماء حيث تحتفظ بالرطوبة ضد الجاذبية الأرضية وتوفر بذلك وسط ملائم للحياة النباتية وبالتالي الحيوانية

2- الميزان المائي Water Budget

يتوقف احتفاظ التربة بالماء على الماء المضاف للتربة والمنصرف منها كما يلي :-

$$G = I + P - \{ ET + R_o + S \}$$

G = تغير المحتوى الرطوبي بالأرض وقد تكون بالسالب أو بالموجب .

I = كمية الماء المضاف بالري .

P = كمية الماء المضافة بالأمطار .

ET = كمية الماء المفقودة بالبخر والنتح .

R_o = كمية الماء التي تفقد بالجريان السطحي .

S = كمية الماء التي تفقد بالسريان العميق .

وتوجد عوامل كثيرة تؤثر على احتفاظ التربة بالماء منها قوام وبناء التربة ونوعية النباتات النامية عليها وطبوغرافية المنطقة والمناخ من حرارة ورطوبة.

دراسة الماء بالتربة له أهمية كبيرة لعدة أسباب منها:

1 - توفير الكمية الكافية من الماء لاحتياجات النباتات النامية في التوقيت

المناسب عند ما تحتاج إليه .

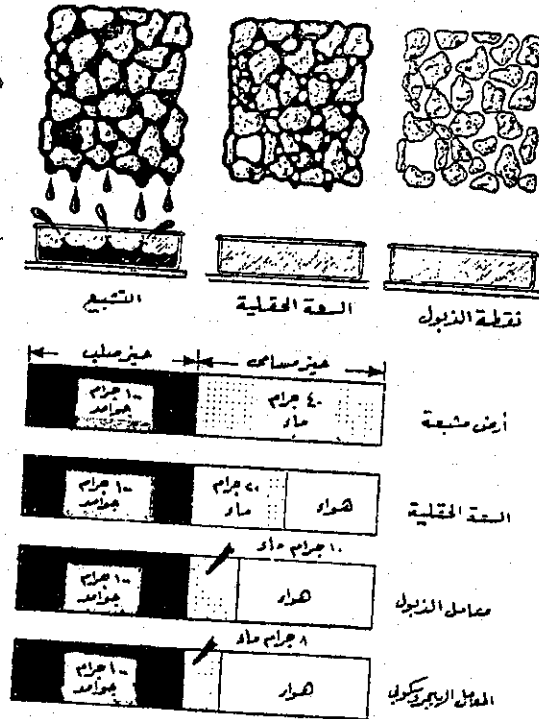
2 - توفير الماء اللازم لغسيل الأملاح المتراكمة في القطاع الأراضي والنااتجة

من عمليات البخر التي تتم من سطح التربة .

3 - المساعدة على إمداد النباتات بالمغذيات الذائبة من خلال محلول التربة.

3- احتفاظ التربة بالماء

وحتى تكون دراسة الماء الأرضي شاملة فإنه يجب دراسة تأثير خواص الأرض من حيث القوام والبناء على كل من حركة الماء إلى داخل التربة وخلالها وكذلك سعتها المائية للاحتفاظ بالرطوبة وكذلك تيسر الرطوبة الأرضية للنباتات النامية وخاصة الاقتصادية منها وذلك يرتبط بحجم وتوزيع كل من حبيبات التربة والمسام الموجودة بينها ويوضح شكل (1-10) التغيرات التي تحدث للماء بالتربة ومراحلها المختلفة عقب الري أو سقوط المطر.



شكل (1-10) رسوم تخطيطية توضح حجوم الجوامد، الماء، الهواء في أرض جيدة التحبيب
طميية سلتية عند مستويات مختلفة من الرطوبة

سعة الحفظ العظمي :

إذا افترضنا أن أضيف ماء إلى سطح تربة جيدة التحييب طميية سلتية متجانسة نسبياً في القوام والبناء وسواء أكان مصدر الماء مطر غزير ثابت المعدل أم من ري غزير، فإنه عندما يدخل الماء إلى الأرض يحل محل الهواء ويصبح سطح التربة مبتلاً (مشبعاً بالرطوبة)، أي أن مسام الأرض، كبيرها وصغيرها تمتلئ بالماء. وينتج عن استمرار إضافة الماء اضطراب حركته إلى أسفل وحلوله محل الهواء. عند هذه النقطة تصبح جميع المسام في الجزء العلوي من التربة ممثلة بالماء. ويطلق على الأرض حينئذ أنها مشبعة بالماء، وأنها عند سعة الحفظ العظمي (شكل 1-10).

السعة الحقلية :

إذا توقف ورود الماء إلى سطح التربة - بانقطاع هطول المطر أو حبس ماء الري مع تغطية سطح التربة لمنع البخر منها فسيكون هناك استمرار لتحرك بعض الماء إلى أسفل بدرجة سريعة نسبياً تقل بالتدريج. وبعد يوم أو حوالي ذلك تتوقف معظم هذه الحركة الهابطة. حينئذ يقال للأرض أنها عند "السعة الحقلية". وإذا اختبرت الأرض عند هذه النقطة فسيظهر أن الماء قد تحرك من المسام الأكبر وحل محله الهواء. أما المسام المتوسطة والدقيقة فأنها لا تزال ممثلة بالماء. ومن هذا المصدر تمتص النباتات الرطوبة. وتظل حركة الرطوبة مستمرة أفقياً ورأسياً تبعاً لعملية الفقد بالبخر وامتصاص الماء بجذور النبات ولكن معدل التحرك يكون بطيئاً جداً لأنه يكون بصفة أساسية نتيجة للقوى الشعرية التي لا يظهر فعلها إلا في المسام الدقيقة فقط (شكل 1-10).

معامل الذبول :

النباتات التي تنمو تمتص الماء من الأرض مما يتبعه انخفاض في كمية الرطوبة الموجودة فيها. وينتقل بعض هذا الماء من الجذور إلى الأوراق خلال النبات حيث يفقد معظمه بالبخر والنتح من سطح الأوراق. وثمة طريق آخر هام لفقد الماء وهو البخر المباشر من سطح التربة الذي يساعد بصفة جوهرية في خفض الرطوبة بالأرض وهو المسئول عن السرعة الواضحة في معدل تبديد الماء من الأرض طبقاً للظروف المناخية. وكلا هذين النوعين من الفقد يحدثان في نفس الوقت من الأرض المنزرعة (شكل 1-10).

عندما تجف الأرض تظهر على النباتات آثار نقص الرطوبة الأرضية. ففي أثناء النهار تميل إلى الذبول، خصوصاً إذا كانت درجات الحرارة مرتفعة وكانت هناك بعض الحركة للرياح ويكون مقدار فقد الماء من النباتات أكبر من

مقدار الماء الممتص بجذوره. وفي النهاية يكون معدل تزويد النبات بالماء بطيئاً لدرجة أن يظل ذابلاً ليلاً ونهاراً. وبالرغم من أن النباتات لا تكون ميتة، فأنها تبقى في حالة ذبول دائم وتموت إذا لم يضاف إليها ماء.

ويدل اختبار الأرض عند هذه النقطة على أنه لا يزال باقياً فيها مقدار من الرطوبة. ويطلق على ما تحتويه الأرض من رطوبة عند هذه المرحلة اصطلاح "معامل الذبول" ويختلف مقداره باختلاف قوام الأرض. ويكون الماء المتبقي في الأرض حينئذ موجوداً في أصغر المسام الدقيقة وعلى هيئة أغلفة رقيقة حول حبيبات التربة أي أن قدراً كبيراً من الماء الموجود في الأراضي يكون في حالة غير ميسرة للنباتات الراقية، ولهذا لا بد من أن يكون المحتوى الرطوبي بالأرض أعلى من معامل الذبول إذا أريد للنباتات أن تنمو وتؤدي وظائفها بحالة طبيعية.

المعامل الإيجروسكوبي :

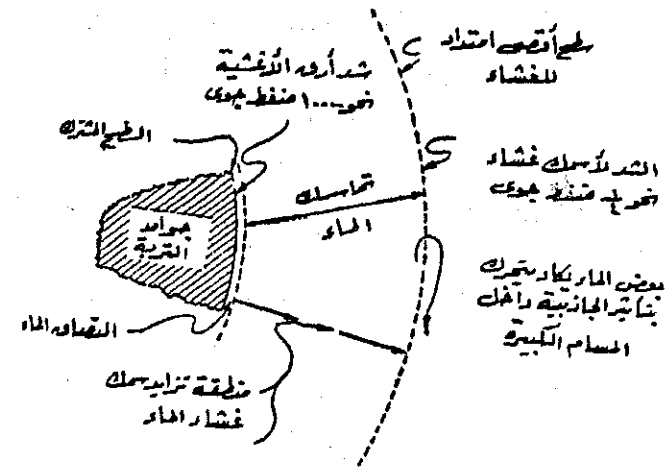
لكي نحصل على صورة كاملة للعلاقة المائية للأرض تؤخذ عينة منها إلى المعمل وتترك لكي يزداد جفافها ثم تحفظ في جو مشبع تماماً ببخار الماء فنجد أنها ستفقد الماء السائل الذي يمسك حتى في أصغر المسام الدقيقة. أما ما يتبقى من ماء بها فإنه سيكون مدمصاً على سطح الحبيبات الأرضية، خصوصاً الغرويات، ممسوكاً بقوة كبيرة لدرجة أن معظمه يعتبر غير سائل ولا يتحرك فقط إلا على الصورة الغازية (بخار ماء). ويطلق على المحتوى الرطوبي للأرض عند هذه النقطة مصطلح "المعامل الإيجروسكوبي". وكما هو متوقع، فإن الأراضي ذات النسب العالية من المواد الغروية (الطين والدوبال) ستحتفظ بمياه مدمصة أكثر مما تحتفظ به أرض رملية أو أخرى فقيرة في الطين والدوبال (شكل 1-10).

ومن ذلك يتضح لنا أن الرطوبة تمسك في الأرض بقوى الأدمصاص أو القوى الشعرية، وأن مقدار قوة الشد الممسوك بها الماء في التربة تتوقف على الكمية الموجودة من الماء فكلما صغرت الكمية زاد مقدار قوة الشد أو قوة مسك الماء.

4 - مسك الماء بالتربة

يعزي إلى حد كبير حفظ الرطوبة بواسطة حبيبات الأرض إلى قوتين إحداهما هي قوة اجتذاب سطوح الحبيبات لجزيئات الماء (خاصة التلاصق)، أما الثانية فهي قوة اجتذاب جزيئات الماء لبعضها (خاصة التجاذب). فبخاصة

التلاصق تمسك الجوامد جزيئات الماء بقوة عند السطوح المشتركة بين الماء والأرض ، هذه الجزيئات بدورها تمسك بخاصية تجاذبها جزيئات ماء أخرى بعيدة عن سطح الحبيبات . هاتان القوتان معاً تجعلان من المستطاع لحبيبات الأرض أن تحتفظ بالماء وتتحرمان لدرجة محسوسة في حركته وامتصاصه. والماء الذي يمسك بهاتين القوتين ليس كافياً لكي يملأ أصغر المسام الشعرية فقط ، بل أنه يسمح أيضاً بالمحافظة على وجود أغشية سميكة نسبياً في المسام الكبيرة . فإذا زادت هذه الأغشية في السمك فإن وزنها يزداد باطراد ، وتصبح الرطوبة عند السطح الخارجي للغشاء ممسوكه بقوة أقل (شكل 1-11). هذا الماء الممسوك عند السطح الخارجي تكون معرضة للحركة إلى أسفل في سهولة مستجيبة في ذلك لقوة الجاذبية الأرضية ، وكذلك أفقياً ورأسياً مستجيبة لشدة أغشية الرطوبة المتاخمة لها والتي تقل عنها في السمك .



شكل (11-1) : رسم توضيحي يظهر السمك المطرد لغشاء الماء في أحد المسام الكبيرة وما يقابله من انخفاض في قيمة الشد التي عندها تمسك جزيئات الماء عند السطح الفاصل بين الماء والهواء .

طرق التعبير عن الطاقة :

قبل تحري القيم الفعلية للطاقة ، لا بد من أن نتفهم باختصار أنواع الوحدات التي تستخدم للتعبير عنها . فإحدى طرق التعبير عن قوة مسك الماء أو الشد الرطوبي تكون بقياس ارتفاع عمود من الماء بالسنتيمترات والذي مساحة مقطعة 1 سم² ووزنه يساوي الشد الرطوبي المقصود . وكلما كان الارتفاع بالسنتيمترات كبيراً دل ذلك على ارتفاع قوة الشد الرطوبي أو قوة مسك الماء بالتربة .

ويمكننا تحويل مثل هذه القراءات إلى صور أخرى للتعبير عن قوة مسك الماء والطريقة الأكثر قبولاً هي طريقة القياس بوحدة الضغط "البار" أو بالضغط الجوية ، كما أن هناك طريقة أخرى للتعبير وهي تسمى رقم pF وهو لوغاريتم ارتفاع عمود الماء الذي مساحة مقطعه هي وحدة المساحات ووزنه يساوي قوة الشد بالتربة كما هو موضح في جدول (1-1)

جدول (1-1) الوحدات المستخدمة في التعبير عن قوة مسك الماء بالتربة

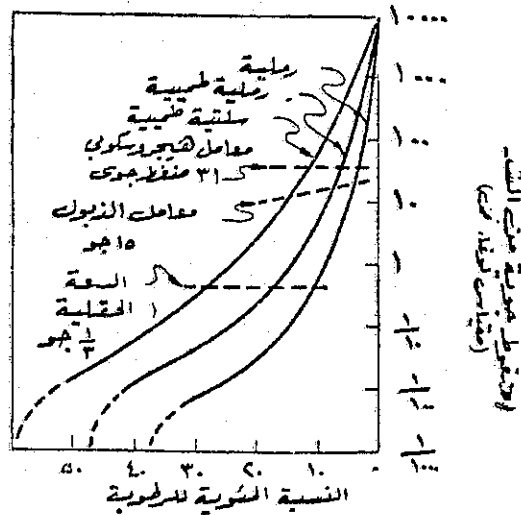
ارتفاع عمود من الماء سم	الضغط الجوية بالتقريب بار	لوغاريتم ارتفاع عمود الماء pF	حالة الرطوبة
صفر	0.001	صفر	التشبع
10	0.01	1	
100	0.1	2	
346	0.33	2.5	السعة الحقلية
1000	1.0	3	
10000	10.0	4	
15849	15.0	4.2	معامل الذبول
31623	31.0	4.5	معامل الهيجروسكوبي

العلاقة بين قوة الشد وسمك الغشاء :

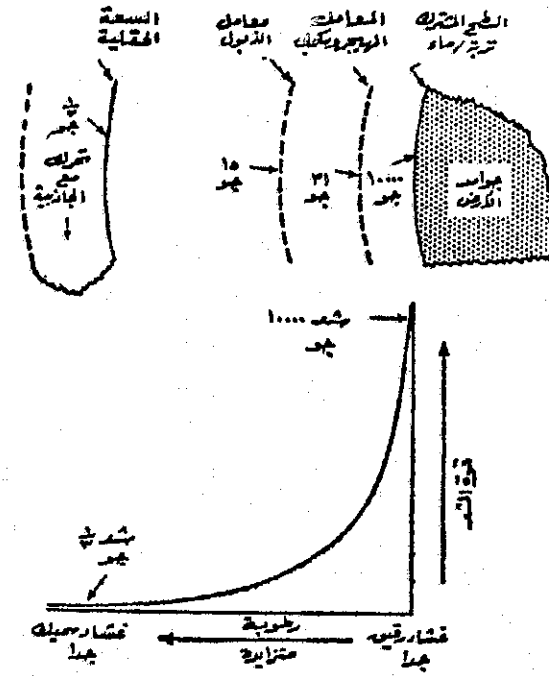
أثناء المطر الغزير وعقبه مباشرة تكون كل المسام حتى الكبيرة منها ممتلئة تماماً بالماء ، بمعنى أن أغشية الرطوبة حول حبيبات التربة تكون سميكة جداً وبالتالي قوة مسك الماء صغيرة جداً . لذلك فإن بعض الماء الذي يوجد ممسوكاً بهذه المسام الكبيرة ينجذب إلى أسفل حيث طبقات الأرض السفلي أكثر جفافاً وتبعاً لقوى الجاذبية الأرضية والقوى المرتبطة بأغشية الرطوبة تحدث حركة معتدلة السرعة إلى أسفل إلا إذا كانت المسام متناهية في الصغر فتبتطو الحركة (شكل 1-12) .

في شكل (1-13). وهذا المنحنى يوضح العلاقة بين المحتوى الرطوبي وقوة الشد لأراضي مختلفة القوام وهي رملية ، طميية رملية ، و طميية سلتية . ويلاحظ أن قيم الشد المقدرة بالضغط الجوي قد رسمت مقابل النسب المئوية للمحتوى الرطوبي ، ومنه يتضح أن الأراضي ذات القوام الناعم (الطينية) تحتفظ بنسبة مئوية عالية من الرطوبة عن الأراضي ذات القوام الخشن (الرملية) .

ويجب أن يبقى عالقاً بالأذهان أن قيم قوة مسك الماء تدل على قوة مسك الماء عند الأوجه المشتركة بين السائل والهواء فحسب، أي عند السطح الخارجي للغشاء المائي. أي أن غشاءاً رقيقاً قد يتعرض لضغط سالب مداه 100 جو، ولكن إذا زاد سمكه بالإضافة ، فإن الماء الذي يشغل موقع الغشاء الأصلي سيتعرض لشد أقل كثيراً ، وبالتالي سيتحرك بدرجة أكثر حرية عن ذي قبل . مع العلم بأن قوة مسك الماء هي قيم سالبة لأنها تمسك ضد الجاذبية الأرضية.



شكل (1-13) : منحنيات الشد لثلاثة أراضي مختلفة القوام ، توضح قيم الشد بالضغط الجوي وعلاقتها بالنسبة المئوية للرطوبة الموجودة في الأرض .



شكل (1-12) : رسومات توضيحية للعلاقة بين سمك أغشية الماء وقوة الشد التي يمسك بها الماء عند السطح المشترك بين السائل والهواء . قوة الشد موضحة بالضغط الجوي . (الرسم العلوي) رسم كروكي لسمك غشاء الماء عند مستويات عديدة من الرطوبة . (الرسم السفلي) التغير اللوغاريتمي في قوة الشد بازدياد سمك الغشاء

الارتباط بين الطاقة والمحتوى الرطوبي
بتقدير قيم قوة مسك الماء عند محتويات رطوبة متباينة للأرض ، يمكن رسم العلاقة بين الرطوبة والطاقة وتسمى منحنيات الرطوبة الأرضية كما هو موضح

5-التصنيف الفيزيائي للماء بالأرض

منحنيات الرطوبة الأرضية تدل على أنه إذا زادت الرطوبة الأرضية أو خفضت فإن التغير في قوة الشد الذي يمسك به الماء يكون تدريجياً . فليست هناك ، أن حد فاصلة يمكن على أساسها وضع تصنيف للماء الأرضي . وكما ذكر عند تصنيف حبيبات التربة تبعاً لحجمها ، فإن من الممكن بالنسبة للماء استعمال تقسيم اعتباري نوعاً على أساس الدرجة النسبية للحفظ . ولقد صنف الماء الأرضي تصنيفاً مبسطاً إلى ثلاث صور رئيسية وهي : حر ، شعري ، وإيجروسكوبي بالإضافة إلى صورتان سبق ذكرهما من قبل ، هما ماء التبلور الذي يمسك كجزء من التكوين البلوري للطين السليكاتي ، وبخار الماء الموجود في الهواء بمسام الأرض . وفيما يلي الصفات العامة لصور الماء الثلاثة:

1 - ماء حر (ماء الصرف)

• الماء الموجود في مسام الأرض زيادة عما تحتفظ به الأرض عند السعة الحقلية .

- ماء غير مرغوب فيه ، ويفقد بالصرف .
- يتحرك استجابة لقوى الجاذبية الأرضية .
- هذا الماء عند فقدته تفقد معه المغذيات الموجودة في محلول التربة

2 - ماء شعري

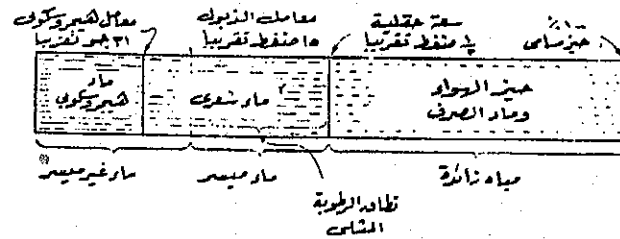
- يوجد بين السعة الحقلية والمعامل الإيجروسكوبي في المسام الدقيقة
- ليس كله ميسراً للنباتات .
- يتحرك نتيجة لالتزان بين الأغشية السميكة والرقيقة .
- يقوم بعمل المحلول الأرضي .

3 - ماء إيجروسكوبي

- يوجد عند المعامل الإيجروسكوبي .
- يمسك في الغالب بواسطة الغرويات الأرضية .
- معظمه في حالة غير سائلة .
- غير ميسر للنبات
- يتحرك في الغالب على صورة بخار تبعاً لاختلاف الضغط البخاري

6-التصنيف البيولوجي للماء بالأرض

الرطوبة الموجودة ليست جميعها متيسرة أو صالحة للنمو الخضري السريع للنبات ولكنها تقسم على هذا الأساس إلى ماء فائض ، ماء ميسر ، ماء غير ميسر كما هو موضح في شكل (1-14) .



شكل (1-14) : رسم تخطيطي يبين العلاقة بين الصور المتعددة للرطوبة الأرضية بالنسبة للنباتات الراقية . وبإدخال معامل الذبول يمكن تحويل التصنيف الفيزيائي للماء الأرضي إلى تصنيف بيولوجي .

ماء فائض :

الماء الموجود بالأرض ويزيد عن المحتوى الرطوبي للسعة الحقلية ليست له فائدة للنباتات الراقية . عندما يكون هذا الماء موجوداً بكثرة فإنه يشجع الظروف الضارة للنمو ، وتزداد التهوية سوءاً كلما اقتربنا من نقطة التشبع . والماء الفائض هو الماء الحر في التقسيم الفيزيائي .

تنشأ الآثار السيئة لهذه الرطوبة الزائدة عن السعة الحقلية على النباتات نتيجة لسوء التهوية حيث تحرم الجذور من الأوكسجين اللازم لتنفسها ، ويزداد النشاط البكتيري غير المرغوب فيه بالإضافة إلى بعض التغييرات الكيماوية الحيوية المضادة . كما أن التخلص من الماء الفائض يتسبب في فقد المغذيات مع ماء الصرف .

الماء الميسر :

هو الماء الذي تحتفظ به الأرض فيما بين السعة الحقلية ومعامل الذبول . وتعتبر قيمة معامل الذبول لأرض ما واحدة إلى حد كبير لجميع نباتات المحاصيل العادية النامية على هذه الأرض ويعتبر معامل الذبول إحدى الخواص المميزة للأرض وليس للنبات الذي يستخدم في تقديره ويجب ألا تغرب هذه الحقيقة عن الأذهان . ولقد وجد أن كمية الرطوبة الميسرة في المدى بين السعة الحقلية ومعامل الذبول نقل باستمرار كلما اقتربنا من معامل الذبول. أن توفر الماء للنبات يتوقف إلى درجة كبيرة على نوع المحصول المنزرع ، وكذلك على المنطقة الذي ستشغلها الجذور من القطاع الأرضي حيث كلما زاد انتشار الجذور زاد المصدر الذي يمتص منه النبات احتياجاته المائية.

وتدل بحوث الري على أنه يفضل أن تضاف المياه عند استنزاف من 50% إلى 85% من الرطوبة المتيسرة بمنطقة انتشار الجذور . كما أنه حينما يقترب المحتوى الرطوبي من نقطة الذبول ، فإن معدل امتصاص النبات للماء يكون أقل من الكمية التي تكفي للمحافظة على نمو مثالي .

الماء غير الميسر :

وهو الماء الذي يمسك في الأرض عند نقطة الذبول وهو يشمل الماء الإيجروسكوبي وجزء من الماء الشعري ويعتبر ذات أهمية قليلة لحياة النبات الراقي فيما عدا النباتات الصحراوية وتزداد كميته في الأراضي كلما زادت الغرويات الأرضية.

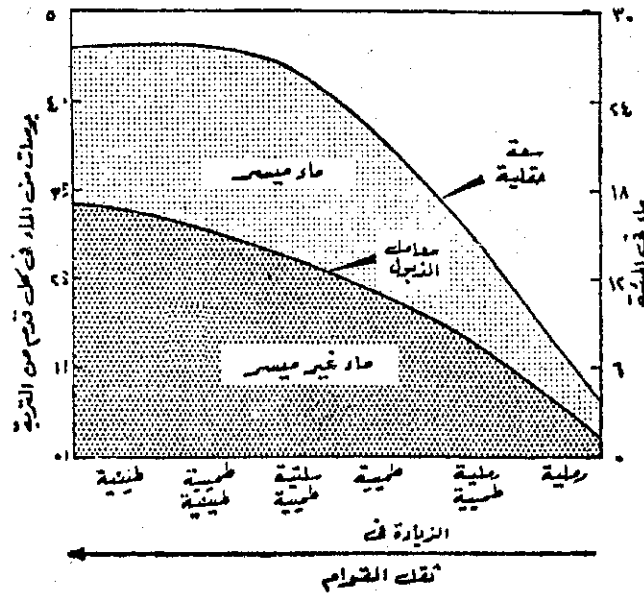
العوامل المؤثرة في كمية الرطوبة الأرضية الميسرة :

قبل تقييم العوامل الأرضية التي تؤثر في تيسر الماء للنباتات يجب أن نعرف أن هناك عوامل أخرى تؤثر في تيسر امتصاص النبات للماء. فكثر من العوامل النباتية والمناخية لها أثر معلوم في كمية المياه التي يمكن للنباتات أن تمتصها بكفاءة من أرض ما. أن كل من الخواص الجذرية للنبات ومقاومة النبات للجفاف ، أطوار نمو النبات ومعدل النمو، كلها عوامل نباتية هامة . أما درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية وسرعته فأنها متغيرات جوية تؤثر في كفاءة استخدام ماء الأرض وعلى الكمية التي يمكن أن تفقد بالتبخير من سطح التربة و لا يستفيد منها النبات .

ومن بين الخواص الأرضية الهامة التي تؤثر في الرطوبة الأرضية الميسرة للنبات ما يأتي :

قوام وبناء الأرض :

من العوامل الهامة التي تؤثر في المحتوى الرطوبي للأرض عند السعة الحقلية وأيضاً عند معامل الذبول وبالتالي في كمية الماء الميسر حيث أن قوام و بناء الأرض يؤثر في كمية الماء الذي يمكن أن تقدمه التربة للنباتات النامية . ويوضح شكل (1-15) الأثر العام للقوام ، إذ يلاحظ أن الزيادة في درجة نعومة القوام يتبعها ارتفاع عام في كمية اختزان الرطوبة المتيسرة ، ولو أن الأرض الطينية أحياناً ما تكون سعتها للماء الميسر أقل من أرض طميية سلتية جيدة التحييب .



شكل (1-15) : العلاقة العامة بين خواص الرطوبة الأرضية وقوام الأرض . لاحظ أن معامل الذبول يزداد كلما ثقل القوام . وتزداد السعة الحقلية حتى نصل إلى الطمي السلتية .

المادة العضوية :

الأرض الجيدة الصرف تزيد سعتها للرطوبة الميسرة بزيادة محتواها من المادة العضوية وذلك راجع إلى تأثيرها الجيد على التحبيب وبناء الأرض ، وفي مساميتها ، وبالتالي في الاحتفاظ بالماء كما انه كلما زادت المادة العضوية في الأرض زادت كمية الماء الميسرة للنبات.

تركيز الأملاح :

تؤثر الأملاح الموجودة بالأرض في امتصاص الماء الأرضي ، سواء أكانت هذه الأملاح من المخصبات المضافة أم من مركبات موجودة بطبيعتها ، لأنه عند زيادتها يزيد الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي وتتنخفض الرطوبة الميسرة للنبات ، وغسيل الأملاح الذائدة ذو أهمية عملية في بعض الأراضي الملحية بالمناطق الجافة وشبه الجافة حتى يقل تأثيره على تيسر الماء للنبات .

عمق الأرض وطبقتها :

سعة الأراضي العميقة القطاع في الاحتفاظ بالرطوبة الميسرة أعلى منها في الأراضي الضحلة ، إذا كانت العوامل الأخرى متساوية . ولذلك أهمية عملية للنباتات ذات الجذور المتعمقة مثل الأشجار ، خصوصاً في تلك المناطق تحت الرطوبة وشبه الجافة والتي لا يكون الري الإضافي فيها مستظافاً حيث أن سعة الأرض لاختزان الرطوبة المتيسرة تحدد بدرجة كبيرة صلاحيتها للزراعة.

7- تقدير رطوبة الأرض :

حتى نتعرف على مقدار الرطوبة في الأرض وتيسرها وحركتها يلزم معرفة ما تحتويه الأرض من الرطوبة وفيما يلي نقدم باختصار الطرق الرئيسية المستخدمة لتقدير النسبة المئوية للرطوبة في الأرض:

- (أ) الطريقة الوزنية
- (ب) التنشيو مترات (أجهزة قياس الشد)
- (ج) قوالب الجبس (قياس المقاومة)
- (د) جهاز تشتت النيوترونات .

أ. طريقة الوزن

هي أكثر الطرق استعمالاً ، وفيها توضع عينة من التربة الرطبة معروفة الوزن في فرن على درجة حرارة 100-110°م حتى ثبات الوزن ، ثم توزن ثانية .

مقدار الفقد في الوزن يعبر عن كمية الرطوبة التي فقدت بالتسخين من العينة الرطبة ، وبمعلومية وزن العينة الجافة يمكن حساب النسبة المئوية للرطوبة في التربة الرطبة .

ب - طريقة التنشيو مترات :

تقيس القوة التي تمسك بها المياه في التربة ، وليس كمية الماء الموجودة بالأرض وعن طريق منحنيات الرطوبة السابق ذكرها يمكن تحديد نسبة الرطوبة الأرضية بمعلومية قوة مسك الماء. هي ذات فائدة كبيرة في تقدير الحاجة إلى ماء الري عندما يراد الاحتفاظ بالرطوبة قرب السعة الحقلية هذه الطريقة تصلح للأراضي الرملية أكثر من غيرها من الأراضي.

ج- طريقة قوالب المقاومة :

وهي غالباً ما تكون مصنوعة من الجبس. عندما توضع القوالب في الأرض عند عمق معين فإن القوالب تمتص رطوبة من الأرض وتكون في حالة اتزان معها. ترتبط مقاومة القالب للتيار الكهربائي بكمية الماء الذي يمتصه . وبمعايرة قراءات المقاومة مع محتوى الأرض من الرطوبة يمكن رسم منحنى يوضح العلاقة بين المقاومة للتيار الكهربائي ونسبة الرطوبة الأرضية ، من منحنى المعايرة يمكن الحصول على تقدير تقريبي لكمية الرطوبة في التربة .

د- طريقة تشتت النيوترونات :

هي أحدث الطرق التي استتبعت لتقدير رطوبة الأرض حيث أمكن استغلال الحقيقة المعروفة عن ذرات الأيدروجين التي يحتويها الماء الأرضي بأن مفعولها أكيد في الإقلال من سرعة النيوترونات سريعة الحركة وفي تشتيتها . وبسبب هذا التشتت والتغير في اتجاه النيوترونات يعود بعضها إلى نقطة قريبة من المصدر الأصلي بطيئة "حركة ويرتبط عدد هذه النيوترونات البطيئة بعدد ذرات الأيدروجين التي اصطدمت بها وبالتالي بجزيئات الماء الموجودة في الأرض . ومن مزايا هذه الطريقة أنه يمكن استخدامها بدون تغيير في نظام الأرض ، وكذلك في الأراضي المحتوية على أملاح .

تذكر

- وجود الماء في الطبيعة يعتبر من الأمور الحيوية علي كوكب الأرض ولولا الماء ما وجدت حياة .
- حركة الماء في الأرض تتم من خلال دورة هيدرولوجية من سقوط الأمطار علي المسطحات المائية وعلي الأرض ثم حركتها علي سطح وفي باطن الأرض ثم تفقد علي هيئة بخار إلي أعلي.
- لدراسة الميزان المائي يجب تقدير كل من كمية ماء الصرف الزراعي وكمية ماء الري المضاف وكمية ماء المطر وكذلك تقدير كمية كل من الماء المفقود بالبخر والنتح والماء المفقود بالجريان السطحي والماء المفقود بالسرطان العميق إلي أسفل.
- تحتفظ الأرض بالماء علي هيئة أغلفة مائية حول الحبيبات وفي المسام بين حبيبات الأرض
- تمر الأرض بعدة مراحل بعد الري الغزير تبدأ من التشبع الكامل للأرض بالماء (جميع المسام مملوءة بالماء) إلي الذبول الدائم للنبات ثم الجفاف الكامل للأرض.
- سعة الحفظ العظمي للأرض هي الحالة التي تكون عليها عندما تمتلئ جميع مسام التربة بالماء ويطرده جميع الهواء ويطلق علي الأرض أنها مشبعة تماماً بالماء.
- السعة الحقلية هي المحتوي الرطوبي للأرض عندما يتوقف جزئياً سريان الماء إلي أسفل بالجاذبية للأرض وذلك بعد ري الأرض رية غزيراً ثم تغطية الأرض لمنع البخر منها .
- معامل الذبول هو المحتوي الرطوبي في الأرض عندما تظهر علي النباتات علامات الذبول الدائم وهي تقابل قوة مسك الماء بالأرض (15 ص جـ) وهي صفة ترتبط بالأرض ولا ترتبط بنوع النبات .
- يتم تقدير معامل الذبول أما في أصص بزرع نباتات عباد الشمس بها ثم تغطية سطح التربة لمنع البخر منها وعند الذبول الدائم للنبات يقدر المحتوي الرطوبي بالأرض. أو يقدر في المعمل بجهاز الضغط الغشائي عند 15 ص جـ.

- المعامل الأيجروسكوبي وهو المحتوي الرطوبي بالأرض عندما يكون الماء علي صورة أغلفة رقيقة حول حبيبات التربة وممسوكة بقوة مقدارها - 31 ص جـ وهي صفة ترتبط بقوام الأرض حيث كلما كان القوام ناعم كان السطح النوعي أكبر وكان المعامل الأيجروسكوبي أكبر.
- تمسك جزيئات الماء بالتربة ضد الجاذبية الأرضية بالتربة بناء علي تأثير قوتين هما خاصة التلاصق (جذب سطح الحبيبات لجزيئات الماء) وخاصية التجاذب (جذب جزء جزيئات الماء لبعضها البعض)
- يعبر عن قوة مسك الماء بوحدات الضغط الجوي أو وحدات البار أو ارتفاع عمود الماء الذي مساحة مقطعه وحدة المساحات ووزنه يساوي قوة مسك الماء بالتربة أو لو غار يتم ارتفاع عمود الماء.
- كلما زاد سمك غشاء الماء كلما قلت قوة سمك الماء عند السطح الفاصل بين الماء والهواء.
- تختلف كمية المحتوي الرطوبي عند كل من معامل الذبول والسعة الحقلية باختلاف قوام الأرض حيث يزيدان كلما زاد القوام نعومة .
- التصنيف الفيزيائي للماء هو الماء الحر ، الماء الشعري ، الماء الأيجروسكوبي .
- التصنيف البيولوجي للماء هو الماء الفائض ، الماء الميسر ، الماء الغير ميسر .
- الماء الميسر هو الماء الممسوك بين السعة الحقلية ومعامل الذبول .
- العوامل المؤثرة عن المحتوي المائي بالتربة هي القوام ، البناء ، المادة العضوية ، تركيز الأملاح الذائبة ، عمق الأرض.
- تقدر الرطوبة بالتربة بطريقة الوزن ، طريقة التنشيوميترات ، قوالب المقاومة ، تشتت النيوترونات.
- لتقدير الرطوبة بالطريقة الوزن فإنه يجب أن توزن عينة التربة رطبة ثم تجفف حتى ثبات الوزن ثم توزن وهي جافة والفرق بين الوزن الرطب والوزن الجاف هو وزن الماء المفقود وينسب إلي وزن العينة الجافة لحساب النسبة المئوية للرطوبة.

أسئلة

- ما هي الدورة الهيدرولوجية .
- ما هو الميزان المائي .
- كيف تحتفظ التربة بالماء ضد الجاذبية الأرضية .
- ما الفرق بين سعة الحفظ والسعة الحقلية .
- ما الفرق بين معامل الذبول ومعامل الإيجروسكوبي .
- ما السبب في ظهور أعراض الذبول على النبات .
- ما تأثير الغرويات الموجودة بالأرض على معامل الإيجروسكوبي .
- ما هي القوى المسؤولة عن مسك الماء بالتربة .
- ما هو رقم pF وما هي قيمته عن السعة الحقلية ومعامل الذبول .
- ما هي العلاقة من قوة سمك الماء وسمك الغشاء المائي .
- ما هي منحنيات الرطوبة الأرضية .
- ما هو تأثير قوام الأرض على منحنيات الرطوبة الأرضية .
- ما هو التصنيف البيولوجي للماء بالأرض .
- ما الفرق بين الماء الشعري والماء الإيجروسكوبي .
- ما الفرق بين الماء الحر والماء الشعري .
- ما الفرق بين الماء الحر والماء الإيجروسكوبي .
- "الماء الحر هو الماء الفائض" أشرح هذه العبارة .
- الفرق بين الماء الفائض والماء الميسر .
- أشرح الفرق بين الماء الميسر والماء الغير ميسر .
- ما هي العوامل المؤثرة عن كمية الماء الميسر بالأرض .
- ما تأثير المادة العضوية والأملاح الذائبة بالأرض على تيسر الماء بها .
- ما هي طرق تقدير الرطوبة الأرضية .
- قارن بين الطريقتين الوزنية و التنشيمية لقياس الرطوبة بالأرض .
- قارن بين طريقتي تشتت النيوترونات وقوالب المقاومة لقياس الرطوبة بالأرض .

صفات الأرض الكيميائية

الأجزاء الفعالة في الأرض هي الموجودة على الصورة الغروية ويوجد نوعان من المادة الغروية في الأرض هي الغروية العضوية (الدوبال) والغروية غير العضوية (الطين) . ولدراسة الأرض دراسة مستفيضة يلزم التعرف على محتواها من الغرويات وأنواعها وتركيبها . النسبة المئوية للمادة الغروية العضوية بالأرض متغيرة باستمرار تبعاً للإضافات من المواد العضوية إلى الأرض . أما النسبة المئوية للمادة الغروية غير العضوية بالأرض (النسبة المئوية للطين) فهي ثابتة إلى حد ما ولا تتغير مع الزمن إلا بدرجة ضئيلة جداً .

ومن المعروف أن حبيبات الطين يكون قطرها أقل من 0.002 مم أو 2 ميكرون . والحد الأعلى لقطر الحبيبات الغروية غير العضوية هو 0.001 مم أو 1 ميكرون وبالتالي فإن الغالبية العظمى من حبيبات الطين هي حبيبات غروية .

يوجد نوعان من الطين هما الطين السليكاتي وهو الموجود في الأرض المصرية، وطين أكاسيد الحديد والألومونيوم وهو الموجود في المناطق الحارة وشبه الحارة . ولكن في دراستنا للغرويات سنركز على الطين السليكاتي .

الصفات العامة للطين

1 - الشكل :

حبيبات الطين ليست كروية الشكل ولكنها صفائحية أي عبارة عن صفائح أو رقائق حجمها وشكلها يتوقف على تركيبها المينارولوجي وعموماً فإن المحور الرأسي لهذه الصفائح أقل بكثير من المحور الأفقي . وهي تشبه لحد ما صفائح الميكا . وحبيبة الطين تتكون من عدة صفائح ترتبط معاً بدرجات مختلفة من الشدة تتوقف على نوع الصفائح للطين كما سيتضح فيما بعد . وقد يحدث تمدد لهذه الصفائح وانفخاض في بعض معادن الطين وفي البعض الآخر لا يحدث تمدد أو انتفاخ .

2 - مساحة السطح :

كلما قل حجم حبيبات الغروي كلما زادت مساحة السطح لوحدة الوزن لهذا الغروي وكمثال لذلك مساحة السطح لجرام واحد من الطين الغروي تزيد 1000

مرة عن مساحة السطح لجرام واحد من الرمل الخشن. يوجد نوعان من السطوح لمعادن الطين وهي السطوح الخارجية والسطوح البينية بين الصفائح

3- الطبقة الكهربائية :

تحمل الحبيبات الدقيقة للطين الغروي شحنة سالبة وبالتالي تتجذب الكاتيونات أو الأيونات الموجبة الشحنة إلى الحبيبات الغروية مما يشكل ما يسمى بالطبقة الكهربائية المزدوجة . حيث تكون الحبيبة الغروية هي الطبقة الداخلية السالبة الشحنة وتشكل الكاتيونات المدمصة أو المحيطة بالحبيبة الطبقة الخارجية الموجبة الشحنة. أي أن الحبيبات الغروية تعمل كشق حامضي وتسمى النواة . ويغلف سطح النواة الكاتيونات المدمصة وجزيئات الماء لأن الغالبية العظمى من هذه الكاتيونات تكون متأدرة.

4 - تبادل الكاتيونات :

حبيبات الطين عبارة عن نظام يتكون من جزيئين رئيسيين . الأول نواه غير قابلة للذوبان والثاني حشد كبير من الكاتيونات المفككة المدمصة على النواة. وهذه الكاتيونات سهلة التحلل أي أنها قابلة للتبادل وهذا التبادل يسمى التبادل الكاتيوني . وهو من أهم الظواهر الموجودة في الأرض والمسئول الأول عن إمداد النبات باحتياجاته من العناصر الغذائية. وبالنسبة للأراضي الجيدة الصرف في المناطق الجافة مثل مصر فإن الكاتيون السائد على الغروي هو الكالسيوم مكوناً ما يسمى بالطين الكالسيومي أما إذا كان الصرف بالأرض سيئاً ويحدث تراكم للأملاح القلوية فإن السيادة تكون لكاتيونات الصوديوم المتبادلة مكوناً ما يسمى بالطين الصوديومي - وسنرى فيما بعد أن صفات الأرض الطبيعية والكيميائية مرتبطة بنوع الكاتيونات المدمصة على الحبيبات الغروية . حيث أن الأراضي التي يكون فيها غالبية الطين معقد صوديومي تكون صفاتها الطبيعية والكيميائية غير مناسبة للنمو الجيد للنبات.

التركيب المينارولوجي للطين

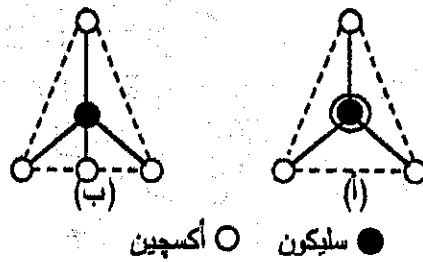
كان يعتقد في السابق أن الطين الغروي جسم ليس له شكل ولكن باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني وأشعة أكس اتضح أن الطين الغروي له شكل بلوري. وبناء على هذه الخواص البلورية أمكن التعرف على ثلاث مجموعات من الطين السليكاتي هي: مجموعة الكاولينيت ومجموعة

المونتموريلونيت ومجموعة الميكا المتأدرة، بالإضافة إلى مجاميع الفيرميكلولايت و الكلورايت .

الطين من المعادن الثانوية التي تبنى في الطبيعة من نواتج التجوية الكيميائية وهي تتكون من السليكا والألومينا في توزيع فراغي معين مكونه بلورات الطين التي تشبه صفائح الميكا. باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني أمكن تحديد وحدتين بنائيتين أساسيتين تكونان معاً معادن الطين وهما :

أ - رباعية الأوجه Tetrahedra

وهي تتكون من تراص أربع ذرات من الأكسجين وبينهم في الوسط ذرة من السليكون مكونه بلورة لها أربعة سطوح خارجية وتتصل هذه البلورات ببعضها مكونة صفيحة السليكا (شكل 1- 16)



شكل (1-16) بلورة تتراهدرا من الأكسجين و السليكا
(أ) مستوي أفقي (ب) مستوي رأسي

ب- ثمانية الأوجه Octahedra

هي تتكون من تراص 6 ذرات من الأكسجين و الأيدروكسيل وتحصر بينها ذرة ألومنيوم في شكل له ثمانية أسطح خارجية والمسافة بين ذرة الألومنيوم وذرات الأكسجين والأيدروكسيل متساوية. وتتصل هذه البلورات ببعضها مكونة صفيحة الألومينا (شكل 1- 17).

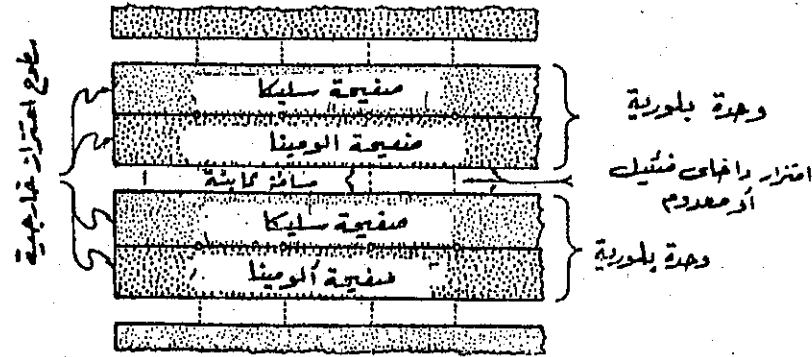
وتبعاً للطريقة التي تنتظم بها الوحدات البنائية (تتراهيدرا ، اوكتاهيدرا)

يمكن تقسيم معادن الطين إلى :

• معادن طين غير بلورية حيث تتحد رباعيات الأوجه بشكل غير منتظم مع ثمانية الأوجه لتعطي معادن طين غير متبلورة وأهمها معدن طين الألوفان

Alophane

• معادن طين بلورية حيث تترتب الوحدات البنائية من صفائح السليكا وصفائح الألومينا بترتيب معين وبمسافات معينة ويختلف معدن الطين الناتج حسب طريقة الترتيب والتركيب ويوجد ثلاثة مجاميع مختلفة من معادن الطين هي:



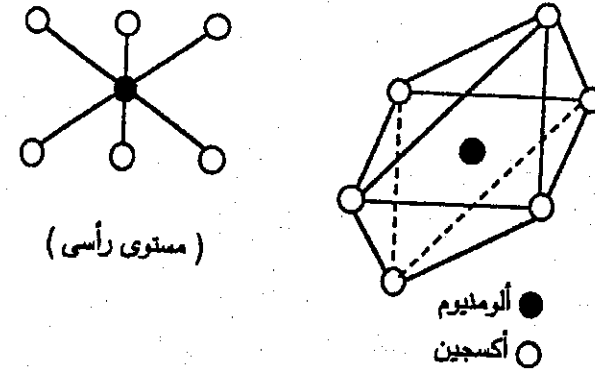
شكل (1-18) رسم تخطيطي يبين بناء بلورة الكاولينيت

من صفات مجموعة الكاولينيت.

- تماسك الوحدات البنائية بقوة شديدة جداً (رابطة إيدروجينية)
- عدم حدوث تمدد بين الوحدات البنائية
- عدم دخول الكاتيونات وجزيئات الماء بين الوحدات البنائية
- انخفاض خواص البلاستيكية والالتصاق والانكماش والانتفاخ
- انخفاض السعة التبادلية وهي 4 - 15 ملليمكافىء / 100 جم معدن

2 - مجموعة المونتموريلونايت Montmorillonite

هذه المجموعة يمثلها معدن المونتموريلونايت والوحدة البلورية لهذا المعدن عبارة عن طبقتين من السليكا تتراهدرا بينهما طبقة واحدة من الألومينا أوكتاهيدرا أي أن نسبة السليكا إلى الألومينا 2 : 1 وهذه الطبقات مرتبطة بشده عن طريق ذرات أكسجين مشتركة. وترتبط وحدات البلورة بدورها كل مع الأخرى بروابط أكسجين ضعيفة مما يسمح بتمدد واسع نسبياً بين البلورات (عكس الكاولينيت) وهذا التمدد يسمح باد مصاص كبير للماء و الكاتيونات علي السطوح البينية اكبر منه علي السطوح الخارجية.



شكل (1-17) بلورة اوكتاهيدرا من الأكسجين و الألومينا

1 - مجموعة الكاولينيت Kaolinite

وهذه المجموعة يمثلها معدن الكاولينيت والوحدة البلورية لهذا المعدن عبارة عن طبقة واحدة من السليكاتتتراهدرا وطبقة واحدة من الألومينا أوكتاهيدرا أي أن نسبة السليكا إلى الألومينا هي 1 : 1 وهذه الطبقات مرتبطة بشده عن طريق ذرات أكسجين مشتركة. وترتبط وحدات البلورة بدورها كل مع الأخرى بقوة برابطة أكسجين - أيدروكسيل معطية ارتباط محدود التمدد.

أن نسبة السليكا إلى الألومينا 2 : 1 وهذه الطبقات مرتبطة بشده عن طريق ذرات أكسجين مشتركة مشابهة في ذلك لتركيب بلورة المونتموريلونيت. إلا أنه في معدن الايليت يستبدل نحو 15% من السليكون في طبقة السليكا تتراهدرا بواسطة الألومنيوم ويعوض فرق التكافؤ الناتج عن هذا الاستبدال بأيونات البوتاسيوم التي تدخل بين الوحدات البلورية وتربطها بقوة شديدة جداً بالإضافة إلى روابط الأكسجين الضعيفة

من صفات هذه المجموعة :

- ترتبط الوحدات البلورية لهذه المجموعة عن طريق أيونات البوتاسيوم
- قوة الارتباط بين الوحدات البلورية قوية جداً
- عدم حدوث تمدد بين الوحدات البلورية
- عدم دخول الكاتيونات بين الوحدات البلورية عدا البوتاسيوم
- انخفاض خواص البلاستيكية والالتصاق والانكماش
- السعة التبادلية متوسط وهي 15 - 45 ملليمكافىء / 100 جم معدن

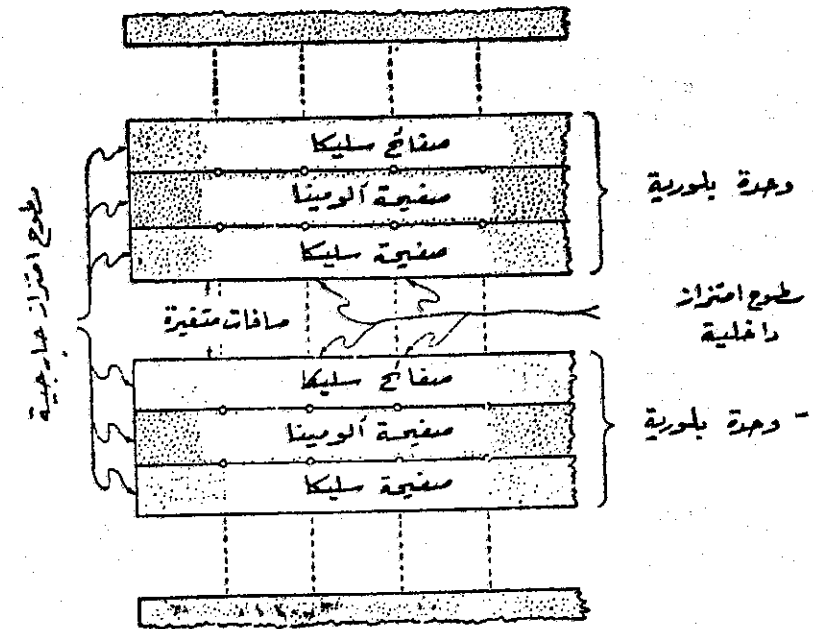
الشحنة السالبة على غرويات التربة

الشحنة السالبة الموجودة على غرويات التربة توجد على الغرويات العضوية والغرويات المعدنية وحيث أن كمية المادة العضوية بالأرض محدودة فإن الشحنة السالبة عن سطح الغرويات المعدنية هي المسؤولة عن التبادل الكاتيوني في التربة وتنشأ الشحنة السالبة نتيجة لعدة عوامل منها :

- الإحلال المتماثل حيث يحل أيون ذو مكافئ أقل من أيون آخر ذو تكافئ أعلى ولكن مساوي له في الحجم مما ينتج عنه الشحنة السالبة ومثال ذلك إحلال الألومنيوم محل السليكون في صفيحة السليكا تتراهدرا أو إحلال الماغنسيوم محل الألومنيوم في صفيحة الألومينا اكثايدرا .
- الروابط المكسورة على حواف معدن الطين
- انقسام مجموعة الكربوكسيل المعرضة وخروج الأيدروجين تاركاً شحنة سالبة.

السعة التبادلية للكاتيونات

تعرف السعة التبادلية بأنها كمية الكاتيونات الموجودة على صورة متبادلة على سطح حبيبات التربة ويعبر عنها ملليمكافىء / 100 جم تربة. وكما



شكل (1-19) رسم تخطيطي يبين بناء بلورة المونتموريلونيت

من صفات هذه المجموعة :

- ترتبط الوحدات البنائية ببعضها عن طريق روابط الأكسجين
- قوة الارتباط بين الوحدات البنائية ضعيفة
- يحدث تمدد بين الوحدات البنائية في وجود الماء
- دخول الكاتيونات والماء بين الوحدات البنائية
- ارتفاع خواص البلاستيكية والالتصاق والانكماش والانتفاخ
- ارتفاع السعة التبادلية وهي 80-150 ملليمكافىء / 100 جم معدن

3- مجموعة الميكا المتأترية

هذه مجموعة يمثلها معدن الايليت والوحدة البلورية لهذا المعدن عبارة عن طبقتين من السليكا تتراهدرا بينهما طبقة واحدة من الألومينا اوكتايدرا أي

هو معروف فإن حبيبة الطين عليها شحنة سالبة وتتجذب إليها الكاتيونات الموجبة الشحنة وترتبط على حبيبة الطين بقوة **Coulomb Force**. وأهم الكاتيونات المتبادلة Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{+++} , Na^{+} , K^{+} , H^{+} وينتج عن عملية التبادل هذه طبقة كهربائية مزدوجة تسمى **Electric Double Layer** وهى عبارة عن الشحنة السالبة على الحبيبة الغروية والشحنة الموجبة الناتجة من الكاتيونات المدمصة على الحبيبة والمحاطة بجزيئات الماء فى السائل القريب من سطح الحبيبة. الطبقة الكهربائية يمكن اعتبارها مكونة للمحلول الداخلى الذي يوجد به الكاتيونات المتبادلة والذي يختلف عن المحلول الخارجى وهو الذي يوجد به الكاتيونات والانيونات الذاتية.

عند وجود نسبة من الماء فى الأرض فإن الكاتيونات المدمصة الموجبة الشحنة تبعد عن سطح الحبيبة مكونة سحابة من الكاتيونات تقل فى التركيز كلما بعدنا عن سطح الحبيبة حيث تشكل الحبيبة بما عليها من شحنة سالبة الأيون السالب الشحنة وتمثل الكاتيونات المتبادلة المنتشرة حولها الأيون الموجب الشحنة.

الكاتيونات المتبادلة بالتربة صفة هامة من صفاتها ولا يمكن التخلص نهائياً من هذه الكاتيونات المتبادلة ولكن يمكن حدوث تبادل بينها وبين كاتيونات أخرى ذاتية طبقاً لعدة عوامل أهمها تركيز وتكافئ الكاتيون الذاتي. عملية تبادل الكاتيونات مسئولة عن إمداد النبات بكثير من العناصر الغذائية مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والمغنسيوم وعملية الإمداد من هذه الكاتيونات تعتمد على درجة تشبع حبيبات الطين بها.

العوامل المؤثرة على السعة التبادلية للكاتيونات هي :

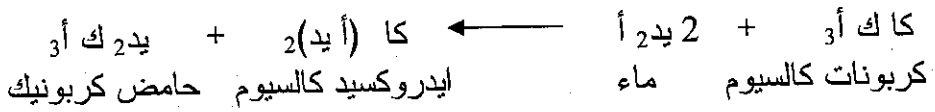
- قوام الأرض: حيث تزيد السعة التبادلية كلما كان قوام الأرض أكثر نعومة أى بزيادة نسبة الطين .
- نوع معدن الطين: حيث تزيد السعة التبادلية بزيادة وجود معدن مثل المونتموريللونيت وتقل فى حالة معدن الكاولينيت.
- المادة العضوية: حيث تزيد السعة التبادلية بزيادة نسبة الدوبال فى الأرض.

الرقم الايدروجيني pH

pH هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الأيدروجين النشط في المحلول الأرضي. ويجب التفرقة بين الأيدروجين النشط والأيدروجين الكامن. فالأيدروجين النشط المسئول عن رقم الحموضة بالتربة بينما الأيدروجين الكامن هو الموجود على مركب الأدمصاص في صورة متبادلة ويوجد كل من النشط والكامن في حالة اتزان.

توجد مصادر كثيرة لإمداد محلول التربة بالأيدروجين النشط منها الأحماض العضوية الناتجة من تحلل المواد العضوية بالأرض والتسميد بأسمدة حامضية مثل كبريتات النشادر والأمطار الحمضية في المنطق القريبة من المصانع.

بالإضافة إلى أنه في أراضي المناطق الرطبة يحدث تحلل للألومنيوم المتبادل وينتج عنه أيدروجين نشط يخفض **pH** . أما في المناطق الجافة جيدة الصرف يحدث تحلل لكربونات الكالسيوم مكوناً إيدروكسيد كالسيوم



وبانقسام إيدروكسيد الكالسيوم يتكون أيونات الأيدروكسيل التي تؤدي إلى رفع **pH** التربة. أما في أراضي المناطق الجافة سيئة الصرف مثل أراضي الدلتا فإنه يحدث تراكم للصوديوم في صورة كربونات صوديوم وينتج من التحلل المائي لكربونات الصوديوم وأيضاً التحلل المائي للصوديوم المتبادل على مركب الامتصاص تكوين إيدروكسيد الصوديوم ويتأين إيدروكسيد الصوديوم يتكون في محلول التربة أيونات الصوديوم أيونات الأيدروكسيل التي ترتفع الرقم الايدروجيني (**pH**) بالتربة. ولذلك نجد أن رقم **pH** الأراضي المصرية أعلا من 7 .

تذكر

- الأجزاء الفعالة في الأرض هي الموجودة علي الصورة الغروية سواء كانت غروية عضوية (دوبال) أو غروية غير عضوية (طين) .
- نسبة المثوية من الغرويات العضوية بالتربة متغيرة تبعاً للإضافات المستمرة من المواد العضوية أما الغرويات غير العضوية فنسبة وجودها لا تتغير بسهولة مع الزمن.
- الطين السائد في الأرض المصرية هو الطين السليكاتي .
- تختلف حبيبات الطين تبعاً لاختلاف الشكل ، مساحة السطح والبناء.
- تمتاز حبيبات الطين بوجود الطبقة الكهربائية المزدوجة علي سطحها حيث الطبقة الداخلية سالبة والطبقة الخارجية موجبة.
- الكاتيونات المدمصة علي سطح حبيبات الطين ممكن استبدالها بكاتيونات أخرى وتسمى الكاتيونات المتبادلة.
- نوع الكاتيونات المتبادلة السائدة بالتربة يؤثر علي صفات التربة الطبيعية والكيميائية.
- الطين الصوديومي هو الطين الذي يسود به الصوديوم المتبادل علي سطح الحبيبات وهو يؤثر علي صفات التربة بالسالب .
- الطين جسم له شكل وبناء محدد يختلف حسب نوع الطين .
- الوحدات البنائية للطين هي رباعية الأوجه (صفائح السيليكات)، ثمانية الأوجه (صفائح الألومينا).
- الوحدات رباعية الأوجه تتكون من تراص أربع ذرات أكسجين وبينهم في الوسط ذرة سليكون مكونة بلورة لها أربع سطوح خارجية وتسمى صفائح الألومينا .
- الوحدات ثمانية الأوجه تتكون من تراص 6 ذرات من الأكسجين والأيدروكسيل وتحصر بينها ذرة ألومنيوم مكونة بلورة لها ثمانية أسطح خارجية وتسمى صفائح الألومينا .
- هناك نوعان من معادن الطين هما البلوري وغير البلوري .
- معادن الطين البلورية تنتج من ترتيب الوحدات البنائية من صفائح السيليكات و صفائح الألومينا بنظام معين وتبعاً لذلك تنتج ثلاثة مجاميع

مختلفة هي مجموعة الكاولينيت ، مجموعة المونتموريلونيت ، مجموعة الأيليت.

- مجموعة الكاولينيت تتكون من صفيحة سيليكات إلى صفيحة الومينا أي بنسبة 1:1 وتتميز بانخفاض السعة التبادلية وعدم التمدد.
- مجموعة المونتموريلونيت تتكون من عدد اثنين صفيحة سيليكات وعدد واحد صفيحة الومينا أي بنسبة 2 : 1 وتسمح بالتمدد وإدمصاص كمية كبيرة مع الماء والسعة التبادلية لها عالية .
- مجموعة الأيليت تتكون من عدد 2 صفيحة سيليكات وعدد واحد صفيحة الومينا ويوجد البوتاسيوم بين الوحدات البلورية يربطها بشدة ويمنع التمدد والسعة التبادلية لها أقل كثيراً عن مجموعة المونتموريلونيت.
- الشحنة السالبة على معادن الطين تنتج بسبب الإحلال المتماثل أو الروابط المكسورة على الحواف أو انقسام مجموعة الكربوكسيل.
- تعرف السعة التبادلية بأنها كمية الكاتيونات الموجودة على صورة متبادلة على سطح حبيبات التربة ويعبر عنها بوحدات ملليمكافىء / 100 جم أرض.
- العوامل المؤثرة على مقدار السعة التبادلية للكاتيونات هي قوام الأرض ونوع معدن الطين وكمية المادة العضوية .
- الرقم الأيدروجيني هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الأيدروجين النشط في المحلول الأرضي.
- يوجد نوعان من الأيدروجين بالتربة هما الأيدروجين النشط المسئول عن الرقم الأيدروجيني والأيدروجين الغير نشط وهو الموجود في صورة متبادل على حبيبات التربة.
- ينتج عن تحلل المواد العضوية والتسميد بالأسمدة الحامضية والأمطار الحمضية انخفاض الرقم الأيدروجيني.

أسئلة

- ما هي مكونات الأرض الغروية .
- ما الفرق بين الغرويات العضوية و الغرويات غير العضوية .
- ما هو شكل حبيبة الأرض .
- ما تأثير حجم الحبيبة على مقدار السطح النوعي لها .
- ما الفرق بين البلورة رباعية الأوجه وأخري ثمانية الأوجه .
- ما الفرق بين معادن الطين البلورية والمعادن الغير بلورية .
- ما هو تركيب مجموعة الكاولينيت وما هي صفاتها .
- ما هو تركيب مجموعة المونتموريللونائيت وما هي صفاتها .
- ما هو تركيب مجموعة الميكا المتأدته وما هي صفاتها .
- ما الفرق بين طين الكاولينيت و طين المونتموريللونائيت .
- أشرح كيفية تتكون الشحنة السالبة على الغرويات .
- أشرح عملية التبادل الكاتيوني على معادن الطين .
- ما هي العوامل التي تؤثر على السعة الكلية للتبادل الكاتيوني .
- ما هو الرقم الايدروجيني بالأرض وما هي العوامل التي تؤثر عليه .
- ما هو مصدر الأيدروجين النشط بالأرض .
- ما هو السبب في ارتفاع pH الأراضي المصرية .

الباب الثانى

استصلاح الأراضى

الباب الثاني نوعية مياه الري

تحدد نوعية مياه الري بتركيز وتركيب المواد الذائبة فيها ، ولنوعية المياه هذه اعتبارات هامة في تقييم ظروف الملوحة والقلوية في الأراضي المروية .

ويعتبر ماء المطر هو أقل المياه الطبيعية احتواء للأملاح الذائبة إذ أن تركيزها بت يكاد لا يذكر بجانب ما تحتويه أي مياه أخرى تأتي من مصدر طبيعي . يلي ذلك مياه الأنهار من حيث ما تحمله من الأملاح الذائبة التي تختلف فيها اختلافا ملحوظاً وقد تتفاوت في مياه النهر الواحد على مدار السنة وربما على طول مجراه ، ولكن على أي حال اختلاف محدود بجانب الأنواع الأخرى من المياه السطحية كمياه المصارف التي تتراوح نسبة الأملاح الذائبة بها من أقل من 400 إلى أكثر من 12000 جزء في المليون (400-1200 جم / متر مكعب) ويتوقف ذلك على نوعية التربة المارة بها وعلى فصول السنة وعلى ظروف الزراعة بوجه عام ثم تأتي المياه الجوفية ومنها مياه الآبار المختلفة وهذه بدورها تختلف في تركيزها الملحي اختلافا كبيرا حسب المنطقة الخاصة بها وحسب ظروف السحب منها ثم تأتي بعد ذلك مياه البحار والبحيرات ويتراوح التركيز الملحي بها حول متوسط قدره 35000 جزء في المليون .

في معظم الأحيان تدعو حاجة التوسع الزراعي إلى استغلال جميع مصادر المياه الموجودة سواء كانت مياه المصارف أو مياه الآبار بجانب مياه الأمطار ومياه الأنهار ، على أن إمكانية استغلال هذه المياه لأغراض الري مرتبط بالعوامل والظروف الآتية :-

- 1 - الصفات الكيميائية للمياه .
- 2 - نوع المحصول .
- 3 - ظروف التربة .
- 4 - ظروف أخرى اقتصادية .

ما يعنينا منها الآن بصفة خاصة هو العامل الأول ، فالمياه من الناحية الكيميائية تحتوي على أملاح ذائبة متكونة من الأيونات : كالسيوم ، مغنسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم ، (كمية ضئيلة نسبياً) . مع البيكربونات ، والكبريتات ،

والكلوريد ، وأحياناً توجد الكربونات في ظروف خاصة وبكمية قليلة نسبياً إلى جانب وجود آثار أو ما هو في حكم الآثار من البورون والسليكا والكلوريد والفوسفات والنترات وخلاف ذلك : ويمكن حصر الصفات الكيميائية التي تتعلق بصلاحية المياه لري المحاصيل الزراعية في :

- | | |
|-----------------------------|---|
| أ - التركيز الكلي للأملاح | أي مجموع هذه الأيونات الذائبة |
| ب - التركيز النسبي للصوديوم | أي نسبة الصوديوم إلى الكاتيونات المعدنية الأخرى |
| ج - تركيز البيكربونات | بالنسبة إلى تركيز الكالسيوم والمغنسيوم |
| د - وجود العناصر النادرة | مثل البورون بتركيز سام للنبات |

والصفة الأولى في المياه المراد استعمالها لأغراض الري تقرر نوع المحصول وكميته كما أنها تتخذ مقياساً لما يعرف باحتمال نشأة وتراكم الأملاح في التربة (Salinity hazard) وما يترتب على ذلك مرة أخرى من تحديد لنوع وكمية المحصول ، ويتوقف ذلك على التركيز الكلي للأملاح الذائبة في الماء وعلى طريقة استخدامه في الري وعلى خواص التربة الزراعية .

والصفة الثانية والثالثة في مياه الري يعتبر مقياساً لما يعرف بـ Alkalinity hazard احتمال نشأة القلوية في التربة أي تزايد نسبة الصوديوم المدمص على معقد الإدمصاص في التربة وما يتبع ذلك من تدهور في صفاتها الطبيعية وبالتالي التأثير على المحصول وإن كان ذلك بدرجة قليلة . ويتوقف مدى الأضرار (المباشرة وغير المباشرة) على المحصول - بطبيعة الحال - على مدى هاتين الصفتين في ماء الري . أي التركيز النسبي للصوديوم وتركيز البيكربونات . وعلى الصفات الطبيعية والكيميائية للتربة . وعلى نوع المحصول إلى حد ما .

أما الصفة الرابعة في ماء الري فهي قد تكون محددة للمحصول كما ونوعاً والتأثير عادة يكون مباشراً وليس له علاقة مهمة بصفات التربة أو بتدهورها كما لصفة التركيز الكلي والنسبي للأملاح بها .

1 - التركيز الكلي للأملاح الذائبة :

Concentration of total soluble salts

- يقدر التركيز الكلي للأملاح الذائبة في مياه الري بإحدى الطرق الآتية :
- (1) تقدر الأيونات سالفة الذكر أو الرئيسية منها كيميائياً وتضاف إلى بعضها ويعبر عن النتيجة أو عن ملوحة بالملييمكافى / لتر أو كجزء في المائة أو الألف أو المليون وتعتبر هذه الطريقة أدق الطرق (والدقة هنا ليست مطلوبة إلى هذه الدرجة) كما أنها كثيرة التكاليف ومستهلكة للوقت ولا تستعمل إلا في الأغراض والدراسات الأكاديمية .
 - (2) تقدر الأجزاء الصلبة المتخلفة (TDS) Total dissolved solids عن تبخير حجم معلوم من المياه ويعبر عن ملوحة المياه كجزء من المائة إلى الألف أو المليون . وهذه الطريقة كانت - ومازالت إلى حد ملموس هي الطريقة المستعملة وهي من حيث الدقة تقي بالغرض ولكنها طويلة الأجزاء نسبياً ومكلفة بعض الشيء .
 - (3) قياس درجة التوصيل الكهربائي (E.C.) Electric conductivity لمياه الري ويعبر عن ملوحة المياه بدرجة التوصيل الكهربائي (ملييموز أو ميكروموز/سم) (millimohs or micromohs/cm) عند درجة حرارة 25°م . ومن مميزات هذه الطريقة السهولة والسرعة والدقة وقلّة التكاليف فضلاً عن أنها تعبر مباشرة الملوحة الفعالة في ماء الري أو بمعنى آخر عن الضغط الاسموزي الذي تربطه العلاقة بنمو النباتات . ومن أجل هذا أصبحت الطريقة أكثر شيوعاً في التعبير عن الملوحة لا في ماء الري فقط بل في التربة كما أنها تعتبر مقياساً يقاس بت بدرجة تحمل المحاصيل للملوحة .

وزيادة الملوحة في ماء الري تؤثر على المحصول بتحديد نوعه وينقص غلته ويتغير صفاته ويرجع ذلك لأسباب فسيولوجية أهمها نقص مقدرة النبات في الحصول على كفايته من الماء اللازم لنموه ، ومن الدراسات والملاحظات العديدة أصبح من المؤكد أن النباتات تختلف فيما بينها سواء من ناحية النوع أو السلالة أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة ابتداء من القدرة على الإنبات وسرعة نمو البادرات إلى طور النضج في درجة تحملها لملوحة مياه الري ، ولقد أمكن في كثير من الجهات تحت ظروف خاصة من البيئة الصناعية ترتيب المحاصيل حسب قدرتها على تحمل ملوحة المياه التي ترتوي منها . وفي الجدول

التالي ترتيب لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة حسب درجة مقاومتها للملوحة ويمكن الاسترشاد بت عند النظر في صلاحية الماء من ناحية الملوحة الكلية لري المحاصيل المختلفة حتى يتجمع لدينا في مصر المعلومات الكافية لترتيب المحاصيل من هذه الناحية تحت الظروف المصرية من التربة والمناخ .

أما من ناحية تأثير ملوحة ماء الري على التربة فإذا افترضنا أن لدينا قطعة منعزلة من الأرض الزراعية وأنه ليس هناك فرصة لتصريف الماء الزائد من مياه الري . الأمر الذي يقتضي إعطاء المياه على قدر حاجة النبات فقط . وكانت هذه المياه تحتوي على نسبة ما من الأملاح الذائبة ولتكن مماثلة لما في مياه النيل (180 جزء في المليون) فسند بعملية حسابية بسيطة أن نسبة الأملاح في التربة ستزداد عاما بعد عام بسبب ما تستقبله التربة من هذه الأملاح الواردة في ماء الري ، بتوالي السنين تصبح التربة تحت هذا الطرف ذات ملوحة محددة للمحصول في كميته ونوعه ، لو كانت ملوحة المياه المستعملة في الري عشرة أضعاف ملوحة مياه النيل كما هو الحال في مياه بعض المصارف فلا شك أن الخطر على التربة والمحصول سيزداد إلى عشرة أضعاف وفي وقت أقل .

أما إذا كان الصرف الداخلي أي النفاذية في جسم التربة ممتاز وكان هناك مخرج لتصريف المياه الزائدة عن حاجة النبات بعيدا عن العمق الزراعي في التربة . وكانت مياه الري متوفرة فإنه يصبح من الممكن منع تراكم الأملاح في التربة أو على الأقل الاحتفاظ بمستوى معين من ماء الري مع كل ريه . وظيفة هذه الزيادة في ماء الري إذابة وإزالة المتراكم من الأملاح أولا بأول من منطقة الجذور وسوف تتوقف نسبة هذه الزيادة من ماء الري ، وهي ما تعرف بالاحتياجات الغسيلية (L.R.) Leaching requirement على ملوحة الري والملوحة المراد الاحتفاظ بها منطقة الجذور .

جدول يبين تحمل المحاصيل المختلفة للملوحة

محاصيل الفاكهة			محاصيل الخضار			ملليموز / سم
عالية المقاومة	متوسطة المقاومة	حساسية الملوحة	12	10	4 (1)	
النخيل	الزيتون	الكمثرى	بنجر مائدة	طماطم	الفجل	
	التين	التفاح	الاسبراجاس	بروكلي	الكرفس	
		البرتقال	الأسفيناخ	كرنب	فاصوليا الخضراء	
	العنب	البرقوق		الفلفل الأخضر		
	الكتنالوب	اللوز		القرنبيط		
		المشمش		الخس		
		الخوخ		الذرة العسلية		
		الشليك		البطاطس		
		ليمون		الجزر		
		الأضاليا		البصل		
				البسلة		
				القرع		
				الخيار		
10	4	3	10	4	3	ملليموز / سم

(1) درجة التوصيل الكهربائي في المستخلص المشبع للتربة .

محاصيل الحقل			ملليموز / سم
16	10	4	
شعير		فاصوليا	
	قمح		
	أرز		
القطن	الذرة		
	كتان		
	عباد الشمس		
	الخروع		
10	6		ملليموز / سم

ويمكن التوصل لمعرفة بقاء ملوحة ماء الصرف (أو المحلول الأرضي وعلى هذا الأساس :

$$L.R = \frac{100(E.C)}{d} \text{ في مياه الري :}$$

$$(E.C) \text{ في مياه الصرف :}$$

والجدول الآتي يبين الاحتياجات الغسيلية من مياه الري مختلفة الملوحة لكل ملوحة تحدد في منطقة الجذور:

الاحتياجات الغسيلية من مياه الري مختلفة الملوحة المسموح بها تحدد في منطقة الجذور				
في ماء الري	4 ملليموز/سم	8 ملليموز/سم	12 ملليموز/سم	16 ملليموز/سم
ملليموز/سم	%	%	%	%
0.10	2.5	1.2	0.8	0.6
0.25	6.2	3.1	2.1	1.6
0.75	18.8	9.4	6.2	1.7
2.25	56.2	28.1	18.8	14.1
5.00	--	62.5	41.7	31.2

مثلا إذا كانت ملوحة ماء الري 0.75 ملليموز/سم والمحصول المراد زراعته يمكن أن يتحمل 8 ملليموز/سم دون نقص كبير في غلته فإنه يتبقى أن نضيف مع كل رية يروى بها هذا المحصول $\frac{0.75}{8} \times 100 = 9.4\%$ من كمية الماء التي تقابل احتياجاته الفعلية .

على أن هناك ملاحظتين يجدر الالتفات إليهما :

أولا : أن بلوغ الاتزان بين ملوحة ماء الري وملوحة التربة عند استعمال احتياجات غسيلية معينة يحتاج إلى وقت طويل على أن تكون التربة خالية من عوائق الصرف الداخلي ويكون تصريف المياه خارج منطقة الجذور متيسر كما سبق ذكره .

ثانيا : إن ملوحة التربة (المحلول الأرضي) - مهما كانت الزيادة المستعملة من مياه الري لن تقل عن ملوحة ماء الري بل أنها ستتأرجح بالزيادة بين ضعف

وثلاثة أو أربعة أمثال هذا التركيز حسب السعة الحقلية ونقطة الذبول والفترة بين الريات المتعاقبة .

تقسيم ملوحة المياه على حسب تأثيرها على المحصول والتربة :

يحاول كثير من المشتغلين في جهات عديدة وضع تقسيم لملوحة المياه من حيث صلاحيتها للاستعمال في أغراض الري ، وبالرغم من اختلاف حدود هذا التقسيم بين الجهات المختلفة إلا أنها تراعى جميعا أسسا عامة في وضع هذه التقسيمات أهمها ظروف المحصول وظروف التربة والخبرة بوجه عام في الزراعة التي تعتمد على المياه الجوفية أو المياه السطحية ذات الملوحة العالية نسبيا وأحدث التقسيمات المتحفظة لملوحة المياه والتي بنيت على أساس متوسط ظروف التربة من الصرف الداخلي وتصريف المياه والمناخ ، كما روعي فيه درجة تحمل المحاصيل المختلفة للملوحة هو ما جاء في كتاب معمل الملوحة بكاليفورنيا (1954) وهو ما يمكن تلخيصه فيما يلي :-

- 1) مياه منخفضة الملوحة (Class 1) وهي ما تقل فيها درجة التوصيل الكهربائي عن 0.25 ملليموز/ سم أي ما يقابل 160 جزء في المليون تقريبا . وتعتبر هذه المياه جيدة ويمكن استعمالها في ري جميع المحاصيل في جميع أنواع الأراضي دون خشية تجمع الأملاح في التربة للحدود الضارة خاصة إذا روعي إعطاء زيادة قليلة من مياه الري وهذا ما يتبع عادة في الزراعة العادية .
- 2) مياه متوسطة الملوحة (Class 2) وهي ما تقل فيها درجة التوصيل الكهربائي بها بين 0.25 - 0.75 ملليموز/ سم أي ما يقابل 160 - 500 جزء في المليون تقريبا . وتعتبر هذه المياه أقل جودة من مياه القسم الأول إذ أن المحاصيل الحساسة للملوحة سوف تتأثر باستعمال هذه المياه فيراعى تخير المحاصيل ذات المقاومة المتوسطة للملوحة كما يراعى إعطاء زيادة متوسطة في ماء الري لمنع تراكم الأملاح في التربة .
- 3) مياه عالية الملوحة (Class 3) وهي ما تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائي بين 0.75 - 2.25 ملليموز/ سم وهذه المياه يتعذر استعمالها في الأراضي المحدودة الصرف وحتى لو كان الصرف كافيا فإن مجال اختيار المحصول يصبح ضعيفا وقاصرا على المحاصيل المقاومة للملوحة كما يتطلب تخير التربة الملائمة ومراعاة الاحتياجات الغسيلية والقواعد العامة سאלفة الذكر .

4) مياه عالية جدا في الملوحة (Class 4) وهي ما تزيد فيها درجة التوصيل الكهربائي عن 2.25 ملليموز/ سم أي ما يزيد عن 1500 جزء في المليون وهذه المياه لا تصلح للاستعمال تحت الظروف العادية وقد تستعمل في بعض الظروف الخاصة مع المحاصيل العالية جدا في مقاومتها للملوحة في الأراضي العالية النفاذية مع مراعاة الاحتياجات الغسيلية كذلك .

والخلاصة أن استعمال المياه ذات الملوحة لأغراض الري يقتضي الخروج من القواعد المألوفة في الري بالمياه الخالية من الأملاح فالقاعدة الأساسية في الحالة الأخيرة هي تحاشي الإسراف في استعمال المياه خشية ارتفاع مستوى الماء الأرضي والإساءة إلى ظروف التربة الطبيعية والكيميائية فضلا عن توفيره ، في حين أن القاعدة الأساسية في استعمال المياه الملحية لأغراض الري هي الإسراف في إعطاء الماء وفي هذا تكمن المشكلة في استعمال مياه المصارف والمياه الجوفية التي تحتوي على ملوحة عالية نسبيا

وعلى العموم يمكن مراعاة النقاط التالية لضمان الاستفادة إلى حد كبير من استعمال مثل هذه المياه المالحة :-

1) يراعى اختيار المحاصيل أن يكون لها صفات تحمل الملوحة وتحمل نقص التهوية الناتج عن حالة التشبع المؤقت نتيجة استعمال كميات زائدة من ماء الري .

2) يراعى في اختيار الأراضي أن تكون ذات نفاذية عالية بقدر الإمكان .

3) لا يصلح استعمال المياه الملحية إلا إذا كان مستوى الماء الأرضي على بعد 150 سم 200 سم على الأقل في الأراضي الخفيفة والثقيلة على التوالي ويزداد العمق عن ذلك إذا كانت المياه الأرضية عالية الملوحة .

4) يكون الري على فترات متقاربة بقدر الإمكان ولا يسمح للتربة بالجفاف حتى نقطة الذبول فيتضاعف تركيز المحلول الأرضي

5) يراعى اختيار الطريقة المناسبة للري وينصح عادة بإتباع طريقة الغمر .

6) يراعى الاعتناء بتسوية الحقل حتى لا تتجمع الملوحة في أماكن أخرى .

7) يراعى الاعتناء بالتسميد لحفظ التوازن بين العناصر الغذائية .

8) يراعى اختيار الدورة الزراعية المناسبة والخدمة الجيدة بصفة عامة .

ب - التركيز النسبي للصوديوم :

Relative proportion of sodium to other cations

ليست مشكلة استعمال المياه الملحية في الري ناجمة عن ملوحة تلك المياه واحتمال الضرر المباشر على المحصول وتراكم الأملاح في التربة فقط . بل أن هناك للمشكلة وجها آخر لا يقل إن لم يكن أكثر تعقيدا . فيصرف النظر عن مدى ملوحة المياه فقد يتسبب عن استعمالها في الري تحول تدريجي في الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة الجيدة عن طريق تزايد الصوديوم المدمص على سطح حبيبات التربة وتزداد هذه الخطورة كلما كانت التربة ثقيلة في القوام خالية من احتياطي الكالسيوم وتقل خطورة هذه المشاكل عندما يزداد تركيز الكالسيوم في مياه الري .

ينتج هذا التحول في صفات التربة تحت تأثير زيادة نسبة الصوديوم إلى الكاتيونات الأخرى (كا⁺⁺مع⁺⁺) أو تحت تأثير زيادة البيكربونات إلى الكالسيوم و المغنسيوم عند دخول مياه الري في التربة يختل التوازن بين الكاتيونات المدمصة والكاتيونات الذائبة ويعاد توزيع هذه الكاتيونات بين الصورة الصلبة والصورة السائلة حسب التركيز النسبي من الكاتيونات في المياه وفي التربة وأي زيادة في التركيز النسبي للصوديوم في الماء سينتقل أثره على معقد الإدمصاص بزيادة الصوديوم المدمص عليه . ومن المعروف أنه تحت الظروف المتوسطة من قوام التربة يبدأ الصوديوم المتبادل في تأثيره الضار على طبيعة التربة وبالتالي على المحصول عندما تقترب نسبته من 15 ٪ من مجموع الكاتيونات الممتصة أو ما يزيد عن ذلك فما هي نسبة الصوديوم في مياه الري الكفيلة ببلوغ الصوديوم المتبادل في التربة إلى هذا الحد ؟

الخبرة العامة تضع 60 - 70 من الصوديوم بالنسبة إلى المجموع الكلي للكاتيونات (S.S.P Soluble sodium percentage) حدا بين المسموح بت والنسبة التي يخشى بعدها استعمال المياه في الري ما لم تتخذ بعض الاحتياطات ولكن هناك وسيلة أخرى أفضل من مجرد حساب النسبة المئوية للصوديوم بالنسبة لباقي الكاتيونات الذائبة . بنيت على أساس العلاقات الكمية بين الأيونات الذائبة والمدمصة تمكننا من التنبؤ في حدود معقولة فيما يمكن أن يبلغه الصوديوم المدمص في التربة نتيجة استعمال مياه ذات تركيب معين في الري . هذه الوسيلة ما يعرف بنسبة إدمصاص الصوديوم :

sodium adsorption ratio (S.A.R)

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{++}+Mg)}{2}}}$$

وتحسب تركيزات الصوديوم والكالسيوم و المغنسيوم بالمليمكافى / لتر إذ أن بمعرفة تلك النسبة يمكن حساب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل المنتظر البلوغ إليه تقريبا في التربة مع استعمال هذه المياه في الري من المعادلة .

$$ESP = \frac{100 (-.0126+ .01475 S.A.R)}{1+ (-.0126+ .01475 S.A.R)}$$

(ESP) Exchangeable sodium percent

أي النسبة المئوية للصوديوم المتبادل إلى مجموع الكاتيونات المتبادلة على سطح معقد الإدمصاص .

على أنه يجدر الإشارة هنا أنه سواء استعملنا النسبة المئوية للصوديوم ESP أو النسبة الإدمصاصية S.A.R فإن احتمال نشأة القلوية سوف يزداد للنسبة الواحدة إذا ما ارتفعت الملوحة الكلية بمعنى أن 70% من الصوديوم عند تركيز إجمالي 1500 جزء في المليون ستكون أشد خطرا من نفس النسبة عند تركيز إجمالي 500 جزء في المليون .

تقسيم مياه الري من ناحية تأثيرها على نشأة القلوية بالتربة :
حسب تقسيم معمل الملحوة الأمريكي بكاليفورنيا قسمت مياه الري إلى أربعة أقسام :

(أ) ماء منخفض في نسبة الصوديوم (S_1) وتتراوح قيمة S.A.R له من 2.5 - 10 ويمكن استخدامه في ري جميع الأراضي دون احتمال حدوث تدهور نتيجة لارتفاع نسبة الصوديوم ، غير أنه قد يخشى من استعمالها في الحدود العليا من هذا التقسيم على بعض المحاصيل الحساسة جدا للصوديوم مثل الفواكه ذات النواة الحجرية .

(ب) ماء متوسطه في نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة S.A.R له بين 10 - 18 واستعمال هذه المياه يزيد من احتمال زيادة الصوديوم المدمص بدرجة كبيرة قد تسبب بعض التلف للأراضي الثقيلة القوام ذات السعة الإدمصاصية العالية إلا إذا كانت التربة غنية في الجبس وعموما يمكن استعمال مثل هذه المياه في الأراضي خفيفة القوام والأراضي العضوية ذات النفاذية العالية .

(ج) ماء مرتفع في نسبة الصوديوم (S_3) وتتراوح قيمة S.A.R له بين 18 - 26 ومن المؤكد ارتفاع الصوديوم المدمص في التربة نتيجة استعمال هذه المياه ومن ثم يجب أن تراعى العناية الكافية بالصرف والغسيل وإضافة المواد العضوية والجبس إذا كانت التربة خالية منه كلما احتاج الأمر إلى ذلك وتزداد خطورة هذه المياه إذا كانت الملحوة عالية في نفس الوقت .

(د) مياه ذات تركيز مرتفع جدا من الصوديوم (S_4) حيث تتراوح قيمة S.A.R له أكثر من 26 ولا ينصح باستعماله إلا إذا كان تركيز الأملاح في الماء منخفض مع ضرورة خلطه بالجبس لتعديل هذه النسبة المرتفعة .

ج - تركيز الكربونات و البيكربونات :

Carbonate and bicarbonate concentration

عندما يزداد تركيز المحلول الأرضي نتيجة لفقد الماء بالبخر أو امتصاصه بواسطة النبات . فإن كربونات الكالسيوم و المغنسيوم سوف تترسب في حالة زيادة تركيز البيكربونات في الماء عن تركيز الكالسيوم و المغنسيوم وما يتبقى بعد ذلك من البيكربونات فإنها سوف تتحد مع الصوديوم مكونة كربونات الصوديوم ذات التأثير الضار والمسئولة جزئياً عن تحول الأرض إلى أرض قلوية وقد استخدم Eaton (1950) التغيرات الآتية للدلالة على هذه العلاقة :

1 - النسبة المئوية للصوديوم الذائب Soluble sodium percentage ويرمز لها بالرمز S.S.P. (found)

$$\text{(found) S.S.P.} = \frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+} \times 100$$

معبراً عنه التركيز بالمليمكافى / لتر

2 - النسبة المئوية للصوديوم المحتمل Soluble sodium percentage (possible)

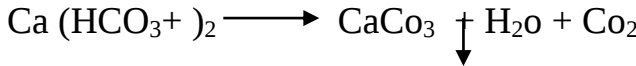
$$\frac{\text{Na}^+ \times 100}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} - (\text{Co}_3 + \text{Hco}_3)} = \text{وهذه تساوي}$$

عندما يزيد تركيز الكربونات و البيكربونات عن تركيز الكالسيوم و المغنسيوم

3 - كربونات الصوديوم المتبقية : Residual sodium carbonate

$$\text{R.S.C.} = (\text{Co}_3 + \text{Hco}_3) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

ويلاحظ أن تأثير البيكربونات بالنسبة للكالسيوم و المغنسيوم يرجع أساساً إلى تأثير الصوديوم بطريق غير مباشر فإذا فرض وكان لدينا مياه تحتوي على نسبة منخفضة من الصوديوم و بها في الوقت نفسه نسبة عالية من البيكربونات فإنه عندما يأخذ حجم في النقصان في جسم التربة بعد الري نتيجة البخر واستهلاك النبات فإن الكالسيوم و المغنسيوم سوف يترسبان على صورة كربونات أي يختفيا من الصورة الذائبة وفقاً للتفاعل الآتي :



وبالتالي يرتفع التركيز النسبي للصوديوم عن ذي قبل ، ومن ثم كانت ضرورة أخذ البيكربونات في الحسبان .

ومن ناحية تقسيم المياه تبعاً لموقف كربونات الصوديوم المتبقية فقد قسمها إلى ثلاثة أقسام هي :

- (1) مياه محتملة الاستعمال في الري وهي ما كانت الكربونات المتبقية فيها أقل من 1.5 ملليكام / لتر .
- (2) مياه محدودة الاستعمال أو مشروطة الاستعمال وهي ما كانت الكربونات المتبقية فيها تتراوح بين 1.5 – 2.5 ملليكام / لتر .
- (3) مياه غير صالحة الاستعمال في الري وهي مازادت فيها الكربونات المتبقية عن 2.5 ملليكام / لتر .

د - العناصر السامة وتأثيرها على صلاحية المياه :

كثيراً ما تحتوي المياه - خصوصاً في المياه عالية الملوحة نسبياً على تركيزات من العناصر التي لا تؤثر عادة على رقم الملوحة الكلية ولكنها في حدود هذه التركيزات تعتبر سامة أو محددة لنمو النباتات وليس لها علاقة بخواص التربة والبورون هو أشهر هذه العناصر فزيادة التركيز منه عن 3 - 4 جزء في المليون يحول دون الاستفادة من المياه لإنتاج أي محصول وكذلك كان من الضروري تحليل المياه بالنسبة للبورون . ويعتبر البورون عنصراً سهلاً التخلص منه بعملية الغسيل إلا إذا كان موجوداً ضمن مكونات الأرض نفسها قبل وضعها تحت نظام الري بتركيزات عالية حيث قد تبقى منه كمية صغيرة وتعتبر ضارة للنباتات رغم التخلص من معظم الأملاح الذائبة الأخرى . وقد قسم معمل الملوحة بأمريكا المياه

المحتوية على بورون إلى خمس درجات تبعا لتحمل المحصول له وهي المبينة بالجدول التالي .

درجات المياه المحتوية على بورون تبعا لتحمل المحاصيل له			
الدرجة	محاصيل حساسة	محاصيل نصف حساسة	محاصيل متحملة
	ppm	ppm	ppm
1	أقل من 0.33	أقل من 0.67	أقل من 1.00
2	0.33 – 0.67	0.67 – 1.33	1.00 – 2.00
3	0.67 – 1.00	1.33 – 2.00	2.00 – 3.00
4	1.00 – 1.25	2.00 – 2.50	3.00 – 3.75
5	أكبر من 1.25	أكبر من 2.50	أكبر من 3.75

ويعتبر البورون عنصراً أساسياً في تغذية النبات لاحتياجه إليه بكمية ضئيلة (أقل من 0.5 جزء في المليون) وتختلف النباتات في احتياجاتها إليه وذلك من حيث الكمية فما قد يكفي لنبات البرسيم الحجازي (1 – 2 جزء في المليون) يعتبر ساماً لأشجار الليمون (أقل من جزء في المليون) وعلى هذا فيجب أن يؤخذ تركيز البورون في الاعتبار وكذلك نوع المحاصيل التي ستروى بمصادر مياه محتوية عليه ومدى تحملها له .

والجدول رقم (1) يوضح الحدود المختلفة لتركيزات البورون في ماء الري بالنسبة للمحاصيل المختلفة في درجة تحملها للبورون والمبينة على أساس ظهور أعراض التسمم على النبات في بيئة رملية .

جدول رقم (1) يوضح حدود تركيزات البورون في ماء الري بالنسبة للمحاصيل المختلفة

محاصيل حساسة للبورون	محاصيل نصف حساسة	محاصيل متحملة
موالح	فول	الجزر
أفوكادو	بطاطا	الخس
مشمش	شوفان	الكرنب
خوخ	شعير	البصل
كريز	قمح	البرسيم
تين	زيتون	بنجر المائدة
عنب	بسلة	بنجر السكر
تفاح	فجل	النخيل
كمثرى	طماطم	
برقوق	قطن	
جوز	بطاطس	
	عباد الشمس	

جدول رقم (2) الحدود القصوى لتركيزات العناصر النادرة بمياه الري التي ينصح بعدم تعديها (ملليجرام / لتر)

العنصر	المياه المستخدمة بصفة دائمة لكل الأراضي	المياه التي تستخدم 20 سنة في أرض ثقيلة عند PH(6.8.5)
ألومنيوم	5.00	20.00
قصدير	0.10	2.00
بريليوم	0.10	0.50
بورون	0.75	2.00
كاديوم	0.01	0.05
كروميوم	0.10	0.00
كوبالت	0.05	5.00
نحاس	0.20	5.00
فلورين	1.00	15.00
حديد	5.00	20.00
رصاص	5.00	10.00
ليثيوم	2.50	2.50
منجنيز	2.20	10.00
موليد نم	0.01	0.05
نيكل	0.20	2.00
سيلينيوم	0.02	0.02
فانديوم	0.10	1.00
زنك	2.00	10.00

بالإضافة إلى البورون فإنه توجد عناصر نادرة أخرى في مياه الري فقد وجد أنه في بعض المناطق قد حدث تسمم للنباتات من ارتفاع مستوى السليسيوم، كما وجد أن الليثيوم كان في مياه الآبار بتركيزات سامة للمواالح في كاليفورنيا وقد يحدث أيضا تسمم نتيجة التلوث بمخلفات المصانع المحتوية على بعض العناصر الثقيلة مثل النحاس والنيكل وعلى أي حال فليس من الضروري خروج المياه من الاستخدام الزراعي لمجرد احتوائها على تركيزات سامة من العناصر الثقيلة حيث أنه غالبا ما يحدث ترسيب أو إدمصاص لهذه العناصر عند مرورها بالأرض مما يجعلها غير نشطة وبالتالي غير مؤثرة .

والواقع أن المعلومات عن هذه العناصر النادرة في الأراضي المحدودة للغاية والحاجة إلى مثل هذه المعلومات ستأتي مع التوسع في استخدام المياه المختلفة في الري .

والجدول رقم (2) يبين الحدود المسموح بها من تركيزات العناصر النادرة المختلفة في مياه الري (عن لجنة نوعية المياه بالولايات المتحدة الأمريكية (Branson et al (1975) .

هـ - تركيزات الكلوريد والكبريتات

Concentration of chloride and sulphate

لما كانت معظم الأملاح الذائبة يمكن أن توجد في صورة كلوريدات وكبريتات لذا فإن تقدير هذين المكونين سوف يعطي فكرة صحيحة عن كمية الأملاح الكلية الذائبة وليس هذا فحسب بل أن أيون الكلوريد عند وجوده بتركيزات مرتفعة سوف يمتصه النبات ويحتفظ به داخل خلاياه مما يسبب له تأثيرا ساما يظهر أثره في احتراق الأوراق أما تأثير زيادة الكبريتات فيعزى إلى ترسيبها للكالسيوم في صورة كبريتات كالسيوم وبالتالي عدم حدوث توازن فسيولوجي في نسبة العناصر الممتصة مما يكون له تأثيرا ضارا للنبات .

وقد وجد أن نفس التركيز من أيون الكبريتات يكون عادة له نصف التأثير الضار لنفس التركيز من أيون الكلوريد كما أن فرصة تكون ملوحة نتيجة للكبريتات تعتبر أقل من احتمال تكوينها نتيجة لوجود الكلوريد . ولذلك فإنه عند قياس مدى

صلاحية الماء للري بالنسبة لاحتوائه على أيونات الكلوريد والكبريتات فإننا نستعمل تركيز الكلوريد + 1/2 تركيز الكبريتات معبرا عنهما ملليكامي / لتر .

ولقد قسم Doneen ماء الري إلى ثلاثة درجات تبعا لهذا التركيز والذي عبر عنه بجهد الملوحة Potential Salinity علما بأن درجة تأثير هذا التركيز تتوقف على نفاذية الأرض للماء كما يتضح ذلك من البيانات الآتية :

درجات الماء			حالة النفاذية
3	2	1	
أكثر من 5	3-5	أقل من 3	أ - النفاذية منخفضة (غسيل قليل)
أكثر من 10	5-10	أقل من 5	ب - النفاذية العميقة بطيئة (غسيل متوسط)
أكثر من 15	7-15	أقل من 7	ج - النفاذية عالية (غسيل جيد)

والخلاصة :

- 1) قلما توجد مشكلة حقيقية (إلا في الأحوال النادرة) لصلاحية المياه في الري ناتجة عن العناصر ذات التأثير السام المباشر على النبات .
- 2) المشكلة الرئيسية الأولى تنحصر في التركيز الكلي للأملاح وتأثيره المباشر على النباتات .
- 3) المشكلة الثانية تنحصر في التركيب النسبي لملوحة المياه واحتمال نشأة القلوية في التربة والتأثير على النباتات من هذا الطريق .

والعلاج يتضمن :

- 1) تخير المحاصيل المقاومة للملوحة .
- 2) تخير المياه الملائمة للمحاصيل .
- 3) تخير التربة العالية النفاذية والتي تحتوي على احتياطي من الكالسيوم .
- 4) حساب الاحتمالات القريبة والبعيدة عن التحول في صفات التربة الطبيعية والكيميائية واتخاذ الاحتياطات الكفيلة لدرء هذه الاحتمالات .
- 5) إتباع طرق الري والخدمة المناسبة .

تذكر

- الظروف التي يتوقف عليها استخدام مياه الري هي:-
 - (1) الصفات الكيميائية للمياه .
 - (2) نوع المحصول .
 - (3) ظروف التربة .
 - (4) ظروف أخرى اقتصادية .
- الصفات الكيميائية التي ترتبط بصلاحية استخدام المياه للري الزراعي هي:-
 - أ - التركيز الكلي للأملاح أي مجموع هذه الأيونات الذائبة
 - ب - التركيز النسبي للصوديوم أي نسبة الصوديوم إلى الكاتيونات المعدنية الأخرى
 - ج - تركيز البيكربونات بالنسبة إلى تركيز الكالسيوم والمغنسيوم
 - د - وجود العناصر النادرة مثل البورون بتركيز سام للنبات
- الصفة الأولى تقرر نوع المحصول ومدى تراكم الأملاح ونشأة الملوحة بالتربة الزراعية .
- الصفة الثانية والثالثة مدى احتمال نشأة القلوية بالتربة .
- الصفة الرابعة تكون محددة للمحصول كما ونوعا .
- التركيز الكلي للأملاح تقسم مياه الري إلى أربعة أقسام رئيسية وهي :-
 - 1 C : مياه منخفضة الملوحة تكون فيها E_c (درجة التوصيل الكهربائي) أقل من 0.25 ملليموز/سم أي ما يقابل 160 جزء في المليون وهي تستخدم في ري جميع المحاصيل وفي جميع أنواع الأراضي .
 - 2 C : مياه متوسطة الملوحة تكون فيها E_c (درجة التوصيل الكهربائي) بين 0.25 - 0.75 ملليموز/سم أي ما يقابل 160 - 500 جزء في المليون وتعتبر هذه المياه أقل جودة من مياه القسم الأول إذ أن المحاصيل الحساسة للملوحة سوف تتأثر ويجب تخير المحاصيل ذات المقاومة المتوسطة للملوحة مع إعطاء كمية من المياه مع مياه الري لمنع تراكم الأملاح في التربة .
 - 3 C : مياه عالية الملوحة تكون فيها E_c (درجة التوصيل الكهربائي) بين 0.75 - 2.25 ملليموز/سم ، وهذه المياه يتعذر استخدامها في الأراضي المحدودة في الصرف مع استخدام المحاصيل المقاومة للملوحة مع مراعاة إضافة الاحتياجات الغشائية لمنع تراكم الأملاح في التربة .

4 C: مياه عالية جدا في الملوحة وهي ما تزيد فيها الـ Ec (درجة التوصيل الكهربائي) عن 2.25 ملليموز/سم أي ما يزيد عن 1500 جزء في المليون وتستخدم مع المحاصيل عالية المقاومة للملوحة والأراضي العالية النفاذية مع مراعاة الاحتياجات الغسيلية.

- يمكن تقسيم مياه الري من حيث تأثيرها على نشأة القلوية بالتربة فقسمت إلى الآتي :

S₁ : ماء منخفضة في قيمة الـ SAR من 2.5 - 10 ويمكن استخدامه في ري جميع الأراضي دون احتمال حدوث تدهور نتيجة لارتفاع نسبة الصوديوم .

S₂ : ماء متوسطة في قيمة الـ SAR من 10 - 18 واستعمال هذه المياه يزيد من احتمال زيادة الصوديوم المدمص بدرجة كبيرة وقد تسبب بعض تلف للأراضي ثقيلة القوام ذات السعة الإدمصاصية العالية إلا إذا كانت التربة غنية بالجبس الزراعي .

S₃ : ماء مرتفعة في قيمة الـ SAR من 18 - 26 ومن المؤكد ارتفاع الصوديوم المدمص في التربة نتيجة استعمال هذه المياه، ويجب العناية الكافية بالصرف والغسيل وإضافة المواد العضوية والجبس .

S₄ : ماء مرتفعة جدا في قيمة الـ SAR وأكبر من 26 ولا ينصح باستعمال هذه المياه إلا إذا كان تركيز الأملاح في الماء منخفض جدا مع ضرورة خلطه بالجبس .

- بالنسبة لكاربونات الصوديوم المتبقية R.S.C : وهي عدد ملليكافئات (الكربونات + البيكربونات) - عدد ملليكافئات (الكالسيوم + المغنسيوم) وقسمت المياه إلى ثلاث أقسام وهي :

(1) مياه محتملة الاستعمال في الري إذا كانت الكربونات المتبقية فيها أقل من 1.5 ملليكافئ / لتر .

(2) مياه محدودة الاستعمال أو مشروطة الاستعمال وهي التي فيها الكربونات المتبقية فيها تتراوح بين 1.5 - 2.5 ملليكافئ / لتر .

(3) مياه غير صالحة الاستعمال في الري وهي مازادت فيها الكربونات المتبقية عن 2.5 ملليكافئ / لتر .

- بالنسبة للعناصر السامة مثل : البورون - الكلوريد - الكبريتات .

أسئلة

- (1) ماهي العوامل المحددة لاستخدام المياه للأغراض الزراعية ؟
- (2) ما هو تقسيم ملوحة مياه الري حسب تركيز الأملاح بها ؟
- (3) ماهو تقسيم ماء الري حسب قيمة SAR ونشأة القلوية بالتربة ؟
- (4) ماهو تقسيم ماء الري حسب الكربونات البيكربونات المتبقية R.S.C ونشأة القلوية بالتربة ؟

تدهور الأراضي

أنواع التدهور :

لقد تغيرت تكنولوجيا الاستصلاح بتغير أنواع الأراضي والمياه والظروف الاقتصادية ، وما ينفع في الأراضي القديمة الثقيلة المستوية لا ينفع في الأراضي الجديدة الرملية الخفيفة المتموجة ، وحتى المياه التي تروي الوادي والدلتا والتي تتميز بالعذوبة النادرة ، لا تتوفر بالدرجة الكافية للتوسع في الأراضي الصحراوية الجديدة مما يضطرنا إلى استعمال أي مياه متاحة حتى ولو كانت ملحية ، أما الظروف الاقتصادية فتحتم علينا المزيد من الاستصلاح لشدة الحاجة لمزيد من الغذاء غير أن عوامل تدهور الأراضي تعتبر معوقا هاما في كثير من المناطق . والتدهور أنواعه ثلاث :

- التدهور الكيميائي - التدهور الطبيعي - التدهور الحيوي

ويحتاج الأمر إلى دراستها ومعرفة ظواهرها وطرق مقاومتها وإصلاحها .

التدهور الكيميائي ومقاومته :

يتوقف التدهور الكيميائي إلى حد كبير على الظروف الطبيعية السائدة في المناطق الصحراوية وأهمها الظروف المناخية والجيومورفولوجية والطبوغرافية والهيدرولوجية . ويلعب النشاط الاقتصادي والنشاط البشري والنظام الاجتماعي للناس دورا حيويا أيضا في التدهور الكيميائي الذي يحدث للأرض .

وتقوم الزراعة في المناطق الصحراوية أساسا على الري . ويتطلب الري البحث عن مصادر الماء أينما كان وبكل الطرق ، وكثيرا ما أدى ادخال نظام الري إلى تلف وتدهور هذه الأراضي ، وتتحول ثنائية إلى أرض جرداء صحراء قاحلة أسوء مما كانت . وقد يرجع السبب الرئيسي في هذا التدهور إلى خواص التربة الكيماوية بالذات وما يحدث فيها من تغيرات تحت هذا المناخ الحار .

ويرجع التدهور الكيميائي إلى تجمع الأملاح من قطاع التربة والماء الجوفي إن وجد وتركيزها في الطبقة السطحية من القطاع يتركز أغلب النشاط الجذري للنباتات السطحية للتربة وتدهورها بالتالي .

ويهمنا في هذا المقام ما ينتج عن :

أ - عدم توفر نظام صرف كفاء يواكب نظام الري السائد مما يرفع من مستوى الماء الأرضي .

- ب - الري بمياه ملحية ولا يتوفر غيرها .
- ج- فقد الماء من سطح التربة بالبخر تاركاً محتوياته من الأملاح بالأرض .
- وتتوقف عملية فقد الماء بالبخر من سطح التربة على كل من :
1. مقدار الماء الأرضي الذي يصل إلى السطح بالخاصة الشعرية .
 2. الظروف الجوية السائدة ، وهي غالبا ما تساعد على التبخر أغلب أيام السنة باستثناء فصل الشتاء .
- وعندما تكون التربة غنية في كاتيون الصوديوم فإن الصوديوم المتبادل يسود على باقي الكاتيونات المتبادلة مما قد يؤدي إلى تحول التربة إلى القلوية وما يتبعها من تدهورها كيميائي وطبيعي .

ومن هنا فإن عمليات تجميع الأملاح بالتربة وصوديتها وارتفاع مستوى الأراضي بها تعتبر محصلة لعدد من العوامل أهمها : خواص التربة ، وطبوغرافيتها علاوة على المناخ والنشاط البشري ، وكلها عمليات متكاملة أو مضادة . ويلزم لمقاومة هذا التدهور تقييم هذه العوامل بما يؤدي إلى التنبؤ والاحتياط لما قد يحدث من درجات التملح ومحاولة تحقيق نقيض التدهور وهو التحسين ، وإلا تدهورت التربة كيميائيا وتكونت الملوحة الثانوية . التي سوف ندرسها فيما يلي :

أولا : الملوحة الثانوية للتربة Soil Secondary Salinization

هناك بعض الحالات التي تكون فيها التربة غير ملحية أو ضعيفة الملوحة أصلا ولكنها تأثرت تأثرا مضاعفا بالري المستديم لمدة طويلة ، مع عدم وجود صرف فتحوّلت إلى أرض ملحية نتيجة لإدخال نظام الري بالمنطقة ، وهذا ما يطلق عليه علميا بالملوحة الثانوية للتربة .

تؤدي الملوحة الثانوية للأراضي المروية إلى نقص أو فقد كلي للخصوبة نظرا لتراكم الأملاح سهلة الذوبان والضارة بالنبات في الأراضي المنزرعة ومنطقة الجذور . وينتشر التملح الثانوي في المناطق المختلفة من العالم حيث ينتشر الري بالغمر والتلقيط كما في الهند وباكستان ، ووسط آسيا والقوقاز ، وإيران والعراق ومصر والولايات المتحدة الأمريكية .

ونظرا لأن الأملاح سهلة الذوبان التي توجد أصلا في المناطق الغير ملحية هي كربونات وبيكربونات القواعد والقواعد الأرضية ، فإن المراحل الأولى للملوحة الثانوية سوف تتميز بارتفاع القلوية. هذا وتأثير استعمال كميات كبيرة من الماء في الري (3000 - 5000 م³ / فدان) ورشح المياه من قنوات الري (تصل كميته إلى 30 - 55 ٪ من مياه القنوات) يؤدي بالضرورة إلى تغير كامل في الماء الأرضي ومستواه خلال المنطقة بأكملها . وعموما فإن التملح الثانوي يحدث في مراحل ثلاث هي :

المرحلة الأولى : تكوين بقع الملوحة الموسمية: Seasonal Patches

بمضي الوقت من إدخال نظام الري خصوصا بالغمر وزيادة الرشح خصوصا على جانبي القنوات تنخفض الأملاح في المساحات المجاورة لها نتيجة لتأثير مياه الرشح في غسيل الأرض ، وتحسن حالة هذه المساحات بينما تزداد المساحات الأخرى سوءا . وكلما ارتفع مستوى الماء الأرضي كلما ارتفعت درجة ملوحته وتغيرت مكونات الأملاح الذائبة بالتالي ، فترتفع كمية Cl , Na , Mg في المناطق الخالية غير المروية أو في البقع الخالية في الأرض المروية . وغالبا ما تبدأ ملوحة التربة الثانوية في الظهور عندما يكون الماء الأرضي على عمق كبير نوعا (في حدود 2.5) في صورة بقع موسمية خلال فصل الصيف .

ويمكن التخلص من هذه البقع بسهولة واستغلالها بعد القيام بعمليات التسوية التامة لسطح التربة وعمليات إضافة المحسنات والجبس ثم الحرث العميق بمحراث تحت التربة والخدمة ، وانتظام الري مع زراعة المحاصيل الكثيفة النمو مثل البرسيم في وجود شبكة صرف جيدة .

المرحلة الثانية : تكوين البقع الملحية المستديمة : Phase of Patches

أما إذا كان هناك سوء استعمال لنظام الري ولا تستغل المياه بطريقة اقتصادية فإن مستوى الماء الأرضي يستمر في الارتفاع وكذا درجة ملوحته ، وتتكون البقع المستديمة لملوحة التربة الثانوية . وتوجد هذه البقع في الأجزاء العالية من التربة . وللتخلص من هذا النوع من الملوحة الثانوية يمكن إتباع نفس النظام كما في النوع الأول ، وقد يحتاج الأمر إلى غسيل غزير للبقع الملحية في فترة الخريف والشتاء .

المرحلة الثالثة : تحول البقع إلى ملوحة ثانوية متصلة :

هذا وإذا استمر الماء الأرضي في الارتفاع فإن الملوحة الثانوية على صورة بقع قد تتحول إلى ملوحة ثانوية متصلة على السطح . وتوجد هذه الملوحة في الأرض ذات أقل درجات في الصرف مع ركود الماء الأرضي .
ولذلك فإنه من الصعوبة التخلص من هذه الملوحة بدون إصلاح جذري ليس فقط التخلص من ملوحة التربة بل أيضا التخلص من ملوحة الماء الأرضي

ثانيا : مياه الري والملوحة الثانوية للتربة :

تلعب ملوحة ماء الري نفسه دورا بالغا في ملوحة الأراضي المروية . وتحتوي مياه الري العذبة على نسبة معينة من الأملاح سهلة الذوبان تتراوح بين 0.2 - 0.4 جم/لتر 50-70% منها ينتمي إلى الأملاح الغير ضارة . وقد تستعمل بعض مياه المصارف في استصلاح وري بعض الأراضي وهذه المياه غالبا ما تحتوي على واحد جم / لتر من الأملاح ولا يؤدي استعمالها عندئذ إلى تجمع الأملاح في الأرض التي تروى بها . ويعتبر هذا الماء جيدا على أساس أن المحلول الأرضي ذو تركيز 3 جم/لتر من الأملاح لا يضر النباتات النامية طالما توفر الصرف الجيد .

ويمكن إتباع نظام التبادل بين المياه الملحية والمياه العذبة في المناطق ذات الجو الجاف الحار كمصر العليا ، حيث تروى الأرض 5 - 15 رية في العام . ففي مثل هذه الظروف تضيف مياه الري الملحية إلى مياه التربة ما لا يقل عن 3-5 طن من الأملاح للفدان سنويا . ولا بد أن يصحب الري بالماء المالح هذا ري بماء عذب يعمل على طرد الأملاح التي تحتفظ بها الأرض من المياه الملحية . وتزداد مرات الري بالماء العذب كلما زاد تركيز الأملاح في مياه الري الملحية ، مع ضرورة توفر الصرف كالاتي :

1. إذا كان الأملاح في ماء الري 2 - 3 جرام/لتر تغسل الأرض مرة كل عام

2. إذا كان الأملاح في ماء الري 4 - 5 جرام/لتر تغسل الأرض 2 - 3 مرات كل عام .

3. إذا كان الأملاح في ماء الري 7 - 8 جرام/لتر تغسل الأرض 4 - 5 مرات كل عام .

4. إذا كان الأملاح في ماء الري 10 - 12 جرام/لتر يزداد عدد الريات مع زيادة مقدار الماء المستعمل في الغسيل .

ثالثا: حالة الصرف والملوحة الثانوية للتربة :

عند توفر الصرف الطبيعي نجد أن ميزان الماء الأرضي يضبط وينظم بواسطة جريان الماء في باطن الأرض لأسفل وتزال بالتالي الأملاح سهلة الذوبان التي قد توجد في التربة أو الماء الأرضي . ويؤدي هذا إلى زيادة خصوبة التربة بالتدريج .

وعلى العكس تماما نجد أن عمليات التملح تحدث أساسا في المناطق المنخفضة ذات الصرف الطبيعي الضعيف . وأغلب نظم الري الموجودة في المناطق ذات المناخ الحار مثل السهول والوديان ودلتا الأنهار تتصف عادة بعدم الكفاءة . ويؤدي هذا في غياب الصرف الطبيعي الكافي إلى ارتفاع الماء الأرضي إلى العمق الحرج حتى لو كان أصلا عميقا جدا قبل إدخال نظام الري . ويصبح خاضعا للبخر المباشر من السطح مما يؤدي إلى تراكم الأملاح .

وتعتمد السرعة التي يرتفع بها مستوى الماء الأرضي على عمقه الأصلي وكمية المياه المضافة ومعدل رشح التربة . وعموما يمكن القول بأنه في المناطق التي حولت إلى الري حديثا كمناطق الحياض في الوجه القبلي ، فإن سرعة ارتفاع الماء الأرضي كانت في حدود 0.5 - 1 - 1.5 متر/السنة . مع حدوث ارتفاع مفاجئ خلال السنة الأولى .

إذا لابد أن يكون الهدف في الأراضي المروية هو الوصول إلى زيادة عامة في معدل من نظام الري ، لكي نمنع انسياب كميات زائدة من المياه في الترع ، وتحديد الإسراف في مياه الري حتى نقلل من فقد المياه غير المنتجة ، ونضعف بالتالي من ارتفاع الماء الأرضي للوصول إلى حالة من الاتزان مع مقدرة الصرف الطبيعي .

التدهور الفيزيائي :

يحدث التدهور الفيزيائي للأرض نتيجة لتأثير عدد من العمليات المتداخلة مع بعضها ، تؤدي في الغالب إلى نقص مسام التربة . وهناك عدة ظواهر تدل على حدوث التلف الفيزيائي للأرض وتتوقف درجة التلف على نوع الظواهر التي تحدث ، وهي :

1. تجلد السطح نتيجة لتكوين طبقة جلدية غير منفذة أو قشرة صلبة نتيجة للري بالرش .
2. انخفاض المسامية أو الانضغاط نتيجة لاستعمال المعدات الزراعية الثقيلة . كما تؤدي إلى تلف مرقد البذرة وانخفاض نسب الإنبات .
3. تكوين طبقة غير منفذة عند عمق الحرث نتيجة للحرث المستمر على عمق واحد مما يؤدي إلى نقص التهوية وعدم قدرة الجذور على الامتداد أو المياه عن التغلغل .

التدهور الحيوي :

إن العلاقة قوية ومباشرة بين التدهور البيولوجي والتدهور الفيزيائي حيث أن التدهور البيولوجي ينتج أساساً من نقص المادة العضوية . ويجب التفرقة بين المادة العضوية الطازجة (غير المقاومة) والدبال (المقاوم للتحلل) ، حيث أن التدهور البيولوجي يعني به معدنة المادة العضوية المقاومة أي الدبال .

والمفروض أن يهتم المزارعون بحالة الاتزان بين ما يضاف للأرض من مواد عضوية وبين انحلال الدبال ، فإذا كان هذا الاتزان بالسالب ، فإن هذا دليلاً على أن الأرض تفقد مادتها العضوية وتدهور حيويًا . وتدل الظواهر الآتية على التدهور الحيوي للتربة :

- 1 تحول التربة إلى لون أفتح نتيجة لنقص المادة العضوية بها .
- 2 نقص ديدان الأرض والنمل والقوارض وأحياء التربة عموماً .
- 3 نقص الاستجابة للتسميد .

مقاومة التدهور الفيزيائي والحيوي :

يعتبر علاج التدهور البيولوجي بإضافة المواد العضوية باستمرار لتعويض الفقد المستمر في الدبال وهو وقاية في نفس الوقت من التدهور الفيزيائي وذلك إذا لم تكن الخواص الفيزيائية قد تدهورت فعلاً نتيجة لمعدنة المادة العضوية ونظراً لأنه ليس بالضرورة أن يحدث التدهور الفيزيائي نتيجة للتدهور الحيوي فقط . فقد يحدث نتيجة لاستخدام المعدات الثقيلة خلال عمليات الخدمة الزراعية وما تسببه من تضغوط وتقليل المسامية ، عندئذ يعالج العيب وتستبدل المكائن بأخرى تناسب

الأرض . ويراعى دائما أن لا يكون حرث التربة على عمق واحد حتى نتجنب تكوين الطبقة الغير منفذة .

وقد يحدث التدهور الفيزيائي والحيوي أيضا عندما تقل التهوية نتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضي وزيادة رطوبة التربة ويتطلب الأمر إنشاء نظام صرف ذي كفاءة معقولة .

وحدات قياس التدهور :

من المعروف أن النتيجة الحتمية لجميع عمليات تدهور الأراضي هي نقص الإنتاجية للتربة المتدهورة . ولكن من الصعب قياس التدهور الحادث للتربة على أساس انخفاض إنتاجيتها . نظرا لتداخل أسباب التدهور وصعوبة تحديد سبب واحد لا يختلف من تربة إلى أخرى . لذلك يعبر عن تدهور الأرض بوحدات تتناسب كل عملية من عمليات التدهور كالاتي

التدهور الكيميائي :

1. تمليح التربة : يعبر عنه بارتفاع درجة تركيز الأملاح في مستخلص التربة السطحية عند التشبع بوحدات ملليموز / سم/ سنة عند درجة 25.
2. قلونة التربة : يعبر عنه بمقدار الارتفاع في النسبة المئوية للصوديوم المتبادل / سنة .
3. رقم الحموضة : ارتفاعا أو انخفاضا .
4. السمية : يعبر عنه بمقدار ارتفاع تركيز العناصر السامة بالجزء في المليون / سنة .

التدهور الطبيعي :

1. انجراف وتعرية الأرض بالرياح : مقدار الترسيب أو الفقد وقياسه مم/سنة أو طن/فدان /سنة .
2. انجراف ونحر التربة بالماء : مقدار التربة المفقودة وقياسه مم/سنة أو طن/فدان /سنة .
3. الكثافة الظاهرية : مقدار ارتفاع قيم الكثافة الظاهرية لتربة الطبقة السطحية أو التحتية جم /سم³ / سنة.
4. انخفاض النفاذية : مقدار الانخفاض في النفاذية /سم / ساعة / سنة.

التدهور المورفولوجي :

1. الطبوغرافية : يعبر عنه بمقدار خشونة وتغير الطبوغرافية من حيث درجة التموج سم/ م / سنة .
2. اللون : يعبر عنه بمقدار سيادة اللون الأبيض أو الباهت على السطح بدلا من اللون الأصلي ، وكذلك عدد البقع ومساحتها . م2 / فدان / سنة .
3. الانتفاخ : يعبر عنه بمقدار سيادة ظاهرة انتفاخ التربة وكذلك عدد البقع ومساحتها . م2 / فدان / سنة .

التدهور البيولوجي :

ويعبر عنه بمقدار نقص النسبة المئوية للذبال في الطبقة السطحية في السنة .

إهدار التربة

الإهدار جزء من التدهور أو مرحلة منه لذلك فإن بعض حالات التدهور قد تعتبر إهدارا والعكس . ويعرف الإهدار بأنه تدهور كمي يصعب استعاضته . ويعتبر عدم استخدام التربة أو سوء استخدامها مع توفر مقومات استغلالها نوعا من الإهدار . ونماذج الإهدار متعددة سواء في الأراضي القديمة أو الجديدة وفيما يلي بعض منها :

- التأخر غير الطبيعي في وصول مساحات كثيرة من أراضي الاستصلاح إلى الحدية الإنتاجية .
- تبوير وعدم زراعة مساحات داخل المزرعة حول الآبار والمخازن والمظلات وغيرها من الأنشطة غير الزراعية رغم أن مورد الري متاح لها .
- استقطاع جزء من الأراضي الجيدة أو الصالحة أو المهيأة للزراعة في إقامة المساكن أو المنشآت الغير زراعية مثل المنشآت الصناعية والتجارية .
- التجريف بأنواعه ودرجاته المختلفة .

وكنموذج للإهدار في الأراضي الجديدة نشير إلى مدى تطور التنمية الزراعية في أراضي التوسع الأفقي الجديدة خلال 25 عاماً بدءاً من سنة 1955 حتى سنة 1980 . فقد بلغت جملة المساحات المستصلحة خلال هذه الفترة حوالي

912 ألف فدان ، لم يستزرع منها فعلا سوى الثلثين تقريبا (حوالي 600 ألف) وهذا أول إهدار ، وأن ما وصل منها للحدية الإنتاجية لم يتجاوز 300 ألف فدان ، وهذا ثاني إهدار .

وتتضح الصورة أكثر لو نظرنا إلى تكلفة الاستصلاح حيث قد صرف على هذه الأرض حوالي مليار جنيه بأسعار الستينات والسبعينات ، وهي تحتاج حاليا إلى أربعة مليارات أخرى لكي يتم إنشاء شبكة الصرف والتخلص من الملوحة الثانوية وتحسين التربة . أي أن تكلفة استصلاح الفدان تحت هذه الظروف سوف يصل إلى 7000 جنيه غير مضاف أي أن تكلفة استصلاح الفدان تحت هذه الظروف سوف يصل إلى 7000 جنيه غير مضاف إليها فوائد القروض .

نلخص من هذا أن جهد الإنسان في هذا المجال لم يكن محققا للهدف الذي سعى إليه وهو زيادة إنتاج الغذاء . والسبب الأساسي هو أن الري كان غمرا ولم يكن مصحوبا بنظام كفاء للصرف . علاوة على عدم توفر الإدارة والخبرة المناسبة للزراعة الصحراوية في هذا الوقت المبكر عند بداية أولى محاولات الاستصلاح والاستزراع الصحراوي .

وتتميز المرحلة الراهنة من التقدم العلمي بأنها تساعد في معرفة كثير جدا من المشاكل العلمية والفنية والتنبؤ بها قبل وقوعها . وخاصة ما سوف يحدث فيها في المدى القصير (10 سنوات مثلا) . لذلك فإنه من أفدح الأخطاء ألا نجابه المشاكل وننتظر حتى تحدث . ولم يعد مقبولا الاعتذار بأننا كنا نجهل أن هذه المشاكل سوف تحدث . فنحن الآن نعرف ويقدر كبير من الدقة ما سوف يترتب على استصلاحنا للأراضي الصحراوية من آثار مفيدة أو ضارة ، والمطلوب التخطيط بعمل كل ما يلزم لتقليل الضرر إلى أقل حد ممكن طبقا للحكمة المأثورة بأن " الوقاية خير من العلاج " .

كيف يمكن تقييم التحسن أو التدهور في الأراضي :

يتطلب تقييم مدى التحسن أو التدهور الذي يحدث للأراضي ، فحصها أول مرة ثم إعادة الفحص لنفس المساحات بعد فترة ولتكن 3 - 5 سنوات بصفة منتظمة ، ومقارنتها بحالتها السابقة . وتؤدي مثل هذه المتابعة إلى تقييم كامل

لمدى التحسن أو التدهور حتى يمكن رسم سياسة تنمية الأرض بدون تدهور أو إهدار .

ويتم التعرف على حالة التربة بإجراء الفحوص والاختبارات الحقلية والمعملية بهدف الحصول على توصيف علمي دقيق لجميع الخواص الطبيعية والكيميائية والظروف البيئية والهيدرولوجية لقطاع التربة ، وعلاقته بكل من مياه الري والمحاصيل القائمة ويؤدي هذا الفحص إلى تقييم التربة إلى درجات توضح قدرتها الإنتاجية تحسنا أو تدهورا وكذلك " التكهّن " بالتغيير الذي يؤدي إلى التدهور .

ولمعرفة ما إذا كانت الأرض تتجه ناحية التملّيح (التدهور) أم ناحية التخلص من الأملاح (التحسين) وكذلك سرعة أو بطء التحول في أحد الاتجاهين يمكن الاسترشاد بالمقاييس الآتية لتقييم اتجاه حركة الأملح ناحية التراكم في الطبقة السطحية أو درجة التخلص منها :

ملوحة لا تذكر	2ملليموز/سم
ملوحة عادية	3-6ملليموز/سم
ملوحة	6-8ملليموز/سم
ملوحة	<8ملليموز/سم



الظروف التي تعجل بعملية التملّيح :

- 1 ارتفاع مستوى الماء إلى ما فوق العمق الحرج .
- 2 ارتفاع ملوحة الماء الأرضي إلى ما فوق الملوحة الحرجة .
- 3 عدم استواء السطح .
- 4 عدم توافر الصرف
- 5 سيادة المناخ الحار الجاف .
- 6 ثقل قوام التربة .
- 7 طول الفترة بين الريات .
- 8 ترك الأرض مكشوفة بدون زراعة خلال موسم الصيف .
- 9 الري بمياه ملحية أو مملحة .
- 10 الإدارة غير الواعية لظروف تداخل العوامل السابقة وتأثيرها الضار .

الظروف التي تعطل عملية التملح :

- 1 مستوى ماء أرضي عميق أو غير موجود بالمرّة .
- 2 توفر الصرف الطبيعي الكفاء .
- 3 سيادة القوام الخفيف .
- 4 قصر الفترة بين الريات .
- 5 استعمال نظام الري المناسب .
- 6 إضافة مياه الري بالقدر المناسب .

الظروف التي تعجل بعملية القلونة :

- عدم توافر مصادر الكالسيوم بالتربة خلال عملية الأراضي الملحية الصودية .
- سيادة أملاح الكربونات والبيكربونات وارتفاع SAR لماء الري .
- سيادة أملاح الكربونات والبيكربونات وارتفاع SAR للمياه الأرضية له نفس أثر الري بمثل هذا الماء .
- النشاط الميكروبي في الظروف الغير هوائية .

تذكر

- أنواع التدهور هي:-
 - التدهور الطبيعي
 - التدهور الحيوي
- التدهور الكيميائي يرجع إلى تجمع الأملاح من قطاع التربة والماء الجوفي إن وجد وتركيزها في الطبقة السطحية من القطاع حيث يتركز أغلب النشاط الجذري للنباتات السطحية للتربة وتدهورها بالتالي .
- ينتج التدهور الكيميائي نتيجة الآتي :-
 - أ - عدم توفر نظام صرف كفاء .
 - ب - الري بمياه ملحية .
 - ج- فقد الماء من سطح التربة بالبخار تاركاً محتوياته من الأملاح.
- وعندما تكون التربة غنية بكاتيون الصوديوم فإن التربة تحول إلى القلوية مما يؤدي إلى أن تسوء خواصها الكيميائية والطبيعية .
- تمليح التربة بهذه الطريقة تسمى الملوحة الثانوية .
- الملوحة الثانوية هي أن تكون فيها التربة غير ملحية أو ضعيفة الملوحة أصلاً ولكن الري المستديم لمدة طويلة يؤدي إلى تمليح التربة بما يسمى الملوحة الثانوية وتؤدي الملوحة الثانوية إلى فقد التربة لخصوبتها نظراً لتراكم الأملاح سهلة الذوبان والضارة بالنباتات في الأراضي المنزرعة ومنطقة الجذور .
- التملح الثانوي يحدث على ثلاث مراحل هي :-
 - 1 - المرحلة الأولى : تكوين بقع الملوحة الموسمية :-

وتتكون البقع الملحية الموسمية في فصل الصيف ويمكن التخلص من هذه البقع بسهولة واستغلالها بعد القيام بعمليات التسوية التامة لسطح التربة وإضافة محسنات التربة مثل الجبس الزراعي والحرث العميق بمحراث تحت التربة مع وجود شبكة صرف جيدة .

2 - المرحلة الثانية : تكوين بقع ملحية مستديمة:-

وهي تنشأ من سوء استخدام المياه مما يؤدي إلى وجود البقع المستديمة والتي تظهر في الأجزاء العليا من التربة .

3 - تحول البقع إلى ملوحة ثانوية متصلة :-

ويحدث ذلك إذا استمر الماء الأرضي في الإرتفاع فإن الملوحة الثانوية على صورة بقع قد تحولت إلى ملوحة ثانوية متصلة على السطح وتوجد في الأراضي ذات الصرف الرديء مع ركود الماء الأرضي . ومن الصعب التخلص من هذه الملوحة بدون اصلاح جذري ليس فقط للتخلص من ملوحة التربة ولكن للتخلص من ملوحة الماء الأرضي .

- مياه الري والملوحة الثانوية للتربة.

مياه الري هي السبب الرئيسي للملوحة الثانوية للتربة وذلك لارتفاع مستوى الماء الأرضي وبالتالي ظهور الأملاح على السطح وكذلك أيضا ارتفاع ملوحة ماء الري يؤدي إلى ظهور الملوحة الثانوية بدرجة أشد وفي هذه الحالة لابد من أن يتم التبادل بين الري بمياه ملحية والري بمياه عذبة لغسيل الأملاح من التربة مع توافر شبكة صرف جيدة لخفض مستوى الماء الأرضي .

- التدهور الفيزيائي :

يحدث التدهور الفيزيائي للأرض نتيجة لتأثير عدد من العمليات المتداخلة مع بعضها ، تؤدي في النهاية إلى نقص مسام التربة والظواهر المصاحبة لحدوث التدهور الفيزيائي هي :

- وجود القشرة الصلبة نتيجة للري بالرش .
- انخفاض المسامية أو زيادة انضغاط التربة نتيجة استخدام الآلات الزراعية الثقيلة .
- تكوين طبقة غير منفذة نتيجة الحرث على عمق واحد باستمرار .

- التدهور الحيوي :

وهو ينتج أساسا من نقص المادة العضوية بالتربة . ويجب التفرقة بين المادة العضوية الطازجة (غير المقاومة) والدبال (المقاوم للتحلل) ، والذي يعني به معدنة المادة العضوية المقاومة للتحلل أي الدبال .

وعلامات ظهور التدهور الحيوي للتربة هو :

1. تحول التربة إلى اللون الفاتح نتيجة لنقص المادة العضوية بها .
2. نقص ديدان الأرض والنمل والقوارض .
3. نقص الاستجابة للتسميد .

- ولقياس التدهور الكيميائي يعبر عنه بالآتي :

1. تمليح التربة .
2. قلونة التربة .
3. ارتفاع أو انخفاض رقم الحموضة الـ pH .
4. ارتفاع تركيز العناصر السامة .

- ولقياس التدهور الطبيعي يعبر عنه بالآتي :

1. انجراف أو تعرية الأرض بالرياح .
2. انجراف ونحر التربة بالماء .
3. ارتفاع قيم الكثافة الظاهرية للتربة .
4. انخفاض النفاذية بالتربة .

- الظروف التي تعجل بعملية التملح هي :

1. ارتفاع مستوى الماء الأرضي .
2. ارتفاع ملوحة الماء الأرضي .
3. عدم استواء السطح .
4. عدم توافر الصرف .
5. سيادة المناخ الحار الجاف .
6. ثقل قوام التربة .
7. طول الفترة بين الريات .
8. ترك التربة بدون زراعة خلال موسم الصيف .
9. الري بمياه ملحية .

10. الإدارة الغير واعية .

- الظروف التي تعطل عملية التمليح هي :

1. مستوى ماء أرضي عميق .
2. توفر صرف جيد .
3. قوام التربة خفيف .
4. قصر الفترات بين الريات .
5. استعمال نظام الري المناسب .
6. إضافة مياه الري بالقدر المناسب .

- الظروف التي تعجل بعملية القلونة هي :

1. عدم توافر مصادر الكالسيوم بالتربة .
2. سيادة أملاح الكربونات والبيكربونات وارتفاع SAR لماء الري .
3. سيادة أملاح الكربونات والبيكربونات وارتفاع SAR للمياه الأرضية .

أسئلة

1. ماهي أنواع التدهور ؟
2. مالمقصود بالملوحة الثانوية للتربة ؟
3. ما علاقة الملوحة الثانوية للتربة بماء الري ؟
4. ما علاقة الصرف بالملوحة الثانوية بالتربة ؟
5. ما مالمقصود بالتدهور الطبيعي او الفيزيائي للتربة ؟
6. ما مالمقصود بالتدهور الحيوي للتربة ؟
7. كيف يمكن قياس التدهور الكيميائي للتربة ؟
8. ما هي الظروف التي تعجل بعملية التمليح ؟
9. ما هي الظروف التي تعطل عملية التمليح ؟
10. ما هي الظروف التي تعجل بعملية القلونة ؟

الأراضي المتأثرة بالأملاح Salt affected soils

تحتوي جميع الأراضي الخصبة المنتجة على نسبة عادية من الأملاح . وهذه النسبة العادية هي المقبولة بالنسبة للنبات ، إذا قلت أو زادت تأثر نمو النبات بدرجة أو بأخرى ولا بد من تصحيحها . ويتم التصحيح بالاضافة إذا كان هناك نقص أو بالإزالة إذا كان هناك زيادة .

الأراضي تصبح متأثرة بالأملاح الزائدة بالغسيل أي تحتوي على مقدار زائد من الأملاح الذائبة ، أو من الصوديوم المتبادل ، أو منهما معا مما يجعلها بيئة غير صالحة لنمو المحاصيل نمو اقتصاديا ، لذلك فإن استصلاح هذه الأراضي يتطلب :

- التخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل .
- إحلل الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل بإضافة الجبس الزراعي أو الكبريت المعدني والمادة العضوية .

وأساس استصلاح هذه الأراضي سواء التي لم تزرع من قبل أو التي اكتسبت الملوحة عقب الزراعة هو معرفة كل من .

- مصدر الأملاح .
- الظروف الطبيعية وتكوين الأراضي المتأثرة بالأملاح .
- الأملاح الأساسية في الماء والتربة .
- التأثير الضار للأملاح على النبات .
- مدى توفر مصدر الري والغسيل بصورة جيدة أو ملائمة .
- مدى توفر مخرج لمياه الصرف .

مقياس ملوحة التربة :

يعبر عن الملوحة بعدة طرق تبعا لطريقة قياسها أو الغرض من القياس بالوحدات التالية :

مول / لتر	Mol/L	(ملليمكافئ / لتر)
ملليجرام / لتر	Mg/L	(جزء في المليون ppm)
ميكروجرام / لتر	µg/L	(جزء في البليون ppb) للعناصر النادرة

وقد يعبر عن إجمالي تركيز الملوحة بالوحدات التالية :

EC درجة التوصيل الكهربائي ملليموز/سم أو (decisiemens/meter)ds /m

TDS الأملاح الذائبة الكلية بالجرام أو الملليجرام / لتر

TSC الكاتيونات الذائبة الكلية

TSA الأنيونات الذائبة الكلية

Mol/L - {

ولا يوجد علاقة ثابتة بين هذه الوحدات الإجمالية لقياس الملوحة إلا أنه يمكن وبصورة تقريبية التحويل من :

EC (ds/m) ← TDS بالضرب في 640 إذا كانت الملوحة أقل من 5 بالضرب في 800 إذا كانت الملوحة أعلى من 5 ملليموز .

EC (ds/m) ← TSA أو TSC بضرب رقم EC $\times 0.1$

للحصول على Mol/L أو 10 للحصول على m Mol/L

وعموماً :

تقاس الأملاح الذائبة ولا تزال بطريقة مباشرة تعتمد على تبخير حجم معلوم من المياه ووزن كمية الأملاح المترسبة فيها وهذا هو الأساس . أما قياس درجة التوصيل فهذه طريقة سريعة وتقريبية .

الظروف الطبيعية وتكوين الأراضي الملحية

تعتبر الملوحة أحد الظواهر الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يصبح معدل تراكم الأملاح أكبر من الكمية التي تزال . ويرجع ذلك إلى زيادة معدلات التبخير عن الترسيب بالمطر . لذلك فإن عملية تراكم الأملاح تتأثر أولاً وقبل كل شيء بالميزان المائي لكل منطقة على حدة، ويتوقف هذا الميزان إلى حد كبير على الظروف المناخية والجيومورفولوجية والطبوغرافية والهيدرولوجية علاوة على النشاط الاقتصادي والنظام الاجتماعي للناس والمجتمع .

تأثير الظروف المناخية على ملوحة التربة

لا توجد الأراضي المتأثرة بالأملاح **Salt affected soils** إلا في المناطق ذات المناخ الحار الجاف . لماذا ؟ لأن الميزان المائي لهذه المناطق يسيطر عليه أساسا التبخير من السطح ، وكلما زاد المناخ جفافا كلما زادت أهمية التبخير في الميزان المائي بالمنطقة، وكلما قلت أهمية الترسيبات الجوية (ماء المطر أو الثلج) .

طبعاً لا توجد هذه الأراضي في المناخ الرطب مثل مناطق وسط أوروبا أو المناطق الشمالية لأن المناخ في هذه المناطق عبارة عن ثلوج في الشتاء تتراكم لتذوب في أوائل الربيع . فتغسل قطاع التربة بالكامل . علاوة على سقوط بعض الأمطار في فصل الصيف الذي يتميز هو الآخر باعتدال الحرارة . لذلك يسود في هذه المناطق عمليات الغسيل على عمليات التبخير من السطح .

أين توجد هذه الأراضي المتأثرة بالأملاح ؟

توجد هذه الأراضي منتشرة بدرجة كبيرة في المناطق الصحراوية الحارة الجافة التي تصل فيها طاقة التبخير إلى 2000 ملليمتر فما فوق في السنة . كذلك المناطق زائدة الجفاف مثل الصحراء الكبرى بالسعودية حيث تغطي سطح التربة بطبقة هشة من الأملاح المتبلورة . كما توجد في المناطق نصف الصحراوية التي يصل معدل التبخير فيها 1000-1500 ملليمتر في السنة .

أما المناطق الممطرة مثل صحارينا الساحلية فإن تكوين الأراضي الملحية لا يحدث إلا على شواطئ البحار ومناطق المد والجزر .

والسؤال الآن : ما هي العلاقة بين المناخ والملوحة تحت ظروفنا ؟

لكي نتضح الصورة دعنا نحسب سوياً الميزان المائي لبلدنا :

الترسيبات (المطر) :

تتراوح نسبة المطر في بلدنا بين 100 - 250 ملليمتر على المناطق الساحلية وتقل بصفة حادة كلما اتجهنا جنوباً ، وكل هذه الأمطار تحدث في الشتاء .

التبخير :

يصل معدل التبخير إلى أقصاه خلال فترة الصيف بدءا من يونيو حتى ديسمبر (120 يوما) بمتوسط حوالي 10مم /يوم .

$$120 \text{ يوم} \times 10 \text{ مم/يوم} = 1200 \text{ ملليمتر}$$

- خلال فصلي الربيع والخريف (مارس أبريل مايو _ أكتوبر ونوفمبر) يقل معدل التبخير إلى النصف تقريبا (5مم /يوم) .
 $1500 \times 5 \text{ مم/يوم} = 750 \text{ ملليمتر}$

- خلال فصل الشتاء الذي يمتد ثلاثة شهور تقريبا (ديسمبر يناير فبراير) يقل معدل التبخير إلى الحد الأدنى (1مم /يوم) .
 $90 \times 1 \text{ مم/يوم} = 90 \text{ ملليمتر}$
مجموع التبخير السنوي تحت ظروفنا = 2040 ملليمتر

فإذا اعتبرنا أن متوسط الأمطار 40ملليمتر سنويا فإن عمليات التبخير تكون في السائدة تماما خلال تسعة أشهر في السنة بمتوسط مقداره 2000 ملليمتر ، وهذا بالضرورة يؤدي إلى تراكم وترسيب الأملاح في الطبقة السطحية من التربة مما يجعل أراضيها متأثرة بالأملاح دائما .

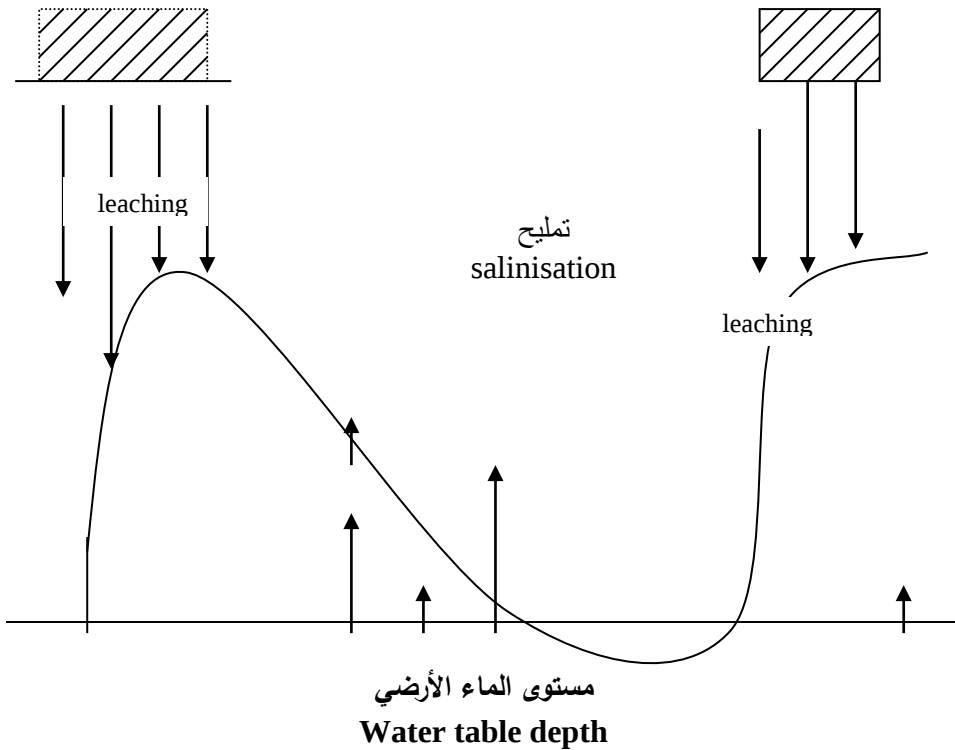
الظروف الطبوغرافية وتكوين الأراضي الملحية

إن وجود المناخ الحار والجاف لا يكفي وحده لتراكم الأملاح وتكوين الأراضي الملحية ، فعندما يكون مستوى الماء الأرضي بعيدا عن السطح فإن الماء الذي يتبخر من التربة لن يزيد عن كمية الأمطار أو الرطوبة الجوية التي تسقط على السطح . وعندما يكون الماء الأرضي على عمق 10 - 20 متر فإن التملح لا يمكن أن يحدث على الرغم من جفاف الجو ، إلا تحت ظروف جيومورفولوجية وتضاريسية خاصة مثل :

- الصحاري وهي عبارة عن مناطق واسعة منخفضة كلها أو جزء منها ومحاطة بسلسلة من الجبال أو الأراضي المرتفعة . ويوجد حول هذه الجبال تيار أثري قديم من الماء الأرضي قد يكون عذبا في بعض الأحيان ، أو مالحة جدا في أحيان أخرى .

فإذا كان هذا التيار المائي واقعا تحت ضغط كما هو الحال في واحة سيوة فإنه يصل إلى السطح من خلال الشقوق البنيائية في الجبال والأراضي مما يؤدي إلى تمليح المياه والتربة في المنخفضات .

- تتراكم الملوحة نتيجة لوجود اختلاف في تضاريس التربة . فإذا كان الاختلاف في التضاريس من النوع المتوسط (1-2 متر) macro meso relief and فإن الأراضي الموجودة على الأجزاء العالية دائما تكون أقل في الملوحة ، لأن الماء الأرضي في الأجزاء المنخفضة يكون متصلا بالسطح أكثر ، مما يعرضه للتبخير وتمليح التربة بالتالي كما في الشكل التالي .



أما إذا كان الفرق في التضاريس من النوع البسيط (10-20 سم) macrorelief فإن الصورة تختلف تماما ، لأن تبخير الماء الأرضي أشد في المناطق المرتفعة منه في المناطق المنخفضة نظرا لأنها تسخن بسهولة ولا

يصلها رطوبة مباشرة ، فهي تجف أسرع وتعمل كل حبة من هذه عمل الفلتر وتمتص من الأماكن المنخفضة المجاورة المحلول الأرضي الذي يتبخر تاركا مابه من أملاح لتتراكم في هذه الأسنام .

وبالتالي يمكن تلخيص ما سبق فيما يلي :-

إذا كانت التضاريس من النوع المتوسط تبدأ عملية التمليح في المناطق الأكثر انخفاضاً أما إذا كانت التضاريس من النوع الصغير مثل الزراعة على الخطوط فيحدث التمليح في المناطق المرتفعة .

الظروف الهيدرولوجية وتكوين الأراضي الملحية :

الظروف المناخية والطبوغرافية والجيومورفولوجية السابق شرحها لا تكفي في حد ذاتها وحدها لعمليات الأراضي الملحية ، بل لابد من توفر ماء أرضي بشرط أن يكون :

- مستوى هذا الماء الأرضي مرتفعاً في حدود إمكانيات بلوغ السطح بالخاصة الشعرية .
- هذا الماء الأرضي راكداً أو قليل الحركة أو ذا حركة طبيعية بطيئة.

ونجد في الصحراء نوعاً معيناً من الأراضي الملحية تسمى أراضي ملحية جافة Dry solonchak وهي التي تتكون رغم أن مستوى الماء الأرضي عميق جداً (20 - 50 - 100 م من السطح). ويدل هذا على أن الماء الأرضي الذي كان مسئولاً في الماضي عن تراكم الأملاح إما قد نزح بعيداً أو جف نهائياً . وعندما يكون الماء الأرضي قريباً جداً من السطح ولو ذو حركة كبيرة فلا يمكن أن يحدث تمليح للتربة ، لأن سرعة المياه تعمل على سحبها بقوة أكبر من قوة الخاصة الشعرية التي تسحب المياه لأعلى في الاتجاه المضاد لحركة الماء الأرضي .

أما عندما يكون الماء الأرضي مستقراً وعلى عمق من 1 - 2 متر من السطح (على حسب التركيب الميكانيكي للتربة) فإنه يكون معرضاً لدرجة كبيرة جداً من التبخير تحت المناخ الجاف ، وتبدأ بالتالي عمليات تكوين الأراضي الملحية .

ويسمى مستوى الماء الأرضي الذي يرتفع (أعلى منه) يكون التبخير شديدا لدرجة أن يؤدي إلى تمليح التربة "بالعمق الحرج" critical depth ويتأثر العمق الحرج بكل من :-

أ) درجة الحرارة وشدة التبخير ، فكلما زاد الجفاف وحرارة الجو كلما زاد العمق الحرج .

ب) قوام التربة فكلما كانت التربة ثقيلة كلما زاد العمق الحرج .
ت) الغطاء النباتي للتربة ، حيث يقلل الغطاء النباتي ودرجة كثافته من العمق الحرج وتحت ظروف الزراعة الكثيفة في بلدنا يظهر واضحا تأثير الغطاء النباتي الذي لولاه لتحولت كل أراضينا المروية إلى أراضي ملحية نظرا لقرب مستوى الماء الأرضي. والغطاء النباتي لا يمنع التبخير من التربة ولكنه يمنع تركيز الأملاح على السطح فقط .

ويمكن اعتبار العمق الحرج للماء الأرضي في الزراعات المروية مساوياً لعمق الماء الأرضي في نهاية موسم الصيف ، وذلك إذا لم يحدث رشح من القنوات أو صرف طبيعي .

وعندما يصل منسوب الماء الأرضي إلى العمق الحرج فإنه لا يؤثر فقط على ملوحة سطح التربة بل يتأثر هو الآخر وتزداد ملوحته وبدرجة كبيرة ولا ينحصر تراكم الأملاح في الماء الأرضي في طبقاته العلوية فقط بل يمتد إلى الطبقات المائية الأخرى حتى عمق 20-50 م ، ويرجع هذا الانتشار السفلي للأملاح إلى الانتقال وخاصة التوصيل الانتشاري لمحلول الأملاح الثقيلة. ومن المعروف أن الزراعة في بلدنا كلها زراعات مروية ، والري حتى بمياه النيل هو عبارة عن إضافة نسبة من الأملاح مع مياه الري . وهذه النسبة مهما كانت صغيرة ومقبولة بالنسبة لحساسية النبات للملوحة إلا أنها مشكلة بالنسبة للتربة .

لأننا عندما نروي فإننا لانروي المحصول النامي وإنما نروي التربة التي تعتبر المخزن الوحيد لمياه الري . ويسحب النبات احتياجاته المائية والغذائية من هذا المخزن تاركا الأملاح لتكون رصيذا بهذا المخزن يزداد عقب كل رية إذا لم يتوفر نوع من المخارج (المصارف) .

ولنأخذ المثال التالي ليبين مدى ما تضيفه المياه العذبة من أملاح إلى التربة أثناء الري .

رغم أن مياه النيل مازالت من أعذب الأنهار في العالم ولا تتعدى نسبة الأملاح الذائبة بها 0.25 – 0.33 جرام لكل لتر (بمتوسط 0.29) إلا أننا نستهلك منها في الري كميات كبيرة جدا تصل إلى 50 مليار متر مكعب سنويا .

أي أننا عندما نضيف هذه المياه لري التربة فإننا نضيف معها كمية أملاح تتراوح بين :

50.00 مليون م³ × 0.3 كيلو جرام ملح / م³ = 15 مليون طن ملح سنوياً فإذا كانت جملة المساحة المروية في حوالي 6 مليون فدان .
إذا أضيف لكل فدان نتيجة للري بمياه النيل العذبة
- مليون فدان به ملح = $\frac{15}{6}$ مليون طن ملح في السنة .
- إذن الفدان به 2.5 مليون طن ملح سنوياً .

إن هذا رقم إجمالي مخيف ، ولابد أن نعرف مكونات هذه الأملاح حتى نميز مدى سميتها والمشاكل التي تنشأ من تراكمها .
بالرجوع إلى مكونات مياه النيل الكيماوية نجد أنها أساساً عبارة عن أنيونات الكربونات والبيكربونات وقليل من الكلوريد والكبريتات ، أما الكاتيونات فالسيادة للكالسيوم يليه الصوديوم والمغنسيوم ثم قليل من البوتاسيوم .

ولكن هل تتوفر مياه النيل لكل مناطق الاستصلاح الصحراوية ، طبعاً لا تتوفر ويلجأ إلى مياه الآبار التي قد تكون ذو ملوحة عالية تصل إلى عشرة أضعاف ملوحة مياه النيل وبالتالي يمكن أن نتخيل كمية الأملاح التي تضاف إلى التربة مع مياه الري .

وليفوتنا في هذا المقام حساب كمية الأملاح التي تدخل من البحار المحيطة بنا إلى الأراضي المعرضة للرياح البحرية . وأحسن مثال لذلك هي أراضي الدلتا والصحاري الساحلية حيث تعتبر البحيرات المالحة والبحر الأبيض مصدراً كبيراً لتزويد الهواء بالأملاح . ولقد قدر سمك كمية الأملاح التي نقلت بهذه الوسيلة إلى

منطقة الدلتا فقط بحوالي ملليمتر سنويا . أي يضاف للفدان سنويا حوالي 6طن ملح وهو من ضعف كمية الأملاح التي تضاف مع الري بالمياه العذبة .

تكوين الأراضي الملحية

العمليات التي تؤدي إلى تكوين الأراضي الملحية من الناحية الجغرافية والجيوكيماوية من الضروري تقسيمها إلى :

تأثير مادة الأصل :-

وهي التي تتصل بحركة وتوزيع أملاح الكربونات والكلوريد والكبريتات في المناطق التي ليس بها صرف طبيعي ، وعلى حسب أصل الأملاح المتراكمة في التربة أو المياه (أي إذا كانت نواتج التعرية على الصخور النارية - أو منطقة إعادة توزيع الأملاح المتراكمة سابقا في الصخور الرسوبية الحاملة للأملاح) يمكن التمييز بين :

تأثير البحار :-

وهي التي تصل بتراكم الأملاح البحرية خصوصا كلوريد الصوديوم Na Cl في السواحل البحرية الجافة المنخفضة وعلى شواطئ الخلجان الضحلة

تأثير دلتا الأنهار :-

وهي منتشرة جدا ولها أهمية كبيرة بالنسبة للإنسان ، حيث أن دلتا الأنهار تستعمل الزراعة والري منذ زمن قديم ، كما في دلتا النيل والفرات وغيرها . وتتميز هذه الدورات بالارتباط المعقد لعمليات حركة وتراكم الأملاح المنقولة إما بالأنهار أو من البحر في مدة زمنية طويلة .

تأثير الماء الأرضي الإرتوازي :-

وهي التي تتصل بتبخر الماء الأرضي الإرتوازي البعيد الذي قد يصل إلى السطح خلال الشقوق البنائية في التربة . أو في المنخفضات القارية الواسعة . مثل منخفض القطارة .

تأثير النشاط البشري :-

وهي نتيجة أخطاء من النشاط الاقتصادي للإنسان . أو نتيجة لعدم معرفة أو الجهل بقوانين تراكم الأملاح (مثلا تمليح التربة نتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضي - أو الري بماء مالح - أو الغمر بمياه آبار المناجم أو المياه البترولية أو بمياه مخلفات المصانع).

ويتأثر تراكم الأملاح بأنواع التضاريس المختلفة وكذلك بالظروف الجيومورفولوجية والهيدرولوجية كما يرتبط تراكم الأملاح في الدورات المختلفة جيومورفولوجيا بالأراضي المنخفضة أو جزء من هذه الأراضي المنخفضة مثل دلتا الأنهار ومدرجات الأنهار والبحيرات Terraces ومن الناحية الهيدرولوجية مقطوعة فإن عمليات تراكم الأملاح متعلقة بالمناطق ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع .

وفي المناطق المرتفعة نجد أن الشبكة الهيدرولوجية مقطوعة ، ولايصبح الماء الأرضي عاملا للملوحة لمدة طويلة وتنتهي عملية تراكم الأملاح . ومع ذلك فإن سيادة عوامل التبخير من المناطق الصحراوية وقلة أو ندرة الأمطار تؤدي إلى حفظ وبقاء الأملاح المتراكمة في التربة وتحت التربة . ونتيجة لذلك فإن جميع أنواع الأراضي الملحية توجد في المناطق الجافة .

تقسيم الأراضي الملحية تبعا للأنيون :

وتتم حسب نوع الملح أو الأملاح السائدة ، ويعتبر هذا التقسيم هو أهم التقسيمات :

- (1) الملوحة الكلوريدية CL- Solonchak عندما يسود في مكونات الأملاح ملح الكلوريد لجميع الكاتيونات وأهمها من الناحية العلمية كلوريد الصوديوم NaCl.
- (2) الملوحة الكبريتية SO₄- Solonchak عندما يسود أملاح ملح الكبريتات والأهم من بينها كبريتات الصوديوم Na₂ SO₄.
- (3) الملوحة الكربونية CO₃- Solonchak عندما يوجد بين الأملاح كمية محسوسة من كربونات الصوديوم Na₂ CO₃.

كثير من الأراضي الملحية لا تحتوي على نوع واحد من الأملاح بل قد توجد بها خليط منها لايسمح بأن تتسبب التربة إلاى ملح واحد له السيادة وفي هذه الحالة

تسمى التربة بالأسماء الآتية على حسب نسبة الكلوريد بها بالنسبة للمجموع الكلي للأملاح :

- إذا كانت نسبة الكلوريد أقل من 10 % تسمى كبريتات Sulphate Solonchak.
- إذا كانت نسبة الكلوريد من 10 : 15% تسمى كلوريد - كبريتات Chlorido Sulphate Solonchak.
- إذا كانت نسبة الكلوريد أكثر من 40 % تسمى كلوريد Chlorido Solonchak.

ولقد اقترح التقسيم الآتي تبعا لدرجة الملوحة :

تقسيم التربة طبقا لدرجة ملوحتها
(مستخلص عجينة التربة عند درجة التشبع)

درجة ملوحة التربة	حالة النبات	%Tss	CL%	SO ₄ %
تربة غير ملحية	عادية	أقل من 0.3	أقل من 0.02	أقل من 0.1
تربة قليلة الملوحة	متأثر قليلا	0.3 - 0.5	0.02 - 0.04	0.1 - 0.3
تربة متوسطة الملوحة	متأثر	0.5 - 1.0	0.04 - 0.1	0.3 - 0.4
تربة شديدة الملوحة	متأثر بشدة	1 - 2	0.1 - 0.2	0.4 - 0.6
تربة سولونشاك	دمر	أكثر من 2	أكثر من 0.2	أكثر من 0.6

كما اقترح معمل الملوحة الأمريكي التقسيم التالي للأراضي المتأثرة بالأملاح .

تقسيم معمل الملوحة الأمريكي للأراضي المتأثرة بالأملاح عام (1954)
(مستخلص عجينة التربة عند التشبع)

درجة ملوحة التربة	ECe	PH	ESP
أرض غير ملحية غير قلووية	أقل من 4 ملليموز / سم	أقل من 8.1	أقل من 15%
أرض ملحية	أكبر من 4 ملليموز / سم	أقل من 8.5	أقل من 15%
أرض ملحية قلووية	أكبر من 4 ملليموز / سم	8.5	أكبر من 15%
أرض قلووية	أقل من 4 ملليموز / سم	10- 8.5	أكبر من 15%

تقسيم الأرض الملحية تبعا للكاتيون

أما تقسيم الأرض الملحية تبعا لكاتيوناتها فله أهمية كبيرة عند استصلاح التربة ويتم على حساب نوع الكاتيون السائد .

1- Ca Solonchak 2- Mg Solonchak 3- Na Solonchak

وأهمية هذا التقسيم تبعا للكاتيون تنحصر في أن الأملاح الذائبة تتحكم كيميائيا في مركب التربة الغروي ، الذي قد يتشبع بالصوديوم أو أحد القواعد الأرضية (Ca ، Mg) . فإذا تشبع بالصوديوم فإن الخواص الطبيعية والمائية للتربة تسوء بدرجة كبيرة وتصبح تربة قلووية Solonetz ، أما إذا تشبع بالكالسيوم أو الماغنسيوم (إلى حد محدود) فإنه لا يتغير .

الثوابت الهيدرولوجية :

يعتبر التبخير الطبيعي للمياه السطحية والأرضية وكذلك مياه البحيرات والبحار السبب الرئيسي في الغالب لتراكم الأملاح وتكوين طبقات الجبس والكربونات في الماضي والحاضر .

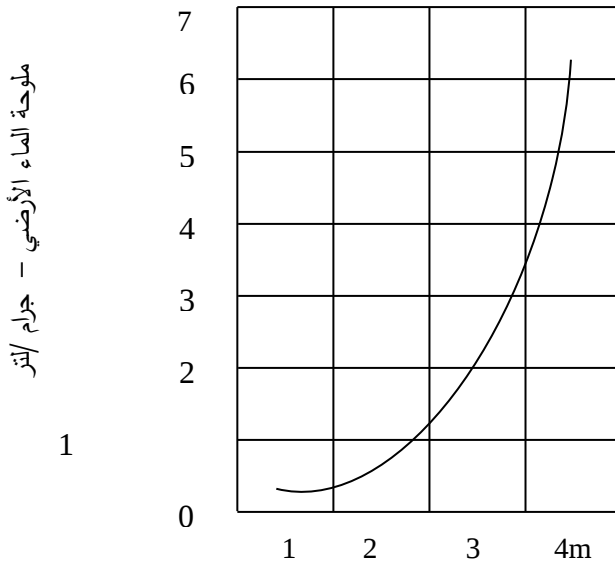
ولنفهم طبيعة وخطوات عمليات تراكم الأملاح ولوضع مقاييس لمحاربة الملوحة فلا بد أن نأخذ في الحساب الثوابت الهيدرولوجية الآتية :

1- الملوحة الحرجة للماء الأرضي :

أي درجة ملوحة الماء الأرضي التي فوقها (سواء تحت الظروف الطبيعية أو استعمال الري والصرف) يصبح صعود الماء بالخاصة الشعرية إلى سطح التربة مصدر كبير للملوحة ولقتل النباتات العادية .

فبالنسبة للماء الأرضي الذي تسود به أيونات الكلوريد والكبريتات Chlorido Sulphate type فإن الملوحة الحرجة في حدود 2 - 3 جرام / لتر وبالنسبة للمياه الصودية فإن الملوحة الحرجة 0.7 - 1 جرام / لتر .

وإذا لم تزد نسبة الملوحة في الماء الأرضي عن هذه الحدود فإن نمو النبات في هذه الأراضي يكون طبيعياً نظراً لخصوبة التربة ، أما إذا زاد تركيز الأملاح في الماء الأرضي على الرقم الحرج فإن الملوحة أو القلوية تبدأ في الظهور وتقل خصوبة التربة .



Depth of ground-water table

العلاقة بين ملوحة الماء الأرضي وعمقه الحرج

والملوحة الحرجة للماء الأرضي في المدى من 2-3 جرام / لتر تعني أن هذا الماء لم يعد عذبا بل أصبح مملحا Brackish water وتبلغ حوالي 10 أضعاف ملوحة مياه الري العذبة (0.2 - 0.3 جرام / لتر) . وهذا وضع طبيعي حيث تزداد ملوحة مياه الري بعد تخللها للتربة .

لذلك فإن الملوحة الحرجة للماء الأرضي هي الملوحة التي لا يجب أن يتعداها تركيز الماء الأرضي تحت الأراضي الزراعية أو بعد استصلاح الأراضي الملحية .

أي أنه خلال عمليات الاستصلاح فإن الماء الأرضي في الأراضي الملحية لابد أن تزال منه الملوحة إلى درجة أقل من الرقم الحرج .

2 - العمق الحرج لمستوى الماء الأرضي المملح :

كلما زادت درجة ملوحة الماء الأرضي كلما زاد العمق الذي يمكن منه للماء الأرضي أن يملح التربة . وعموماً يمكن القول بأنه عند ملوحة قدرها 5 جرام / لتر للماء الأرضي يكون في حدود 2 - 2.5 متر .

وتبعاً لذلك فعند استصلاح الأراضي الملحية بواسطة الغسيل والصرف فإنه من الضروري أن يصل مستوى الماء الأرضي للأراضي المروية في أثناء الموسم الخري للنبات إلى عمق أقل من العمق الحرج . أي يكون العمق أكثر قليلاً من 2 - 2.5 متر .

أما عند ملوحة 1 - 2 جرام / لتر تحت ظروف الري والصرف كما في الوادي والدلتا فإن الماء الأرضي قد يوجد على عمق من 1 - 1.5 متر بدون أن تتغير ملوحة عاجلة التربة .

3 - التركيز الأمثل فسيولوجياً للأملح في المحلول الأرضي :

إن التركيز الأمثل للأملح سهلة الذوبان في المحلول الأرضي للأراضي المروية يقع بين 3 - 5 جرام / لتر أما إذا زاد التركيز عن 5.5 جرام / لتر (0.55%) فإنه قد يسبب أضراراً للنبات .

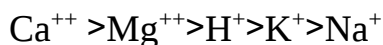
تكوين الأراضي القلوية (Alkaline soil (Solonetz

القلوية أو التحول إلى القلوية Alkalinization هي عبارة عن عملية تبادل بسيطة للقواعد تحدث بين كاتيونات الصوديوم الذائبة وبين الكاتيونات المدمصة في التربة والتي أهمها كاتيون الكالسيوم . وبما أن عملية تبادل القواعد أكثر فاعلية في حالة تركيز الأملاح في المحلول الأرضي فإنها لا تحدث في المناطق الرطبة . وإنما تحدث في المناطق الجافة حيث يسود التبخر وتركيز الأملاح .

تعتبر خاصية إدمصاص وتبادل الكاتيونات أحد أهم خواص التربة . ويرجع السبب في هذه الخاصية إلى وجود الشحنة السالبة على سطح الجزء الغروي من

التربة (الطين والمواد العضوية) والتي تجذب الكاتيونات من المحلول الأرضي .
وتقدر كمية الكاتيونات من خلال ما يعرف " السعة التبادلية للتربة " cation
exchange capacity (CEC) مقدرة بالمليمكافئ /100 جرام من التربة الجافة

وتعتبر عملية تبادل القواعد من العمليات الكيماوية المعقدة . التي يدمص
فيها الكاتيونات ثنائية التكافؤ بطريقة أسهل من الكاتيونات الأحادية . وفي نفس
الوقت هناك فرق في عملية تبادل الكاتيونات حتى ذات الشحنة المتساوية . ويمكن
ترتيب أهم الكاتيونات المتبادلة كالاتي :



القلونة ونسبة الصوديوم المتبادل :

لقد وجد أنه عندما تحتوي التربة على الأملاح بتركيزات عادية (قليلة) فإن
عملية تفريق حبيبات التربة يرتبط مباشرة بكمية الصوديوم Na^{+} المتبادلة ونسبتها
لباقى الكاتيونات ، والتي يعبر عنها بنسبة الصوديوم المتبادل (ESP). وتزداد
مشاكل تفريق حبيبات التربة بقيمة ESP . ويؤدي تفرق غرويات التربة إلى تدهور
خواصها الطبيعية .

وعموما فإنه لا تنشأ مشاكل تذكر لتفريق حبيبات الغرويات في الأراضي
عندما تكون ESP فيها أقل من 15٪ . كما أن زيادة تركيز الأملاح في المحلول
الأرضي تمنع تفرق حبيبات الغرويات بالتربة ، وطبقا لهذه الحقائق فإن التربة قد
تكون ESP فيها أكبر من 15٪ ولكن لا يحدث تفرق لغروياتها نظرا لارتفاع
تركيز الأملاح في المحلول الأرضي ، وهذا ما يحدث في الأراضي الملحية .

إذا يحدث تفرق لحبيبات غرويات التربة عندما ترتفع ESP فيها عن 15٪
بشرط انخفاض تركيز الأملاح في المحلول الأرضي (في حدود $I = EC$ ملليموز
وهي تقابل تركيز للأملاح مقداره 10 ملليمكافئ / لتر) .

صفات الأراضي القلوية :

تتميز الأراضي القلوية بإحتوائها على مقادير ضئيلة من الأملاح المتعادلة ولكنها تحتوي على معقد امتصاص صودي ترتفع فيه نسبة الصوديوم المتبادل عن 15% ورقم الـ pH لها أعلى من 8.5 - ويوجد بها أيضا نسبة من كربونات الصوديوم منفردة بالمحلول الأرضي .

وأهم خواص طينها الصودي أنه متفرق ينتقل مع باقي الغرويات إلى أسفل متخللاً القطاع مما يجعل الأرض مندمجة ضيقة المسافات البينية . ولذلك فنفاذيتها للماء والهواء والجذور تكون بطيئة . وهذه الأراضي صعبة الخدمة نظرا للزوجتها عند الابتلال وتكوينها لكثا متماسكة عند الجفاف .

تصنيف درجة قلوية التربة :

يحتوي مركب الإمتصاص للأرض القلوية على الصوديوم المتبادل في جميع طبقات القطاع ولكن بكميات متفاوتة . فالصوديوم المتبادل في الطبقة السطحية (A) قليل وتبلغ كميته أقصاها في الطبقة تحت السطحية (B). ويرجع ذلك إلى نزوح حبيبات الطين بعد تفريقها هي والأكاسيد السداسية من الطبقة A إلى الطبقة B التي تصبح مندمجة كثيرا بالمقارنة مع الطبقة التي تعلوها .

تقسيم الأراضي القلوية تبعا لدرجة القلونة :

- 1 - أراضي ضعيفة القلوية : وهي التي تحتوي على صوديوم متبادل ESP من 5 - 10% من السعة التبادلية .
- 2 - أراضي متوسطة القلوية : وهي التي تحتوي على ESP من 10 - 20% .
- 3 - أراضي شديدة القلوية : وهي التي تحتوي على ESP من 20 - 30% .

تقسيم الأراضي القلوية تبعا لسمك الطبقة (A) :

ونظرا لأن الطبقة A هي أقل طبقات القطاع قلوية أي أكثرها خصوبة نسبية فلها قيمة عملية كبيرة للإستغلال الزراعي . وتبعا لسمك هذه الطبقة يمكن تقسيم التربة القلوية إلى :

1. تربة سطحية القلوية : عندما لايتجاوز عمق الطبقة A 5سم .
2. تربة ذات قلوية غير عميقة : عندما لايتجاوز عمق الطبقة A 5-10سم

3. تربة متوسطة عمق القلوية : عندما لايتجاوز عمق الطبقة A من 10 - 16سم .
4. تربة عميقة القلوية : عندما لايتجاوز عمق الطبقة A أكثر من 16سم .

تذكر

- تحتوي جميع الأراضي الخصبة المنتجة على نسبة عادية من الأملاح وهي المقبولة بالنسبة للنبات ، فإذا قلت أو زادت تأثر نمو النبات ولا بد من تصحيحها ويتم التصحيح بالاضافة أو بالإزالة
- والأرض تصبح متأثرة بالأملاح إذا حتوت على مقدار زائد من الأملاح أو من الصوديوم المتبادل مما يجعلها بيئة غير صالحة لنمو النبات .
- تعتبر الأرض ملحية إذا كان معدل تراكم الأملاح بالأرض أكبر من معدل إزالة الأملاح من التربة .
- لا توجد الأراضي المتأثرة بالأملاح إلا في المناطق ذات المناخ الحار الجاف . لأن الميزان المائي لهذه المناطق يسيطر عليه أساسا التبخير من سطح التربة ، ويكون معدل البخر أكبر من معدل سقوط الأمطار ولا يحدث ذلك إلا في المناطق الجافة قليلة المطر والحار والتي يكون معدل البخر فيها عالى .
- تأثير الطبوغرافية على تكوين الأراضي الملحية :
 - 1-تتراكم الملوحة نتيجة لوجود اختلاف فى تضاريس التربة فإذا كان الاختلاف فى التضاريس من النوع المتوسط (1-2 متر) فإن الأراضي الموجودة على الأجزاء العالية دائماً تكون أقل فى الملوحة.
 - 2-أما إذا كان الفرق فى التضاريس من النوع البسيط (10-20سم) فإن الصورة تختلف تماماً فإن الملوحة تكون عالية فى المناطق المرتفعة وتكون أقل فى المناطق المنخفضة.
- تأثير الظروف الهيدرولوجية وتكوين الأراضي الملحية.
 - 1-عندما يكون الماء الأرضى قريباً جداً من السطح ولكن ذو حركة كبيرة فلا يمكن أن يحدث تمليح للتربة ، لأن سرعة المياه تعمل على سحبها بقوة أكبر من قوة الخاصة الشعرية التى تسحب المياه لأعلى فى الاتجاه المضاد لحركة الماء الأرضى.
 - 2-عندما يكون الماء الأرضى مستقر وعلى عمق 1-2 متر من السطح فإنه يكون معرضاً لدرجة كبيرة من التبخير تحت المناخ الجاف ، وبالتالي تبدأ عمليات تكوين الأراضي الملحية.

- العمق الحرج للماء الأرضى : بأنه مستوى الماء الأرضى الذى إذا ارتفع (أعلى منه) يكون التبخير شديداً بدرجة أن يؤدي إلى تمليح التربة.
 - يتأثر العمق الحرج بالآتى :-
 - 1-درجة الحرارة وشدة التبخير .
 - 2-قوام التربة .
 - 3-الغطاء النباتى.
 - عندما يصل منسوب الماء الأرضى إلى العمق الحرج فإنه لا يؤثر فقط على ملوحة سطح التربة بل يؤثر على ملوحة الماء الأرضى بالزيادة.
 - تكوين الأرضى الملحية تتأثر بعدة عوامل أهمها هى :
 - 1-تأثر مادة الأصل :- وهى التى تتصل بحركة وتوزيع أملاح الكربونات والكلوريد والكبريتات ، وعلى حسب أصل الأملاح المتراكمة فى التربة او المياه (أى إذا كانت نواتج التعرية على الصخور النارية او إعادة توزيع الأملاح المتراكمة سابقاً فى الصخور الرسوبية الحاملة للأملاح).
 - 2-تأثير البحار : وهى التى تتصل بتراكم الأملاح البحرية خصوصاً كلوريد الصوديوم.
 - 3-تأثير دلتا الأنهار : وهى ناتجة من الارتباط المعقد لعمليات حركة وتراكم الأملاح المنقولة أما بالأنهار أو من البحر فى مدة زمنية طويلة.
 - 4-تأثير الماء الأرضى الأرتوازى: وهى التى تتصل تبخير الماء الأرضى .
 - 5-تأثير النشاط البشرى : وهى ناتجة من الجهل وعدم المعرفة بقوانين تراكم الأملاح.
 - تقسيم الأرضى الملحية تبعاً للأنيون كلوريد - كبريتات - كربونات وتبعاً للكاتيون إلى كالسيوم ، مغنسيوم ، صوديوم
 - تقسيم الأرضى الملحية حسب معمل الملوحة الأمريكى إلى :
 - 1- أرض غير ملحية وغير قلوية :
- EC أقل من 4 ملليموز/سم -pH أقل من 8.1 -ESP أقل من 15%.

- 2- أرض ملحية :-
EC أكبر من 4 ملليموز/سم - pH أقل من 8.5 ESP- أقل من 15%
- 3- أرض ملحية قلوية :
EC أكبر من 4 ملليموز/سم - pH- 8.5 ESP- أكبر من 15%
- 4- أرض قلوية :
EC أقل من 4 ملليموز/سم - pH أكبر من 8.5 ESP- أكبر من 15%
- الملوحة الحرجة للماء الأرضي : هي درجة ملوحة الماء الأرضي التي فوقها (سواء تحت الظروف الطبيعية أو استعمال الري والصرف) يصبح صعود الماء بالخاصة الشعرية إلى سطح التربة مصدر كبير للملوحة وتقتل النباتات العادية.
 - بالنسبة للماء الأرضي الذي تسود به أيونات الكلوريد والكبريتات فإن الملوحة الحرجة 0.7-1.0 جرام/لتر.
 - تكوين الأراضي القلوية نتيجة عملية تبادل بسيطة للقواعد تحدث بين كاتيون الصوديوم الذائب والكاتيونات المدمصة بالتربة والتي أهمها كاتيون الكالسيوم.
 - لا تنشأ مشاكل تذكر لتفريق حبيبات الغرويات الأرضية عندما تكون ESP أقل من 15%. وقد تكون الـ ESP أكبر من 15% ولا يحدث تفريق لحبيبات التربة وذلك نظراً لارتفاع تركيز الأملاح في المحلول الأرضي .
 - صفات الأراضي القلوية هي : EC في مستخلص عجينة التربة المشبعة أقل من 4 ملليموز/سم - الـ pH أكبر من 8.5 ESP- (نسبة الصوديوم المتبادل) أكبر من 15%.
 - تقسيم الأراضي القلوية تبعاً لدرجة القلونة إلى :
 - 1- أراضي ضعيفة القلوية الـ ESP من 5-10%.
 - 2- أراضي متوسطة القلوية الـ ESP من 10-20%
 - 3- أراضي شديدة القلوية الـ ESP من 20-30%

أسئلة

- ما هي الأراضي المتأثر بالأملاح؟
- ما هو تأثير الظروف المناخية على ملوحة التربة؟
- ما هو تأثير الظروف الطبوغرافية على تكوين الأراضي الملحية؟
- ما هو تأثير الظروف الهيدرولوجية على تكوين الأراضي الملحية؟
- ما هو تقسيم معمل الملوحة الأمريكى لتقسيم الأراضي المتأثرة بالأملاح؟
- ما هي الملوحة الحرجة للماء الأرضى؟
- كيف تكونت الأراضي القلوية؟
- ما هي صفات الأراضي القلوية؟
- ما هو تقسيم الأراضي القلوية تبعاً لدرجة القلونة ؟

استصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح

سبق أن ذكرنا أن الأراضي الجيدة من الممكن أن تتحول إلى أراضي ملحية نتيجة تراكم الأملاح على السطح وظهوره على هيئة طبقة رقيقة على السطح وتسمى هذه الأراضي بالأراضي الملحية والتي وصفت بآتي :-

- 1 - درجة التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة أكثر من 4 ملليموز / سم.
- 2 - نسبة الصوديوم المتبادل ESP أقل من 15٪ من السعة التبادلية الكاتيونية .
- 3 - رقم الحموضة بالأرض الـ pH أقل من 8.5.

وهذا الأملاح تؤثر على نمو النبات بدرجة كبيرة خصوصا لو زادت عن الحد المسموح بت وهو 4 ملليموز / سم. وقد قسمت الأراضي الملحية حسب تركيز الأملاح بها إلى الآتي :-

المرتبة	التوصيل الكهربائي مستخلص عجينة التربة ملليموز/سم	حالة النبات
C ₁	صفر - 4	تنتج فيها كل المحاصيل
C ₂	4 - 8	لا تنتج فيها المحاصيل الحساسة أما المقاومة للملوحة فنموها لأبأس به
C ₃	8 - 15	المحاصيل المقاومة للملوحة نموها ضعيف
C ₄	أكثر من 15	لا تنمو فيها النباتات الاقتصادية

ولاستصلاح الأراضي الملحية لابد من خفض تركيز الأملاح إلى الحد المسموح بت والذي يسمح بنمو وإنتاج محصول اقتصادي ويتم خفض هذه الملوحة بعدة طرق ويتوقف ذلك على خواص الأرض وطبيعة تراكم الأملاح ونسبتها حيث يلاحظ الآتي :-

1. إذا وجدت الأملاح على هيئة طبقة أو قشرة على سطح التربة فإنه يتم كشط أو إزالة هذه الطبقة بعيدا عن الأرض وتعرف هذه بالاستصلاح الميكانيكي

2. إذا وجدت الأملاح بتركيزات غير عالية أو غير مرتفعة فيمكن زراعة نباتات تتحمل الملوحة وعند الانتهاء من زراعة هذه المحاصيل يكون قد تم إزالة جزء من أملاح التربة وقد يلجأ إلى زراعة جزء من النباتات الخشبية ذات المجموع الجذري العميق فيؤدي إلى خفض مستوى الماء الأرضي هذا بالإضافة إلى أن الغطاء النباتي يؤدي إلى حماية سطح التربة من أشعة الشمس وبالتالي من التبخير من سطح التربة وبالتالي صعود الماء بالخاصة الشعرية وتمليح سطح التربة .
3. عند انتشار الملوحة في طبقات التربة المختلفة وبتراكيز مرتفعة فإنه يلجأ إلى الاستصلاح الهيدروليكي وهو عملية الغسيل .

ولاستصلاح الأراضي الملحية يلجأ إلى الخطوات التالية :

1. فصل الأراضي المراد استصلاحها على أي مصادر للتمليح مثل بحيرات أو مجاري مائية .
2. إذا كانت الأرض منخفضة في منسوبها عن الأراضي المجاورة نفصل عن هذه الأرض بواسطة مصارف عميقة .
3. تسوية سطح التربة .
4. تصميم شبكة صرف جيدة .
5. استعمال مياه ذات جودة عالية في عملية الري .
6. غسيل الأرض .
7. استعمال الأسمدة البلدية أو أي مصادر للمادة العضوية لتحسين الخواص الفيزيكية للتربة .

الغسيل Leaching

لا يجب أن ينظر إلى غسيل الأملاح الضارة من التربة على أنه فقط عملية طبيعية بسيطة ، بل إنه علاوة على ذلك يحصل تفاعل ونشاط بين المحلول وغرويات التربة . أي أن غسيل التربة من الأملاح عبارة عن عملية طبيعية وعملية كيميائية في نفس الوقت . فإذا غسلت أرض ملحية تحتوي على أي نوع من خليط الأملاح الذائبة وكانت السيادة للكالسيوم فإن نتيجة التفاعل الكيميائي تشبع غرويات التربة بالكالسيوم . وتصبح التربة ذات خواص جيدة من الناحية الزراعية والإصلاحية الذي حدث في هذه الحالة هو تجاهل التفاعل الكيميائي والنظر إلى عملية الغسيل على أنها عملية طبيعية للتخلص من الأملاح .

أما في حالة غسيل Na Solonchak فنتيجة التفاعل الكيميائي في غياب الجبس نجد أن غرويات التربة تصبح مشبعة إلى حد ما بالصوديوم ، ولها خواص غير مرغوب فيها (الخواص القلوية) . أي أن الغسيل في هذه الحالة يكون ذو نتائج سلبية ولا بد من إضافة المصلحات لعلاج هذه الظروف القلوية . ومن هذا يتضح أنه لا بد من التمييز بين نوعين مختلفين من الغسيل :

- (1) غسيل Ca Solonchak التي فيها جميع العمليات يمكن اعتبارها من الوجهة العملية عبارة عن التخلص طبيعي من الأملاح .
- (2) غسيل Na Solonchak والتي يعتبر اللحظة الفاصلة فيها ، والتفاعل الكيميائي لتشبع غرويات التربة بأيون الصوديوم أي ظهور العمليات القلوية .

والمشكلة الرئيسية في كل أنواع الغسيل هي التخلص من الأملاح الزائدة في العمق المطلوب لنمو وانتشار جذور النبات (80 - 100سم) إلى حوالي 0.3- 0.4 ٪ كما يجب تخفيض تركيز الأملاح في الماء الأرضي إلى أقل 2 - 3 جرام /لتر .

وعملية إحلال الماء المضاف في الغسيل محل المحلول الأرض للتربة هي أساس عملية الغسيل . وقد لا تكون عملية الإحلال هذه منتظمة انتظاما كاملا ، ويرجع ذلك إلى أن الماء لا يتخلل جميع المسافات البينية الشعرية وغير الشعرية

بنفس الحرية . وقد يتخطى أو يترك بعض الأملاح في المسافات الشعرية . ويمكن غسل ما تخطاه الغسيل الأول في الغسيل التالي .

ويطلق على النسبة بين كمية الأملاح الذائبة التي تزال من الأرض في عملية الغسيل وكمية الأملاح الأصلية في الأرض قبل الغسيل اصطلاح شدة الغسيل Leaching intensity ، وتتوقف شدة الغسيل هذه على مقنن الغسيل المضاف وعلى الخواص الطبيعية للتربة وتركيب الأملاح بها .

أما معدل الغسيل Leaching rate فهو الوقت اللازم لمقدار الماء الضروري لإزالة الأملاح لكي ينفذ خلال مقطع التربة المراد غسيلها من الأملاح ويتوقف الوقت اللازم لخفض الأملاح بالغسيل على معدل نفاذية التربة ومقدار الماء الضروري لإزالة الأملاح الزائدة .

وهذا الماء الفعال في عملية الغسيل هو الجزء من الماء المضاف للأرض والذي ينفذ خلال منطقة الجذور ، وهو عادة أقل من الماء اللازم للبخر والنتح والفقد السطحي .

وتتوقف درجة ملوحة الأرض بعد الغسيل على درجة تركيز الأملاح في ماء الغسيل ومعدل النفاذية وكمية ماء الغسيل أما تركيز الأملاح الأصلي في الأرض قبل الغسيل فلا يؤثر تأثيرا كبيرا على تركيز الأملاح فيها بعد الغسيل ، وذلك لأن الأملاح الأصلية بالأرض تطرد مع المحلول الأرضي عندما يحل محله ماء الغسيل .

وكلما زادت نفاذية التربة كلما انخفضت قدرة الأرض على الاحتفاظ بالماء مما يؤثر بالإيجاب على عملية إزالة الأملاح . ولما كانت كمية الماء التي ترشح من الأراضي الطينية أقل مما يرشح من الأراضي الخفيفة للاختلاف في قدرتهما على حفظ الماء فإن مقدار الأملاح الذي يغسل من الأرض الطينية بإضافة كمية معينة من مياه الغسيل يكون أقل من كمية الأملاح التي تغسل من الأرض الرملية باستعمال نفس الكمية من مياه الغسيل .

الغسيل وتأثيره :

لابد أن يفي الغسيل بهذه الاحتياجات :-

(1) أن يكون بكمية كافية لإذابة جميع الأملاح الضارة في الطبقة المغسولة أو ما يسمى بمعدل التشبع

. Saturation rate

(2) أن يزيل من الطبقة المغسولة أكبر كمية من هذه

الأملاح الضارة أو ما يسمى بمعدل الإزاحة Rate of

. displacement

ولطرد هذا المحلول الملحي إلى أسفل لابد من كمية من الماء أكثر من سعتها الحقلية (F) . ولهذا فإن حساب كمية مياه الغسيل (M) يكون في أجزاء من (F) طبقا للمعادلة الآتية :

$$M = F - m + nF$$

حيث m = كمية المياه الموجودة أصلا في الطبقة المراد غسلها قبل الغسيل .
n = معامل

ولكن كقاعدة أساسية يلزم لإصلاح هذه الأراضي الملحية إضافة كمية أخرى من المياه والذي يعبر عنها nF حتى تغسل هذه الأملاح خارج حدود الطبقة المراد إصلاحها . ويطرد هذا المحلول الملحي بكمية من الماء مكافئة للمقدار n أي أن هذا المعامل n يكون له درجات مختلفة ، فقد يكون كبيرا أو صغيرا ويتوقف على عوامل أهمها :

- (1) التركيز الأصلي للمحلول الملحي للتربة والذي يجب انخفاضها إليه .
- (2) التركيب الميكانيكي للتربة ودرجات التحبيب بها .
- (3) درجة امتلاء المسافات البينية للتربة بالمحلول الملحي عند سعتها الحقلية
- (4) درجة نفاذية التربة .
- (5) عمق مستوى الماء الأرضي ودرجات الصرف .

الغسيل بدون مصارف :

يتم الغسيل بدون مصارف عندما يكون مستوى الماء الأرضي أعظم ما يكون ، ويراعى أيضا أن يحسب معدل الغسيل على أساس مسامية التربة الحرة (أي المسام التي يسلكها الماء الحر خلال الغسيل) . وحيث أن السعة المائية لهذه

المسامية ليست كبيرة جدا ، فإن كمية المياه التي تضاف تكون محدودة ، وكثيرا ما تكون غير كافية لغسيل الأراضي العالية الملوحة ، ويتطلب الأمر أن يوزع الغسيل على موسمين أو ثلاثة . ويمكن الإسراع في الغسيل إذا كان معدل استغلال الأرض بالزراعة منخفضا (20 - 30% من المساحة أو أقل) .

وتقدر كميات الغسيل بدون مصارف حسب المعادلة Musichuc كالآتي :

$$N = F - m + \frac{H-h}{Z_o} - 4000$$

N = كميات الغسيل Leaching Norm متر 3 / فدان .

F = السعة الحقلية للطبقة المراد غسلها متر 3 / فدان .

M = مخزون الرطوبة في الطبقة المراد غسلها

H = عمق الماء الأرضي قبل الغسيل بالمتري .

h = مستوى الماء الأرضي المسموح بت بعد الغسيل بالمتري .

Zo = النسبة بين الارتفاع الذي يحدث للماء الأرضي (H-h) وكمية المياه التي

أدت إلى هذا الارتفاع ، وتقدر هذه النسبة في الأراضي الخفيفة القوام بحوالي 6.7

، وفي الأراضي المتوسطة 7.1 ، أما في الأراضي الطينية فهي 8.3 .

نظامي الغسيل - المستمر والمتقطع :

تتبع في غسيل الأراضي الملحية طريقتان :

أ - الغسيل المستمر Continuous Leaching .

ب - الغسيل المتقطع (على فترات) Intermittent Leaching .

وفي النوع الأول يضاف الماء إلى التربة بحيث يظل عمقه على سطحها

طوال مدة الغسيل في حدود 10 - 20 سم ، ويعوض النقص نتيجة التبخر أو

الصرف بإضافات جديدة باستمرار .

وفي الغسيل المتقطع يضاف أولا كمية من الماء تكفي للوصول بقطاع التربة

إلى مرحلة التشبع . يوقف بعدها الغسيل فترة حوالي ثلاثة أسابيع أو أكثر قليلا ثم

إضافة أخرى لمدة ثلاثة أسابيع ، وهكذا يتم غسيل أغلب الأملاح .

ويعتبر الغسيل المتقطع أعلى كفاءة من الغسيل المستمر ، علاوة على عدم إحتياجه لكميات كبيرة من مياه الغسيل مما يخفف الضغط على المصارف . وعموما فإن غسيل الأملاح لا يتم بسهولة ، وحتى فاعلية الغسيل لا يمكن أن تصل إلى 100% نظرا لأن ماء الغسيل نفسه لا يمر إلا في المسام الصرفية والتي لاتمثل إلا 10-15% من حجم التربة .

ولقد وجد أن إضافة من ماء الغسيل (D_L) مكافئ لعمق التربة المراد غسيلها (D_s) يغسل فقط 70% من الأملاح المراد غسيلها .

والعلاقة بين الملوحة المتبقية في التربة بعد الغسيل (C) إلى الملوحة الأصلية (C_0) بالنسبة إلى D_L / D_s يمكن التعبير عنها طبقا للمعادلة الآتية (عن هوفمان 1980) .

$$(C / C_0) (D_L / D_s) = K$$

ويختلف هذا الثابت K باختلاف نوع التربة فهو في الأراضي الخفيفة $0.1 =$ وفي الأراضي متوسطة القوام $0.3 =$.

أي قيمة المعامل K تعبر عن حجم المياه اللازمة لتشبيح التربة وكذلك فاعلية الغسيل في أنواع الأراضي المختلفة ($100 \times K - 1$) فإذا افترضنا أن $D_L / D_s = 1$

$$\text{فإن } C / C_0 \text{ في الأراضي الرملية } = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ وهي قيمة } K$$

أي يغسل 90% من الأملاح الأصلية ويتبقى 10%

$$\text{وفي الأراضي الأثقل يغسل 70\% ويتبقى 30\% أي } \frac{30}{100} = 0.3 \text{ وهي}$$

قيمة K وهذه المعادلة صالحة فقط عندما يكون D_L / D_s أكبر من K

والفرق بين الغسيل المستمر والغسيل المتقطع هو الفرق بين المسام الصرفية والمسام الشعرية .

فالأملح التي توجد في المسام الصرفية تغسل أغلبها (60-90%) مباشرة خلال الغسلة الأولى . فإذا استمر الغسيل بعد ذلك فإنه لن يستطيع غسيل الأملاح الموجودة في داخل المسام الشعرية بسهولة . أما إذا توقف الغسيل إلى أن يحدث إتزان بين حركة الماء والأملاح من داخل المسام الشعرية إلى المسام الصرفية التي تجف بسرعة أكثر . ثم يعاد الغسيل للمرة الثانية فإن فاعلية الغسيل سوف تتحسن وهذا هو الغسيل المتقطع .

وتختلف العلاقة بين C / C_0 ، D_L / D_S في الغسيل المتقطع عنها في الغسيل المستمر ، حيث لا يتأثر الغسيل المتقطع باختلاف قوام التربة أو كمية مياه الغسيل . أي أن كمية المياه التي تلزم الغسيل المتقطع واحدة بغض النظر عن الاختلاف في قوام التربة .

$$(C / C_0) (D_S / D_L) = 0.1$$

وهي دائما أقل من كمية المياه الغسيل المستمر .

- والغسيل المتقطع يعالج ما يعجز عنه الغسيل المستمر من ناحية :
- حركة الماء من المسام الشعرية إلى خارجها أي إلى المسام الصرفية .
 - الفاقد الكبير في كمية مياه الغسيل حيث يستعمل كمية أقل وبفاعلية أكبر .
 - إلغاء تأثير قوام التربة على كفاءة الغسيل ، فسواء التربة ناعمة أو خشنة فإن فاعلية الغسيل 90% تقريبا .

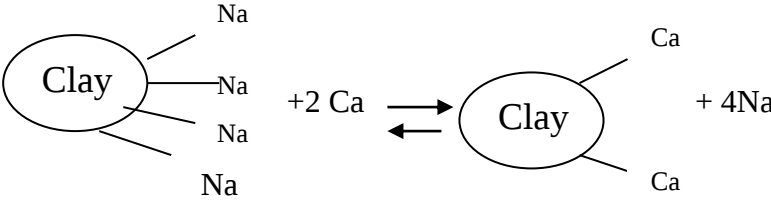
استصلاح الأراضي الملحية القلوية :

الأراضي الملحية القلوية هي مرحلة متقدمة في تدهور الأراضي الملحية وهي مرحلة وسطية بين الأراضي الملحية والأراضي القلوية . حيث أنه عند زيادة الأملاح وبالذات زيادة أملاح الصوديوم وارتفاع تركيز كاتيون الصوديوم الذائب من محلول التربة يؤدي ذلك إلى ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل على مركب الإدمصاص (الحبيبية الغروية) أكثر من 15% . وإذا زادت نسبة الصوديوم المتبادل عن 15% من السعة التبادلية الكلية يعني ذلك أن أن الأرض تحولت من ملحية إلى قلوية ولا بد من اتخاذ الاحتياطات الشديدة لإصلاح الأراضي الملحية القلوية ، حيث أنه عند غسيلها بدون الاحتياطات الواجب اتخاذها سوف تتحول إلى أرض قلوية ذات صفات طبيعية وكيميائية سيئة للغاية ومن أهم

الاحتياجات الواجب اتخاذها هو حساب الاحتياطات الجبسية اللازم إضافتها للأرض وعمل شبكة صرف زراعي جيدة .

استصلاح الأراضي القلوية أو الصودية :

استصلاح الأراضي القلوية يحتاج إلى تقنية مختلفة عن تلك المستخدمة في استصلاح الأراضي الملحية . ففي الأراضي القلوية نجد أن وجود كميات كبيرة من الصوديوم المتبادل أدت إلى تفريق حبيبات الطين وبالتالي أدت إلى نفاذية رديئة تعوق حركة الماء داخل التربة ومن ثم فإن الغسيل وحده لا يكفي لاستصلاح هذه الأراضي لأن الماء وحده لا يستطيع إزالة الصوديوم المتبادل من التربة ولذلك يجب أولاً احلال كاتيون آخر محل الصوديوم المتبادل على معقد التبادل ثم يغسل الصوديوم بعد ذلك من منطقة الجذور .



وعندما يأخذ التفاعل الاتجاه يسمى تفاعل قلونة alkalization أما الاتجاه العكس يسمى تفاعل عكس القلونة Dealkalization.

لذلك فإن استصلاح الأراضي القلوية بوجه عام يتم عن طريق تقليل كمية الصوديوم المتبادل بإضافة مواد معينة تعرف باسم المصلحات أو المحسنات Amendments.

والعوامل التي تحدد طريقة استصلاح الأراضي القلوية هي :-

- 1 - كمية ونوع الأملاح الموجودة بالتربة .
- 2 - كمية الصوديوم المتبادل .
- 3 - كمية كربونات الصوديوم الموجودة بالتربة .
- 4 - نسبة ونوع الطين الغروي .
- 5 - كمية ونوع مركبات الكالسيوم

6 - نوعية مياه الري والغسيل .

فمثلا إذا كانت معظم الأملاح الموجودة بالأرض متعادلة كالكلووريدات أو الكبريتات مع وجود قليل من كربونات الصوديوم فإن الاستصلاح يبدأ بالغسيل الجوفي أولا حيث أن الأرض توجد في حالة متجمعة بسبب وجود الأملاح المتعادلة التي تساعد على نفاذية الماء خلال قطاع التربة . وبعد اجراء الغسيل تضاف المصلحات مثل الجبس أو الكبريت أو حامض الكبريتيك لكي تعادل الكربونات وتحل أيونات الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل .

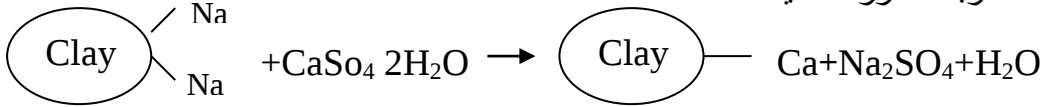
وبالنسبة لكمية ونوع معدن الغروي فنجد أن استصلاح الأراضي خفيفة القوام أسهل لزيادة نفاذيتها . وكذلك فإن السعة التبادلية بها قليلة نظرا لقلّة نسبة الطين بها وبالتالي فإن نسبة الصوديوم المتبادل بها أقل من الأراضي الطينية مما يساعد على سرعة استصلاحها . وإذا كان نوع معدن الطين ينتفخ ويتعجن مثل المونتي موريللونيت فإنه يصعب من العملية .

أهم المواد المستخدمة في استصلاح الأراضي القلوية :

أولا : مركبات تحتوي على الكالسيوم :-

1 - الجبس الزراعي $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

وهو يفضل عن معظم مركبات الكالسيوم نظرا لأنه رخيص الثمن ويمد التربة الصودية بمقدار مناسب من أيونات الكالسيوم حيث أن نسبة ذوبانه 0.25% عند درجة الحرارة العادية .

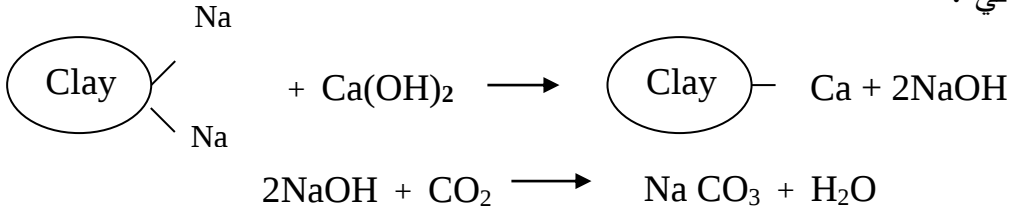


→ ويجب إزالة كبريتات الصوديوم بالغسيل حتى يستمر التفاعل في الاتجاه وغالبا تحتوي الأراضي الصودية على كربونات الصوديوم وتؤدي إضافة الجبس إلى تكوين كربونات الكالسيوم الراسبة وكبريتات الصوديوم التي تزال بالغسيل ويتخلص منه ومن آثارها الضار .



2 - أيدروكسيد الكالسيوم أو الجير المطفئ Ca(OH)_2

ينتج هذا المركب بإضافة الماء إلى الجير الحي (CaO) أو أكسيد الكالسيوم ولا ينصح كثيرا باستعماله لأنه يتحول بسرعة إلى كربونات كالسيوم وهي غير فعالة عند احتواء الأرض أصلا على كربونات كالسيوم . ولكنه قد يساهم في التفاعل كالاتي :

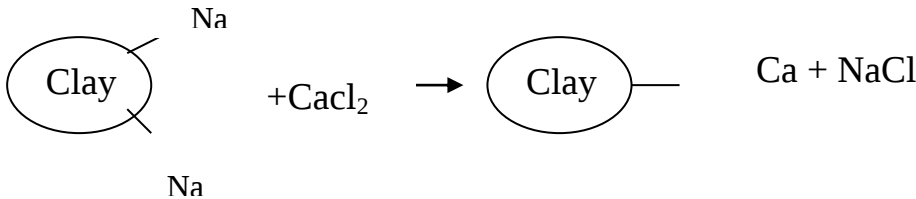


3 - كربونات الكالسيوم CaCO_3

لا تعتبر مصدرا كبيرا لأيونات الكالسيوم ولا ينصح بإضافتها نظرا لقلّة ذوبانها عند الـ PH المرتفع . ولو أن البعض ينصح بإضافتها مع مقدار كبير من المادة العضوية والتي تنتج عند تحللها أحماض عضوية تذيب جزء من كربونات الكالسيوم وأحيانا يضاف الراتنجات البترولية المتبقية من عملية تكرير البترول وهي تحتوي على 10 - 40 ٪ حمض كبريتيك . وأحيانا عند احتواء الأرض أصلا على محتوى معقول من كربونات الكالسيوم تضاف هذه الراتنجات وحدها أو تضاف المادة العضوية وحدها .

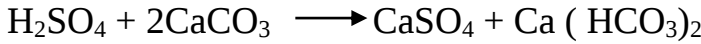
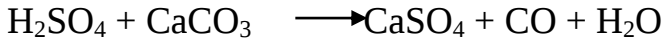
4 - كلوريد الكالسيوم CaCl_2

وهو مركب سريع الذوبان وأيونات الكالسيوم فيه تساهم مباشرة في أن تحل محل الصوديوم على سطوح الطين . ولكن ارتفاع ثمنه يعوق استعماله وكذلك فإن بعض الآراء تعتبر أن كثرة الكلوريد يعتبر ساما للنبات .



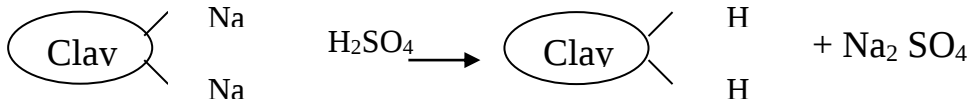
ثانيا : حامض الكبريتيك H_2SO_4 :

يستعمل الحامض المخفف والمتخلف من صناعة حمض الكبريتيك حتى يكون رخيص الثمن وعند إضافته للأرض الصودية قد تحدث التفاعلات الآتية :



وكبريتات وكربونات الكالسيوم الناتجين يدخلان في تفاعل مع الطين الصودي وينتج عنهما طين كلسي . كما سبق شرحه .

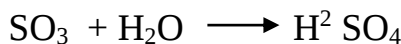
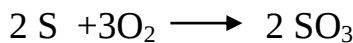
عادة لا يستعمل حامض الكبريتيك إلا إذا كان بالتربة احتياطي من كربونات الكالسيوم لأن عدم وجودها يؤدي إلى استعمال هيدروجين الحامض بصوديوم الطين :



وهذا التفاعل غير مرغوب فيه لأنه يعطي تربة حامضية وقد يلجأ إلى استعمال الحامض أحيانا لسرعة التخلص من القلوية الشديدة ولكن ذلك غير مرغوب فيه للأضرار التي قد تنتج من استعماله على التربة وعلى العمال القائمين باستخدامه بالإضافة إلى ارتفاع تكلفة استعماله .

ثالثا : الكبريت Suphur :

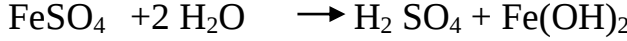
يضاف زهر الكبريت المطحون إلى التربة الصودية حيث يتحول الكبريت أولا إلى حمض كبريتيك بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة المؤكسدة للكبريت .



رابعا : حامض الكلوريدريك HCl :

لا يختلف عن حامض الكبريتيك إلا في نواتج التفاعل .

خامسا : كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ وكبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$:
من الممكن استعمال هذين المركبين والتي تنتج عند تحليلها المائي حمض الكبريتيك لأن الحديد والألومنيوم عبارة عن قواعد ضعيفة بالنسبة للكبريتات .



والحامض الناتج يؤدي نفس الدور الذي سبق الإشارة إليه وفي الوقت نفسه يمكن لأيونات الحديد والألومنيوم أن تحل محل الصوديوم المتبادل .

سادسا: المواد العضوية

عند إضافة مقادير كبيرة من المواد العضوية إلى التربة وخلطها فيها ثم الري يبدأ انحلال هذه المواد الذي يذيب كربونات الكالسيوم الموجودة بالتربة مكونا بيكربونات الكالسيوم والتي تعتبر مصدرا لأيونات الكالسيوم التي تحل محل الصوديوم المتبادل . وعموما يجب أن تضاف هذه المواد عدة مرات وبكميات كبيرة في حالة توفرها وملائمة تكلفتها الاقتصادية .

وقد يجري استصلاح الأراضي السودانية بزراعتها عدة مرات بالنباتات المحبة للقلوية مثل حشيشة السودان أو حشيشة الراي ، حيث تفرز عند نموها ثاني أكسيد الكربون . أو قد تحرث بالأرض وتحلل فيها منتجة مواد عضوية وأحماض عضوية تساعد في إذابة كربونات الكالسيوم الموجودة أصلا في الأرض .

بعد حساب كمية المصلح المستعمل يضاف للأرض إما دفعة واحدة أو على عدة دفعات ويحرث جيدا في الأرض وتبدأ بعد ذلك عملية الغسيل مع الصرف كما سبق أن ذكرنا في حالة الأرض الملحية .

طريقة إضافة الجبس أو المصلح :

يفضل البعض إضافة الجبس للأرض القلوية دفعة واحدة في حين يفضل الآخرون الكمية المقررة للإصلاح والمحسوبة على دفعات متقاربة . ولكن من الأفضل أن تكون الإضافة على فترات متقاربة لأن الفكرة في الإصلاح أنه كلما كان محلول الجبس مركزا كلما كان الإصلاح أسرع خصوصا وأن الكالسيوم ثنائي

التكافؤ والصوديوم أحادي . فعند إضافة الجبس على دفعة واحدة يتكون محلول مركز في بداية عملية الاصلاح وباستمرار الغسيل بالماء يخف التركيز تدريجيا ، أما عند إضافته على دفعات متقاربة فإنه يكون مركزا عند كل إضافة ويكون توزيعه منتظما مما يسرع من عملية الاستصلاح . ورغم ذلك فعندما تكون الأرض شديدة القلوية يفضل اضافة كمية المصلح على دفعة واحدة ليسهل نفاذ الماء داخل الأرض .

تقدير كمية الجبس اللازم للاستصلاح أو الاحتياجات الجبسية اللازمة للاستصلاح :

يتوقف مقدار هذه الكمية على حسب مقدار الصوديوم المتبادل المراد التخلص منه في العمق المعين للتربة . ولحساب الاحتياجات الجبسية اللازمة للاستصلاح يلزم تقدير الآتي :

- 1 - السعة التبادلية للقواعد في الأرض
- 2 - نسبة الصوديوم المتبادل بالنسبة لمجموع القواعد المتبادلة .

مثال : -

أرض سعتها التبادلية 45 ملليمكافئ / 100 جم تربة ، الصوديوم المتبادل فيها 16 ملليمكافئ / 100 جم تربة والمطلوب حساب كمية الجبس الزراعي اللازم اضافتها لخفض النسبة المئوية للصوديوم المتبادل 15% من السعة التبادلية لعمق 15سم ، 30سم من الأرض علما بأن نقاوة الجبس 90 % .

الحل :-

$$\begin{aligned} \text{كمية الصوديوم المتبادل المراد الوصول إليه} &= \frac{16 \times 45}{100} = 7.2 \text{ ملليمكافئ} \\ \text{كمية الصوديوم المتبادل المراد التخلص منه} &= 15 - 7.2 = 7.8 \text{ ملليمكافئ} \\ &= 100 \text{ جم أرض} \end{aligned}$$

1) وإذا عرفنا أن 1 ملليمكافئ صوديوم يحتاج إلى 0.86 طن جبس زراعي للفدان لعمق 15 سم للتخلص منه فإن كمية الجبس اللازم للأرض لعمق 15سم = $0.86 \times 7.8 = 6.7$ طن للفدان ، وحيث أن درجة نقاوة الجبس 90% ، فإن الكمية الفعلية المراد إضافتها للفدان

$$\text{لعمق 15 سم} = \frac{100 \times 6.7}{90} = 7.44 \text{ طن/ للفدان}$$

(2) وإذا عرفنا أن 1 ملليمكافئ صوديوم يحتاج إلى 1.72 طن جبس زراعي للفدان لعمق 30 سم للتخلص منه فإن كمية الجبس اللازم للأرض لعمق 30 سم = $1.72 \times 7.8 = 13.41$ طن للفدان ، وحيث أن درجة نقاوة الجبس 90% ، فإن الكمية الفعلية المراد إضافتها لعمق 30 سم = $100 \times 13.41 = 14.9$ طن/ للفدان

ولما كانت عمليات التبادل الكاتيوني تتأثر بقوانين التوازن ، لذلك وجد أن الكميات المحسوبة تختلف عن الكميات الفعلية ولهذا يجب إضافة كمية أكبر من الكمية المحسوبة بنحو الربع لتعويض النقص في التبادل الناتج عن الاتزان والتفاعل العكسي . حيث أنه كلما قل مقدار الصوديوم المراد احلال الكالسيوم محله تطلب ذلك طاقة أكبر لتبادله ومعنى ذلك كمية أكبر من الجبس لإحداث التبادل .

وبنفس الطريقة السابقة يمكن تقدير الكمية المراد إضافتها من أي مصلح آخر غير الجبس .

ثالثا : استصلاح الأراضي الملحية القلوية :

هذه الأراضي تمتاز بأن درجة التوصيل الكهربى لمستخلص العجينة المشبعة أكبر من 4ملليموز /سم والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل بها أكثر من 15% ورقم الـ pH لايتعدى 8.5 . وتكون حبيباتها متجمعة لارتفاع تركيز الأملاح بها .

وهذه الأراضي تستصلح على مرحلتين الأولى بالغسيل بماء جيد على أنها أرض ملحية ويراعى في ذلك ما سبق ذكره في حالة الأراضي الملحية . والمرحلة الثانية تعامل على أنها أرض قلوية فتضاف لها المعدلات أو الاحتياجات الجبسية كما سبق شرحه في حالة الأراضي القلوية .

ولقد اقترحت طريقة جديدة أثبتت فعاليتها في استصلاح الأراضي الملحية القلوية تسمى طريقة استخدام الماء الملحي Salt Water- dolution method

وفي هذه الطريقة يتم غسل التربة بماء ملحي يحتوى على تركيزات عالية من الكالسيوم والمغنسيوم . وبعد إزالة الصوديوم من معقد الامتصاص يتم غسل التربة بمياه ذات خواص جيدة للتخلص من الأملاح الذائبة .

ومن أهم العوامل التي تحدد عملية استصلاح الأراضي القلوية والأراضي الملحية القلوية التكلفة ووجود مصدر للكالسيوم ومصدر للماء الجيد . ويفضل وضع مصدر للكالسيوم تحت سطح التربة حتى يسرع من عملية التبادل الكاتيوني . ويمكن أيضا إضافة كبريتات الكالسيوم مع مياه الري لزيادة نسبة الكالسيوم إلى الصوديوم Ca/ Na Ratio في الماء وزيادة كفاءة عملية الاستصلاح .

معاملة الأراضي الملحية القلوية بعد الاستصلاح :

بعد التخلص من الملوحة الزائدة يجب أن نحترس من الرجوع إلى ماكانت عليه قبل الاستصلاح حتى يمكن أن يتم استغلال الأراضي المستصلحة استغلالا اقتصاديا . ولضمان ذلك يجب اتباع ما يلي : -

(1) نتيجة كثافة غسيل هذه الأراضي فإن خواصها الطبيعية تسوء وكذلك تفقد الأرض الكثير من العناصر الغذائية . ويمكن تدارك ذلك عن طريق إضافة المواد العضوية بكمية كبيرة واستعمال الأسمدة المعدنية .

(2) يجب الحفاظ على مستوى الماء الأرضي بعيدا للحد الذي يحدث منه أي ضرر للمحصول بسبب سوء التهوية ويعرف هذا العمق بالعمق الحرج Critical depth . ويتم ذلك عن طريق الاهتمام بشبكة الصرف جيدا حتى لاتعود الملوحة ثابتة . ويختلف هذا العمق الحرج حسب المحصول المنزرع وقوام وبناء ونفاذية الأرض وكذلك حسب التركيز الكلي للأملاح في المحلول الأرضي .

(3) استعمال مياه جيدة في الري ، وإذا اضطررنا لاستعمال مياه ذات نوعية منخفضة فيجب أن يضاف كميات إضافية تكفي لغسيل الأملاح أولاً بأول وهذه الكميات الإضافية تعرف بالاحتياجات الغسيلية (حوالي 10% من المقنن المائي) .

(4) توزيع ماء الري توزيعاً منتظماً على سطح الأرض وأن تروى ربا غزيرا أثناء طور البادرة الذي يعتبر أكثر أطوار النبات تأثرا بالملوحة ، كذلك يجب أن تكون الزراعة في البداية على حدود الثلث الأول من بطن الخط .

- (5) يجب متابعة خواص الأرض الطبيعية والكيميائية على فترات لضمان عدم تدهورها .
- (6) المحافظة بقدر الإمكان على إستواء سطح الأرض .
- (7) استعمال الأسمدة ذات التأثير الفسيولوجي الحامضي عند تسميد الأراضي القلوية التي تحت الاستصلاح .
- (8) يجب استمرار عملية الغسيل طالما كان الماء متوفرا مع ملاحظة أنه إذا ظل الماء على سطح التربة بدون أن ينفذ لمدة 5 أيام فمعنى ذلك الأرض سيئة الصرف ، فتضاف عندئذ كميات جبس أخرى أو يزداد عدد المصارف .
- (9) إتباع دورة زراعية مناسبة .

تذكر

- قسمت الراضى الملحية حسب تركيز الأملاح بها إلى الأتى:

C ₁	التوصيل الكهربى (EC) من صفر -4	تتجح فيها جميع المحاصيل
C ₂	التوصيل الكهربى (EC) من 4 - 8	لاتنجح فيها المحاصيل الحساسة
C ₃	التوصيل الكهربى من 8-15	تزرع فيها المحاصيل المقاومة
C ₄	التوصيل الكهربى أكثر من 15	لا تنمو فيها النباتات الاقتصادية

- ولاستصلاح الأراضي الملحية يجب خفض تركيز الأملاح بها بعدة طرق منها :

أ- إذا وجدت الأملاح على هيئة طبقة أو قشرة على سطح التربة فإنه يتم قشط أو إزالة هذه الطبقة بعيدة عن الأرض.

ب- إذا كانت الأملاح بالتربة غير مرتفعة فيمكن زراعة نباتات تتحمل الملوحة وقد يلجأ إلى زراعة النباتات الخشبية ذات المجموع الجذرى العميق فيؤدى إلى خفض مستوى الماء الأرضى بهذه الأرضى . هذا بالإضافة إلى أن الغطاء النباتى يحمى سطح التربة من أشعة الشمس ومنع التبخير وبالتالي يمنع ظهور الأملاح على السطح.

ج- عند انتشار الملوحة فى طبقات التربة المختلفة وبتراكيزات مرتفعة فإنه يلجأ إلى الاستصلاح الهيدرولىكى وهى عملية الغسيل.

- خطوات استصلاح الأراضي الملحية هى :

- 1- فصل الأرض عن مصادر التملح هى :
- 2- إذا كانت الأرض منخفضة فى منسوبها تفضل عن الأرض المجاورة بواسطة مصارف عميقة.
- 3- تسوية سطح التربة .
- 4- تصميم شبكة صرف جيدة
- 5- استعمال مياه ذات جودة عالية فى عملية الرى.
- 6- غسيل الأرض
- 7- استخدام الأسمدة البلدية أو أى مصادر للمادة العضوية لتحسين الخواص الفيزيائية للتربة.

- إذا غسلت أرض ملحية تحتوى على خليط من الأملاح الذائبة وكانت السيادة للكالسيوم فإن نتيجة التفاعل تشبع غرويات التربة بالكالسيوم وتصبح التربة ذات خواص جيدة والنظر إلى عملية الغسيل على أنها عملية طبيعية للتخلص من الأملاح.
- وإذا غسلت أرض ملحية وكانت السيادة للصوديوم فإنه نتيجة للتفاعل الكيماوى وغياب الجبس أن غرويات التربة تصبح مشبعة بالصوديوم وتظهر الخواص القلوية وتصبح الأرض قلوية . ولذلك لابد من إضافة الجبس لهذه الأرض قبل عملية الغسيل.
- شدة الغسيل $leaching\ intensity$ هى النسبة بين كمية الأملاح الذائبة التى تزال من الأرض وكمية الأملاح الأصلية فى التربة قبل الغسيل .
- معدل الغسيل $Leaching\ rate$ هو الوقت اللازم لمقدار الماء الضرورى لإزالة الأملاح لكى ينفذ خلال قطاع التربة المراد غسيلها من الأملاح.
- المعادلة المستخدمة لتقدير كمية ماء الغسيل هى :

$$M = F - m + nf$$

حيث

M	كمية ماء الغسيل
F	السعة الحقلية
m	كمية الماء الموجودة أصلاً فى التربة
n	معامل يتوقف على عدة عوامل أهمها النفاذية عمق الماء الأرضى
	التركيز الأصى للمحلول الملحى للتربة التركيب الميكانيكى للتربة

- المعادلة المستخدمة فى حالة عدم وجود مصارف هى

$$N = F - m + \frac{H - h}{Z_o} - 4000$$

$$N = \text{كمية الغسيل م}^3/\text{فدان}$$

$$\begin{aligned}
F &= \text{السعة الحقلية م}^3/\text{فدان} \\
m &= \text{مخزون الرطوبة في الطبقة المراد غسلها م}^3/\text{فدان} \\
H &= \text{عمق الماء الأرضي قبل الغسيل بالمتري} \\
h &= \text{مستوى الماء الأرضي المسموح به بعد الغسيل بالمتري} \\
Z_0 &= 6.7 \text{ في الأرضي الخفيفة القوام} \\
&= 7.1 \text{ في الأرضي المتوسطة} \\
&= 9.3 \text{ في الأرضي الطينية}
\end{aligned}$$

- الغسيل نوعان غسيل متقطع ، غسيل مستمر
الغسيل المستمر : وهو أن يضاف الماء إلى التربة بحيث يظل
عمقه على سطحها طوال مدة الغسيل في حدود
10-20سم.

الغسيل المتقطع : يضاف أولاً كمية من الماء تكفي للوصول بقطاع
التربة إلى مرحلة التشبع ، ويوقف الغسيل فترة
حوالي ثلاث أسابيع أو أكثر ثم تضاف أخرى
كمدة ثلاث أسابيع وهكذا حتى يتم غسيل أغلب
الأملح.

ويعتبر الغسيل المتقطع أعلى كفاءة من الغسيل المستمر علاوة
على عدم احتياجه لكميات من مياه الغسيل مما يخفف الضغط على
المصارف .

- استصلاح الأراضي القلوية :

1- وفيه يتم إضافة كاتيون الكالسيوم ليحل محل الصوديوم على
مركب التبادل (حبيبات الطين) عن طريق إضافة أي مركب من
مركبات الكالسيوم مثل الجبس أو الجير المطفأ أو الكبريت أو
حامض الكبريتيك (في الأراضي التي تحتوي على مخزون من
الكالسيوم)

2- يتم بعد ذلك إضافة المياه لأجراء عملية الغسيل للتخلص من
كربونات الصوديوم الناتجة من إحلال الكالسيوم بدل من
الصوديوم على مركب التبادل.

- العوامل التي تحدد طريقة استصلاح الأراضي القلوية هي:

- 1- كمية ونوع الأملاح الموجودة بالتربة.
- 2- كمية الصوديوم المتبادل
- 3- كمية كربونات الصوديوم الموجودة بالتربة.
- 4- كمية ونوع مركبات الكالسيوم
- 5- نوعية مياه الري أو الغسيل
- أهم المواد المستخدمة في استصلاح الأراضي القلوية هي:

- 1- الجبس الزراعي
- 2- الجير المطفي (إيدروكسيد الكالسيوم)
- 3- كربونات الكالسيوم
- 4- كلوريد الكالسيوم
- 5- حامض الكبريتيك
- 6- الكبريت
- 7- حامض الكلوريدريك
- 8- كبريتات الحديدوز
- 9- المادة العضوية.
- الاحتياجات الجبسية : تعتمد على أن 1 ملليمكافى صوديوم للتخلص منه من التربة لعمق 15سم يحتاج إلى 0.86 طن للفدان جبس زراعى وعلى 1.72 طن للفدان لعمق 30سم.

أسئلة

- 1- ما هو تقسيم الأراضي الملحية ؟
- 2- ما هي الخطوات الواجب إتباعها عند استصلاح الأراضي الملحية؟
- 3- تعتمد عملية غسيل الأراضي المتأثرة بالأملاح على نوع الأملاح السائدة أو على نوع الكاتيون السائد أشرح ذلك ؟
- 4- ما هي شدة الغسيل ، معدل الغسيل ؟
- 5- ما هو أنواع الغسيل والفرق بينهم؟
- 6- ما هي خطوات استصلاح الأراضي الملحية القلوية؟
- 7- ما هي خطوات استصلاح الأراضي القلوية؟
- 8- ما هي العوامل الى تحدد طريقة استصلاح الأراضي القلوية .
- 9- ما هي أهم مصلحات التربة التي تستخدم في استصلاح الأراضي؟
- 10- أرض سعتها التبادلية 50 ملليمكافئ/100 جم تربة . الصوديوم المتبادل بها 20 ملليمكافئ لكل 100 جرام تربة . المطلوب حساب الاحتياجات الجبسية اللازمة لإصفتها للتربة لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى 15% من السعة التبادلية لعمق 15سم ، 30 سم من الأرض علماً بأن درجة النقاوة للجبس 90%.

الأراضي الجيرية Calcareous soils

تعرف الأراضي الجيرية بأنها الأراضي التي تحتوي على كمية من كربونات الكالسيوم تؤثر بوضوح على خواص التربة المسؤولة عن النمو النباتي سواء كانت هذه الخواص فيزيقية مثل علاقة التربة بالماء وتكوين القشور السطحية أو خواص كيميائية حيوية مثل مدى تأثير وجود كربونات الكالسيوم على تيسر العناصر الغذائية للنبات .

وقد أشارت بعض البحوث أن وجود كربونات الكالسيوم في التربة بنسبة 8% أو أكثر تؤثر على بعض خواص التربة الفيزيقية أو الكيماوية وكذلك على خصوبة التربة وبالتالي تؤثر على نمو النبات .

وتنتشر الأراضي الجيرية انتشاراً واسعاً بالمناطق التي تؤثر فيها الظروف الآتية :

- 1 - مادة الأصل السائدة هي الصخور الكلسية والدولوميت Dolomite والكالسيت Cacite أو على الأقل غنية في الكالسيوم مثل البازلت .
- 2 - المناخ السائد بالمنطقة يكون جاف أوقات السنة فلا تكفي الأمطار لإذابة ونقل كربونات الكالسيوم من القطاع الأرضي إلى أسفل ولذا تظل كربونات الكالسيوم منتشرة في القطاع الأرضي .

خواص الأراضي الجيرية

أولاً : الخواص المورفولوجية :

تتميز الأراضي الجيرية بعدد من الخواص المورفولوجية والتي تدور أساساً حول محتواها من كربونات الكالسيوم وتوزيعها في قطاع التربة ويمكن توضيح ذلك كما يلي:-

1 - الحالة التي توجد عليها كربونات الكالسيوم في قطاع التربة :-

أ - قد توجد كربونات الكالسيوم في صورة حبيبات دقيقة أقل من 1مم منتشرة في آفاق القطاع ويصعب على العين المجردة تمييزها عن باقي حبيبات التربة.

ب_ أو توجد في صورة تجمعات تتركز في مواقع من القطاع تفصلها عن بعض مواقع أخرى توجد الكربونات فيها بنسبة منخفضة نوعاً ما بصورة دقيقة مختلطة مع بقية حبيبات التربة ، وقد تأخذ تجمعات كربونات الكالسيوم صوراً شبيهة بالخيط إذ تملأ كربونات الكالسيوم فراغات التربة الناتجة من انحلال الجذور أو في صورة كتل هشة بيضاء اللون مختلطة بآثار من اللون الأحمر أو في صورة عقد صلبة صعبة التفكك بين الأصابع تختلف صلابتها حسب درجة رطوبتها فتزداد بالجفاف وتقل بزيادة الرطوبة .

ج-توجد كربونات الكالسيوم في تجمعات متصلة بطول القطاع إما مختلطة بحبيبات التربة أو في صورة عقد وتكون في هذه الحالة نحو 60% من مكونات التربة .

وتتميز التربة الجيرية الناضجة بوجود ثلاث آفاق رئيسية أمكن تشخيصها والاستدلال عليها عن طريق ملاحظة توزيع كربونات الكالسيوم في قطاع التربة وهي:- في الجزء الأوسط من القطاع لهذه التربة يوجد أفق يتميز باحتوائه على كمية من كربونات الكالسيوم تفوق الكمية عما فوقه (أفق A) وما أسفله (أفق C) من آفاق ، وهذا الأفق هو ما يعرف بأفق تجمع كربونات الكالسيوم Bca وإن تواجد كربونات الكالسيوم في هذا الأفق يكون بصورة مرئية وهذا يرجع إلى تراكمها الجزئي فيه . وأفق A يتميز باحتوائه على كمية من الكربونات قليلة أو تكون غير موجودة . أما أفق C والذي يعتبر مادة الأصل قد تكون كلسيه أو غير كلسيه .

وأفق تجمع كربونات الكالسيوم وهو Bca لهذه التربة يعتبر هام وأساسي لدراسة مورفولوجيا قطاع التربة ، وبناء على دراسة مورفولوجيا هذا الأفق تم تصنيف ثلاثة أنواع من القطاعات وهي :-

1 - أرض ذات قطاع كلسي ضعيف "فقير" ويكون سمك هذا الأفق والمعروف باسم Bca قليل حوالي 20 - 50 سم كما أن كمية كربونات الكالسيوم في هذا الأفق لا تكون بذات فروق كبيرة بالنسبة للأفق A ، C. كربونات الكالسيوم في الأفق Bca تكون قشرة في تجمعات بدائية وتكون كربونات الكالسيوم في صورة حبيبات دقيقة . وهذا الأفق Bca صعب تحديده لتداخل

حدوده مع حدود الآفاق الأخرى و الشئ الوحيد الذي يمكن ملاحظته في الحقل أن هذا الأفق يكون لونه فاتح ويجب إجراء التحليلات المعملية التي تدل على تجمع كربونات الكالسيوم .

2 - تربة ذات Bca تتجمع فيه كربونات الكالسيوم بصورة جزئية وتكون هشة أو متماسكة وكمية كربونات الكالسيوم لا تتعدى النسبة 50 - 60% وسمك الأفق Bca من 20-100 سم .

3 - تكون كربونات الكالسيوم في الأفق Bca في شكل طبقة متصلة ويكون سمك هذا الأفق من 10سم وقد يصل إلى أكثر من 2م.

وهناك نقطتان يجب التنويه لهما :-

النقطة الأولى :

إن بعض الأراضي الجيرية ليس لها أفق Bca أي لا يوجد لها تجمع (تراكم) لكربونات الكالسيوم وهذه توجد في حالتين .

الحالة الأولى : لا يوجد وضوح أو تميز في القطاع والكربونات تتواجد بكميات متساوية على طول القطاع من السطح حتى مادة الأصل .

الحالة الثانية : تكون هناك درجة وضوح في القطاع وتوجد زياد مستمرة لكربونات الكالسيوم من السطح حتى مادة الأصل .

النقطة الثانية:

في المناطق ذات المناخ نصف الجاف والرطب لحوض البحر الأبيض المتوسط توجد بعض الأراضي خالية من الكربونات على صخور كلسيه وهي ما تعرف بال Terrarossa ومثال لها أشهر أراضي حوض البحر الأبيض الحمراء والمتكونة على الصخور المتماسكة من الكربونات .

2 - قوام وبناء ولون الأراضي الجيرية :-

القوام :-

يرتبط قوام الأرض في الأراضي الجيرية بالنسب المختلفة من كربونات الكالسيوم في القطاع ولدراسة التوزيع الحجمي للحبيبات الأرضية يجب التخلص من كربونات الكالسيوم بمعاملة الأرض بحامض الهيدروكلوريك وتقدير قوام التربة بعد التخلص من كربونات الكالسيوم وكذلك تقديره بدون التخلص من كربونات الكالسيوم ، أي تقدير القوام في وجود كربونات الكالسيوم وبعد إزالة كربونات الكالسيوم .

اللون :-

تزداد شوائب اللون الأحمر في أفقي A ، B بنقص كربونات الكالسيوم فيهما والتي تزداد بزيادة نسبة الطين أو بالعمق ، ويتميز بهذه القطاعات ثلاث درجات من اللون غامق و فاتح و فاتح جدا .

البناء :-

من ناحية البناء يمكن تمييز نوعين من الأراضي الجيرية :

النوع الأول :- يحتوي على أفق غير جيري عمقه 20 - 30 سم وبناءه عادة يكون متعدد الأوجه polyhydric يتلوه أفق لا يحتوي أيضا على كربونات الكالسيوم وسمكه يتراوح من 30-50 سم وبناءه ذو زوايا Angular في حالة الجفاف أو البناء المنشوري في الحالة الرطبة وأخيرا أفق يحتوي على كربونات الكالسيوم في أفق B وبناءه يتوقف على مادة الأصل .

النوع الثاني :- ذو قطاع يحتوي على كربونات الكالسيوم في الأفق السطحي ويكون فيه الطبقة السطحية من 10 - 20 سم مختلفة في اللون ونسبة كربونات الكالسيوم : في حالة اللون الغامق يكون البناء جيد ذو أوجه متعددة polyhydric وفي حالة اللون الفاتح يكون البناء المتعدد الأوجه قليل أما في حالة اللون الفاتح جداً يكون البناء غير جيد . وبزيادة العمق تزداد دقة القوام ويصبح البناء ذو زوايا Angular ويكون البناء في الأفق B أكثر وضوحاً حيث يزيد بت نسبة المحتوى الطيني أما في الأفق C فيكون البناء فيه يتوقف على مادة الأصل .

ثانيا : الخواص الفيزيائية :

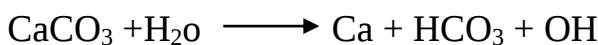
إن أهم ما يميز الخواص الفيزيائية للأراضي الجيرية ناتج من أثر كربونات الكالسيوم على هذه الخواص هي :-

1 - انخفاض احتفاظ التربة الجيرية بالماء فقد وجد أن منحني الشد الرطوبي للأراضي الجيرية قريب الشبه بمنحنى الشد الرطوبي في الأراضي الرملية أي أن التربة الجيرية تفقد الماء في المدى الذي يستطيع أن يمتصه النبات مما يستلزم الري المتقارب حتى يجد النبات احتياجاته المائية ، كما أن قوام التربة الجيرية ذات حبيبات لا تهين لها صفة الاحتفاظ بمدى واسع نسبيا من الماء القابل للامتصاص .

- 2 - تكوين قشرة صلبة على سطح الأرض الجيرية مما يؤدي إلى تأخير الإنبات وخفض نسبته ، وقد أظهرت الدراسات أنه للحصول على نسبة عالية من الإنبات يجب ألا يقل الشد الرطوبي عن 0.33 ضغط جوي وأن يكون عمق البذور قريب من السطح أي أقل من 4سم وزيادة عدد البذور .
- 3 - لوحظ في استزراع الأراضي الجيرية انهيار بنائها عند الري وتصلبها عند الجفاف ولذلك لابد من اختيار الميعاد المناسب لحرثها أي أن إجراء عملية الحرث والخدمة يجب أن تتم وبها نسبة مناسبة من الرطوبة تسمح بإجرائها.
- 4 - وجود كربونات الكالسيوم وهي مادة لاحمة لها دور هام في تكوين الطبقات الصلبة الغير منفذة التي تعترض قطاع التربة .

ثالثا : الخواص الكيميائية :

الانحلال المائي لكربونات الكالسيوم في الأراضي الجيرية يزيد من الرقم الهيدروجيني pH في التربة والتحلل المائي يتم طبقا للمعادلة التالية :



وتحت الظروف الطبيعية لا تتراكم OH في التربة لوجود ثاني أكسيد الكربون بهواء التربة وبذا يرتفع الرقم الهيدروجيني في الأرض الجيرية إلى الحد الأقصى ، وقد وجد أن الرقم الهيدروجيني (PH) للتربة الجيرية المحتوية على كربونات كالسيوم حره يتراوح بين 8.2 - 8.4 وفي حالة وجود كربونات الماغنسيوم فإن الرقم الهيدروجيني يكون أكثر ارتفاعا بنحو درجة ونصف . الأملاح الذائبة أيضا تسبب انخفاض في الرقم الهيدروجيني .

ارتفاع الرقم الهيدروجيني (PH) وارتفاع تركيز ايون الكالسيوم في التربة الجيرية يؤدي إلى ترسيب الفوسفور في صور مختلفة من فوسفات الكالسيوم ويؤدي الكالسيوم دوره كأيون مشترك ، هذا وقد يحدد الرقم الهيدروجيني درجة ذوبان كربونات الكالسيوم وبالتالي تركيز ايونات الكالسيوم في التربة . وقد وجد سطوح كربونات الكالسيوم لها القدرة على امتصاص الفسفور على سطوحها في محاليل فوسفات ثنائية الكالسيوم . أن عملية تثبيت الفوسفات نتيجة لكربونات الكالسيوم ليست عملية بسيطة بل عملية معقدة تتدخل فيها عدة عوامل فالتثبيت بترسيب الفوسفات الذائبة إلى الفوسفات المرسبة يحدث أساساً نتيجة لايونات

الكالسيوم ، ويحكم قدرة كربونات الكالسيوم على إمداد النظام الأرضي بأيونات الكالسيوم عوامل مختلفة أهمها الرقم الهيدروجيني للتربة والذي بدوره يتأثر كثيرا بتركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء التربة وبنسب الصوديوم .
وتعمل كربونات الكالسيوم في التربة على خفض تيسر الحديد للنباتات النامية لأنها تؤدي إلى أكسدة الحديدوز إلى حديدك .

أوضحت الدراسات أن وجود كربونات الكالسيوم له أثر كبير على فقد الأمونيا من الأسمدة النيتروجينية عند إضافتها إلى الأراضي الجيرية . فقد وجد أن العامل الرئيسي في ذلك هو وجود كربونات الكالسيوم في التربة ذات رقم هيدروجيني قاعدي تسببت في تحويل ايون الأمونيوم (NH_4) إلى أمونيا (NH_3) ومن دراسة التوازن في NH_3 و NH_4 على درجات مختلفة من رقم PH اتضح أن الزيادة الطفيفة في الرقم الهيدروجيني بعد رقم (8) ترفع تركيز NH_3 إلى درجة كبيرة فإذا كان تركيز NH_3 إلى 40% . وفي وجود كربونات الكالسيوم يرتفع الرقم الهيدروجيني بالتربة إلى مايقرب من 8.5 وتزداد فرصة تكون NH_3 وبالتالي فقده . هذا وقد يكون فقد الأمونيا نتيجة تفاعل كربونات الكالسيوم مع الأسمدة الأمونية مكونة كربونات الكالسيوم الأمونيوم السريعة الانحلال في درجات الحرارة الطبيعية للتربة .

وأخيرا يمكن أن نجل أهم المشاكل التي تواجه التربة الجيرية من وجهة نظر استصلاحها وزراعتها وهي كالآتي :-

- 1 - وجود القشور السطحية .
- 2 - تماسك طبقة تحت التربة .
- 3 - قلة تيسر الفوسفور .
- 4 - مشاكل امتصاص البوتاسيوم والمغنسيوم عن طريق النبات نتيجة عدم الاتزان لهذه العناصر الصغرى .
- 5 - مشاكل خاصة بتيسر العناصر الصغرى .
- 6 - مشاكل في تيسر الماء بالتربة .
- 7 - مشاكل التسميد خاصة الأسمدة الأمونية .

كربونات الكالسيوم في الأراضي Calcium Carbonate in the soils

صور كربونات الكالسيوم في الأراضي :-

توجد كربونات الكالسيوم على هيئة صور عديدة تختلف فيما بينها من ناحية خواصها الفيزيائية والكيميائية على الرغم من تركيبها الكيميائي البسيط وتأخذ الصور المثلى لكربونات الكالسيوم التي تكونت بفعل عمليات التجوية البطيئة أشكالاً تختلف عن تلك المفككة ذات الحبيبات الدقيقة التي تكونت بفعل الترسيب نتيجة تفاعل بيكربونات الكالسيوم أو حامض الكربونيك مع القلويات الحرة في الأرض ، وأهم الاختلافات بين هذه الصور تكون في درجة الذوبان والانحلال المائي .

1 - الأراجونيات والكالسيت :

وهما من أكثر الصور المعدنية لكربونات الكالسيوم انتشاراً هذا ويعتبر الأراجونيات أكثر ذوباناً وانحلالاً من الكالسيت في الماء وذلك في الحرارة المختلفة ، أي أن الكالسيت هو الصورة الأكثر ثباتاً وشيوعاً في الأراضي ، هذا ويمكن تحول الأراجونيات إلى الكالسيت نتيجة انخفاض درجات الحرارة عن 30[°]م ويزداد التحول نتيجة تبخير محاليل كربونات الكالسيوم بين 80 - 100[°]م ، كما تتكون في درجات الحرارة الأقل وذلك في وجود الكبريتات أو القليل من كربونات الرصاص أو السترنشيوم . هذا ويرجع الاختلاف بينهما إلى اختلاف التركيب البللوري .

2 - كربونات الكالسيوم المترسبة :

لوحظ عند تحضير كربونات الكالسيوم في المعمل من كيماويات مختلفة، أن الكربونات الناتجة تختلف في العديد من الخواص مثل الشكل البللوري ودرجة انحلالها المائي ، وقد وجد أن التفاعل بين كلوريد الكالسيوم وكربونات الأمونيوم يعطي ناتجا تركيبه يقترب كثيرا من النسب المئوية للعناصر في تركيب كربونات الكالسيوم ، هذا الراسب الناتج يسهل تخليصه من الملح الذائب . أما الراسب الناتج من معاملة هيدروكسيد الكالسيوم بثاني أكسيد الكربون فإنه يكون خاليا من الشوائب .

أما في حالة استخدام كربونات الصوديوم سواء بمفردها أو مخلوطة بهيدروكسيد الصوديوم لترسيب الكالسيوم من محاليل أملاحه فإن كربونات الكالسيوم الناتجة تحتوي على قدر من الصوديوم يتناسب مع تركيز الصوديوم المستخدم وهو صعب التخلص منه بالغسيل حتى باستعمال الكحول .

في الأراضي التي تروى بماء ذات تركيز مرتفع من كربونات الصوديوم أو الأراضي الصودية Sodic soils التي تروى بماء غني بيكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ فمن المحتمل أن كربونات الكالسيوم الناتجة تكون محتوية على الصوديوم وهذه الكربونات غير متبلورة وعالية التميؤ Hydrated وذات خواص غروية وأكثر ذوباناً وانحلالاً من الصور المعدنية .

وفي بعض الأراضي تتواجد كربونات الكالسيوم محاطة بغشاء رقيق من الغرويات الأراضي العضوية أو المعدنية مدمجة على سطحها وهذه الحالة تجعل كربونات الكالسيوم الأرضية أقل نشاطاً وانحلالاً بالماء وأيضا يقل تأثير ثاني أكسيد الكربون عليها .

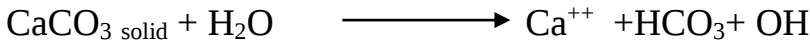
وقد أوضحت الدراسات التي أجريت بغرض مقارنة قيم الرقم الهيدروجيني (PH) لعدد من الأراضي الجيرية وقيمه بالنسبة للكالسيت وجود بعض الاختلافات التي ترجع إلى :-

- 1 - وجود كميات صغيرة من كربونات الكالسيوم عالية الذوبان ، وهذا المركب مسئول عن تغيير الرقم الهيدروجيني .
- 2 - أخطاء ناشئة عن اتصالات جهاز القياس .
- 3 - تكوين مركبات أيونية معقدة ذائبة من أنيون الكبريتات مع الكالسيوم الماغنسيوم وعدم أخذ هذه المركبات في الاعتبار عند حساب قيم pCa , pH
- 4 - عدم الوصول إلى حالة الاتزان ، فقد أوضح (Cole, 1957) إن مستخلصات الأراضي الجيرية كانت أقل من درجة التشبع بالنسبة للكالسيت في حالة النسب المنخفضة من الأرض إلى الماء وكانت فوق مشبعة بالنسبة للكالسيت في حالة النسب العالية من الأرض : الماء.

أثر الأملاح المتعادلة على رقم الحموضة لمعلق كربونات الكالسيوم والماء

عند إضافة أملاح كلوريد الصوديوم أو الكالسيوم أو الماغنسيوم أو البوتاسيوم وكبريتات الصوديوم بتركيزات من 0.0001 - 1 أساساً لمعلقات كربونات الكالسيوم والماء بنسبة 1 : 10 مع الرج ثم تقدير رقم pH للمعلق في كل حالة وقد وجد أن الرقم الهيدروجيني ينخفض بزيادة التركيز فيما عدا حالة كبريتات الصوديوم وهذا الانخفاض يعزي إلى الأسباب الآتية :

- 1 - أثر الأملاح على تجميع كربونات الكالسيوم مما يؤدي إلى نقص سطوح الكربونات مثلما يحدث في الأراضي والغرويات ويلاحظ أن الانخفاض في رقم pH أي نقص قاعدية كربونات الكالسيوم بواسطة أملاح الكلوريد الثلاث يتبع ترتيب الكاتيونات المعروف Lyotropic Series فالكالسيوم أكثر قدرة على التبادل والتجميع من الماغنسيوم وهذا الأخير أكثر من الصوديوم .
- 2 - أثر الأيون المشترك حيث أن كلوريد الكالسيوم يكون أكثر تأثيراً لتوفر الأيون المشترك إلى جانب مركزه في المجموعة .
- 3 - نتيجة ملازمة كربونات الكالسيوم للماء فإن الطبقة السطحية من الجزيئات أو الأيونات تتحلل مائياً وتحل بعض أيونات الهيدروكسيل OH محل أيونات الكربونات CO₃ ، والغشاء السطحي الذي يتكون بهذه الطريقة يتكون من كربونات كالسيوم قاعدية وعند إضافة أيونات الكلوريد يحدث إحلال للهيدروكسيل من علي سطح الكربونات القاعدية بواسطة Cl وفي هذه الحالة يحدث الانحلال المائي للكربونات طبقاً للمعادلة الآتية :-



والماء في هذا الانحلال هو واحد من المركبات الداخلة في التفاعل إلى اليسار أي خفض الانحلال والأملاح المتعادلة المستخدمة لها القدرة على خفض النشاط المائي بدرجة واضحة وبخاصة عند تركيزها العالي .

أثر الغرويات على رقم الحموضة لمعلقات كربونات الكالسيوم والماء :

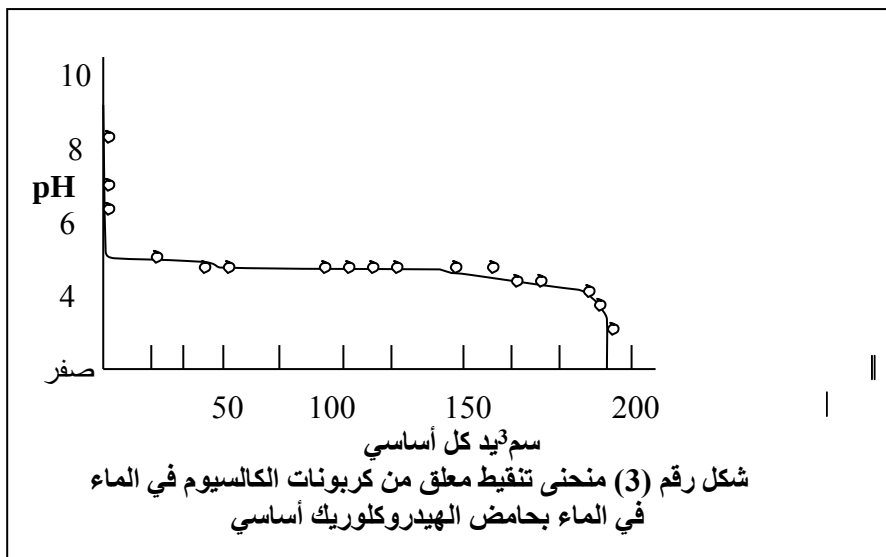
أشارت بعض الدراسات إلى أن وجود الغرويات مثل النشا والجيلاتين أو هيدروكسيد الحديد أو الطين أدى إلى خفض رقم الحموضة لمعلق كربونات الكالسيوم في الماء . وفي حالة إضافة الطين الغروي ذو pH 8.16 بنسبة 1٪

إلى معبق كربونات الكالسيوم ذات pH 8.98 كان رقم الحموضة لهما معاً 8.05 أي أقل من معلق الطين الغروي وحده وهذا الانخفاض لا يرجع إلى ما ذكر سابقاً عند إضافة الأملاح المتعادلة ، فالماء لا يقل نشاطه بإضافة الغرويات على الرغم من ارتباط جزء منه بالغرويات المحبة للماء Hydrophilc مثل الجلاتين و الآجار وهذا يحول جزء من الماء إلى ماء غير نشط والأكثر احتمالاً أن المادة الغروية تدمص على سطوح حبيبات كربونات الكالسيوم مكونة غشاء يغلفها ويقلل اتصالها بالماء وحدوث الانحلال ، ويصل انيون الهيدروكسيل إلى المحلول في هذه الحالة بالانتشار Diffusion خلال الغشاء لتركيزه الأعلى على الحبيبة متجهاً نحو المحلول حيث التركيز الأقل .

السعة التنظيمية لكربونات الكالسيوم :

عند تحضير معلق من 10 جم كربونات كالسيوم مع 100 سم³ من الماء المقطر الخالي من ثاني أكسيد الكربون مع الرج لمدة ساعة وقياس رقم الحموضة لهذا المعلق ثم إضافة حامض هيدروكلوريك عشر أساسي بمقادير صغيرة متتالية مع الرج وتقدير الرقم الهيدروجيني بعد كل إضافة وقياس رقم pH واستمرار إضافة الحامض والرج وتقدير الـ pH حتى رقم pH = 4 وتوقيع هذه القيم (pH) مع مقادير حامض الهيدروكلوريك في شكل بياني (منحنى تنقيط كربونات الكالسيوم) تلاحظ أن رقم pH ينخفض عند إضافة الكميات الصغيرة الأولى من الحامض 10 - 30 سم³ إلى pH = 5.5-6 ثم يستمر ثابها تقريباً بإضافة الحامض حتى pH = 5 إذ يكون المقدار الذي تم إضافته من الحامض 150 - 160 سم³ ثم يصبح الانخفاض بعد ذلك سريعاً .

وثبات الرقم الهيدروجيني على مدى إضافات الحامض من 20 سم³ حتى 160 سم³ يرجع إلى وجود نظام من حمض الكربونيك و البيكربونات له خاصية التنظيم أي مقاومة التغيير في رقم الـ pH . فـكربونات الكالسيوم عند تنقيطها بحامض الهيدروكلوريك تعطي ثاني أكسيد الكربون مباشرة عند أول إضافة منه وحيث أن التفاعل بين الكربونات الصلبة وحمض الكربونيك لتكوين بيكربونات شديدة البطء فإن نقطة التحول الأولى التي كان من المتوقع ظهورها في منحنى التنقيط لا وجود لها ، وانخفاض درجة ذوبان الكربونات هي سبب ذلك إذ أن البيكربونات ستكون نتيجة لذلك بعد فترة طويلة من الاتزان .



والسعة التنظيمية الكلية تعني أنها عدد المليمترات من الحامض الأساسي التي تخفض رقم الـ pH لمائة جرام من التربة (أو كربونات الكالسيوم) من رقم الـ pH الأصلي إلى رقم نهائي هو 4.8 .

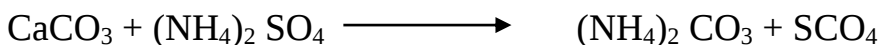
بينما السعة التنظيمية النوعية Specific Buffer Capacity فهي السعة التنظيمية الكلية السابق الإشارة إليها مقسومة على التغير الكلي في رقم الـ pH. هذا وترجع السعة التنظيمية للأراضي الجيرية أساسيا إلى محتواها من كربونات الكالسيوم وبخاصة أن محتواها من المادة العضوية في العادة منخفض . ويمكن أحيانا حساب السعة التنظيمية النوعية المذكورة في الأراضي بضرب السعة التنظيمية النوعية لكربونات الكالسيوم المئوية في عينة التربة .

أثر كربونات الكالسيوم على فقد الأمونيا :

تلاحظ فقد الأمونيا من الأراضي الجيرية المسمدة بأسمدة أمونية كما تلاحظ زيادة الفقد بزيادة نسبة كربونات الكالسيوم بالأرض ، وهذا الفقد يصل أحيانا إلى 25% من السماد الأمونيومي المضاف إلى أرض تحتوي على 1 - 2 % CaCO_3 .

وهناك عدة آراء لتفسير تأثير كربونات الكالسيوم على فقد الأمونيا منها أن العامل الأساسي هو وجود كربونات الكالسيوم في الأراضي ذات رقم الحموضة القاعدي . فزيادة القاعدية تزيد تحول الأمونيا NH_4 إلى نشادر NH_3 . وهذا الفقد

في النشادر يستمر بزيادة كربونات الكالسيوم بينما يظل رقم pH ثابتاً عند 8-8.5 مما يدعو إلى الاعتقاد بوجود عامل آخر يزيد من فقد الأمونيا ، بمعنى أن وجود كربونات الكالسيوم يكون مع الأمونيوم كربونات الأمونيوم كما يتضح من المعادلة الآتية :



واتجاه التفاعل نحو تكوين كربونات أمونيوم يستلزم انحلال هذا الملح وهو فعلاً قابل للانحلال على درجة حرارة الغرفة . أما إذا لم يحدث انحلال لهذا المركب فإن اتجاه التفاعل يكون نحو تكوين كربونات الكالسيوم وهي الأقل ذوباناً ، ولذلك فإن تغطية كربونات الأمونيوم يوقف الفقد في الأمونيا وهذا مبني على أن تغطية السماد يقلل انحلال كربونات الأمونيوم وبالتالي يتوقف التفاعل نفسه .

أثر كربونات الكالسيوم على الفوسفور :

عند تواجد CaCO_3 في الأراضي في صورة حبيبات دقيقة يكون لها خواص الغرويات ، وأوضحت عدة دراسات قدرة كربونات الكالسيوم على ربط الفوسفات بسطوحها في حالة التركيزات المخففة فضلاً عن أن كربونات الكالسيوم تعتبر مصدراً لأيونات الكالسيوم التي ترسب الفوسفات في صورة غير ذائبة .

ويجدر الإشارة إلى أن عملية تثبيت الفوسفور نتيجة لكربونات الكالسيوم ليست عملية سهلة بل هي معقدة تتدخل فيها عوامل كثيرة فالتثبيت لترسيب الفوسفات الذائبة إلى فوسفات مرسبة يحدث أساساً نتيجة لأيونات الكالسيوم وبحكم قدرة CaCO_3 على امداد النظام الأرضي بأيونات الكالسيوم عوامل مختلفة أهمها رقم الحموضة pH والذي يتأثر كثيراً بتركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الأرضي ونسبة الصوديوم المتبادل ESP ودرجة تركيز كربونات الصوديوم .

وبصفة عامة فإن ظروف تفاعل ترسيب الفوسفات تتوافر كثيراً في الأراضي المصرية وهذه الظروف تؤدي إلى تحويل الفوسفات الذائبة التي تضاف في صورة سماد سوبر فوسفات الكالسيوم إلى صورة غير قابلة للذوبان . وقد أشارت الدراسات إلى أن وجود CaCO_3 ليست دليلاً على قدرة الأرض على تثبيت

الفوسفور المضاف إليها بدرجة عالية ، فهذه القدرة يتحكم فيها ما سبق الإشارة إليه من ظروف . فمثلاً أرض التل الكبير الصودية ذات رقم هيدروجيني 9.5 تحتوي على 4.7 كربونات الكالسيوم وهو قدر يكفي لترسيب كل ما يضاف من فوسفات ذائبة ، وإلا أن هذه الكربونات في رقم pH 9.5 لا تمد النظام الأرضي بشئ يذكر من أيونات الكالسيوم فهي في الحقيقة كربونات خاملة كما أن هذه الأرض فقيرة في الكالسيوم المتبادل ، غنية في الصوديوم المتبادل وأيضاً غنية في أيونات الهيدروكسيل ، وهذا يؤدي إلى تكوين فوسفات صوديوم ذائبة ولذلك كانت قدرة الأرض على تثبيت الفوسفور ضعيفة .

وعند تحول صورة الفوسفور الذائبة المضاف إلى الأرض إلى صورة مثبتة فإنه يفقد قدرته على الحركة مع الماء ويصبح مقيداً فإذا ما كان بعيداً عن منطقة الجذور فإنه لا يكون في متناول النبات وبالتالي تقل الاستفادة منه أما إذا كان قريباً من الجذور فإن النبات يستطيع الاستفادة من جزء منه . قدرة الأرض على تحويل جزء من الصورة المثبتة الغير ميسرة من الفوسفور إلى المحلول الأرضي (القدرة الإمدادية للأرض) لها دوراً هاماً في التركيز الفعال للفوسفور بهذا المحلول وبالتالي يؤثر على المقدار الذي يصل إلى الجذر بميكانيكيات انتقال العناصر المختلفة .

تأثير كربونات الكالسيوم على تيسر الحديد للنبات :

أشارت الكثير من الدراسات إلى أن الأراضي الغنية بكربونات الكالسيوم (الجيرية) يكثر فيها ظهور أعراض نقص الحديد على النباتات النامية ، إلا أنها لم تظهر في وجود نسبة عالية من كبريتات الكالسيوم (الجبس) مما يشير إلى أن زيادة الكالسيوم نفسه ليس العامل الوحيد . وقد أدى ذلك إلى دراسة أثر أيوني الكالسيوم والبيكربونات على امتصاص الحديد .

وأشارت أحد الدراسات إلى أن التفاعلات بين الكربونات والحديد قد تكون عاملاً في خفض تيسر الحديد للنبات لأنها تؤدي إلى أكسدة الحديد إلى حديدك وتحول الحديدوز إلى حديدك يقل من امتصاص النبات له .

الأراضي الجيرية بيئة نمو النبات :-

تواجه النباتات التي تنمو في الأراضي الجيرية عددا من الظروف التي تتميز بها هذه النوعية من الأراضي سواء كانت صفات فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية ، هذا ويمكن تلخيص ما قد أشرنا إليه فيما يلي :-

1 - أن منحني الرطوبة للأراضي الجيرية يشبه منحني الرطوبة للأراضي الرملية أي أن هذه الأراضي تفقد الماء في المدى الذي يستطيع أن يمتصه النبات امتصاص حاجته من الماء . بمعنى آخر ، أن الميزة التي تتصف هذه الأرض وهي دقة القوام لا تهئ لها صفة الاحتفاظ بمجال واسع نسبيا من الماء القابل للإمتصاص وبذلك تفقد أهم خواصها والتي تجعلها مفضلة في الاستزراع مقارنة بالأراضي الرملية .

2 - وجود القشرة الصلبة على سطح الأراضي الجيرية والتي من أهم أضرارها تأخير نمو النبات وانخفاض نسبته مما يستلزم أن يكون عمق البذور أقل من 4سم وزيادة عدد البذور كما يجب ألا تقل نسبة الرطوبة عن قيمة السعة الحقلية .

هذه الخواص الفيزيائية تحد من نمو النباتات التي يمكنها أن تنمو بنجاح في هذه الأراضي وكلما زادت حاجة النبات للماء كلما قلت قدرته على مواجهة العطش الذي قد يواجهه إذا تأخرت الفترات بين الريات كما أن قدرة النبات على اختراق القشرة الصلبة على سطح الأرض تختلف أيضا .

3- ويجب الإشارة أيضا إلى ملاحظة انهيار بناء الأرض الجيرية عند ريهها أو غسلها إذا جفت ، وانهدام بناء هذه الأراضي يزيد من انجرافها بسهولة عند الري مما يؤدي إلى تهدم الخطوط والقنوات وفقد الماء وتلف النبات وتصلب الأرض عند الجفاف يجعل لإختيار موعد حرثها أهمية خاصة حيث أن تأخر الموعد عن حد معين يؤدي إلى صعوبة الحرث مما يستلزم ريهها وانتظار الجفاف إلى درجة ملائمة .

4 - وجود كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وهي مادة لاحمة له دور هام في تكوين الطبقة الصلبة غير المنفذة التي تعترض القطاع الأرضي هذه الكربونات سواء كانت ناتجة عن مادة الأصل التي تكونت منها الأرض أو كانت ناتجة بفعل العمليات الكيميائية ، ذات أثر كبير على خصوبة الأراضي وقدرتها الانتاجية .

وعلى الرغم من أن المشكلات الغذائية التي تواجهها النباتات النامية بالأراضي الجيرية فهي مشاكل مميزة لهذه الأراضي إلا أن الأسباب المباشرة لها

غير واضحة بدرجة كافية فهي مزيج من زيادة الكربونات والبيكربونات والكالسيوم وزيادة القلوية مما يؤثر على تيسر الفوسفات والحديد والمنجنيز والزنك . وبصفة عامة يجب الإشارة إلى أن مشاكل تغذية النبات في الأراضي الجيرية لا ترتبط بالنسبة للكلية لكربونات الكالسيوم بالأرض وإنما تتأثر بنسبة كربونات الكالسيوم والتي توجد على هيئة حبيبات دقيقة في مجموعة الطين في التوزيع الحجمي للحبيبات والتي تعتبر نشطة وهي التي تؤخذ كدليل على أن هذه بيئة جيرية تصاب فيها النباتات بالاصفرار .

أيضا سبق الإشارة إلى فقد الأمونيا من الأسمدة الأمونيومية عند إضافتها إلى الأراضي الجيرية فإن هذا الفقد يزيد بزيادة كربونات الكالسيوم ، هذا وقد تم تقدير تأثير زيادة نسبة كربونات الكالسيوم في الأراضي على كفاءة كبريتات الأمونيوم في مد بادرة الشعير المنزرعة بالنيتروجين . وقد اتضح أن كفاءة هذا السماد تنخفض إلى 60% و 47% في وجود 12.5% و 25% من كربونات الكالسيوم على التوالي بالنسبة لكفاءتها في حالة عدم وجود هذه الكربونات ، وبمقارنة استجابة نباتات الذرة لإضافات من نترات الكالسيوم وكبريتات الأمونيوم في أرض طينية فقيرة في كربونات الكالسيوم وأخرى غنية بكربونات الكالسيوم (40% CaCO_3 توجد بأراضي مريوط) ، اتضح من أوزان نباتات الذرة أنه لم يكن هناك فرق معنوي بين أوزان النباتات المسمدة بمعدلات متساوية من كل من سمادي نترات الكالسيوم وكبريتات الأمونيوم في حالة الأرض الطينية ، بينما كانت أوزان الذرة الناتجة من أراضي مريوط في الأصص المسمدة بكبريتات الأمونيوم أقل من مثيلتها المسمدة بنترات الكالسيوم على الرغم من فقد جزء من النترات مع ماء الري من أرض مريوط نظرا لقوامها الرملي .

في دراسات حقلية لأراضي غير منتظمة الزراعة وبها نسبة عالية من كربونات الكالسيوم (40% و 70%) وتقع بكل من الساحل الشمالي الغربي ومريوط ، اتضح ما يلي : -

1 - اختبر الفوسفور الميسر بطريقة استعمال الماء في استخلاص الفوسفور فكان مقداره 0.5 و 1.0 جزء في المليون وبطريقة أولسن باستعمال بيكربونات الصوديوم ذات pH معدل إلى 8.5 فكان مقداره بين 2.0 و 5.0 جزء في المليون وهي أرقام تدل على فقر هذه الأراضي في الفوسفور . وبمقارنة ذلك مع

- عينة من أرض كفر الدوار يتضح أنها تختوي على 6.0 جزء في المليون من الفوسفور الذائب و 16.5 جزء في المليون من للمستخلص بطريقة أولسن .
- 2 - القيم المتحصل عليها من طريقة نيو باور باستعمال بادرات الشعير أكدت أيضا فقر هذه الأراضي في الفوسفور .
- 3 - وكما هو متوقع ، فإنه عندما أضيف الفوسفور في صورة ذائبة إلى عينات من هذه الأراضي تحولت إلى صورة غير ذائبة ولكن أمكن استخلاص حوالي ثلث إلى نصف هذه الفوسفات المرسبة بمحلول بيكربونات الصوديوم ذات الـ pH 8.5 مما يشير إلى بقاء جزء من الفوسفات التي تترسب في صورة ميسرة .

إصفرار النباتات الناتج عن كربونات الكالسيوم: Lime induced chlorosis

لاحظ كثير من الباحثين اصفرار النباتات عند نقص عنصر الحديد في البيئة التي تنمو فيها وأن هذا الاصفرار يختفي بإضافة الحديد في صورة ملح كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ ، وبدراسة ظاهرة الاصفرار وعلاقتها بالحديد والظروف التي تؤدي إلى ظهورها ، اتضح أن ارتفاع كربونات الكالسيوم في الأراضي يصحبه في كثير من الحالات ظهور أعراض نقص الحديد (الاصفرار) المذكورة .

أشارت عدة دراسات إلى ظهور الإصفرار في وجود كربونات الكالسيوم وعدم ظهوره في وجود نسب عالية من كبريتات الكالسيوم مما يدل على أن ارتفاع الكالسيوم ليس هو العامل الأساسي .

ولقد أوضحت الكثير من الدراسات دور الكربونات وأثرها على امتصاص النباتات للحديد يمكن تلخيصها فيما يلي :-

- 1 - البادرات التي نمت في الأرض وظهر عليها أعراض الإصفرار امتصت زيادة من الكالسيوم وقليل من البوتاسيوم في أوراق البادرات .
- 2 - سحب الزيادة في امتصاص الكالسيوم زيادة في امتصاص الحديد وأغلب هذا الحديد غير فعال (لا يذوب في حامض الهيدروكلوريك) وأغلب الحديد يوجد في الجذور والقليل منه في الأوراق .
- 3 - إضافة كربونات الكالسيوم إلى الأرض الحامضية تقلل الحديد النشط في البادرات وتزيد الكالسيوم الممتص .
- 4 - البادرات النامية في الظلام المستمر احتوت على حديد فعال أقل من تلك التي نمت في ضوء النهار .
- 5 - إضافة الكبريت أو مخلوط السماد البلدي والكبريت زادت نشاط الحديد ولكنها لم تزد النشاط الكلي الممتص .

أوضحت دراسات عديدة أخرى اختلاف تأثير بعض النباتات بنقص الحديد عن نباتات أخرى فأشجار الموالح تظهر عليها أعراض نقص الحديد عند نموها في أراض غنية بكربونات الكالسيوم بينما أشجار العنب والزيتون لا يظهر عليها هذه الأعراض . وفي نفس النوع للنبات الواحد وجد أن الأصناف تتأثر بدرجات مختلفة ، مثال ذلك بعض أصناف فول الصويا ، ويرجع الباحثين هذا الاختلاف

في قدرة النبات على امتصاص الحديد إلى قدرة الجذور على تحويل أملاح الحديد إلى حديدوز .

كما تلاحظ في بعض الدراسات أن زيادة الفوسفات قد تؤدي إلى تقييد حركة الحديد ونقله من الجذور إلى الأوراق . ومن ذلك أمكن استنتاج أن نسبة الفوسفور إلى الحديد في الأوراق تحكم ظهور أعراض نقص الحديد ، فارتفاع هذه النسبة يصحبها عادة ظهور الإصفرار ولو أن ذلك لا يعني أنها السبب الذي يؤدي إليه . ومن ذلك يظهر أن أنيونات الفوسفات والبيكربونات ينافسان الحديد المقيد الذي يعمل كانيون على مواقع الامتصاص .

أيضا تلاحظ ظهور الإصفرار على النباتات (نقص عنصر الحديد) بزيادة إضافة المنجنيز وقد تم إيضاح أن هذه الأعراض ليست ناتجة عن زيادة المنجنيز وذلك باختلافها عند إضافة الحديد إلى الأوراق ، وقد اعتقد أن السبب في ذلك هو التنافس بين كل من الحديد والمنجنيز .

بدراسة توزيع الحديد في مختلف أجزاء نبات الفول المنزرع في أصص تم ريه بماء يحتوي على بيكربونات الصوديوم NaHCO_3 ومقارنتها بنباتات رويت بماء الصنبور . اتضح أن تركيز الحديدوز والحديد في النبات يختلف باختلاف أجزاء النبات (الورقة السفلى - الورقة العليا - ورقة البرعم الطرفي - الزهرة والساق) وكذا بترتيب الأوراق ويعمر النباتات .

انتشار الأراضي الجيرية في جمهورية مصر العربية

يختلف ما تحتويه الأراضي المصرية من كربونات الكالسيوم اختلافا كبيرا فأراضي وادي النيل الرسوبية تحتوي على نحو 3% كربونات كالسيوم كمتوسط عام تقل إلى نحو 1% أو أقل في الأراضي الملحية شمال الدلتا حيث يزيد معدل سقوط الأمطار نوعا ويزداد ذوبان كربونات الكالسيوم . تزداد إلى نحو 10 - 15% قرب حواف وادي النيل في الشمال أو الجنوب حيث توجد المرتفعات التي تحدد عرض الوادي . أما الأراضي غرب الأسكندرية فتزداد فيها نسبة كربونات الكالسيوم إلى 40 - 80 % وكذا الحال في بعض أراضي سيناء وخصوصا وادي العريش .

فحص الأراضي الجيرية

هناك عدة صفات ذات أهمية خاصة يجب أن يأخذها الباحث في الاعتبار عند فحص الأراضي الجيرية ، فمنها خواص التربة نفسها والتي لها أثر واضح في نوع الاستغلال الزراعي وتكاليفه وبالتالي فوائده وأرباحه . وفي نفس الوقت ، يجب عليه أن يهتم بالظروف المحيطة بالأرض .

أولا : خواص الأرض :

- 1 - عمق القطاع الأرضي Soil profile حتى الطبقة الصخرية، حيث أنه يحدد الاستغلال الزراعي الأمثل لهذه الأراضي ، فقد ينصح بزراعة الأشجار إذا كان القطاع عميقا ، أو أن تزرع الأرض بالمحاصيل الحقلية ذات الجذور الغير عميقة أو حتى تترك كمراعى .
- 2 - درجة استواء السطح ، وهذه الخاصية لها أهمية كبيرة في اختيار طريقة الري . أيضا هناك ارتباط كبير بين درجة استواء السطح وعمق القطاع الأرضي ، حيث يجب عدم كشط المساحات ذات القطاع الضحل حتى لا يقل عمقها مما يؤثر على مدى صلاحيتها للزراعة ، كما كشط المساحات ذات القطاعات العميقة يجب ألا يقل من عمق القطاع الأرضي مما يؤثر على الاستغلال الزراعي .
- 3 - قوام التربة Soil texture
- 4 - نسبة كربونات الكالسيوم وبخاصة تلك التي في حجم حبيبات الطين .

ثانيا : الظروف المحيطة بالأرض :-

- 1 - مصدر الماء فإذا كان المطر هو المصدر الوحيد للماء بالمنطقة يجب تحديد نوع الانتاج الزراعي ومستواه ، أما إذا كان هناك مصدرا إضافيا يمكن استخدامه في موسم الصيف فإن غرس الأشجار ونجاحها يزداد بهذه الأراضي . وفي حالة وجود مصدر للري الدائم ، فإنه يجب تحديد صلاحية استخدامه وما إذا كان يحتاج إلى رفع وأيضا طريقة توصيله للحقل بكفاءة عالية .

- 2 - إمكانية صرف الماء الزائد وذلك بدراسة الطريقة المثلى لخفض منسوب الماء الأرضي والتخلص منه خارج المنطقة .
- 3 - موقع الأرض من حيث علاقته بعمليات تسويق المنتجات ومدى توفر الأيدي العاملة وقطع غيار آلات الزراعة والوقود وغير ذلك.

استصلاح الأراضي الجيرية

- أولاً : تجميع المعلومات : لابد من تجميع المعلومات المتوفرة عن الاستخدام الفعال لهذه الأراضي وإجراء البحوث التي مازلنا في حاجة إليها .
- ثانياً : تسجيل الخصائص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية حتى تكون هذه الصفات دليلاً أثناء استخدام هذه الأراضي واستصلاحها .
- ثالثاً : حصر الأراضي الجيرية الصالحة للتنمية .
- رابعاً : تحديد العلاقة بين خصائص التربة (كربونات الكالسيوم وكذلك المواد العضوية) وأثر هذه الخصائص على نمو النبات وأساليب خدمة التربة في الظروف البيئية المحددة.
- خامساً : اختبارات التربة : يجب اتباع نظام شامل لإختبار التربة لوضع التوصيات الخاصة باستخدام الأسمدة وتقويم كل اختبار يجري على أنواع التربة في ظل الظروف المحلية مع الإشارة بصفة خاصة إلى الأراضي الجيرية (مثل تحديد مستوى الحديد والزنك وكذلك تحديد مستوى الفوسفات وتحديد مستوى النيتروجين) .
- سادساً : إجراء البحوث اللازمة عن التغذية الفوسفاتية .
- سابعاً : إجراء البحوث اللازمة عن التغذية النيتروجينية وفقد النيتروجين .
- ثامناً : إجراء البحوث اللازمة عن المواد العضوية أي إجراء البحوث عن دور المادة العضوية وصلتها بالإستقرار البنائي للتربة وتوفر العناصر الغذائية ولاسيما الفوسفور والعناصر الغذائية الدقيقة في الأراضي الجيرية .
- تاسعاً : البحوث اللازمة عن العناصر الغذائية الدقيقة حيث يجب إجراء البحوث على العناصر الغذائية الدقيقة في الأراضي الجيرية بما في ذلك أثر استخدام الكبريت والكبريتات.
- عاشراً : إجراء مزيد من البحوث على الجزء الفعال من كربونات الكالسيوم ودوره في نظام التربة - الماء - النبات .
- حادي عشر : استخدام طرق الري الحديثة الغير تقليدية كلما أمكن ذلك لتجنب تسوية الأرض والمحافظة على موارد التربة والماء وكذلك البحوث على

استجابة المحاصيل للرطوبة ودورها في حركة العناصر الغذائية والأملاح والإصفرار .

ثاني عشر: اجراء البحوث على المعالجات الحقلية لتجنب مشكلة تقشر التربة كما ينبغي استخدام حامض الأرتثوفوسفوريك وتطويرها لتطبيقها في وقت الزراعة

ثالث عشر: اختيار الآلات اللازمة لعمليات الخدمة المناسبة لخصائص التربة واستخدام المعدات الثقيلة اللازمة لاستصلاح الأراضي بما في ذلك تكسير القشور الجيرية والطبقات الصلبة .

رابع عشر: اختيار المحاصيل والأصناف التي تتكيف مع ظروف الأراضي الجيرية .

الأراضي الجبسية

ينتشر وجود الجبس في بعض الأراضي إلى درجة تعتبر عائقا في استخدامها ويوجد الجبس في الأراضي على الصور الآتية :-

أ - الجبس الموجود في طبقات الأرض السطحية :

- 1- عندما تتبخر مياه البحيرات الداخلية كما حدث في العراق أو تونس ، وتؤدي التجوية إلى التشقق ثم التفتت وعند سقوط الأمطار تغسل الأملاح السريعة الذوبان ويبقى الجبس . فالطبقة المحتوية على أكبر قدر من الجبس تحتوي على أقل قدر من الأملاح الذائبة .
- 2 - الجبس المنقول من مكان آخر بواسطة الرياح أو المياه .

ب- الجبس الموجود بصورة رسوبية تحت التربة :

- يوجد الجبس في طبقات يعلوها آفاق لا يوجد بها جبس وكذا يتلوها آفاق لا يوجد بها الجبس ويحدث ذلك نتيجة الحالات الآتية :
- 1 - ترسب طبقات جديدة من الأرض على سطح الأرض المحتوية على الجبس أصلا فيظهر آفاق الجبس تحت السطح .
 - 2 - تكون سطح التربة موضعيا في مادة أرضية محتوية على الجبس .
 - 3 - انتقال الجبس إلى أسفل أو انحرافه جانبياً .
 - 4 - تكون طبقة الجبس نتيجة لتصاعد المياه الجوفية بالخاصة الشعرية .

المشاكل الناتجة عن وجود الجبس :

توجد بعض الأراضي يزداد الجبس في جميع طبقات قطاعها إلى نسب عالية قد تصل إلى 50 % وفي هذه الحالة تصبح البيئة التي ينمو النبات غنية بكاتيون الكالسيوم الذي يعمل على عدم تيسر الفوسفور للنبات كما أنه يتداخل مع البوتاسيوم والماغنسيوم والحديد وغيرها من الكاتيونات في دخول الجذر كما أن زيادة الجبس بنسب عالية بالأرض يقلل من السعة التبادلية الكاتيونية لهذه الأرض والسعة التبادلية للأرض له صلة بدرجة خصوبة التربة .

هذا وتختلف كبريتات الكالسيوم عن كربونات الكالسيوم حيث أن نسبة ذوبان كبريتات الكالسيوم أكبر من نسبة ذوبان كربونات الكالسيوم ولذلك نجد في الأراضي الجبسية محتواها من الكالسيوم أكبر من الأراضي الجيرية ، ولذلك فالأراضي الجبسية بيئة غير جيدة لنمو النبات . وعندما تزداد نسبة الرطوبة في الأرض تكون نسبتها في طبقة الجبس أعلى مما في الأرض وتقل فيها التهوية وتصبح معجنة أكثر وبالجفاف تتصلب طبقة الجبس إلى درجة كبيرة تعوق اختراق الجذور لها .

الأراضي الرملية

التربة الرملية هي التي تحتوي على نسبة عالية من حبيبات الرمل الخشنة والتي أغلبها تعود إلى معدن الكوارتز . وتشمل التربة الرملية الآتي :-

- 1 - التربة الرملية والتي تحتوي على 85% أو أكثر رمل ولايزيد مجموع السلت ونصف نسبة الطين عن 15% .
- 2 - التربة الرملية السلتية وهي التربة التي تحتوي على رمل بنسبة حدها الأعلى 85 - 90% مع نسبة من السلت والطين لا يزيد عن 15% أو تحتوي على رمل بنسبة حدها الأدنى لا يقل عن 70 - 85% مع نسبة السلت والطين لايزيد مجموع نسبة السلت وضعف نسبة الطين عن 30% .
- 3 - مجموعة الأراضي الطينية الرملية والتي تحتوي على 45% أو أكثر من الرمل وتعاني من مشاكل استزراع الأراضي الغنية بالرمل .
- 4 - مجموعة الأراضي السلتية الرملية وهي التي تحتوي على 43 - 52% أو أكثر من الرمل معادن من الكوارتز أو معادن أخرى مقاومة لعوامل التجوية .

ظروف تكوين الأراضي الرملية :

أهم الظروف التي تسود أغلب مناطق الأراضي الرملية هي مناخ حار وجاف لفترة طويلة مع رياح شديدة قادرة على نقل الرمال ، وتتعرض في الشتاء لعاصف متقطعة ممطرة في فترات تقتصر على ترطيب سطح التربة ويظل التربة في أغلب الحالات جافاً ، وقد يؤدي ذلك إلى إذابة الجبس وكربونات الكالسيوم وتجمعها عند عمق ما في القطاع الأرضي . يكون الغطاء النباتي قليلاً نتيجة لهذه الظروف وبالتالي تكون نسبة المادة العضوية في هذه التربة ولا تزيد عن 0.2% . إن ظروف الجفاف وقلة الغطاء النباتي وضالة النشاط الحيوي والكيميائي أدى إلى ضعف عمليات تكوين قطاع ذي أفق متميزة وخاصة في المناطق ذات المناخ الجاف . أما في المناطق الأكثر رطوبة فقد يكون بالقطاع أفق B من الطين وبناء ضعيف وتكون معادن الطين ويشيع وجود الجبس والكربونات في أغلب المناطق الرملية في المناطق الجافة ، حيث يتكون أفق غني بالجبس وكربونات الكالسيوم في باطن القطاع أما في المناطق الجافة فإن أفق التجمع يكون قريب من سطح الأرض . وقد تكون قشرة رقيقة صلبة على سطح الأراضي الرملية نتيجة سقوط الأمطار تعوق نفاذ الماء إلى باطن الأرض وتساعد على تكوين السيول وانجراف الأرض بالماء .

موقع التربة الرملية في التقسيم الحديث للأراضي :

تدخل التربة الرملية في رتبة Order الأراضي الحديثة Entisols وتتميز هذه التربة بعدم وضوح أفق للقطاع الأرضي نتيجة ضعف نشاط عوامل تكوين الأراضي ويغلب عليها اللون الفاتح وتنقسم إلى تحت رتب Suborder وكل تحت رتبة تنقسم إلى مجموعات كبرى للأراضي كما هو موضحاً بالجدول الآتي :-

الرتبة: التربة الحديثة "Entisols" ومنها تحت الرتب والمجموعات الآتية :

المجموعة	خصائصها	تحت الرتبة
جافة عادة Torripsamments	تربة ذات قوام طميية ناعمة أو خشنة عند عمق 24-100 سم	بسامنت Pasaments
جافة عادة Torrifluvents	تقل نسبة المادة العضوية بدون انتظام مع العمق أو تكون نسبة أقل من 0.25 % عند عمق 125	فلوفنت Fluvents
جافة عادة Torrifluvents		أرثنت Orthents
أ- ذات أفق مميز طيني أو كلسي أو صخري (جاف عادة - مشبع بالماء لمدة شهر أو أكثر وأفق ملحي).	التربة الجافة، قطاع التربة فاتح اللون غير متصلب	أريدسول Atidisols
ب- لا يوجد أفق مميزة - Durorthia - Orthie ذات طبقة صلبة مشبعة بالماء وملحية Salorthiols		

علاقة الأرض الرملية بالماء :

تتميز الأراضي الرملية بانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة تحت ظروف شد منخفض أو عال ، ونظراً لانخفاض نسبة الطين في هذه الأراضي فإن الجزء الأعظم من الرطوبة التي تحتفظ بها تفقده عن شد أقل من ضغط جوي واحد . وقد وجد أن مدى الماء الميسر وهو الفرق بين مقدار الرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية وعند معامل الذبول يبلغ حوالي 4-6 % بينما يصل في الأراضي الطينية إلى حوالي 16 - 20 % . بذلك فإن الري في هذه الأراضي يكون على فترات متقاربة .

معدل الرشح :

هو سرعة حركة الماء خلال قطاع التربة ، وينخفض المعدل بزيادة الوقت حتى يصل إلى قيمة ثابتة تساوي معامل النفاذية أو التوصيل الهيدروليكي للماء خلال الأرض . ومعدل الرشح في الأراضي الرملية عادة يتراوح بين 2.5 - 25سم / ساعة وهو يعتبر عالي جداً بالمقارنة بالأراضي الطينية ، وقد يزيد في الأراضي الرملية ذات النفاذية العالية إلى 10 - 200سم / ساعة .

وارتفاع معدل الرشح في الأراضي الرملية يسبب فقد الماء في هذه الأراضي ، ولا ينصح عادة بالري السطحي عندما يكون معدل الرشح في الأراضي 10سم / ساعة أو أكثر . كما أن زيادة سرعة رشح الماء تزيد معه نقل الحبيبات الدقيقة من سطح الأرض وتجميعها في باطن القطاع مكونة أفقاً قليل النفاذية قد ينتج معه ارتفاع مستوى الماء الأرضي .

التهوية :

الأراضي الرملية تحتوي على نسبة عالية من الهواء الأرضي في الأراضي الرملية قد ينتج معه ارتفاع مستوى الماء الأرضي .

مساحة السطح النوعي :

مساحة الحبيبات في الأراضي الرملية تكون منخفضة مقارنة بمساحة سطوح حبيبات الطمي أو الطين ، وهذا الانخفاض في سطوح حبيبات الأراضي الرملية يؤدي إلى انخفاض التفاعلات المرتبطة بالسطوح كما نجد في الأراضي الرملية غير مرنة عندما تكون رطبة ولا تتماسك عندما تجف وذات وزن نوعي ظاهري عال (1.55 - 1.80) وذات مسامية كلية منخفضة (32 - 42%) عن الأراضي ذات القوام الأكثر دقة ولو أنها تحتوي على نسبة عالية من المسام الواسعة .

العناصر الغذائية في التربة الرملية :

إن الأرض الرملية فقيرة عادة في العناصر الغذائية الضرورية لتغذية النبات وتعتمد خصوبتها على المقدار الذي تحتويه من الحبيبات الدقيقة من الطين والمادة العضوية . والعناصر الغذائية التي تضاف إلى هذه الأرض لرفع خصوبتها سوف تظل حرة في المحلول الأرضي معرضة للتحرك مع ماء الري بعيدة عن المجموع الجذري أو إلى المصارف وذلك لانخفاض السعة الكاتيونية

لهذه الأراضي والتي تتراوح من 6 - 10 ملليمكافئ / 100 جم تربة . وعلى العموم ، فإن الأراضي الرملية فقيرة في العناصر الغذائية الرئيسية مثل الفوسفور والنيتروجين والبوتاسيوم والعناصر الدقيقة مثل الحديد و المنجنيز والزنك ، كما أن احتواء بعض الأراضي الرملية على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم تزيد من مشاكل تغذية النباتات النامية فيها .

الفحوص المطلوبة لتقييم الأراضي الرملية :

النقاط الواجب مراعاتها عند فحص وتقييم الأراضي الرملية هي :

- 1 - درجة استواء الأرض .
- 2 - نسبة الحبيبات الدقيقة بالتربة .
- 3 - نسبة كربونات الكالسيوم بالتربة .
- 4 - كفاية الماء على مدار السنة ومدى صلاحيته للري .
- 5 - إمكان صرف الماء الزائد .
- 6 - موقع الأرض .

استصلاح الأراضي الرملية

استصلاح الأراضي الرملية هو محاولة لتخفيف حدة عيوب أو مشاكل التربة الرملية والتي يمكن تلخيصها فيما يلي : -

- 1 - عدم احتفاظها بالماء والعناصر الغذائية .
- 2 - تعرضها للانجراف وخاصة في المناطق الصحراوية أو الساحلية بواسطة الرياح أو ترسب الرمال على سطحها .

أ - خفض فقد الماء أثناء الري :-

من المعروف أن الأراضي الرملية لا تحتفظ بقدر مناسب من الماء نتيجة لقوامها الخشن ولذلك يجب أن تختار طريقة الري التي تناسب هذه الأرض ، وعموما فإن الري السطحي لا يكون مناسباً في ري الأراضي الرملية ويجب استخدام طرق الري الحديثة مثل الري بالرش والري بالتنقيط ويتوقف ذلك على نوع المحصول المنزرع ، وفي حالة استخدام الري السطحي يمكن خفض الماء المفقود برفع كفاءة الري باستخدام الأنابيب لتوصيل الماء مع ري المساحة حول الشجرة فقط في حالة ري الأشجار .

ب - خفض فقد الماء بالرشح من الحقل :

إن ارتفاع مساحات من أرض المشروع بالنسبة للمساحات الأخرى التي تجاورها تعرض المساحات المنخفضة لرشح الماء من المساحات المرتفعة ووجود التربة في مناطق تتعرض للعواصف المطرية وفي سفوح المرتفعات يعرضها للانجراف بالماء ، وإنشاء نظام للصرف لاستقبال هذا الماء يجنب الأرض التبخر والانجراف .

ويتم خفض ماء الرشح من الحقل في الأراضي الرملية بواسطة التسميد الأخضر وإضافة المادة العضوية إلى أعماق مختلفة من سطح الأرض فتقوم بتحسين خواص التربة الرملية من حيث تحسين بناء الأرض وزيادة التجمعات الأرضية والتي تعمل بدورها على حفظ الماء في التربة الرملية وانخفاض معدل الرشح إلى أسفل بالإضافة إلى زيادة محتواها من العناصر الغذائية .

وقد استخدمت حديثاً مصلحات التربة وهي مواد صناعية مثل البتومين والبولي اكريراميد لزيادة التجمعات الأرضية وزيادة تحسين البناء الأرضي . الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حفظ الأرض للماء وانخفاض الرشح الرأسي . كما يستخدم أيضا البنتونيت بأن يضاف إلى الأرض الرملية لزيادة معدل حفظها للماء بواسطة وضع طبقة من السماد البلدي يهيئ بيئة أفضل لنمو جذور النباتات عن طريق توفر مقادير مناسبة من الماء والمغذيات .

ج - خفض فقد الماء بالتبخر :

يمكن زيادة الماء المتاح للنباتات بخفض الماء المتبخر من سطح الأرض وذلك بتغطية سطح الأرض بفضلات المزرعة أو بأية مادة تتوفر لدى الزراعة واستخدام أيضا لهذا الغرض البولي اثيلين والإسفنت ، وقد وجد أن استخدام غطاء كاملا أو جزئي لسطح الأرض بواسطة البلاستيك خفض تبخر الماء الأرضي وزاد استخدام النبات للماء وذلك بالمقارنة بالنباتات النامية في أراضي رملية بدون غطاء ، كما أن حرث الأرض يقلل تبخر الماء الأرضي لأنه يقلل صعود الماء بالخاصة الشعرية من أسفل إلى أعلى .

د - تحسين خصوبة التربة الرملية :

سبق أن أشرنا إلى أن الأراضي الرملية فقيرة عادة في العناصر المغذية وأنها قد تفقد ما يضاف إليها من هذه العناصر مع الماء لنقص محتوى هذه الأرض من الحبيبات الدقيقة . وأن المواد الطبيعية مثل السماد البلدي والصناعية مثل مصلحات التربة الصناعية تعمل جميعها على إعاقة حركة الماء السريعة إلى أسفل قطاع التربة وبالتالي حفظ الماء في التربة وكذلك العناصر الغذائية وبذلك يتحسن نمو النبات ويزداد مجموعه الجذري ويزداد امتداده ويصبح قادرا على امتصاص الماء والمغذيات . وأهم العناصر التي تفقد مع الماء هو النيتروجين خصوصا إذا كان في صورة نترات ولو أن النيتروجين الأمونيومي أو في صورة يوريا تتحول أيضا إلى صورة نترات ويفقد مع ماء الري . وقد اقترحت عدة وسائل لخفض الفقد من النيتروجين وهي :-

- 1 - رش العناصر الغذائية على وجه العموم يجنبها ما يحدث للأرض من تفاعلات أو فقد مع ماء الري . وتستطيع النباتات أن تحصل على احتياجاتها من هذه العناصر عن طريق الأوراق .
- 2 - استخدام أسمدة نيتروجينية في صورة تقلل تلامسها مع الماء وذلك بتغطيتها أو صناعتها في صورة كرات صغيرة .
- 3 - استخدام مركبات نيتروجينية قليلة الذوبان مثل اليوريا فورم والهكسامين والأوكساميد والثيوبوريا وغيرها .
- 4 - إضافة الأسمدة النيتروجينية على دفعات تقلل الفقد وتزيد امتصاص النيتروجين في الصورة النترائية إلى التربة الرملية .

هـ - حماية الأراضي الرملية من الانجراف :

تتعرض الأراضي الرملية للانجراف والنقل بواسطة الرياح أكثر من تعرض أنواع الأراضي الأخرى لعدد من الأسباب أهمها :-

- 1 وقوع التربة الرملية في كثير من الحالات في مناطق صحراوية أو ساحلية مسطحة دون عوائق تحد من سرعة الرياح .
- 2 انخفاض كثافة الغطاء النباتي الطبيعي مما يساعد على زيادة سرعة الرياح .
- 3 ضعف بناء التربة الرملية وعدم وجود مواد لاحمة مما يجعل حبيبات التربة مفككة مما يجعلها سهلة النقل بواسطة الرياح . وهي أيضا سهلة الانجراف بواسطة الماء لنفس الأسباب السابقة عندما تسقط الأمطار الغزيرة .

وحيث أن الرياح هي السبب الرئيسي لانجراف التربة فلا بد من وقاية سطح التربة من الرياح ومقاومة هذا الانجراف حتى يمكن تقليل الخسارة والحد من الأضرار وللوقاية من الرياح يتبع الآتي :-

أ - استخدام الأشجار كوقاية من الرياح

وجد أن الرياح التي تهب بسرعة أقل من 13 - 15 كم في الساعة وعلى ارتفاع حوالي 15 سم فوق سطح الأرض لا يؤثر على سطح التربة وينعدم ضرر الانجراف بالرياح . ويمكن الاستفادة من ذلك بوضع الموانع مرتفعة بحيث تقلل من الرياح أقل من 13 كم/ ساعة وأن توضع هذه الموانع مرتفعة بحيث تقلل من سرعة الرياح عند 15 سم من سطح التربة ، مع توافر كثافة هذه الموانع حتى تتوفر حماية أفضل لسطح التربة ، مع توافر كثافة لهذه الموانع حتى تتوفر حماية أفضل لسطح التربة . ولتنفيذ ذلك ينصح بالآتي :-

- 1 - زراعة الأشجار سريعة النمو ورخيصة والتي تعتبر من أكثر الوسائل تأثيرا في تخفيض من سرعة الرياح وأثرها الضار ، وتعمل الأشجار النامية بكثافة على تغيير اتجاه الرياح إلى أعلى بعيدا عن سطح الأرض ، وبذلك ينصح بزراعة ثلاث صفوف من الأشجار .
- 2 - زراعة الأشجار أو مصدات الرياح على حدود المزرعة لأنها أول خط دفاعي عن المزرعة ويزرع ثلاث صفوف من الأشجار بحيث لا تقل المسافة بين الخطوط عن 2.5 متر وأن تكون المسافة بين الأشجار في الخط الواحد لا تقل عن مترين .
- 3 - زراعة مصدات داخلية داخل المزرعة وهي الأشجار التي تزرع داخل المزرعة وتكون على بعد من 100 - 200 متر من المصدات الخارجية وبطريقة متعامدة على خطوط الأشجار المصدات الخارجية تكون المصدات الداخلية من خط واحد أو خطين من الأشجار وتكون المسافة بين الخطين في حدود 1.5 متر وتظل المسافة بين الأشجار في الخط الواحد مترين .

والأشجار التي تستخدم كمصدات للرياح يجب أن تتوفر فيها الشروط الآتية :-

1. سرعة النمو والارتفاعات العالية .
2. تعطي عائدا اقتصاديا من الأخشاب .

3. مستديمة الخضرة وكثيرة التفريع .
4. غير قابلة للإصابة بالأمراض والحشرات .
5. جذورها رأسية غير منتشرة حتى لا تنافس المحصول الأصلي .

والأشجار التي تتوافر فيها هذه الشروط هي :-

- 1 الكازورينا ويعتبر أحسن أنواع مصدات الرياح
- 2 السرو ويعاب على أنه بطئ النمو .
- 3 الكافور ويعاب عليه امتداد جذوره أفقيا وكثرة تفرعاته وبالتالي كثرة الظل بالإضافة إلى إصابته بالحشرات القشرية .
- 4 العبل وهو يتحمل الملوحة ولكنه بطئ النمو .

2 - استخدام الأسيجة بدلا من الأشجار :-

بعض المزارع الصغيرة قد لا تحتاج إلى زراعة الأشجار العالية لذلك يلجأ الزراع إلى إقامة الأسيجة خصوصا في مزارع الخضر ومن أهم هذه الأسيجة هي:-

- 1 التين الشوكي ويعتبر من أفضل أنواع الأسيجة بالإضافة إلى تحمله للعطش بدرجة كبيرة .
- 2 السيلينا
- 3 الهيماتوكسيلون
- 4 ورد الشبيط

3 - استخدام الشباك البلاستيك :-

يستخدم حديثا أنواع من الشباك البلاستيكية كمصدات للرياح بدلا من الأشجار والأسيجة النباتية ، وتمتاز هذه الشباك بأنها منفذة للهواء بنسبة 50 % فقط بالإضافة إلى مقاومتها للأشعة فوق البنفسجية وبذلك لا تتأثر بالشمس . وتثبت في صفوف متوازية تبعد بعضها عن بعض بمساحة تقارب عشرة أضعاف ارتفاعها .

4- الحماية الخاصة :

يقوم بعض الزراع إلى زراعة أشجار اليوسفي بين أشجار المانجو الصغيرة حتى تكتمل النمو . وبعض الزراع يقوم بزراعة المانجو في حماية النخيل على

أساس أن النخيل تحمي ما تحتها . وهذه الطريقة توفر الحماية الخاصة علاوة زيادة المحصول من وحدة المساحة .

5 - استخدام الغطاء النباتي للوقاية من الرياح :

إن الأراضي الرملية الصحراوية تتعرض للانجراف بالرياح مما يسبب العديد من الأضرار للنباتات والتربة وقد سبق أن أوضحنا طرق مقاومة انجراف التربة بالرياح بإقامة الأشجار والمصدات والأسيجة والشباك البلاستيكية والحماية الخاصة ، ولكن لابد من حماية الطبقة السطحية للتربة باستخدام الغطاء النباتي وأهم هذه الطرق هي :-

أ - الزراعة الكثيفة :

يعتبر أهم طرق حماية سطح التربة من الانجراف بالرياح هو تغطية سطح التربة بالنبات النامي إثناء فترات النمو أو أثناء موسم الزراعة أو ببقايا النبات عندما تنتهي دورة حياة النبات ، على العكس من ذلك فإن الأراضي المكشوفة فإن الرياح تعمل على تعريضها أكثر وهذا ما يحدث في أراضي الرملية الناعمة والمفككة ويعمل الغطاء النباتي على تقليل سرعة الرياح علاوة على مسك حبيبات الرمال ببعضها . وتعتبر الزراعة الكثيفة من أحسن الوسائل للوقاية من تأثير الرياح على التربة .

ب - مخلفات المحاصيل :

تختلف المحاصيل الزراعية في كمية المخلفات المتبقية منها بعض الحصاد حيث وجد أنه كلما كانت هذه المخلفات المتبقية كبيرة كلما كان تأثيرها أكبر في مقاومة الرياح أولاً وتحسين التربة وبنائها ثانياً . لذلك ينصح دائماً بالحصاد مع ترك جزء من سيقان النباتات موجودة بالتربة تكفي لحمايتها من الانجراف بالرياح وتحسين بناء التربة . وتزداد الحماية من الرياح بزيادة التغطية سواء بالنباتات القائمة أو ببقايا النباتات ولكن النباتات القائمة توفر حماية أفضل بمقدار 2 - 2.5 مرة بالمقارنة مع بقايا النباتات المنتشرة على سطح التربة . وقد يلجأ بعض الزراع إلى تنظيف الحقل من هذه البقايا عند الاستعداد لتجهيز التربة لمحصول جديد ، وعادة يكون ذلك إما بالحرق أو الرعي لعدة مرات بالحيوانات (الأغنام والماعز) ، وتعتبر هذه العادات سيئة حيث أن وجود هذه المخلفات تحمي التربة من الانجراف

بالرياح بالإضافة على تحسين بنائها كما أنها تعتبر مصدر من مصادر المادة العضوية المضافة إلى الأرض .

ج - زراعة التحميل :-

تستخدم هذه الطريقة وهي زراعة التحميل أو ما يطلق عليها بالزراعة الاقتصادية في الأراضي الرملية التي تزرع بأشجار الفاكهة خصوصاً شمال سيناء أو الساحل الشمالي الغربي حيث نزرع الأشجار على مسافات واسعة (6×7م) وتظل هذه المسافات بين الأشجار غير مغطاة لمدة سنوات حتى ولو اكتمل النمو الخضري للأشجار ، ونظراً لأن سقوط الأمطار في هذه المناطق غالباً ما يكون خلال موسم الشتاء فإنه يمكن زراعة المحاصيل مثل العدس . حيث تتميز المحاصيل البقولية بتثبيت النتروجين الجوي بواسطة العقد البكتيرية وهذا النتروجين المثبت يفيد المحصول البقولي كما إنه يفيد أيضاً أشجار الفاكهة النامية مما يوفر في استخدام الأسمدة الأزوتية بالإضافة لما سبق فإن وجود الغطاء النباتي الجيد من المحصول المحمل يزيد أيضاً من معدل تشرب التربة للمياه عند سقوطه ولا يسمح أو يساعد على فقد جزء منها بالجريان السطحي أي أن الداخل للتربة في ازدياد مما يحسن من الميزان المائي ويكون هذا في صالح النبات الموجود أصلاً .

6 - الزراعة في خطوط للوقاية من الرياح :

يقل تأثير الرياح على انجراف سطح التربة كلما كان هذا السطح غير مستوي أي أن تتم الزراعة في خطوط ، ويرجع ذلك إلى أن الخطوط تقلل من سرعة الرياح ، وعندما تقل السرعة فإن الرياح تلقي ببعض أحمالها التي لا تستطيع حملها في وسط الخط . ورغم ذلك فإن الخطوط تتسبب في زيادة سرعة الرياح فوق رأس الخطوط مما يزيد من التيار المعاكس أو الدوامات ويؤدي هذا إلى زيادة النحر والتعرية لقمة الخطوط . من هنا نجد أن الزراعة على خطوط في مثل هذه الظروف يؤدي إلى تقليل تأثير الرياح في الحقل ككل مع العمل في مثل هذه الظروف على إقامة الخطوط باستمرار وإزالة التربة المتراكمة في باطن الخط من أثر انجراف الرياح .

7 - تشبيث الرمال :

تثبيت الرمال هو لصق حبيبات الرمل ببعضها البعض لتكون تجمعات أثقل وأكبر حجما من الحبيبات الفردية مما يوقف حركة هذه الحبيبات حتى يتمكن النبات الجديد من النمو . ولتثبيت الرمال هناك الطرق الميكانيكية والطرق البيولوجية .

أولاً: الطرق الميكانيكية :

ويستخدم فيها المشتقات النفطية لتثبيت الرمال وهناك ثلاث أنواع من الزيوت المستخدمة وهي :-

- 1 - الزيوت الثقيلة : وهي ترش لتتفد بالتربة من 20 - 30 سم وتكون غشاء .
- 2 - الزيوت الإسفلتية قليلة الكثافة : وهي لا تدخل بالتربة لكنها تكون غشاء يتصلب عقب الرش لكنه سهل الكسر والهدم عند مرور الحيوانات ، مما يتطلب إعادة الرش عدة مرات .
- 3 - زيت النفط الخام : يتكون بعد رشها غشاء سمكه 5 ملمترات وقدرته على الحماية لا تبقى إلا حوالي 3 - 4 سنوات وهو ما يكفي من الوقت لإقامة النباتات ونموها .

ثانيا : الطرق البيولوجية :

وتعتمد هذه الطريقة على غرس غطاء نباتي يتلاءم مع الظروف البيئية للأرض الرملية وتختلف الأصناف النباتية من حيث تربيتها وغرسها وريها من موقع إلى آخر . ويناسب هذه الطريقة عدة أصناف نباتية من بين الأعشاب والشجيرات والأشجار من بينها العبل علاوة على ذلك الأكاسيا ذات الجذور الجانبية التي تمكنها من امتصاص رطوبة التربة الرملية ويمكن استخدام أشجار الزيتون نظرا لتحملها لظروف الجفاف علاوة على قيمتها الاقتصادية . وعادة تبدأ عملية التشجير بعد موسم سقوط الأمطار حيث يكون الرمال رطبا ، ولا يمكن أن تنجح عملية التشجير في موسم الجفاف ، كما يجب الاهتمام بتسميد الأشجار .

ويمكن أن تتفد تثبيت التربة الرملية بواسطة النباتات الحية دون أن يسبق ذلك أي نوع من التثبيت الميكانيكي إذا لم يتوفر ذلك وفي هذه الحالة لا بد أن يكون طول الشتلات لا يقل عن متر .

بعض التوصيات عن استصلاح وإدارة الأراضي الرملية

أولاً : تبادل المعلومات :

يجب تبادل المعلومات بين البلدان التي تنتشر بها هذه التربة فهذا من شأنه أن يساعد على تقييم التربة على أساس واقعي واستخدام الملائم لها .

ثانياً : تمييز التربة وتصنيفها :

- أ - قوام التربة الرملية تشمل الرملية و الرملية السلتية ، وعيه فيوصى بما يأتي:-
 - ب - اعتبار السلت الرملية من الناحية العملية ضمن التربة الرملية .
 - ب - في تصنيف التربة الرملية يتعين الأخذ في الاعتبار المكونات المعدنية مثل كربونات الكالسيوم ، والجبس والكوارتز وأنواع الطين كما يتعين ذكر مميزات الطبقات الصماء .
 - ج - لا بد من التأكد من الأحوال البيئية في المناطق التي يجري مسحها لاسيما الأحوال المناخية والطبوغرافية ، وتبرز أهمية ذلك بصورة خاصة في المناطق التي تروى بمياه الأمطار .
 - د - عند وضع خرائط التربة الرملية يجب الربط بين خصائص التربة المورفولوجية والأحوال البيئية واستخدامها في أغراض تقييم استزراع هذه الأراضي .
 - هـ - لوضع برنامج سليم لاستغلال الأراضي والمياه فيما يتعلق بهذه التربة يتعين إجراء سلسلة من عمليات المسح لتقييم موارد الأراضي والمياه على نطاق مناسب .

ثالثاً : إجراء البحوث الأكاديمية والتطبيقية في مجال :

- أ - صيانة التربة والمياه وإدارتها .
- ب - خصوبة التربة .
- ج - الري والصرف .

وتتلخص هذه الدراسات فيما يلي : -

أ - صيانة التربة والمياه وإدارتها .

1 - تثبيت الكثبان الرملية : إن زحف الكثبان الرملية إنما هو تهديد مستمر للأراضي الزراعية المجاورة . ونظرا للآثار المفيدة لتثبيت الكثبان الرملية وغرسها بالأشجار فإن التوصيات الأخيرة في استخدام المشتقات البترولية والمواد الكيميائية في تثبيت الرمال تحتم ضرورة تجربة هذه المواد كغطاء سطحي قبل استثمار مبالغ ضخمة عليها وذلك طبقا للأحوال المحلية في مختلف البلدان للوقوف ، على مدى فاعليتها ومدى صلاحيتها واقتصاديات استعمالها بالمقارنة مع الأساليب التقليدية . ويتعين إجراء مزيد من البحوث على جمع واختبار أصناف النباتات بالنسبة للأحوال المحلية وانتقاء هذه الأصناف .

2 - التحكم في الانجراف : يلاحظ أن التربة الرملية معرضة للانجراف لذلك فإن إجراءات السيطرة على الانجراف لا يحميها من التدهور فحسب ولكن أيضا تحول دون إضرارها بالأرض المنتجة المجاورة ولذلك يوصى بضرورة التركيز على تطبيق الأساليب الزراعية الأكثر ملائمة .

3 - إنشاء طبقات سطحية محددة للبخر : لابد من عمل دراسات تقنية لإنشاء طبقات سطحية للحد من البخر كالحرق أو وضع الحصى أو استخدام بقايا المحاصيل أو تغطية سطح التربة بالبلاستيك ولذلك نوصي بإجراء دراسات حول النواحي التالية :

- 1 عمق الحرث وموعده .
- 2 فاعلية بقايا المحاصيل المختلفة في الحد من البخر .
- 3 طريقة الاستخدام .

ب - دراسات الخصوبة :

- 1 - يتعين توجيه البحوث الأساسية نحو المشكلات التالية :
 - أ - تحرك المغذيات في النظام الأرضي بفعل الانتشار وبفعل النقل
 - ب - العلاقات الرياضية التي تعبر عن حركة الصور الذائبة والمتبادلة من المغذيات في كل من حالتي الانتشار والنقل .
 - ج - دور كل عملية في تزويد النبات بالمغذيات .
 - د - دراسة التفاعلات والتحويلات التي تحدث عند إضافة كل من المخصبات المختلفة المستخدمة بالنسبة لأنواع التربة مثل

المخصبات النيتروجينية القابلة للذوبان المغلفة بمواد راتنجية أو شمعية أو على شكل محبب أو مواد أزوتية بطيئة التيسر مع إضافة العناصر الغذائية الصغرى والأسمدة العضوية .

2 - البحوث التطبيقية :

- أ - إيجاد أسلوب ملائم لاختبار التربة وتسميدها
- ب - إيجاد العلاقة بين التسميد وأساليب الري المختلفة .
- ج - استخدام طريقة رش العناصر الغذائية الصغرى على أوراق النباتات .
- د - المقارنة بين الأساليب القديمة والحديثة للتسميد العضوي .

رابعاً : بعض الدراسات التي أجريت على التربة الرملية :

طريقة تعديل قوام التربة الرملية

هناك عدة طرق لتعديل قوام التربة الرملية منها :

- 1 - استعمال مياه ري تحتوي على حبيبات دقيقة كمياه الري المحملة بالطين والطين الغروي .
- 2 - العمل على زيادة الحبيبات الدقيقة المعدنية عن طريق نقل المواد الطينية إليها (مثل مخلفات تطهير المصارف وقنوات الري).
- 3 - العمل على زيادة المادة العضوية عن طريق إضافة الأسمدة العضوية أو التسميد الأخضر .

أولاً : الري بمياه محملة بالطين :

أجريت تجربة حقلية واستخدم فيها مياه النهر في ري أرض رملية وتبين من التجربة أنه باستعمال مياه النيل في الري قد بلغ نسبة الطين والسلت المرسب سنوياً 1.8 طن للفدان خلال السنوات القليلة من الإصلاح وارتفع هذا المقدار بعد ذلك إلى 3.6 طن للفدان . كما وجد أن المسافات البينية قد صغرت من ناحية وأن الحبيبات الرملية الخشنة قد أحيطت بالغرويات من ناحية أخرى الأمر الذي ترتب عليه أن تقل حركة الحبيبات الصغيرة في الحالة الأولى فتتجاذب الحبيبات الدقيقة بدون تحركها إلى الطبقات العميقة في قطاع التربة .

ثانيا: زيادة حبيبات المعلقات والطين :

- إن إضافة المخلفات أو الطين تعمل على زيادة نسبة الحبيبات الدقيقة في التربة الرملية وهناك أكثر من طريقة يمكن إيجازها فيما يلي :-
- أ - إضافة المخلفات الناتجة عن تطهير قنوات الري والتي تحتوى على نسبة من السلت والطين .
- ب - إضافة الأسمدة العضوية التي تحتوى على نسبة من الغرويات المعدنية (استخدام المواد الطينية كفرشة في حظائر حيوانات المزرعة) فهذا يؤدي إلى تعديل الخواص الفيزيائية للتربة .

ثالثا : زيادة المادة العضوية :

- المادة العضوية في التربة لها دورها الفعال والذي يفوق في تأثيرها على بعض مكونات التربة من الغرويات المعدنية وذلك لما لها من سعة تبادلية كاتيونية تفوق الطين وقدرتها على حفظ الماء أكثر من حبيبات الطين . وإضافة المادة العضوية إلى التربة الرملية يمكن تحقيقه بالوسائل الآتية :-
- 1 إضافتها بصورة أسمدة بصورها المختلفة (مخلفات المجازر - مخلفات المزارع - الكسب).
 - 2 التسميد الأخضر بزراعة المحاصيل البقولية وقلبها في الطبقة السطحية للتربة .
 - 3 استخلاص الأحماض الدبالية من المادة العضوية وإضافتها إلى التربة مباشرة كما هي أو بعد ارتباطها مع حبيبات الطين ذات الشحنات السطحية المرتفعة مثل معدن البنتونيت .

أجريت بعض الدراسات واستخدم فيها إضافات المادة العضوية سواء أكانت في صورة مستقلة أم في صورة ارتباط مع حبيبات الطين إلى التربة الرملية . حيث أظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي موجب بين كميات المادة العضوية المضافة ومحصول الفول السوداني والذي ينصح بزراعته في الأراضي الرملية.

الأراضي الطينية الغدقة

التغذق السطحي :

تطلق على الأراضي الغدقة على التربة التي تشبع بالماء خلال الفترات الرطبة من السنة بعد سقوط الأمطار بكميات وفيرة في الطبقة السطحية بحيث تحافظ التربة ولفترة زمنية طويلة على تلك الرطوبة التي تكون أعلى من رطوبة ماء الجذب الأرضي Gravitational water .

وفي العادة تتصف الطبقة السفلى بقلة النفاذية تعود في الغالب إلى وجود الصوديوم و الماغنسيوم المتبادلين مما يؤدي إلى تجميع الماء على السطح . وتتميز الطبقة ذات النفاذية العالية المنخفضة بمحتواها العالي من الطين الغروي أكثر من 30 - 40% ومن الطين أكثر من 50 - 60% وتكون صلبة حيث تكون كثافتها الظاهرية عند السعة الحقلية من 1.5 1.6 جم/سم³ ويكون معامل توصيلها منخفضة جدا تبلغ من 0.06 - 0.1م/يوم .

أما العلامات المميزة الأخرى لطبقة التربة الغدقة هي :

وجود بقع من الطين - وجود بقع صدأ مزرقة رمادية على حدود الطبقة العلوية المفككة للتربة والتي تسبب عملية الأكسدة والاختزال - الغياب الكلي للجذور بسبب صلابة الطبقة السفلية وهذه الطبقة تكون منضغطة (شديدة الانضغاط) مما يتسبب عنها تدهور التهوية والنظام الحراري والغذائي فيها الطبقة ذات النفاذية المنخفضة يمكن أن تصل إلى أعماق كبيرة أو قد تكون طبقة ذات سمك قليل (وسبب تكون هذه الطبقات يعود إلى أصل تكوين التربة عادة ، ويمكن إضافة نشاط الإنسان في هذا المجال من خلال طرق الخدمة الغير صحيحة ، وقد تنشأ آفاق صلبة نتيجة طرق الري غير الصحيحة أو الري الزائد) انضغاط التربة بسبب استخدام الآلات الزراعية الثقيلة ولمرات عديدة عند رطوبة التربة العالية ونتيجة رعي المواشي في التربة الرطبة . والتغذق السطحي يكون له نتائج سلبية في المجال الزراعي يمكن تلخيصها فيما يلي :-

- 1 - تدهور وتأخر الأعمال الزراعية (الحرث - التسميد - زراعة البذور - الحصاد) وفي بعض الأحيان يصل هذا التأخير إلى 20-30 يوما ، وبالتالي انخفاض الإنتاجية من 30 - 40 % .

- 2 - الإنبات يكون غير جيد ، نمو النباتات وتطورها يكون ضعيف في كل من المحاصيل الخريفية والربيعية ، بسبب تدهور تهوية التربة ونظام الحرارة والتغذية وفي النهاية يعود ذلك إلى قلة المحاصيل وانخفاض نوعيته .
- 3 - نمو وتطور النباتات ضعيف حيث يتسبب في انخفاض إنتاجية المحاصيل وذلك لصعوبة انتشار المجموع الجذري في الطبقة الصلبة قليلة النفاذية .
- 4 - ظواهر سلبية يمكن ملاحظتها في النباتات المعمرة في بساتين الفاكهة مثل تأخير عمليات الجني ، الخدمة ، التسميد ، الرش كذلك صعوبة النمو والتطور مع انخفاض الإنتاجية أو هلاك الأشجار بسبب سوء التهوية وتلف النظم المائية والحرارة والتغذية لها .

إضافة لما سبق ذكره ، فإن درجة التغدق السطحي واستمرار يته وتكراره واختلاف مناطقه تعتمد على الطبوغرافية - التربة - جيولوجية المياه وكذلك على العوامل المناخية . ويجب أن يكون هناك تصورات عن وسائل التنقية الملائمة لمعرفة طول فترة احتفاظ التربة بهذا الجزء من الماء بحيث لا يسبب ضررا للمحاصيل وكذلك لتعويض نقص الماء خلال فترة الجفاف التالية .

وسائل استصلاح الأراضي الطينية الثقيلة الغدقة

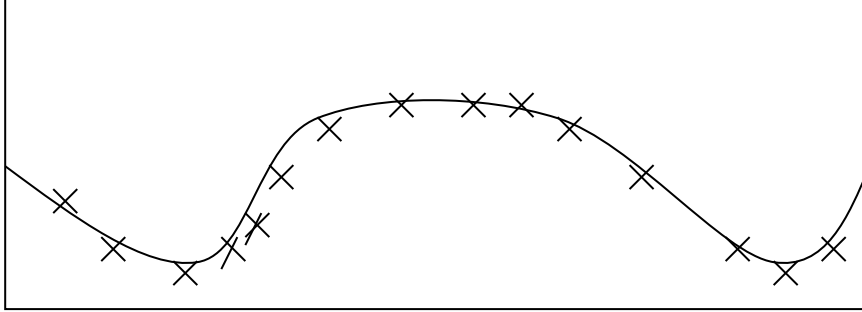
1 - تسوية وتعديل سطح التربة :

تعتبر هذه الطريقة تقليدية للإسراع في صرف الماء السطحي والتي يمكن تنفيذها بوسائل تقنية ثقيلة بسيطة ويعرف منها نوعين :-

أ - من خلال صرف الماء في مصارف بعمق 20 - 30سم والتي تفتح في الطبقة المحروثة ، وتعمل مثل هذه المصارف عند وجود منحدر كافي في المساحات ذات الطبيعة الطبوغرافية الملائمة ، وهذه المصارف تشق بواسطة المحاريث العادية أو محاريث متخصصة لهذا الغرض - وتصمم غالبا أفقيا مع المنحدر المعلوم لتقليل الانحدار الحاد لطبوغرافية الأرض . ومن المهم عند حفر المصارف في التربة أن تكون مواقعها في الجهة السفلى بالنسبة لاتجاه جريان الماء السطحي وأن تكون منسقة بشكل متناسق على المساحة وتصب في مصارف كبيرة مجمعة وهذه الطريقة لا يوصى بها في المساحات الكبيرة ، والزراعة التي تعتمد على التقنيات الحديثة لأنها تعرقل العمليات المعتمدة على الميكنة والآلات الزراعية ، لهذا يمكن استخدام هذه الطريقة في

المراعي والمساحات الصغيرة التي تستغل للإنتاج الشخصي والتي تعاني من الغدق السطحي الموسمي .

ب - من خلال الأسطح المحدبة الصناعية ، ومثل هذه الأسطح يتم إنشائها بين المصارف بشكل متوازي لزيادة انحدار سطح التربة كما هو موضح بالرسم التالي : -



حيث يكون عرض يتغير في حدود (2.5- 5.5) ولغاية (50 - 80م) وعادة تعمل بين (10 - 25م) . ولطولها يمكن أن تصل (150 - 200م) . المقطع العرضي لهذه الأسطح يكون شكل منحدر من الجهتين . المسافة بين قمة السطح وقاع المصرف تتراوح بين 0.5 - 1م وتزداد بزيادة العرض .

2 - إنشاء المصارف الأفقية :

الصرف الأفقي يتكون من القنوات والأنابيب التي تشكل شبكة الصرف والتي تكون مغطاة وهذه المصارف تكون فعالة في صرف الماء على أعماق من 0.9 - 1.20متر ويجب أن تكون هذه الأنابيب بانحدار يسمح بتدفق الماء من أعلى الحقل إلى أسفله حتى يتم التخلص من الماء الموجود داخل أنابيب الصرف (والتي يطلق عليها تسمية الحقلية) أو بين الحقلية من 10 - 50 م وقد تصل المسافة بين الحقلية من 50 - 200م . هذا وقد تغلف أنابيب الصرف أو الحقلية بفلاتر معينة حتى تمنع انسداد أنابيب الصرف أو الحقلية .

وفي حالة عدم كفاية الانحدار فإن أطوال الحقلية تكون أقل لضمان الانحدار الاصطناعي الضروري الكافي . وتربط الحقلية بأنابيب صرف أكبر قطرا وتسمى المصارف المجمععة أو المجمعات والتي يكون موقعها مناسباً من

ناحية المنحدر وكذلك سعتها تكون كبيرة بحيث تستطيع صرف ماء الجذب الأرضي الزائد إلى المصارف الرئيسية وتكون المجمعات بميول معينة حتى يحدث جريان للماء والتخلص منه إلى المصارف الرئيسية ، ويكون مستوى المجمعات أعلى من مستوى المصرف الرئيسي والتي تصب فيه . أي أن نظام الصرف المغطى يتكون من مجموعة من الحقلية التي تصب في المجمعات والتي بدورها تصب في المصرف الرئيسي .

وأهم عوامل نجاح عملية الصرف هو : إنشاء خطوط صرف ملائمة للمنطقة وأنابيب الصرف أو الحقلية تعتبر من أهم عناصر الصرف فعادة تكون أقطارها الداخلية بحدود من 50 - 75 سم ، في بعض الحالات أكثر من ذلك ويمكن تصنيعها من الأنابيب الفخارية أو البلاستيكية من مادة بوليفينيل كلوريد (P.V.C) الأنابيب الفخارية تكون بأطوال 33سم نهاياتها تكون مسطحة تترتب واحدة بجوار الأخرى وهنا يكون الانحدار ضروريا والفواصل بين الأنابيب هي التي تسمح بدخول المياه ، وعادة توضع مادة مرشحة (فلتر) ملائمة لمنع دخول الرواسب إلى الأنابيب (كالرمل - الزلط - ألياف بلاستيكية) . وأهم مشاكل الأنابيب الفخارية هو عدم ضمان ملمسها الناعم واستقامة الأنابيب المنفردة منها بالإضافة إلى ارتفاع تكلفة نقل الأنابيب الفخارية . ويفضل الأنابيب البلاستيك بوليفينيل كلوريد (P.V.C) عن غيرها من أنابيب الصرف الأخرى لأن جدرانها تكون رقيقة وهي مرنة يمكن ثنيها كما أن بها فتحات يتم صرف الماء الأرضي من خلال هذه الفتحات ويمكن أن تأخذ الاحتياطات اللازمة لانسداد هذه الفتحات من الرواسب الطينية ، وذلك باستخدام فلاتر أو الزلط المتدرج في الحجم أو استخدام الألياف أو الأنسجة الصناعية ، وقد لوحظ أن المرشحات تزيد من نفاذية التربة للماء وهذا تم إثباته نظريا وعمليا . والتربة التي تحتوي على مركبات الحديد المتحركة تسبب انسداد فتحات الأنابيب نتيجة ترسيب هيدروكسيد الحديد . هذا المركب يتكون من خلال العمليات الكيميائية - الفيزيائية والنشاط البكتيري ولمعالجة هذه الحالة تستخدم مرشحات من نوع نشارة الخشب .

أهم الأسس التي يجب إتباعها عند إنشاء مصارف هي :-

1 - لا يسمح بعمل الخنادق التي توضع فيها أنابيب الصرف عند الرطوبة العالية للتربة لأن :-

أ - مسام جدران الخنادق تتعرض للانسداد نتيجة عمل الماكينة وبالتالي

فإن النفاذية الجانبية للماء الأرضي يتأثر سلبيا .
ب- الرطوبة العالية لخدق المصارف تؤدي إلى هدم بناء التربة وتحولها إلى تربة عديمة البناء عند جفافها فتسبب انسداد المصارف .

- ومن الظواهر السلبية الأخرى التي يمكن إضافتها إلى ما تقدم أعلاه هو التصاق كميات من التربة في الماكينة مما يؤدي إلى تقليل كفاءة عملها .
- 2 - لا ينصح بعمل الخنادق في التربة الجافة جدا والتي يكون محتواها من الطين عاليا ، لأن ناعم التربة تغطي الأنابيب وبالتالي يقل تدفق الماء الأرضي إلى أنابيب الصرف أي انسداد المواسير أو الأنابيب .
- 3 - يجب إعادة مجاميع التربة Soil aggregates وبدون تأخير إلى الخندق لأنها تتفكك بسرعة عند الجفاف .
- 4 - التربة التي تتصف بعدم ثبات مجاميعها Unstable aggregates (بسبب الحموضة الزائدة أو بسبب صفات الطين السائد فيها كأن يحتوي على كاتيونات الصوديوم أو الماغنسيوم المتبادل والذي يعمل على تفريق حبيبات الطين)ينصح بإضافة المادة العضوية وإضافة المواد المصلحة الأخرى مثل كربونات الكالسيوم أو الجبس الزراعي .
- 5 - عدم السماح لقطعان المواشي السير على مساحات التربة فوق المصارف لأنها تسبب انضغاط تربة الخندق وتقليل نفاذيتها .

3 - الحرث العميق :

هو إجراء يساعد على صرف الماء من التربة الثقيلة والغدقة حيث يتم تفكيك التربة على عمق 70-80 سم بواسطة محاريث خاصة ، وهدف الحرث العميق هو تفتيت أو تفكيك طبقات الطين تحت سطحية والعميقة وبذلك يسهل عملية نفذ الماء إلى الأعماق وحركته في خطوط الصرف وينعكس هذا على نمو الجذور النباتية وانتشارها في التربة ، وفي نفس الوقت فإن الحرث العميق يحسن من النظام المائي والهوائي للتربة كل ذلك يزيد من فاعلية النظام الغذائي وبالتالي زيادة النمو الخضري للنبات وزيادة إنتاجيته .

وهناك بعض الأسس التي يجب إتباعها عند إجراء الحرث العميق وهي :-

1. عدم إجراء الحرث العميق إلا في وجود المصارف المغطاة .
2. الحرث العميق يجب أن يصل إلى الطبقات الصلبة تحت السطحية والتي تمنع نفاذ المياه من خلالها ودخول الهواء وانتشار الجذور فيها .
3. يجب أن يكون الحرث عموديا لاتجاه المصارف مع تأمين لانحدار .
4. إجراء الحرث العميق في عدم وجود مصارف مغطاه ستكون خطرا كما سبق ذكره . ولكن يمكن أن تجرى في حالة وجود انحدار طبيعي لقطعة الأرض وبشكل متجانس .

تذكر

1 - تعرف الأراضي الجيرية بأنها الأراضي التي تحتوي على كربونات الكالسيوم تؤثر بوضوح على خواص التربة الطبيعية والكيميائية وعلى النمو النباتي.

2 - الخواص المورفولوجية للأراضي الجيرية هو احتوائها على كربونات الكالسيوم أقل من 1مم منتشرة في آفاق القطاع ويصعب تمييزها بالعين المجردة أو قد توجد في تجمعات شبيهة بالخيوط أو تملأ كربونات الكالسيوم الفراغات الناتجة من تحلل جذور النباتات ،أو قد توجد في تجمعات متصلة بطول القطاع وتكون نحو 60% من مكونات التربة .

3 - تتميز الأراضي الجيرية باحتوائها على أفق تجمع كربونات الكالسيوم ،هذا الأفق يحتوي على كربونات الكالسيوم تفوق الكمية عما فوقه (أفق A) وما أسفله (أفق C) وهذا الأفق هو ما يعرف بأفق Bca.

4 - هناك ثلاثة قطاعات يمكن تمييزها بناء على الأفق Bca وهي :
أ - أفق Bca ويكون بذات فروق عن أفق A ، C وسمك الأفق 20 - 50 سم.

ب -تربة ذات Bca وتكون كربونات الكالسيوم 50 -60% وسمك الأفق Bca من 20-100 سم .

ج - أفق Bca تكون كربونات الكالسيوم في شكل طبقة متصلة وسمك هذا الأفق من 10سم وقد يصل إلى أكثر من 2م.

5 - البناء الأرضي للأراضي الجيرية يتميز بنوعين من البناء الأرضي :
النوع الأول :- أفق غير جيري عمقه 20 - 30 سم وبنائه عادة يكون متعدد الأوجه يتلوه أفق لا يحتوي أيضا على كربونات الكالسيوم وسمكه يتراوح من 30-50 سم وبنائه ذو زوايا ، وأخيرا أفق يحتوي على كربونات الكالسيوم في أفق B وبنائه يتوقف على مادة الأصل .

النوع الثاني :- عندما يكون اللون الغامق يكون البناء جيد ذو أوجه متعددة وفي حالة اللون الفاتح يكون البناء المتعدد الأوجه قليل أما في حالة اللون الفاتح جداً يكون البناء غير جيد .

6 - الخواص الفيزيائية للأراضي الجيرية تتميز بالآتي :-

- 1 انخفاض احتفاظ التربة الجيرية بالماء .
- 2 تكوين قشرة صلبة على السطح .
- 3 انهيار بنائها عند الري .
- 4 تكوين الطبقات الصلبة غير منفذة للماء كربونات الكالسيوم .

7 - الخواص الكيميائية للأراضي الجيرية هي :

- 1 زيادة الرقم الهيدروجيني pH للتربة .
- 2 رقم الـ (PH) للأراضي الجيرية المحتوية على كربونات كالسيوم حره يتراوح بين 8.2 - 8.4 وفي حالة وجود كربونات الماغنسيوم فإن الرقم الهيدروجيني يكون أكثر ارتفاعا بنحو درجة ونصف . الأملاح الذائبة أيضا تسبب انخفاض في الرقم الهيدروجيني .
- 3 ارتفاع الرقم الهيدروجيني (PH) يؤدي إلى ترسيب الفوسفور في صور مختلفة من فوسفات الكالسيوم .
- 4 تعمل كربونات الكالسيوم في التربة على خفض تيسر الحديد للنباتات النامية لأنها تؤدي إلى أكسدة الحديدوز إلى حديدك .
- 5 وجود كربونات الكالسيوم له أثر كبير على فقد الأمونيا من الأسمدة النيتروجينية عند إضافتها إلى الأراضي الجيرية .

8 - أهم المشاكل التي تواجه الأراضي الجيرية هي:-

- 1 وجود القشور السطحية .
- 2 تماسك طبقة تحت التربة .
- 3 قلة تيسر الفوسفور .
- 4 مشاكل امتصاص البوتاسيوم والماغنسيوم .
- 5 مشاكل خاصة بتيسر العناصر الصغرى .
- 6 مشاكل في تيسر الماء بالتربة .

9 - صور كربونات الكالسيوم في الأراضي الجيرية

أ - توجد كربونات الكالسيوم في صورة الأراجونايت والكالسيت وهما من أكثر الصور المعدنية لكربونات الكالسيوم انتشاراً . ويعتبر الأراجونايت أكثر

ذوبانا وانحلالاً من الكالسييت في الماء ، وأن الكالسييت هو الصورة الأكثر ثباتاً وشيوعاً في الأراضي .

ب - توجد كربونات الكالسيوم في صورة كربونات كالسيوم مترسبة وينتج من تفاعل كلوريد الكالسيوم وكربونات الأمونيوم .

10- لوحظ فقد الأمونيا من الأراضي الجيرية المسمدة بأسمدة أمونية ولوحظ زيادة الفقد بزيادة نسبة كربونات الكالسيوم بالأرض ، وهذا الفقد يصل أحيانا إلى 25٪ من السماد الأمونيومي المضاف إلى أرض تحتوي على 1 - 2 ٪ كربونات كالسيوم .

11- لاحظ كثير من الباحثين اصفرار النباتات عند نقص عنصر الحديد في البيئة التي تنمو فيها وأن هذا الاصفرار يختفي بإضافة الحديد في صورة ملح كبريتات الحديدوز .

12- يمكن تلخيص أثر كربونات الكالسيوم على امتصاص النباتات للحديد يمكن تلخيصها فيما يلي :-

- 1 - البادرات التي نمت في الأرض وظهر عليها أعراض الاصفرار امتصت زيادة من الكالسيوم وقليل من البوتاسيوم .
- 2 - صعب الزيادة في امتصاص الكالسيوم زيادة في امتصاص الحديد وأغلب هذا الحديد غير فعال .
- 3 - إضافة كربونات الكالسيوم إلى الأرض الحامضية تقلل الحديد النشط في البادرات وتزيد الكالسيوم الممتص .
- 4 - البادرات النامية في الظلام المستمر احتوت على حديد فعال أقل من تلك التي نمت في ضوء النهار .
- 5 - إضافة الكبريت أو مخلوط السماد البلدي والكبريت زادت نشاط الحديد ولكنها لم تزد النشاط الكلي الممتص .

13- زيادة الفوسفات قد تؤدي إلى تقييد حركة الحديد ونقله من الجذور إلى الأوراق .

14- لوحظ ظهور الاصفرار على النباتات (نقص عنصر الحديد) بزيادة إضافة

المنجنيز ويرجع السبب في ذلك إلى التنافس بين كل من الحديد والمنجنيز .

15- عند فحص الأراضي الجيرية يجب أن يراعى الآتي :-

- 1 - عمق القطاع الأرضي حتى الطبقة الصخرية.
- 2 - درجة استواء سطح الأرض
- 3 - قوام التربة .
- 4 - نسبة كربونات الكالسيوم
- 5 - مصدر الماء
- 6 - إمكانية صرف الماء الزائد لخفض منسوب الماء الأرضي .
- 7 - موقع الأرض من حيث علاقته بعمليات تسويق المنتجات ومدى توفر الأيدي العاملة .

16- ويوجد الجبس في الأراضي الجبسية إما في طبقات الأرض السطحية أو بصورة رسوبية تحت التربة .

17- المشاكل الناتجة عن وجود الجبس في الأراضي هي :-

- 1 - عندما يصل الجبس في الأراضي إلى 50 ٪ تصبح بيئة لنمو .
- 2 - عدم تيسر الفوسفات والبوتاسيوم والمغنسيوم والحديد للنبات .

18- الخطوات الواجب إتباعها عند استصلاح الأراضي الجيرية هي :-

- 1 - حصر الأراضي الجيرية الصالحة للتنمية .
- 2 - تحديد مستوى الحديد والفوسفات والزنك وكذلك تحديد مستوى النيتروجين في التربة .
- 3 - الاهتمام بالتغذية الفوسفاتية .
- 4 - الاهتمام بالتغذية النيتروجينية .
- 5 - الاهتمام بالتغذية بالعناصر الغذائية الدقيقة .
- 6 - معرفة الجزء الفعال من كربونات الكالسيوم ودوره في نظام التربة - الماء - النبات .
- 7 - إضافة المدة العضوية .
- 8 - استخدام طرق الري الحديثة .
- 9 - استخدام المحاصيل المناسبة مع ظروف الأراضي الجيرية .

- 19 - توجد أغلب مناطق الأراضي الرملية هي مناخ حار وجاف لفترة طويلة .
- 20- تتميز الأراضي الرملية بانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء ، وكذلك سرعة حركة الماء خلال قطاع التربة عالية أي أن معدل الرش يصل من 10 - 200 سم / ساعة . وكذلك الأراضي الرملية ذات تهوية عالية وانخفاض مساحة السطح النوعي نتيجة انخفاض محتواها من الطين .
- 21- تعاني الأراضي الرملية من انخفاض العناصر الغذائية الضرورية لتغذية النبات .
- 22- النقاط الواجب مراعاتها لتقييم الأراضي الرملية هي :-
- 1 - درجة استواء الأرض .
 - 2 - نسبة الحبيبات الدقيقة بالتربة .
 - 3 - نسبة كربونات الكالسيوم بالتربة .
 - 4 - كفاية المياه على مدار السنة ومدى صلاحيته للري .
 - 5 - إمكان صرف الماء الزائد .
 - 6 - موقع الأرض .
- 23- لتحسين خصوبة التربة الرملية يجب إتباع الآتي :-
- 1 - رش العناصر الغذائية .
 - 2 - استخدام أسمدة نيتروجينية في صورة تقلل تلامسها مع الماء .
 - 3 - استخدام مركبات نيتروجينية قليلة الذوبان مثل اليوريا فورم والهكسامين والأوكساميد والثيوبيوريا وغيرها .
 - 4 - إضافة الأسمدة النيتروجينية على دفعات .
- 24- لوقاية التربة الرملية من الانجراف بالرياح يستخدم الأشجار لتقليل سرعة الرياح إلى أقل من 13 كم/ساعة - استخدام الأسيجة النباتية بدلا من الأشجار - استخدام الغطاء النباتي بدلا من الزراعة الكثيفة - استخدام مخلفات المحاصيل - زراعة التحميل خصوصا عند زراعة أشجار الفاكهة الزراعة في خطوط .

- 25- يستخدم الطرق الميكانيكية مثل الزيوت الثقيلة - الزيوت الأسفلتية قليلة الكثافة أو استخدام زيت النفط الخام .
- 26- تستخدم الطرق البيولوجية لتثبيت الرمال في الأراضي الرملية مثل زراعتها ببعض الأصناف النباتية .
- 27- استخدام المادة العضوية أو التسميد الأخضر أي زراعة المحاصيل البقولية ثم قلبها في التربة يزيد من خصوبة الأرض الرملية وتحسين خواصها الطبيعية والكيميائية .
- 28- مشاكل الأراضي الغدقة في المجال الزراعي هي :-
- 1 تدهور وتأخر الأعمال الزراعية (الحرث - التسميد - زراعة البذور - الحصاد) وفي بعض الأحيان يصل هذا التأخير إلى 20-30 يوما ، وبالتالي انخفاض الإنتاجية من 30 - 40 % .
 - 2 الإنبات يكون غير جيد .
 - 3 نمو وتطور النباتات ضعيف حيث يتسبب في انخفاض إنتاجية المحاصيل.
 - 4 تأخير عمليات الجني ، الخدمة ، التسميد ، الرش خصوصا في النباتات المعمرة مثل أشجار الفاكهة .
- 29- وسائل استصلاح الأراضي الطينية الثقيلة الغدقة هي :-
- 1 - تسوية وتعديل سطح التربة لصرف الماء الزائد من سطح الأرض .
 - 2 - إنشاء المصارف الأفقية .
 - 3 - الحرث العميق .

أسئلة

- 1 - عرف الأراضي الجيرية ؟
- 2 - وضح الخواص المورفولوجية للأراضي الجيرية مع شرح أنواع آفاق كربونات الكالسيوم ؟
- 3 - ما هي أنواع البناء الأرضي في الأراضي الجيرية ؟
- 4 - اشرح الخواص الفيزيائية للأراضي الجيرية ؟
- 5 - ما هو أثر كربونات الكالسيوم على كلا من :-
أ - حالة الفوسفور في التربة ؟
ب- حالة الحديد في التربة ؟
ج- حالة الأمونيا في التربة ؟
- 6 - ما هي المشاكل التي تواجه الأراضي الجيرية ؟
- 7 - ما هي صور كربونات الكالسيوم في الأراضي الجيرية
- 8 - ما هي الآراء التي تفسر تأثير كربونات الكالسيوم على فقد الأمونيوم من الأراضي الجيرية ؟
- 9 - اشرح دور كربونات الكالسيوم في الأراضي الجيرية على امتصاص النباتات للحديد ؟
- 10- ما هو أثر إضافة زيادة الفوسفات والمنحيز على اصفرار النبات ؟
- 11- ما هي النقاط الواجب مراعاتها عند فحص الأراضي الجيرية ؟
- 12- ما هي صور الجبس في الأراضي الجيرية ؟
- 13- ما هي المشاكل الناشئة عن وجود الجبس في الأراضي ؟
- 14- ما هي الخطوات الواجب إتباعها عند استصلاح الأراضي الجيرية ؟
- 15- ما هي خصائص الأراضي الرملية الفيزيائية ؟
- 16- ما هي النقاط الواجب مراعاتها عند تقييم الأراضي الرملية ؟
- 17- كيف يمكن تحسين خصوبة التربة الرملية ؟
- 18- ما هي طرق مقاومة الانجراف في التربة الرملية ؟
- 19- كيف يمكن تثبيت الرمال في الأراضي الرملية ؟
- 20- ما هي الطرق الميكانيكية المستخدمة في تثبيت الرمال في الأراضي الرملية ؟
- 21- ما هي الطرق البيولوجية المستخدمة في تثبيت الرمال في الأراضي الرملية ؟
- 22- ما هي طرق استصلاح الأراضي الرملية ؟

- 23- ما هي مشاكل الأراضي الغدقة في المجال الزراعي ؟
- 24- ما هي وسائل استصلاح الأراضي الغدقة ؟