Salinity and Reclamation of Soil ملوحة واستصلاح الاراضي

مشكلة الملوحة في العالم:

اليوم مليار ومئة مليون انسان في العالم (سدس البشرية) تقريبا يعانون من الجوع وسوء التغذية ، وحسب معطيات الامم المتحدة فان سبعة ملايين طفل يموت سنويا من الجوع ، اي حوالي 1000 طفل في اليوم. وتبرز مشكلة نقص الغذاء بشكل خاص في البلدان النامية ، اذ يقل فيها معدل ما يحصل عليه الفرد من الغذاء كثيرا من الناحيتين الكمية والنوعية عن الحد الادنى لحاجته.

ان الواقع الذي تعيشه البشرية في الوقت الحاضر والذي يتلخص في انفجار سكاني من جهة وغذاء محدود من جهة اخرى يتطلب بذل جهود لمعالجة مشكلة نقص الغذاء ، ومعالجة هذه المشكلة يمكن ان تتحقق من خلال تحسين الزراعة افقيا (اي زيادة مساحة الاراضي الزراعية) وعموديا (زيادة الانتاج في وحدة المساحة) .

تتم زيادة مساحة الاراضي الزراعية وبدرجة رئيسية من خلال زيادة مساحة الاراضي الاروائية. وتوجد امكانيات في الوقت الحاضر لزيادة مساحة الاراضي الاروائية وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة اذا ما توفر الماء بشكل منتظم. ان ادخال الري كأسلوب جديد في الزراعة قد يسبب تحول معظم هذه الاراضي الى اراض ملحية او مانطلق عليه بظاهرة التملح الثانوي Secondary Salinization اذا لم تتخذ الاجراءات اللازمة. ان مشكلة الملوحة والترب الملحية اصبحت من المشاكل الرئيسة التي تعيق الزراعة في معظم بلدان العالم اي انها اصبحت مشكلة عالمية ، اذ تنتشر الاراضي المتاثرة بالملوحة في جميع ارجاء العالم تقريبا.

تعتبر مشكلة الملوحة في العالم العربي من المشاكل الرئيسة المعرقلة للتطور الزراعي فيها ، وتبذل في الوقت الحاضر جهود كبيرة لمعالجة هذه المشكلة. ان سبب انتشار الاراضي المتأثرة بالملوحة في معظم البلدان العربية هو بسبب وقوع معظمها في المناطق القاحلة وشبه القاحلة واستعمال مشاريع الري فيها بدون شبكات بزل فعالة.

مشكلة الملوحة في العراق:

تعتبر مشكلة الملوحة من المشاكل الرئيسة في الزراعة العراقية وخاصة في وسط وجنوب العراق ، فأذا استثنينا المناطق الصحراوية في غرب وجنوب القطر والتي تشكل حوالي 50% من مساحة العراق وكذلك بعض المناطق الواقعية في شمال القطر والتي تقع فوق الخط المطري 400-500ملم سنويا نجد ان معظم الاراضي القابلة للزراعة متأثرة بدرجات مختلفة من الملوحة. ان حوالي 75% من اراضي وسط وجنوب العراق تعتبر اراضي متأثرة بدرجات مختلفة من الملوحة وبالرغم من ان عدا كبيرا من مشاريع شق المبازل قد نفذت في مساحة تقدر بحوالي مليون هكتار من الاراضي الزراعية الا ان هناك مساحات شاسعة لاتزال بحاجة الى معالجة جدية لمشكلة الملوحة فيها.

تاثير مشكلة الملوحة على الانتاج الزراعي:

ان انخفاض الانتاج الزراعي في وحدة المساحة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة هو بسبب عدة عوامل ولكن تعتبر مشكلة الملوحة العامل الاساسي في هذا المجال ، ان معظم اراضي وسط وجنوب العراق متاثرة بالملوحة وبمستوى قليلة الملوحة الى شديدة الملوحة عندئذ يمكن الاستنتاج بان هناك فقدان في انتاج معظم المحاصيل يتراوح بين 20-60% بالمقارنة مع انتاج هذه المحاصيل في الترب غير الملحية وكما مبين في الجدول الاتي:

جدول يوضح تاثير مستويات الملوحة المختلفة على حاصل معظم المحاصيل الزر عية

ت	**مستوى ملوحة التربة**	**النسبة المئوية للحاصل**
1	غير ملحية	%100
2	قليلة الملوحة	%80-70
3	متوسطة الملوحة	%70-40
4	شديدة الملوحة	%40-0
5	شديدة الملوحة جدا	%0

ان نتائج تجارب استصلاح الاراضي الملحية التي اجريت في العراق عمل على مضاعفة الانتاج ولمعظم المحاصيل الزراعية وكما في الجدول الاتي ، وان تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من مشاريع الاستصلاح في معظم دول الشرق الاوسط اشارت الى زيادة كبيرة في انتاجية معظم المحاصيل الزراعية بسبب معالجة مشكلة الملوحة.

جدول يوضح المقارنة بين بعض المحاصيل الزراعية قبل وبعد الاستصلاح

المحصول	حالة التربة	ملوحة التربةds/m	الحاصل كغم/ دونم
الشعير	قبل الاستصلاح	16-8	125 حبوب
	بعد الاستصلاح	2	230 حبوب
الجت	قبل الاستصلاح	اكثر من 30	460 مادة خضراء
	بعد الاستصلاح	اقل من 8	1220 مادة خضراء
البرسيم	قبل الاستصلاح	اكثر من 30	1150 مادة خضراء
	بعد الاستصلاح	اقل من 8	3450 مادة خضراء

مصدر الاملاح في الطبيعة:

نوقش السؤال المتعلق بمصدر الاملاح في الطبيعة من قبل الكثير من العلماء امثال كولد سمث وهلكارد وكيلي وكوفدا. ويعتقد Kovda انه من غير المعقول القبول بالراي التالي ((ان السؤال المتعلق بمصدر الاملاح في الطبيعة قد اجيب عليه بشكل نهائي)) ، اذ يعتقد هذا الباحث ان معظم الاراء المطروحة غير واضحة في هذا المجال وقسم منها متناقضة ، ويعتبر ان اكثر الاسئلة غموضا في هذا المجال هو السؤال التالي : (هل ان الاملاح الذائبة في المحيطات والبحار نتجت خلال عملية التجوية للصخور في اليابسة ثم نقلت الى البحار

والمحيطات بواسطة المياه الجارية ام ان الاملاح قد وجدت وتراكمت في البحار والمحيطات اثناء تكونها ثم نقلت الى اليابسة وتراكمت في مواقع معينة منها؟).

لقد تناول العلامة الجيولوجي النرويجي الاصل كولد سمث الاجابة على هذا السؤال واجرى حسابات عديدة حول التوازن الايوني لمعظم الايونات بين اليابسة والمحيطات ونتيجة لهذه الحسابات المعقد ظهر له ان الكلور والكبريت والبورون والصوديوم وجدت اصلا فيها اثناء تكونها ، لذلك يعتبر هذا الباحث ان البحار والمحيطات مصدر هذه العناصر في الطبيعة ، ولكن لا يستبعد دور البراكين في المساهمة كمصدر اخر لهذه العناصر في الطبيعة ، اما بالنسبة الى الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والالمنيوم والسيليكون فانها تكونت في اليابسة ومن ثم نقلت الى البحار والمحيطات.

ويؤيد يوكروف وجهة نظر كولدسمث في ان البحار والمحيطات تعتبر مصدر الايونات المكونة للترب الملحية ، بينما لينك وكوسوفج وكلارك يعارضون كولدسمث ويعتقدون ان اليابسة هي مصدر الاملاح. لقد توصل كوفدا وبعد استعراض وجهات النظر المختلفة حول مصدر الاملاح الى الاستنتاج التالي: انه عبر التاريخ الجيولوجي للكرة الارضية خضعت الاملاح الى دورات بين اليابسة والمحيطات وبالعكس وكانت محصلة التوازن للبحار والمحيطات ، اي ان كميتها الحالية اصبحت اكبر في البحار والمحيطات.

مصادر الاملاح وتجمعها في الترب المتأثرة بالملوحة:

اولا: تجوية الصخور والمعادن: تعتبر الصخور والمعادن المكونة للقشرة الارضية مصدر معظم الايونات المكونة للاملاح وذلك بعد تجويتها وانطلاقها باتجاه تكوين الترب الملحية والتراكمات الملحية، وان سرعة انطلاق واستخلاص هذه الايونات من الصخور ليست واحدة، اذ تعتمد شدة الاستخلاص على العوامل التالية:

1. معامل الطاقة للايون
2. نصف القطر الايوني
3. شحنة الايون
4. ثبات البلورة الداخل في تكوينها الايون

اذ ان استخلاص الايونات وحركتها ثم تجمعها مكونة املاح جديدة يزداد بقلة معامل الطاقة ونصف القطر الايوني اوالشحنة. وعندما تتجمع وتتراكم الاملاح على سطح اليابسة تخضع بدورها الى عمليات جديدة من التجوية والحركة والنقل ثم التجمع ثانية لتكوين صخور جديدة ، ولما كان الماء الناقل الرئيسي في هذه العمليات فنتوقع ان نواتج التجوية تتجه بتاثير حركة الماء من اليابسة الى بحار والمحيطات وهناك تتجمع مرة اخرى مكونة صخور رسوبية ، وبعد مرور قرون فان حجم هذا الترسيب يتضخم مكونا جزرا ، وتخضع هذه الجزر بدورها ايضا الى عمليات التجوية والنقل والتجمع من جديد مارة بذات الدورة ، ويطلق الجيولوجيون على مثل هذه الدورة بالدورة الجيولوجية الكبرى تمييزا لها عن الدورة البايولوجية الصغرى ، اذ يقصد بالدوررة البايولوجية الصغرى دورة العناصر ما بين التربة والاحياء (النبات والحيوان). وبشكل عام فان معظم العناصر التي تشترك بالدورة البايولوجية الصغرى يكون دورها اقل من العناصر المشتركة بالدورة الجيولوجية الكبرى في تكوين الترب الملحية. وكمثال على ذلك عنصر البوتاسيوم الذي يشترك بالدورة البايولوجية الصغرى

بالمقارنة مع عنصر الصوديوم الذي يشترك بالدورة الجيولوجية الكبرى ، لذلك نادرا ما نعثر على ترب ملحية بوتاسية ، الا ان انتشار الترب الملحية الصودية يعتبر شائعا او بعبارة اخرى ان البوتاسيوم لا يلعب دورا في تكوين الترب الملحية.

ثانيا: البحار والمحيطات: ان البحار والمحيطات يمكن ان تساهم مساهمة كبيرة كمصدر للاملاح الذائبة في الترب الملحية في اليابسة وذلك من خلال الطرائق الاتية:

1. عند انسحاب البحر يترك وراءه جزاءا من المياه المالحة التي تتبخر بدورها تاركة وراءها كميات هائلة من الاملاح ويمكن ان ينطبق هذا على ظروف التراكمات الملحية البحرية في وسط وجنوب العراق.
2. لسبب ما في الطبيعة او بسبب فعاليات الانسان يقتطع جزء من البحر وعند تبخر المياه من هذا الجزء تترك وراءها كميات هائلة من التراكمات الملحية مثلا الترب الملحية التي تكونت في هولندا بعد انشاء سد الشمال الكبير الذي اقتطع بواسطته جزء من البحر.
3. انتقال الاملاح من البحار والمحيطات مع رذاذ المياه بواسطة الرياح والعواصف المطرية الى المناطق الساحلية المجاورة للبحار والمحيطات وتتجمع هذه الاملاح مكونة تراكمات ملحية وترب ملحية وان مياه البحر الغنية بالكلوريدات والكبريتات تعتبر من اهم مصادر الاملاح في الاراضي الملحية الممتدة على سواحل البحار.

ثالثا: البراكين: ان كولدسمث يعتبر صاحب وجهة النظر المتضمنة ان البحار والمحيطات تعتبر المصدر الاساسي لبعض الاملاح في اليابسة ، الا انه لم يستبعد دور البراكين في امداد اليابسة بكميات كبيرة من الاملاح الذائبة وذلك بشكل غازات تتراكم لاحقا مكونة ترب ملحية وان لينك وكوسوفج يعتبرون المصدر الاساسي للكلور والكبريت هو البراكين. وان المواد المقذوفة من فوهات البراكين تعتبر العامل الرئيسي في توازن الكلور والكبريت على سطح الكرة الارضية.

وسائل (آليات) نقل الاملاح الى التربة:

يتفق معظم الباحثين على ان اهم وسائل نقل الاملاح هي:

1- الامطار : ان الآلية الرئيسة لنقل الاملاح من البحار والمحيطات هي انتقالها مع قطرات الماء المالحة التي يمكن ان تكون نواة لقطرات المطر او الدقائق الثلجية المتساقطة على اليابسة ويمكن ان تشكل الاملاح المتساقطة بهذه الطريقة كميات كبيرة في كثير من المناطق وخاصة المناطق الساحلية ويمكن تقدير حجم هذه الطريقة ودورها في عملية التملح من خلال تقدير ايون الكلور في التربة وذلك لان هذا الايون يعتبر الايون الرئيسي لاملاح البحار والمحيطات. ان قطرات الماء المالحة يمكن ان تنقل من البحار بواسطة العواصف والرياح بشكل رذاذ عادي على السواحل او بشكل رذاذ مطري بالنسبة

للمناطق الابعد .الا انه يجب عدم المبالغة بدور هذه الطريقة في عملية التملح وتكون الاراضي الملحية وذلك لان كمية الاملاح المتساقطة من الفضاء الخارجي سواء بواسطة الامطار او غير ذلك من الظروف لا تشكل بشكل عام غير 10-25% من كمية الاملاح الناتجة من تجوية الصخور والمعادن.

2- الرياح : تعتبر الرياح احد الطرائق الرئيسية لنقل الاملاح في الطبيعة ، اذ تنقل البلورات الملحية مع الدقائق الترابية اثناء حدوث العواصف من موقع الى موقع آخر وتتجمع هناك مكونة تراكمات ملحية او ترب ملحية . ان نقل الاملاح بواسطة الرياح (Aeolian) تحمل اهمية خاصة في بعض المناطق من العالم ويمكن ان تكون السبب الرئيسي في تراكم الاملاح في مثل هذه المناطق. ان الفضاء الغازي الذي يحيط بالقشرة الارضية يحتوي على نسبة معينة من الغبار ويدخل في تركيب دقائق الغبار الكثير من الاملاح ، وان العواصف تعمل على نقل هذه الدقائق على بعد مئات وبعض الاحيان الاف الكيلومترات.

3- مياه الري (Irrigation water) :ان مياه الري تلعب دورا مهما في تكوين الترب الملحية خاصة الترب المروية التي استخدمت فيها الري لمئات والاف السنين. ويزداد دور مياه الري في تملح الاراضي كلما كانت كمية الاملاح فيها اعلى. ان مياه الري في العراق يمكن ان تضيف سنويا ما يعادل 3 ملايين طن من الاملاح في وسط وجنوب العراق. ان مياه الري الحاوية على 1غم.لتر$^{-1}$ تقوم بنقل 1 كغم.م$^{-3}$ من الاملاح الى المناطق المروية.

4- المياه الجوفية (Ground Water): ان المياه الجوفية تذيب كميات كبيرة من الاملاح اثناء مرورها بالتراكمات الملحية في باطن الارض وكذلك عند تماسها مع الصخور والمعادن وتعتبر المياه الجوفية مصدرا اساسيا للاملاح في وسط وجنوب العراق وذلك بسبب ملوحتها العالية (7-20غم.لتر$^{-1}$) وكذلك قربها من سطح التربة (1-2م).

تاثير ملوحة التربة على نمو النباتات:

تصنف النباتات من ناحية تاثرها بالملوحة الى:

1. النباتات الملحية (الهالوفايت) Halophytes : هي النباتات التي تستطيع النمو بشكل مثالي في الظروف الملحية ، اذ تاقلمت على هذا الوسط من خلال تحور بعض الخصائص التشريحية او المورفولوجية او الفسيولوجية لها لتساعدها على العيش في مثل هذه الظروف وتستطيع التغلب على اثر الضغط الازموزي العالي للاوساط الملحية. وتقسم الى عدة انواع هي:

1- الهالوفايت المجمعة للاملاح: وتشمل هذه المجموعة اكثر النباتات المقاومة للملوحة ، وان خلايا هذه النباتات نفاذة للاملاح ولها القابلية على تجميع الاملاح داخل جسمها.

2- الهالوفايت التي لها القابلية على التخلص من الاملاح: وتتخلص من الاملاح بواسطة غدد خاصة تنتشر على سطح الاوراق اوجسم النبات او خلال سقوط الاوراق التي تجمعت فيها كميات كبيرة من الاملاح ، كما لقسم منها لها القابلية على التخلص من الاملاح بواسطة خلايا الجذور.

3- الهالوفايت غير النفاذة للاملاح: تنمو في ظروف غير عالية الملوحة ، وان خلايا هذه المجموعة اقل سماحا لمرور الاملاح وتقاوم الضغط الازموزي العالي داخل جسمها نتيجة تجمع نواتج عمليات التمثيل الغذائي كالكاربوهيدرات.
4- الهالوفايت المجمعة للاملاح موقعيا: وتجمع الاملاح في مواقع اواجزاء من جسمها مثال ذلك تجميع الاملاح في شعيرات تنموعلى السطح السفلي والعلوي للاوراق.

ان طرائق التاقلم التي تحورت في هذه النباتات يمكن حصرها في انها تتخلص من الاملاح بطريقة ما او ترفع ضغطها الازموزي داخل جسمها لمعادلة اومقاومة الضغط الازموزي الخارجي.

2- النباتات غير الملحية (الكلايكوفايت) Glygophytes :تشمل جميع المحاصيل الزراعية الاقتصادية التي يتاثر انتاجها بالملوحة.

كيفية تاثير الملوحة على النباتات:

وتقسم الى:

أ- التاثيرات المباشرة: التي تؤثر بشكل مباشر عليها وتؤدي الى عرقلة نموها وتقليل انتاجها ، وهذه التاثيرات هي:
1- تاثيرات الضغط الازموزي: يؤدي ارتفاعه في محلول التربة الى عجز النبات من امتصاصه للماء اللازم لفعاليته الحيوية والنتح. وان الضغط الازموزي احد الاسس المستخدمة في الوقت الحاضر لتصنيف النباتات من ناحية تاثرها بالملوحة.

ان النباتات الملحية (المقاومة للملوحة) يمكن تعريفها التي لها القابلية على تنظيم الضغط الازموزي للعصير الخلوي لها من اجل مجابهة التغيرات الازموزية التي تحدث في وسط النمو. وان الفرق بين النباتات الملحية والمتحملة للموحة نسبيا هو ان النباتات الملحية تنستطيع تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها حسب تذبذب مستوى الضغط الازموزي الخارجي وذلك من خلال تجميع وتراكم الاملاح في خلايا جسمها دون التاثر سلبا بهذه الاملاح ، بينما المحاصيل المتحملة للملوحة نسبيا تستطيع تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها لحدود معينة وذلك من خلال تجميع وتراكم المواد العضوية مثل السكريات والبروتينات في خلايا جسمها ومثال على ذلك هونبات الجزر اذ يعتبر ارتفاع مستوى السكريات فيه في الظروف الملحية احد المكونات الاساسية التي يستخدمها لتنظيم الضغط الازموزي داخل جسمه وكذلك نبات الرقي الذي يسلك سلوكا مشابه للجزر في هذا المجال. اما فشل نمو بعض المحاصيل الزراعية في الظروف الملحية فيعود الى عدم امكانية هذه المحاصيل الى تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها.

2- التاثير السمي او النوعي للايونات: من المفيد ان نفصل بين الايونات التي تسبب سمية للنبات وتلك التي تسبب اختلال في التوازن الغذائي قدر الامكان ، اذ ان قسم منها مثل الصوديوم له تاثير سمي على النبات وتاثير على التوازن الغذائي في ان واحد. اذ ان الصوديوم والكلور يسببان حروقا

للاوراق عند بلوغ تركيز الصوديوم اكثر 0.2% في الاوراق وبلوغ تركيز الكلور اكثر من 0.5% وكذلك عنصر البورون الذي يؤثر بشكل سمي عند بلوغ تركيزه في التربة اكثر من 0.5ppm

3- التاثير على التوازن الغذائي في التربة: ان زيادة الملوحة بشكل عام تسبب حدوث نقص في عنصر الكالسيوم في كثير من المحاصيل الزراعية مثل الطماطة والفلفل والكرفس وفي مثل هذه الظروف ينصح باستعمال الرش بمحاليل حاوية على الكالسيوم (مثلا محلول نترات الكالسيوم) على النباتات.
4- التاثير الفسيولوجي للملوحة: ان زيادة الملوحة في التربة تؤثر سلبيا على التوازن الهورموني في النبات ، اذ تسبب انخفاض عمليات النقل من الجذور الى الاوراق وتجميع بعض الحوامض في الاوراق. ان هذه التغيرات تسبب صغر فتحة الثغور وبذلك تقلل من فقدان الماء.
5- تاثير الملوحة على فعالية الانزيمات: ان زيادة الملوحة تسبب ضعف نشاط الانزيمات المسؤولة عن تمثيل البروتين وان ذلك مرتبط بالتاثير النوعي للصوديوم الذي يزداد تركيزه في الوسط الملحي.

ب- التاثير غير المباشر: تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر على النبات من خلال تاثيرها على صفات التربة النامية فيها النباتات ، ومثال على ذلك هو تاثيره في النسبة المئوية للصوديوم المتبادل Exchangeable Sodium percentage (ESP) التي تؤثرعلى الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة من خلال:

1- رفع درجة التفاعل باتجاه القلوية.
2- خفض نفاذية التربة.
3- ضعف بناء التربة.
4- انخفاض حركة الماء بالتربة.
5- وغير ذلك من التاثيرات السلبية.

ان هذه التاثيرات السلبية الناتجة على صفات التربة ستؤثر حتما على نمو النبات بشكل سلبي.

مظاهر تاثير الملوحة على المحاصيل الزراعية:

ان المظاهر الناتجة من تاثير الملوحة على المحاصيل الزراعية كثيرة ومتنوعة وتختلف من محصول الى اخر ومن طور الى طور لذات المحصول. ونوجز هنا اهم المظاهر:

1- فشل عدد كبير من البذور على الانبات وكذلك تاخر في موعد الانبات بسبب عدم كفاية امتصاص الماء اللازم للتشرب والانتفاخ للبذور بسبب ارتفاع الضغط الازموزي في محلول التربة.
2- تؤثر على حجم النبات وتكون النباتات النامية في الظروف الملحية صغيرة الحجم بالمقارنة مع مثيلاتها النامية في ظروف غير ملحية وهذا ما يطلق عليه بظاهرة التقزم بسبب الملوحة وبالطبع ينعكس هذا على الحاصل كما ونوعا. اضافة الى تاثير الملوحة على الاوراق اذ تسبب نقصان في حجم الارواق واحتراق اطرافها وخاصة السفلية منها.
3- تسبب الملوحة امتصاص النبات عناصر لايحتاجه وغير مرغوب بها من قبل النبات وبالتالي تجمعها داخل جسم النبات مسببة الحروق وغير ذلك من الاضرار.
4- لقد لوحظت تغيرات مورفولوجية وتشريحية عديدة على المحاصيل المزروعة في ترب عالية الملوحة نسبيا مثلا:

1- صغر الورقة وقلة عدد الخلايا فيها مع كبر حجم الخلية.

2- زيادة سمك الورقة وصغر فتحات الثغور.
3- زيادة نسبة الازهار الذكرية بالمقارنة مع الازهار الانثوية.
4- تغير لون الورقة الى اخضر مزرق.

تصنيف وتسمية الترب المتاثرة بالاملاح:

تعتبر طرائق التصنيف التالية اكثر الطرائق شيوعا واستعمالا في تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة في العالم وهي:

1- التصنيف الامريكي للترب المتاثرة بالملوحة.
2- التصنيف الروسي للترب المتاثرة بالملوحة.
3- التصنيف الاسترالي للترب المتاثرة بالملوحة.
4- التصنيف المقترح من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية اليونسكو المستعمل في تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة.

التصنيف الامريكي للترب المتاثرة بالملوحة:

اعتمد ثلاث مؤشرات اساسية في تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة وهي:

1- التوصيل الكهربائي.
2- الاس الهيدروجيني
3- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل.

ان اختيار هذه المؤشرات تكمن في مدى تاثير الملوحة والاس الهيدروجيني والصوديوم المتبادل على صفات التربة ونمو النبات ، وبناء على ذلك قسمت الترب المتاثرة بالملوحة الى المجاميع التالية كما في الجدول التالي:

جدول يوضح تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة حسب التصنيف الامريكي

صنف التربة	التوصيل الكهربائي ($ds.m^{-1}$)	الاس الهيدروجيني (pH)	النسبة المئوية للصوديوم المتبادل
غير ملحية	اقل من 4	اقل من 8.5	اقل من 15
ملحية	اكثر من 4	اقل من 8.5	اقل من 15

ملحية قلوية	اكثرمن 4	اقل من 8.5	اكثر من 15
قلوية	اقل من 4	اكثر من 8.5	اكثر من 15

وقد جرى تعديل في تسمية بعض هذه المجاميع ، اذ استبدل مصطلح القلوية (Alkali) بمصطلح الصودية (Sodic) وكذلك اعتبر الحد الفاصل بين الترب غير الملحية والملحية 2 ديسي سيمنز.م$^{-1}$ بدلا من 4 ديسي سيمنز.م$^{-1}$ واستعمل مصطلح نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) بدلا من مصطلح النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP) للدلالة على الصودية ، كما استعملت وحدة النظام العالمي ملي سيمنز. سم$^{-1}$ او ديسي سيمنز.م$^{-1}$ بدلا من ملي موز.سم$^{-1}$. ان الاسباب الموجبة للتعديل على تصنيف الترب المتاثرة بالاملاح حسب التصنيف الامريكي تكمن في الاعتبارات التالية:

- من ناحية استعمال 2 ديسي سيمنز.م$^{-1}$ بدلا من 4 ديسي سيمنز.م$^{-1}$ للتمييز بين الترب الملحية وغير الملحية تكمن في انه وجد عدد كبير من اشجار الفاكهة وبعض المحاصيل الحقلية والخضراوات تتاثر بالملوحة حتى وان كانت الملوحة اقل من 4 ديسي سيمنز.م$^{-1}$

- اما استبدال ESP بـ SAR فهي اسباب تتعلق بمدى دقة التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للصوديوم في التربة.

التصنيف الروسي للترب المتاثرة بالملوحة:

اعتمد المؤشرات الكيميائية والموفولوجية عند تصنيفه للترب المتاثرة بالملوحة. فمن الناحية الكيميائية استعملت المؤشرات التالية:

1- الملوحة معبرا عنها كنسبة مئوية للاملاح القابلة للذوبان من وزن التربة الجافة وتقدر عادة في مستخلص تربة:ماء 5:1
2- التركيب الملحي للاملاح المتراكمة في التربة وتقدر ايضا في مستخلص 5:1
3- النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في الافق B

التصنيف الاسترالي للترب المتاثرة بالملوحة:

اعتمد هذا التصنيف ثلاث مؤشرات لتوصيف الترب المتاثرة بالملوحة وهي:

1- الملوحة معبرا عنها بقيمة النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في التربة.
2- الصودية معبرا عنها بقيمة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل.
3- القلوية معبرا عنها معبرا عنها بقيمة الاس الهيدروجيني في مستخلص 5:1

التصنيف المقترح من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية اليونسكو المستعمل في تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة:

تقسم الترب الى مجموعتين رئيسيتين:

1- ترب السولونجاك: التي تتميز بملوحة عالية الطبقة من 0-125 سم معبرا عنها بالتوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة عند درجة حرارة 25م^0
2- ترب السولونيتس: تتميز بوجود الافق B الصودي ضمن الطبقة العليا من التربة 0-40 سم وتكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل اكثر من 15%.

تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة في العراق:

يعتبر رسل Russel اول من حاول تصنيف الترب المتاثرة بالملوحة في العراق في سنة 1957 معتمدا التسميات المحلية لهذه الترب وقسمها الى:

1- ترب السبخة Sabach Soil:
هي ترب ملحية حاوية على نسب عالية من املاح كلوريدات ونترات الكالسيوم والمغنيسوم والتي لها القابلية على التميؤ لذلك فان سطحها يتصف بالرطوبة واللزوجة واللون الداكن.

2- ترب الشورة Shura Soil:
هي ترب ملحية تتصف بقشرة ملحية بيضاء اللون جافة نوعا ما وذلك لتراكم كمية كبيرة نسبيا من املاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والمغنيسيوم المتميئة
وقد قام بيورنك Buringh سنة 1960 بتصنيف الترب المتاثرة بالملوحة من الناحية البيدولوجية الى:

1- ترب السولونجاك الداخلية: Internal Solonchak
هي ترب غير الملحية في الطبقات العليا ولكنها ملحية في الطبقات السفلى من المقد. وتستطيع النباتات النمو في مثل هذه الترب الملحية وذلك لان طبقة الجذور تعتبر خالية من الاملاح ويعثر على مثل هذه الترب في بعض اجزاء المنطقة الشمالية والوسطى من العراق.

2- السولونجاك الخارجية: External Solonchak:
تعتبر هذه الترب عالية الملوحة وغالبا ما تحتوي على بلورات ملحية بيضاء وتتصف جميع افاق المقد بمستويات عالية من الملوحة الا انه بشكل عام تقل الملوحة مع العمق وتنتشر مثل هذه الترب في وسط وجنوب العراق.

3- السولونجاك الناتجة من الفيضانات Flooded Solonchak:
تتصف هذه الترب بقشرة ملحية بسمك عدة سنتمترات وتغطى هذه الترب بالمياه خاصة بعد سقوط الامطار الا انها تكون جافة خلال الخريف والصيف وتنتشر عادة في منخفضات السهل الرسوبي لنهري دجلة والفراتويكون مستوى الماء الجوفي فيها قريب من السطح.

4- السولونجاك المنتفخة Puffed Solonchak:
تتميز هذه التربة بقشرة ملحية منتفخة وعند السير عليها تغوص فيها القدم بضع سنتمترات وتكون الطبقـــة 5-10سم هشة جدا مكونة من دقائق منفصلة وذات بناء رخو.

5- ترب السبخة Sabach Soloncak:
تتصف بوجود نسبة عالية من الاملاح المتميئة مثل كلوريدات الكالسيوم والمغنيسيوم وكبريتات المغنيسيوم ويكون سطحها رطب ولزج وذو لون داكن وتكون واسعة الانتشار في المناطق التي يكون فيها الماء الارضي مرتفع.

نوعية مياه الري

تعتبر مياه الري احد الموارد الطبيعية والاساسية والمهمة لعدد كبير من بلدان العالم وخاصة تلك الواقعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة التي تعتمد على الزراعة الاروائية بشكل رئيسي. وفي مثل هذه البلدان تعتبر مياه الري العامل المحدد الرئيسي في تطور الزراعة فيها ، لذلك تعتبر نوعية مياه الري المتوفرة من المؤشرات الاساسية التي يجب ان تاخذ بنظر الاعتبار عند التخطيط لاستعمال الموارد المائية في المجالات الزراعية على الامد القريب والبعيد وذلك للاعتبارات التالية:

1. يعتبر الري في هذه البلدان الوسيلة الرئيسية في الاستغلال الزراعي
2. نتيجة للتوسع في رقعة الاراضي الزراعية في العالم وخاصة في هذه البلدان ازدادت الحاجة الى مياه الري واصبح لزاما ان تتقاسم البلدان المتشاطئة على الانهر مصادر مياه الري بشكل معقول اخذين بنظر الاعتبار ليس كمية المياه فقط وانما نوعيتها ايضا
3. بسبب التوسع الكبير في مجالات الصناعة والمجالات المدنية في معظم بلدان العالم فان مياه الري في مناطق عديدة اصبحت عرضة للتلوث بالملوثات الكيميائية والعضوية وغيرها ، لذا يجب وضع معايير للحفاظ على هذا المورد الطبيعي بالاضافة الى ذلك فان كثير من مناطق العالم بدا باستعمال مياه ملوثة في مجال الزراعة والتي يمكن ان تلوث التربة
4. نتيجة للتطور التكنلوجي في طرائق الري والذي لعب دورا كبيرا في زيادة كفاءة الري ، لذلك يصبح اختيار نوعية مياه الري قبل المباشرة باستعمال اي طريقة من طرائق الري من الامور الضرورية في هذا المجال

تاثيرات مياه الري على التربة:

ان ادخال الري في الزراعة يؤدي الى اختلال حالة التوازن التي كانت سائدة بين التربة والنبات والماء ، وذلك بسبب دخول عامل جديد في دورة المياه السائدة في منطقة معينة. ويمكن ان نوجز اهم التاثيرات التي يمكن ان تجري في التربة عند استعمال الري في الزراعة:

1. الملوحة: ان عملية تراكم الاملاح في التربة ترتبط في كثير من الاحيان باستعمال الري في الزراعة وذلك عند عدم اتخاذ الاجراءات اللازمة لمنع ذلك ، ان مياه الري يمكن ان تسبب مشكلة الملوحة في التربة من خلال تاثيرين:
   - التاثير المباشر : من خلال نقل كميات كبيرة من الاملاح الى الاراضي الزراعية
   - التاثير غير المباشر: من خلال رفع مستوى المياه الجوفية في الاراضي الزراعية والتي تؤثر بدورها بشكل اساسي في عملية التملح
2. القلوية والصودية: يمكن ان يؤدي استعمال الري في بعض المناطق الى زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP) في التربة وتطور مشكلة الصودية فيها خاصة عند استعمال مياه ري ذات محتوى عالي نسبيا من الصوديوم.

3. التغير في الصفات الكيميائية للتربة: ان الاستعمال الطويل الامد في الاراضي الزراعية يمكن ان يحدث تغيرات كيميائية عديدة في التربة ومن الامثلة على هذه التغيرات هي:
   (1) تغير الاس الهيدروجيني للتربة
   (2) تشبع معقد التبادل بالكاتيونات
   (3) نقل كميات كبيرة من دقائق الطين والرمل والغرين ودقائق اخرى والتي ستؤثر حتما على الصفات الكيميائية والمعدنية للتربة
   (4) اذابة وترسيب بعض الاملاح وخاصة الكلس والجبس
   (5) تغير ظروف الاكسدة والاختزال
4. التغير في الصفات الفيزيائية للتربة: يمكن ان يحدث الاستعمال الطويل لمياه الري تغيرات في الصفات الفيزيائية للتربة مثال ذلك تاثير مياه الري على نسجة التربة من خلال نقل ترسبات تحتوي على نسب مختلفة لدقائق الرمل والغرين والطين. وكذلك التاثير على نفاذية التربة بشكل مباشر او غير مباشر
5. التغير في الصفات الخصوبية والحيوية للتربة: ان اهم هذه التغيرات هي:
   (1) ان نقل كميات كبيرة من الترسبات الحديثة للترب المروية يزيد من احتياطي العناصر الغذائية في التربة
   (2) تسبب مياه الري غسل بعض العناصر الغذائية من طبقة الجذور الى اسفلها
   (3) يحتمل ان تنقل مياه الري بعض العناصر السمية وملوثة للتربة مثل البورون
   (4) ان استعمال مياه الري يمكن ان يوفر بيئة مناسبة لبعض الاحياء الدقيقة وبيئة غير مناسبة لاحياء اخرى
   (5) ان تغير ظروف الاكسدة والاختزال بالتربة بسبب الري يؤدي الى حدوث تغيرات في جاهزية العناصر الغذائية
6. التغير في الطوبوغرافية: ان الاستعمال الطويل الامد لمياه الري يمكن ان يؤدي الى التغير في التضاريس الموقعية Microrelief في التربة وذلك بسبب الكميات الهائلة من الطمى التي تحملها مياه الري سنويا الى الاراضي الزراعية

العوامل المحددة لصلاحية مياه الري:

ان صلاحية مياه الري لاغراض الزراعة تعتمد على العوامل التالية:

اولا: التربة:

تؤثر التربة في صلاحية مياه الري من خلال صفاتها الفيزيائية والكيميائية ، اذ يمكن ان تكون المياه صالحة لري هذه التربة وغير صالحة لتلك التربة اعتمادا على الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة والتي يمكن ان نوجزها بما يلي:

1- نسجة التربة Soil texture: تؤثر في تحديد صلاحية مياه الري من خلال علاقتها بالنفاذية وحركة الاملاح ، ففي الوقت الذي يمكن فيه استعمال مياه ذات ملوحة عالية نسبيا في الترب الرملية يتعذر استعمالها في الترب الطينية ، اذ تؤدي استعمالها في الترب الطينية الى تراكم الاملاح فيها وتحولها من غير ملحية الى ملحية بينما لايحدث ذلك في الترب الرملية وذلك لقابليتها العالية على مرور المياه والاملاح خلالها باتجاه الطبقات السفلى

2- بناء التربة Soil structure: ان كثير من صفات التربة ذات العلاقة بحركة الماء مثل سرعة الرشح والنفاذية والتوصيل المائي وتكوين القشرة على سطح التربة ترتبط ببناء التربة ، لذلك يؤثر بناء التربة في تحديد صلاحية مياه الري

3- السعة التبادلية الكاتيونية Cation exchangeable capacity : تلعب دورا في تحديد القابلية التنظيمية للتربة بالنسبة للكاتيونات المحمولة مع مياه الري وذلك من خلال عمليات التبادل الكاتيوني التي تجري بين الكاتيونات المتبادلة في التربة ، اذ تقلل الكاتيونات المتبادلة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم من مخاطر الصودية عند السقي بمياه تحتوي على الصوديوم وذلك من خلال امتزاز الصوديوم على سطح معقد التبادل واستبداله بالكالسيوم الذي يعمل على ترسيب الكاربونات التي كانت مرتبطة بالصوديوم

4- وجود الكلس والجبس في التربة Calcite and Gypsum in Soil: يعتبران مصدرا لايونات الكالسيوم في التربة التي تلعب دورا في التقليل من مخاطر الصودية عند السقي بمياه حاوية على تراكيز عالية من الصوديوم . فوجود هذين المركبين وخاصة الجبس (بسبب قابليته العالية نسبيا على الذوبان) يلعبان دورا في تحديد صلاحية مياه الري.

ثانياً المحصول Crop: تقسم المحاصيل من ناحية تحملها للملوحة الى:

- محاصيل حساسة للملوحة
- محاصيل متوسطة التحمل للملوحة
- محاصيل متحملة للملوحة

لذلك فان تقرير مدى صلاحية مياه الري في اي ظرف يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار نوع المحصول الزراعي ، فمياه الري غير الصالحة لري بعض المحاصيل يمكن ان تعتبر صالحة لمحاصيل اخرى.

ثالثاً الظروف المناخية Climatic conditions : في الظروف التي يكون فيها قيمة الاستهلاك المائي عالي نتجنب استعمال مياه ذات ملوحة عالية نسبيا وذلك لان مثل هذه الظروف نحتاج الى كميات مياه ري كبيرة لسد حاجة النبات ومتطلبات التبخر وان هذه الكميات ستنقل معها كميات كبيرة من الاملاح. ان لكمية الامطار الساقطة خلال الموسم الزراعي وخلال توزيعها خلال السنة اهمية ايضا في تقرير مدى صلاحية مياه الري.

رابعاً ادرة الري والبزل Management Irrigation and Driange : ان استعمال طريقة الري المناسبة لكل تربة ولكل محصول زراعي تساعد كثير في تقرير مدى صلاحية مياه الري ، مثلا ينصح باستعمال طريقة الري بالرش في حالة المياه العذبة وذلك لان استعمال المياه المالحة يسبب ضررا كبيرا للنبات بسبب امتصاص الجزء الخضري للاملاح ، بينما يمكن استعمال مياه الري المالحة في الري بالتنقيط فقط في ظروف خاصة.

ان تجهيز الاراضي الزراعية بشبكات بزل فعالة يسمح لنا باختيارات اكثر بالنسبة لنوعية مياه الري ، ففي مثل الظروف يمكن ان تعتبر المياه ذات الملوحة العالية نسبيا صالحة للاستعمال ولكن هذه المياه نتجنب استعمالها في الاراضي غير المجهزة بشبكات بزل.

خامساً نوعية مياه الري Quality of irrigation water: يتم الحكم على نوعية مياه الري من خلال اجراء التحليل الكيميائي وعلى ضوء بعض المؤشرات يقرر صلاحية المياه لاغراض الري.

ان معظم طرائق التصنيف لمياه الري قد اعتمدت المؤشرات التالية لتحديد نوعية مياه الري:

اولا: الكمية الكلية للاملاح الذائبة ذات العلاقة بمخاطر الملوحة

تحتوي مياه الري على كمية من الاملاح الذائبة بشكل ايونات مثلا الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والكبريتات والكاربونات والبيكاربونات ، وتعتبر الكمية الكلية للاملاح الذائبة في مياه الري من المؤشرات الاساسية المحددة لنوعية مياه الري. ويعبر عن الكمية الكلية من الاملاح في مياه الري بمجموع المواد الذائبة الكليـة Total dissolved salts (TDS) والتي يتم تقديرها عن طريق تبخير حجم معين من مياه الري والكمية المتبقية من المواد الصلبة بعد التبخير تعتبر مجموع المواد الصلبة والذائبة في الماء والوحدة المستعملة لها هي (ملغم.لتر$^{-1}$)

ان افضل تصنيف لمياه الري بالنسبة لمخاطر الملوحة هوتصنيف مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية كما مبين في الجدول الاتي:

ت	صنف مياه الري	الرمز	TDS (ملغم.لتر$^{-1}$)	EC (ميكروموز.سم$^{-1}$)	صلاحية المياه
1	مياه ذات ملوحة واطئة	C1	اقل من 200	اقل من 250	صالحة لري كافة المحاصيل وفي معظم الترب
2	مياه ذات ملوحة متوسطة	C2	500-200	750-250	صالحة لري معظم المحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة
3	مياه ذات ملوحة عالية	C3	1500-500	2250-750	لاتستخدم الا بوجود شبكات بزل فعالة ولمحاصيل عالية التحمل للملوحة
4	مياه ذات ملوحة عالية جدا	C4	3000-1500	5000-2250	غير صالحة للري في الظروف الاعتيادية ويمكن استعمالها فقط في حالات معينة مثلا تربة ذات نفاذية عالية جدا وبزل كفوء ولمحاصيل عالية التحمل للملوحة

ملاحظة: 1ديسي سيمنز.م$^{-1}$ =1000 ميكروموز.سم$^{-1}$

ثانيا: التركيب الايوني لمياه الري وخاصة ذو العلاقة بمخاطر الصودية :

بالرغم من ان جميع الايونات في مياه الري تعتبر ذات اهمية في تحديد نوعيتها الا ان التركيز اكثر على ايون الصوديوم باعتباره مصدر خطر للصودية اضافة الى تاثيره السمي المباشر على نمو المحاصيل الزراعية ، لقد اقترحت عدة صيغ للتعبير عن مدى خطورة الصوديوم في مياه الري وان من اهم الصيغ هو مقترح العاملون في مختبر الولايات المتحدة الامريكية مصطلح نسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ratio (SAR) كمؤشر للتنبؤ بخطورة الصوديوم لمياه الري والذي يساوي

$$SAR=\frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg/2}}$$

معبرا عن التركيز بالملي مكافئ /لتر

وايضا حصلوا على علاقة احصائية بين قيمة SAR وقيمة ESP في التربة والعلاقة الاحصائية التي تم الحصول عليها هي:

$$ESP=100(-0.0126+0.01457SAR)/1+ (-0.0126+0.01457SAR)$$

جدول يوضح تصنيف مياه الري حسب نسبة امتزاز الصوديوم في مياه الري

ت	صنف المياه	الرمز	قيمة الـSAR	صلاحية المياه
1	قليلة الصوديوم	S1	10-0	تستخدم لمعظم الترب دون اي مشاكل. ويمكن ان تتاثر بعض المحاصيل الحساسة جدا للصوديوم مثلا اشجار الفاكهة
2	متوسطة الصوديوم	S2	18-10	تسبب بعض المخاطر على بعض الترب وخاصة الطينية عند عدم توفر البزل الجيد والجبس . ويمكن استعمالها في الترب الخفيفة النسجة
3	عالية الصوديوم	S3	26-18	تسبب مشاكل ارتفاع النسبة المؤية للصوديوم في التربة وعند استعمال هذه المياه نحتاج الى ادارة خاصة فيما يتعلق بالبزل الجيد والغسل الجيد واستعمال المصلحات اللازمة لمنع الصودية في التربة . ويمكن استعمالها في الترب الجبسية
4	عالية الصوديوم جدا	S4	26<	غير صالحة لاغراض الري الا في حالات معينة عند توفر كميات كبيرة من الجبس

عند استعمال مياه تحتوي على البيكاربونات بكميات معتبرة فان هذه الايونات ستترسب بشكل كاربونات الكالسيوم وذلك من خلال ارتباط كاربونات الكالسيوم مع البيكاربونات كما في المعادلة الاتية:

$$Ca + 2HCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + CaCO_3$$

ان ترسب الكالسيوم من مياه الري بشكل كاربونات الكالسيوم سوف يؤدي الى تغيير قيمة الـSAR الاصلية لمياه الري والذي سوف ينعكس على قيمة النسبة المئوية للصويوم المتبادل ESP ، لذا من الظروري استعمال دليل التشبع Saturation Index الذي يبين مدى ميل المياه لترسيب الكاربونات عند تماسها مع التربة وتعرضها للتبخر ، ويعرف دليل التشبع بانه الفرق بين قيمة الاس الهيدروجيني الفعلية لمياه الري (pHa) وقيمة الاس الهيدروجيني النظرية (pHc) التي تتصف في المياه عندما تكون في حالة من الاتزان مع كاربونات الكالسيوم

$$\text{Saturation Index} = pHa - pHc$$

فاذا كانت قيمة دليل التشبع موجبة فان ذلك يشير الى احتمال ترسب كاربونات الكالسيوم من مياه الري المستعملة واذا كانت قيمة دليل التشبع سالبة فان ذلك يشير الى ان مياه الري تسبب ذوبان كاربونات الكالسيوم الموجودة اصلا في التربة

تحسب قيمة الاس الهيدروجيني النظرية (pHc) من خلال المعادلة الاتية:

$$pHc = (PK2 - PKc) + p(Ca+Mg) + PAIK$$

اذ ان :

PKc =اللوغارتم السالب لذوبان كاربونات الكالسيوم

PK2=اللوغارتم السالب لثابت تحلل حامض الكاربونيك

P(Ca+Mg) اللوغارتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم في مياه الري

PAIK =اللوغارتم السالب للتركيز المولاري لمجموع تركيز الكاربونات والبيكاربونات في مياه الري

وهناك جداول خاصة لحساب مفردات هذه المعادلة

فاذا كانت قيمة PHc اكثر من 8.4 فهذا يدل على ان مياه الري لها الميل لاذابة الكلس في التربة واذا كانت اقل من 8.4 فهذا يشير الى ان لمياه الري الميل لترسيب الكلس

مثال: مياه الري قيمة الاس الهيدروجني الفعلي لها 7.8 وقيمة P(Ca+Mg)=5.5 وقيمة PK2-PKc=2 وقيمة PAIK=4.3 فهل للماء ميل لترسيب او اذابة الكلس؟

وبناء على ذلك اقترحت قيمة معدلة لقيمة الـSAR اطلق عليها بنسبة امتزاز الصوديوم المعدلة Adjusted SAR ومعادلتها هي الاتي:

$$Adj.SAR = SAR\{1 + (8.4 - PHc)\}$$

وهذه المعادلة تستعمل كدليل على خطورة الصوديوم في مياه الري

خطورة البيكاربونات في مياه الري

ان وجود تراكيز عالية من البيكاربونات في مياه الري تؤدي الى ترسيب الكلس في التربة وبالتالي تؤدي الى تغيير قيم نسبة امتزاز الصوديوم

ان كاربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate RSC هو معيار لتقييم نوعية مياه الري والذي يساوي

$$RSC= (CO3+HCO3)-(Ca+Mg)$$

ويعبر عن التركيز بالملي مكافئ /لتر

فالمياه المحتوية على اكثر من 2.5 مليكافئ /لتر RSC تعتبر غير صالحة لاغراض الري

فالمياه المحتوية 1.25 - 2.5 مليكافئ /لتر RSC تعتبر هامشية

فالمياه المحتوية على 1.25 مليكافئ /لتر RSC تعتبر صالحة لاغراض الري

ثالثا:محتوى العناصر الثانوية التي تسبب مخاطر سمية للنبات

اقترح العاملون في مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية حدودا لتركيز البورون المسموح بها في مياه الري ولمختلف المحاصيل الزراعية ، اذ صنفت الى 3 مجاميع من ناحية حساسيتها للبورون

1- حساسة للبورون مثل اشجار الفاكهة والكروم والحمضيات
2- متوسطة التحمل للبورون مثل البطاطا وزهرة الشمس والشوفان والشعير والذرة
3- متحملة للبورون مثل النخيل والجت والبصل والقرع والجزر.

السيطرة على الملوحة واساليب التعايش معها

ان مفهوم السيطرة على الملوحة (Salinity Control) يتضمن اتخاذ كافة الاجراءات التي تؤدي الى تحقيق الاهداف التالية:

1- ازالة الاملاح من التربة المتملحة او تخفيضها في منطقة الجذور الى المستوى الذي يسمح بنمو مناسب للنبات.
2- منع اعادة تراكم الاملاح في التربة (اعادة التملح Resalinization) في الاراضي التي ازيلت منها الاملاح (المستصلحة Reclaimed Land) وتحقيق توازن ملحي مناسب لنمو النبات.

3- منع تراكم الاملاح في الاراضي غير المتملحة وتحقيق توازن ملحي مناسب لنمو النبات.

ان تحقيق الهدف الاول يتم من خلال تنفيذ برنامج معين يطلق عليه برنامج استصلاح الاراضي الملحية (Reclamation Program) اما الهدفين الثاني والثالث فيمكن تحقيقهما من خلال اتخاذ اجراءات معينة تتعلق بالادارة المناسبة للتربة والمياه والتي تهدف بالدرجة الاساسية الى تحقيق توازن ملحي (Salt Balance) في مقد التربة او طبقة الجذور المناسبة لنمو النبات.

السيطرة على الملوحة في الاراضي المستصلة والاراضي غير المتملحة:

ان تحقيق توازن ملحي للسيطرة على الملوحة او منعها يتم من خلال اتخاذ اجراءات معينة وفي مقدمتها استعمال مفهوم متطلبات الغسل (Leaching Requirement).

استعمال متطلبات الغسل كاسلوب للسيطرة على الملوحة:

ان معظم مياه الري تحتوي على كميات معينة من الاملاح الذائبة بشكل ايونات ، وان معظم الايونات المنقولة بواسطة مياه الري سوف تتراكم في التربة بعد امتصاص جذور النباتات كفايتها لماء الري وجزء بسيط من الاملاح المنقولة والعناصر الغذائية ، وهذه الاملاح سوف تتراكم رية بعد رية الى ان تبلغ حدا او مستوى ربما يعيق نمو النبات لذلك يتطلب الامر غسل هذه الاملاح بواسطة مياه الري ذاتها الى اسفل المنطقة الجذرية تجنبا لخطر الملوحة ويطلق على الكمية الاضافية من ماء الري (اضافة الى الاستهلاك المائي الخاص بكل محصول) التي تعمل على غسل الاملاح المتراكمة الى اسفل المنطقة الجذرية بمتطلبات الغسل Leaching Requirement (LR) ويمكن حساب متطلبات الغسل لكل المحاصيل بصيغ رياضية متعددة.

مثال 1/ محصول زراعي ما ذو استهلاك مائي قدره 1000 ملم/الموسم الزراعي ويتحمل ملوحة تربة 4 ديسي سيمنز/ م ويسقى بماء ذو ملوحة 1 ديسي سيمنز/م وكانت ملوحة التربة في بداية الزراعة 4 ديسي سيمنز/م المطلوب ايجاد عمق متطلبات الغسل اللازمة للحفاظ على التوازن الملحي

$$I=(ECe/ECe-ECiw)E$$

اذ ان:

I= عمق ماء الري

ECe= ملوحة التربة في مستخلص العجينة المشبعة

ECiw= ملوحة ماء الري

E= الاستهلاك المائي

$$I=(4/4-1)1000$$

=1333.3

اذن حجم متطلبات الغسل =1333.3-1000=333.3 ملم

ومعنى هذا ان عمق ماء الري اللازم استعماله لهذا المحصول خلال الموسم الزراعي اكبر من عمق ماء الري اللازم لسد احتياجات المحصول (الاستهلاك المائي للمحصول) بمقدار 333.3 ملم وهذه الكمية الاضافية من ماء الري ضرورية لغسل الاملاح المتراكمة في طبقة الجذور خلال الموسم الزراعي

مثال 2/ محصول زراعي ما يحتاج الى 13 رية وفي كل بعمق 0.1 م ويتحمل ملوحة تربة 3 ديسي سيمنز/م ويسقى بماء ذو ملوحة 1012 ميكروسيمنز/م وكانت ملوحة التربة في بداية الزراعة 4 ديسي سيمنز/م المطلوب ايجاد عمق متطلبات الغسل اللازمة للحفاظ على التوازن الملحي

اساليب التعايش مع الملوحة:

1- اختيار المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة:

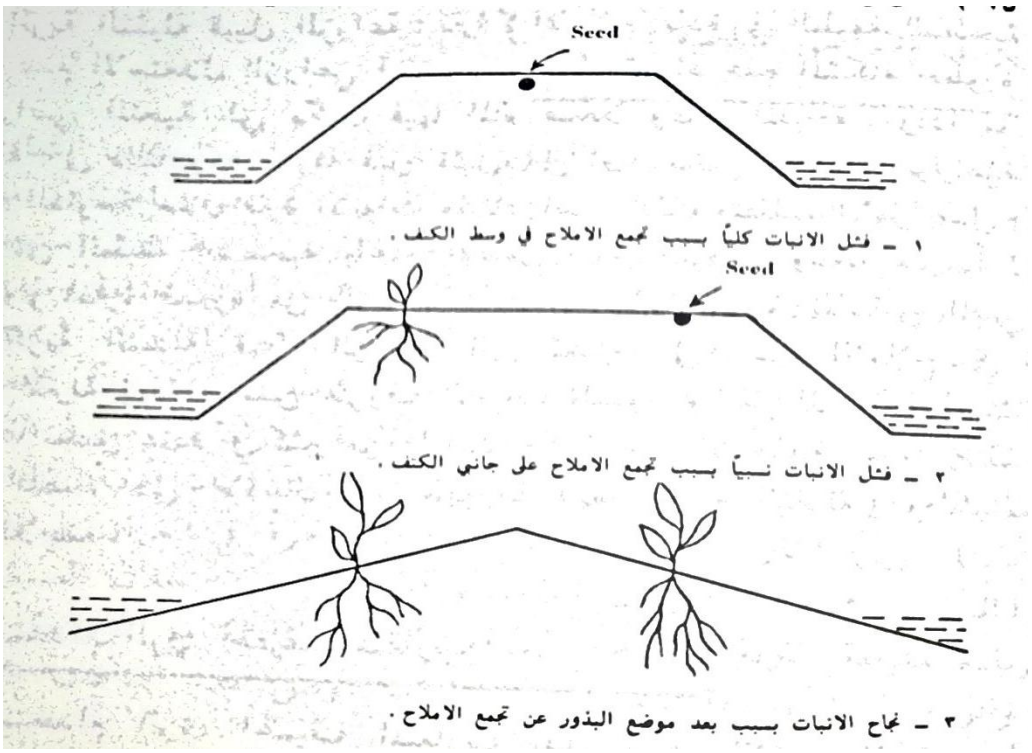
ان مجموعة كبيرة من المحاصيل تتميز بتحمل عالي نسبيا للملوحة. ان معظم بيانات تحمل المحاصيل للملوحة تشير الى ان محاصيل العلف تتميز بتحمل عال نسبي للملوحة لذلك يمكن تحول الاراضي الملحية الى مشاريع انتاج حيواني بدرجة اساسية الهدف منها انتاج العلف الضروري للمشاريع المنشاة عليها. والجدول الاتي يوضح الحاصل النسبي للمحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة عند مستويات مختلفة

المحصول	Ece ds/m									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الشعير	100	100	100	100	100	100	93	86	79	72
الشوندر	100	100	100	100	91	82	75	64	55	46
البروكلي	100	100	98	89	80	71	61	52	43	24
البرسيم	100	97	91	86	80	74	69	63	57	51
التين	100	100	100	100	90	90	85			
اللفت	100	100	100	100	100	100	90			
الزيتون	100	100	100	100	90	85				
الرمان	100	100	100	100	90	85				
العصفر	100	100	100	100	100	100	97	90	85	80
الذرة البيضاء	100	100	100	100	98	90	84	78	70	63
فول الصويا	100	100	99	95	100	80		40	20	0
الحشيش السوداني	100	100	100	100	91	86	60	78	73	69
الحنطة	100	100	100	100	100	100	93	86	79	71

2- الزراعة على المروز:

تستعمل هذه الطريقة في الزراعة على توزيع الاملاح في التربة لصالح النبات ، اذ انه بسبب حركة الماء وتوزيعه داخل السواقي فان الاملاح تتعرض للغسل بعيدا عن منطقة الجذور ، وفي حالة وجود الاملاح بنسبة

عالية في التربة فان وضع البذور في مركز المرز المحصور بين ساقيتين فان ذلك يؤدي الى فشل الانبات بسبب تجمع الاملاح فيها لذا يفضل زراعة البذور في المواقع البعيدة عن تجمع الاملاح.
ان الاستمرار على زراعة الارض الملحية بطريقة المروز بفترة طويلة يعمل على تجميع الاملاح لذلك ينصح بين فترة واخرى استبدال نظام المروز بالاحواض وذلك لتيسير غسل الاملاح من التربة.



3- البذار في الاراضي الملحية:

ينصح بزيادة كمية البذار في الاراضي الملحية بحوالي 1.5-2 مرة بقدر كمية البذار في الاراضي غير الملحية وذلك لتغطية الفشل الذي يحدث في نسبة الانبات في مرحلة الانبات والمراحل اللاحقة لنمو المحصول.

4- الري في الاراضي الملحية:

(1) الرية الثقيلة قبيل الزراعة:

تعمل على غسل الاملاح في الطبقة السطحية للتربة وبذلك نحسن ظروف الانبات للبذور ونمو الشتلات وتطبق في كثير من المناطق على الرغم من اختلاف الهدف نوعا ما وهو القضاء على الادغال بعد ضهورها وذلك بواسطة الحراثة اللاحقة

(2) استعمال الري الخفيف المتقارب:

ان استعمال الري الخفيف المتقارب بدل الري الثقيل المتباعد في المراحل اللاحقة من نمو المحصول يعمل على تقليل تاثير الملوحة ، اذ ان تاثيرها على النبات يزداد بزبادة الجفاف بينما ترتيب التربة بالري المتكرر يعمل على العكس فمع كل رية من الري المتكرر فان الاملاح في الجزء العلوي في طبقة الجذور تغسل بدرجة اشد بالمقارنة مع الاملاح الموجودة في الجزء السفلي.

(3)طريقة الري:

ان اختيار طريقة الري المناسبة للتربة الملحية (الري السطحي او الرش او بالتنقيط) يساعد على السيطرة على الملوحة في الترب الملحية ويجب تبديل طريقة الري عندما توجد ضرورة وذلك بهدف التعايش مع الملوحة اخذين بنضر الاعتبار نوع التربة والمحصول والظروف المناخية.

5- التبوير في الاراضي الملحية: اشارت نتائج ابحاث اجريت في العراق ان التبوير خلال الصيف قد ادى الى زيادة ملوحة التربة في العمق من 0-60 سم بالمقارنة مع زراعة الذرة الصفراء والري بدون زراعة لذلك يوصى بضرورة زراعة الاراضي الملحية والمستصلحة باستمرار من خلال تطبيق دورة زراعية مناسبة. وقد اوصى كثير من الباحثين انه حتى في حالة اضطرارنا تبوير بعض الاراضي خلال الصيف فيجب حراثة هذه الاراضي وذلك للتقليل من تجمع الاملاح في الطبقة السطحية والمنقولة بواسطة الخاصية الشعرية.

6- التسميد في الاراضي الملحية: ان التسميد يمكن ان يلعب دورا في زيادة تحمل المحاصيل للملوحة في الاراضي الملحية ذات مستويات الملوحة غير العالية جدا خاصة اذا كان الاخفاق في نمو المحصول ناتج عن اختلال في تغذية النبات وليس بسبب تاثير الضغط الازموزي الناتج من الملوحة العالية ، لذلك وبشكل عام لا ينصح بالتسميد عندما تكون الملوحة عالية جدا في التربة.

7- التسوية والتعديل: ان تحقيق تسوية جيدة في الاراضي الملحية تساعد على توزيع الماء بشكل متجانس في التربة وخاصة عند الزراعة بالاحواض وبالتالي تساعد على غسل الاملاح بشكل متجانس في الطبقة السطحية ويمنع تكون وانتشار البقع الملحية التي تؤدي الى فشل الانبات ونمو النبات بالاضافة الى تحقيق كفاءة جيدة للري.

8- استعمال اساليب متفرقة: يمكن استعمال عدد من الاساليب الهدف منها زيادة تحمل النبات للظروف الملحية ومثال ذلك تنقيع البذور بمحاليل ملحية او محاليل هورمونية او مواد محفزة او رش المحاصيل النامية في الظروف الملحية بمثل هذه المحاليل وكذلك تعريض البذور لانواع معينة من الاشعاع.

استصلاح الاراضي Soil Reclamation

مفهوم استصلاح الاراضي

يتاثر الانتاج الزراعي كما ونوعا بعدد من العوامل المختلفة والتي تختلف في طبيعة اثرها بحيث يعتبر الانتاج الزراعي في النهاية محصلة لفعل تلك العوامل وما نهيئه من ظروف مناسبة لنمو النبات. ومن الطبيعي ان

التربة وهي الوسط الذي فيه النبات والمصدر لحاجته من الماء والغذاء تمثل مجموعة من العوامل الرئسة المحددة لامكانيات رفع الانتاج الزراعي لذلك فان كل تلف يصيب خواص التربة لابد ان يخفض بنسب ما انتاجيتها عن المعدل الطبيعي. ومن اجل اعادة انتاجيتها الى وضعها الطبيعي لابد لنا من معالجة هذا الضرر وهنا يبرز دور استصلاح الاراضي.

ان الاصل الانكليزي لكلمة الاستصلاح melioration اشتقت اصلا من الكلمة اللاتينية melioration التي تعني تحسين لذلك فان استصلاح الاراضي يعتبر العلم الذي يدرس التحسين الجذري للتربة.

ويقسم استصلاح الاراضي الى قسمين هما الاستصلاح التكنيكي (تقني) الذي يجري فيه تغيير الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة بهدف تحسينها واعتبارها مواد انشائية ، اما الاستصلاح الزراعي للتربة فيهدف الى استغلال التربة كوسط لنمو المحاصيل الزراعية. وبشكل عام يتضمن الارستصلاح الزراعي تنظيم النظام المائي والهوائي للتربة وعلاج مشكلة التعرية وتثبيت الرمال وغير ذلك من الاعمال التي تهدف الى معالجة عيب اوتلف في التربة من اجل رفع انتاجيتها الزراعية.

ان من اهم الاراضي التي تحتاج الى الاستصلاح هي:

1- استصلاح الاراضي المتاثرة بالملوحة
2- استصلاح الاراضي الحامضية
3- استصلاح الاراضي الغدقة وترب المستنقعات
4- استصلاح الترب الرملية
5- استصلاح وادارة الاراضي الكلسية والجبسية

استصلاح الاراضي الملحية Reclamation Of Saline Soils

ان الهدف الرئيس في عملية الاستصلاح هو خفض ملوحة التربة وخاصة في طبقة الجذور الى الحد الذي يسمح بنمو المحاصيل الزراعية بشكل مرضي وذلك بوجود شبكات البزل الفعالة.

يعتبر موضوع استصلاح اراضي الملحية اكثر مجالات الاستصلاح تطبيقا في العالم وذلك لاتساع مساحة هذه الاراضي على سطح الكرة الارضي. يتم استصلاح الاراضي الملحية وفق برنامج هندسي – زراعي يتضمن عدد من الخطوات المتسلسلة والمنسقة والتي يؤدي تنفيذها الى استصلاح متكامل وناجح.

برنامج استصلاح الاراضي الملحية

هو مجمل الفعاليات الهندسية – الزراعية المستعملة في عملية استصلاح الترب الملحية ويتضمن عدد من الاعمال والفعاليات المبرمجة والمنسقة التي تهدف الى خفض ملوحة التربة الى الحد الذي يسمح بنمو المحاصيل الزراعية والسيطرة على مستوى الماء الارضي عند عمق معين وبالتالي تحويل الاراضي الملحية الى اراضي ذات انتاجية عالية.

اهداف استصلاح الاراضي الملحية

1- تخفيض مستوى الملوحة في مقد التربة الى المستوى الذي يسمح بزراعة المحاصيل بشكل جيد وكذلك اعذاب (تحلية) الطبقة السطحية للماء الارضي على الامد البعيد
2- تخفيض مستوى الماء الارضي الى العمق المطلوب بهدف تقليل او منع مساهمة الماء الارضي في عملية التملح
3- تخفيض مستوى الصوديوم المتبادل
4- رفع المستوى الخصوبي للتربة المستصلحة
5- اتخاذ كافة الاجرات للحفاظ على التوازن الملحي للترب المستصلحة ومنع ردة الملوحة Resalinization فيها

تنفيذ برنامج استصلاح الاراضي الملحية

يتم تنفيذه حسب المراحل التالية:

المرحلة الاولى : المسوحات والتحريات الحقلية والمختبرية: وتتضمن ما يلي:

1- الوصف العام للمشروع وموقعه:
يشمل تحديد موقع اراضي المشروع وموقعه على الخارطة ووصف المشروع على الطبيعة من ناحية بعده وقربه من اقرب مدينة وكذلك وصف طرق النقل المتوفرة من المشروع وكذلك وصف المعالم الرئيسة الاخرى مثل المرتفعات والانخفاضات وشبكات البزل الرئيسة المجاورة ومصباتها والابار ومصادر المياه الاخرى المتوفرة القريبة من المشروع كما يبين بعد المشروع عن البحر ان وجد.

2- الظروف المناخية:
يمكن الاستعانة باقرب محطة انواء جوية للحصول على مثل هذه البيانات التي تشمل درجة الحرارة وكمية الامطار الساقطة وسرعة التبخر وسرعة الرياح وغير ذلك من البيانات المناخية على مدار السنة ولسنوات عديدة سابقة ان امكن اذ يستفاد من هذه البيانات في تحديد افضل وقت للغسل ومعرفة مدى مساهمة الامطار في عملية الغسل.

3- الظروف السكانية:
نقصد بذلك كثافة السكان في المنطقة المحيطة بالمشروع والاعمال الحرفية الاساسية لهم وهل لها صلة بالزراعة ام لا وكذلك تحديد مدى توفر الايادي العاملة في هذه المنطقة.

4- الظروف الجيومورفولوجية وانحدار الارض:
يتطلب جمع المعلومات الكافية حول نشوء الارض وتطورها واجزائها الرئيسة وكشف طبيعة وتوزيع هذه الترسبات في المنطقة وعمقها ، حيث يساعد الباحث في معرفة اسباب هذا التوزيع والذي يلعب دورا هاما في تصاميم شبكات الري والبزل. وعلى الباحث ان يسجل ملاحظاته حول درجة انحدار الامشروع واتجاهه وان يصف المرتفعات والمنخفضات والمستنقعات القريبة من المشروع والتي يمكن ان تصلح كمصب عام لشبكة المبازل.

5- الظروف الهيدرولوجية:

ان لمستوى الماء الارضي ونوعيته اهمية كبيرة في تقرير مدى مساهمته في عملية التملح الجارية ، فبالاضافة الى قياس ملوحة الماء الارضي يجب اجراء تقديرات اضافية اخرى له مثال ذلك الـpH والكاتيونات الرئيسة كالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والانيونات السالبة الرئيسة كالكاربونات والبيكاربونات والكبريتات والكلوريدات. يتطلب رصد ومتابعة تذبذب الماء الارضي وملوحته ولتحقيق ذلك يجب حفر عدد من ابار المراقبة للماء الارضي ويجب توزيع هذه الابار في اراضي المشروع لتكون شبكة تغطي جميع اراضي المشروع. ويعتمد عدد ابار المراقبة على مساحة المنطقة المراد استصلاحها وطبيعة اراضيها ويمكن ان يتراوح البعد بين بئر واخر من 50-100 م اعتمادا على المنطقة المراد دراستها وكذلك على مدى استوائها وظروفها الهيدرولوجية ونوعية الاستغلال.

6- الظروف الطوبوغرافية:

من الخرائط التي يجب تهيئتها لعملية الاستصلاح هي الخارطة الطوبوغرافية لتبين مدى استواء سطح التربة وذلك باجراء مسح طوبوغرافي تفصيلي لاراضي المشروع وتثبيت الخطوط الكنتورية لها. ان توزيع الملوحة افقيا وعموديا مرتبط بدرجة كبيرة بتالظروف الطوبوغرافية للمنطقة لذلك فان الربط بين خارطة الملوحة والخارطة الكنتورية سيساعد الفاحص على تبيين دور الطبوغرافية في في عملية التملح الجارية في المنطقة.

7- الغطاء النباتي:

هناك علاقة وثيقة بين الغطاء النباتي السائد وحالة التربة وخاصة ما يتعلق بمشكلة الملوحة ، اذ توجد علاقة دائمية بين المجموعات النباتية السائدة في المنطقة وملوحة التربة وعمق الماء الارضي ، ويمكن استعمال النبات الطبيعي كؤشر للملوحة ، اذ ان وجود ان وجود عدد من الانواع النباتية السائدة في وقت واحد لم يات بطريق الصدفة وانما بسبب الظروف السائدة لمدة زمنية طويلة ، فوجود مجموعة النباتات من نوع الهالوفايت كالطرفاء Tamorix والسلسولا Salsola والعاقول Alhagi تشير الى وجود مستويات ملحية عالية ومتباينة في التربة ، كما ان نوع الغطاء النباتي السائد في المنطقة يعتبر ايضا دليلا لحد ما على عمق الماء الارضي.

8- مصادر المياه وحالة الري:

على الفاحص ان يجري مسحا تفصيليا لمصادر المياه القريبة من المشروع وان يصف هذه المصادر فما اذا كانت انهارا او عيونا او ابارا او قناة ري ، ويجب تبيان مدى توفر هذه المصادر ومدى بعدها عن اراضي المشروع ومدى امكانية الحصول على حصة مائية مستقبلا لسد الاحتياجات المائية لاغراض الغسل والزراعة في الاراضي المستصلحة وتكاليف نقل هذه المياه.

9- المسوحات والاختبارات الخاصة بالتربة:

تشمل ما يلي:

(أ) مسح التربة لتهيئة خارطة ملوحة التربة Soil Salinity Map:

والتي تبين تركيز الاملاح وتوزيعها افقيا وعموديا في التربة وكذلك تبيان وعية الاملاح السائدة ، ويتم ذلك من خلال تجزئة اراضي المشروع الى وحدات متجانسة قدر الامكان وجمع عينات تربة ممثلة لها.

(ب) بناء ونفاذية مختلف افاق مقد (طبقات) التربة:

تعتمد سرعة وحركة ماء الغسل والاملاح على بناء ونفاذية طبقات التربة لذلك يتوجب قياس النفاذية حقليا ومختبريا ولمختلف الطبقات وكذلك قياس غيض التربة حقليا وفي حالة اكتشاف طبقة قليلة النفاذية او صماء فيجب التوصية بأجراء حراثة عميقة او متعامدة وذلك بهدف تكسيرها وتسهيل حركة الماء وغسل الاملاح من مقد التربة.

المرحلة الثانية: الحسابات والتصاميم والقرارات:

تشمل اجراء الحسابات والتصاميم التالية:

1- حجم التسوية المطلوبة:

بناء على المعلومات الماخوذة من الخارطة الطوبغرافية (الكنتورية) يقدر حجم التسوية الخشنة والناعمة المطلوبة والذي هو تقدير حجم الكميات الترابية اللازم حفرها من المناطق العالية ونقلها الى المناطق الواطئة (اعمال القطع والملء).

2- حجم الماء اللازم للغسل:

ان احد متطلبات تحقيق الغسل الناجح هو حساب حجم الماء اللازم للغسل Water Required for Leaching او يطلق عليه بعض الاحيان مقنن الغسل Leaching Norm والذي يعرف بانه حجم الماء اللازم لخفض تركيز الاملاح الاصلية في التربة وحسب العمق المطلوب الى الحد الذي يسمح بنمو النبات بشكل مرضي.

تعتمد قيمة مقنن غسل الترب الملحية على عوامل عديدة منها:

(1) كمية ونوعية الاملاح فيها
(2) نوعية مياه الغسل
(3) الصفات الفيزيائية للتربة وخاصة النسجة
(4) عمق الماء الارضي
(5) الطبقة المراد غسلها
(6) مستوى ملوحة التربة
(7) درجة الحرارة

لقد اقترحت عدة اساليب او طرائق لحساب مقنن غسل الترب الملحية والتي هي:

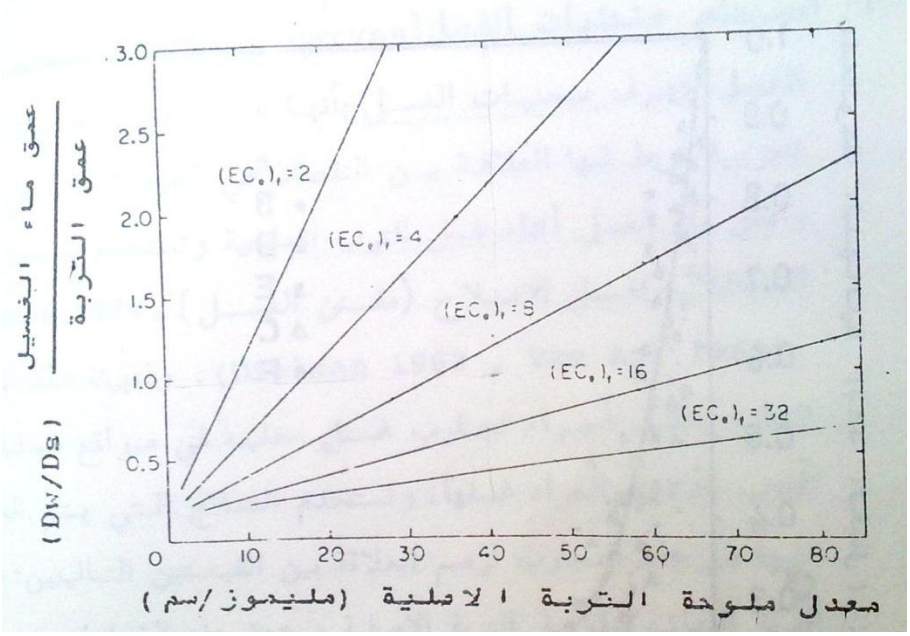
أ- اساليب مشتقاة من الخبرة العملية :

ان المزارعين في بعض دول العالم توصلوا وبناء على الخبرة العملية لتقدير حجم الماء اللازم لازالة الاملاح من التربة الى ان 1 قدم عمق ماء جيد النوعية (30سم) يغسل 80% من كمية الاملاح من طبقة تربة عمقها 1 قدم على ان يكون الغسل بطريقة الغسل المستمر.

ب- استعمال منحنيات الغسل Leaching Curves:

تعرف على انها عبارة عن منحنيات بيانية تجريبية تربط فيها العلاقة بين النقصان في كمية الاملاح في التربة مع عمق ماء الغسل اثناء غسل الترب الملحية وتستعمل لحساب حجم الماء اللازم لغسل الاملاح (مقنن الغسل).

لقد قام Reeveبتحوير منحنى الغسل الذي حصل عليها عند غسل ترب ملحية في الولايات المتحدة الامريكية الى مخطط بياني يسهل حساب مقنن الغسل والمخطط التالي هو مخطط Reeve



مثال:لدينا تربة ملحية معدل الملوحة فيها لعمق 1 م =40 ds/m المطلوب تخفيض الملوحة الى 8 ds/m ليسمح بنمو محاصيل متوسطة التحمل للملوحة.

الحل : نقوم باسقاط خط عمودي من القيمة 80 باتجاه الاعلى الى ان نتقاطع مع قيمة الملوحة المطلوبة والتي هي 8 ds/m ومن نقطة التقاطع نسقط خط عمودي باتجاه المحور الصادي وبالتالي نحصلعلى قيمة مقنن الغسل والتي هي 1.5 م

ت- استعمال المعادلات والصيغ الرياضية:

اقترحت معادلات وصيغ رياضية عديدة لحساب مقنن الغسل للترب الملحية منها احصائية ترتبط بظروف التجربة ونذكر من هذه المعدلات المعادلة المقترحة مقبل Reeve والتي هي

$$Diw/Ds=(ECe)i/5(ECe)f+0.15$$

اذ ان:

Diw= عمق ماء الغسل

Ds= عمق التربة

(ECe)i=ملوحة التربة قبل الغسل

(ECe)f= ملوحة التربة بعد الغسل

ث- استعمال بعض النماذج الرياضية:

استعملت مؤخرا بعض النماذج الرياضية التي تاخذ بنظر الاعتبار حركة الاملاح في طبقات التربة.

3- مواصفات مضخات الماء وقنواة الري الناقلة:

يتم توصيف قنواة الري الناقلة للمياه وكذلك توصيف المضخات اللازمة لضخ مياه الري اذا كام الماء مجهز بالواسطة كذلك يتطلب الامر تخطيط قنواة الري اللازمة وبالاستعانة بالخارطة الطوبوغرافية اذ تمر قنواة الرئيسة بخطوط الكنتور العليا والمبازل الرئيسة بخطوط الكنتور الواطئة.

4- تحديد نظام البزل المناسب:

من الظروري في هذه المرحلة تحديد نوع البزل المناسب للاراضي المراد استصلاحها واتخاذ قرار باتخاذ البزل الافقي Horizontal Drainage او البزل العموديVertical Drainage ، اذ من المعروف ان المبازول الافقية ومنها المبازل المفتوحة والمبازل المغطاة يتحرك فيها الماء تحت تاثير الجاذبية الارضية والانحدار اما المبازل العمودية او مايسمى بعض الاحيان بالبزل بواسطة الابار ويتم فيها حفر بئر في الارض ويركب عليه مضخة لسحب الماء منه. وبشكل عام فان البزل الافقي هو الشائع الاستعمال في معظم الترب المستصلحة ، اذ ان تنفيذ البزل العمودي يتطلب شروط معينة يجب توفرها وهي:

أ- ان تكون الطبقة السفلى للارض ذات نفاذية عالية نسبيا
ب- مقد التربة عميق نسبيا
ت- توفر مصدر رخيص للطاقة

5- تصميم شبكة البزل:

ونقد بذلك تصميم شبكة البزل من ناحية عمق المبازل والمسافة ما بينها وخاصة المبازل الحقلية المغطاة ، ان في تصميم شبكة البزل تستعمل علاقات رياضية معينة تعكس الكمية بين العوامل المتحكمة في حركة الماء في التربة والعوامل هي:

أ- نفاذية مقد التربة والتوصيل المائي لها
ب- درجة الجريان اوتصريف الشبكة
ت- الانحدار المائي المسبب للجريان

6- مواد البزل المغطى ومرشحات البزل:

على المصمم ان يختار ما بين النوعين التاليين من مواد المبازل المغطاة:

أ- انابيب البزل الفخارية والكونكريتية والتي يتراوح اطوالها 30-5- سم وذات قطر 5-10 سم. ان استعمال هذه الانابيب قل حاليا.
ب- انابيب بلاستيكية وتكون اما ملساء فيها شق طولي او بشكل انابيب بلاستيكية خفيفة ومرنة ومجعدة ومثقبة.

كذلك على المصمم ان يختار المواد المرشحة (الفلتر) التي تحاط بها المبازل الحقلية المغطاة من جميع الجهات وذلك لمنع تسرب الغرين او اي مواد عالقة خلال الثقوب الموجودة في المبازل لان هذه المواد قد تسبب غلق الفتحات اواذا نفذت الى داخل الانبوب سوف تترسب وتتراكم مسببة انسداد الانابيب. واكثر المواد المستعملة كمرشحات هو الحصى الذي يكون غطا حول الانابيب بسمك 8-10 سم ويراعى التدرج حسب الحجم عند وضع الحصى حول الفلتر.

7- الوقت اللازم لانجاز عملية الغسل:

بناء على المعلومات والبيانات التي توفرت في الفقرات السابقة يقوم المصمم بتنظيم جدول زمني لانجاز العمليات التحضيرية للاستصلاح من اعمال تعديل وتسوية وشق المبازل وقنواة الري والحراثة والعمليات المتعلقة بغسل التربة والاستزراع ، وان الالتزام قدر الامكان بالجدول الزمني مهم اذ سيتم تجميد الزراعة خلال عمليات الاستصلاح في اراضي المشروع.

المرحلة الثالثة – التنفيذ

يباشر بتنفيذ امال الاستصلاح وحسب التسلسل التالي :

1- انشاء مستلزمات الاستصلاح الاولية:وتشمل مايلي:
- انشاء المباني الازمة لاقامة العاملين وكذلك المباني وورش الصيانة وقاعات المخازن
- انشاء الطرق الرئيسة لتسهيل اعمال النقل وحركة الاليات وسيارات العاملين
- ازالة الغطاء النباتي الكثيفالذي يغطي سطح التربة ان وجد

2- التسوية الاولية:

وتتضمن القيام باعمال التعديل الكبرى اعتمادا على البيانات الطوبوغرافية المتوفرة والتي تشمل قشط المواد الترابية من المناطق المرتفعة ونقاها الى المناطق الواطئة.

3- انشاء قنوات الري وشبكات البزل الرئسة:

يتم اختيار مواقع قنوات الر ي الرئسة وشبكات البزل الرئيسة بالاستعانة بالخارطة الكنتورية ، اذ تمر القناة الرئيسة بخطوط الكنتور العليا ، بينما يمر المبزل الرئيسي بخطوط الكنتور المنخفضة

4- انشاء قنوات الري الفرعية والمبازل الفرعية:

يجب الاستعانة ايضا بالخارطة الكنتورية لتحديد مواقع هذه الشبكات وعلى ذات المنوال الذي جرى بالنسبة للقنوات الرئيسة ، اذ تتجه قنوات الري الفرعية وشبكات البزل الفرعية من خطوط الكنتور العالية الى خطوط الكنتور المنخفضة.

5- التسوية الثانوية:

بعد الانتهاء من شق قنوات الري الفرعية وشبكة المبازل الفرعية تجرى تسوية اخرى يطلق عليها بالتسوية الثانوية Secondary Leveling

6- انشاء قنوات الري الحقلية والمبازل الحقلية:

تتفرع قناة الري الحقلية من قناة الري الفرعية لتكون ساقية او قناة حقلية لكل وحدة زراعية وذلك ليستخدمها المزارع لري المحاصيل الزراعية في هذه الوحدة ، وغالبا ما لاتكون مساحة الوحدة الزراعية بحدود 7.5 هـ ، اما المبازل الحقلية التي تكون مغطاة فتتجه نحو المبازل المجمعة او الفرعية لتصب فيها ضمن كل وحدة اروائية.

ونظرا لاهمية شبكة المبازل الحقلية في تنفيذ عملية الاستصلاح نشير الى بعض الملاحظات التي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند انشاء هذه الشبكة:

- يجب ان يكون الانحدار كافيا عند القاعدة لانسياب المياه الى المبزل الفرعي ويجب ان لايكون المبزل الحقلي طويل جدا.

في العراق ينفذ المبزل الحقلي بمعدل عمق 2 م وعرض 30 سم وطول بحدود 400 م وبانحدار 20-30سم لكل 100 م طول ، ثم يفرش بطبقة من الحصى بسمك 10 سم ويوضع انبوب البزل ويوضع فوق الانبوب 10 سم حصى ثم تضاف المواد الترابية.

- يجب اختبار انابيب البزل للتاكد من صلاحيتها
- يجب الاهتمام بمخرج المبزل الحقلي عند اتصاله بالمبزل المجمع او المبزل الفرعي ، اذ يجب وضع غلاف م الحصى او الكونكريت لمنع انهيار المخرج
- يجب الاهتمام ردم المبزل بعناية للحصول على تربة مرصوصة مشابهة الى تربة الحقل

7- التسوية النهائية:

هدفها هي الحصول على سطح مستو واحد تقريبا لكل وحدة زراعية التي تقسم بدورها الى عدد من احواض الغسل بشرط ان يكون اتجاه التسوية باتجاه الري (موازي للمبازل الحقلية)

يستدل على مدى دقة تسوية احواض الغسل بالمشاهدات التالية:

- انتظام سرعة تقدم المياه في الحوض
- عمق الماء في الحوض لايختلف كثيرا من جانب الى اخر
- ان لاينحسر الماء عن بعض اجزاء الحوض
- عدم جفاف بعض اجزاء الحوض قبل غيرها

8- الحراثة:

تعتبر من الامور المهمة التي يجب اجراءها قبل تنفيذ عمليات الغسل ، ويمكن اجراءها باتجاه واحد اواتجاهين متعامدين وعلى اعماق مختلفة ، وان تنفيذ حراثة جيدة يزيد من كفاءة الغسل وذلك من خلال:

- تحسين نفاذية التربة للماء وبذلك تزيد من سرعة حركة المياه والاملاح خلال التر بة باتجاه المبازل
- تكسير الطبقات الصلدة الموجودة في التربة والمتكونة بسبب استعمال المكننة الثقيلة
- خلط ومزج المصلحات المضافة الى التربة وبذلك تزداد كفاءة هذة المصلحات

في بعض الاحيان ينصح بالحراثة العميقة Deep ploughing قبل بدأ تنفيذ عمليات الاستصلاح ، والهدف هو تكسير الطبقات الصلدة العميقة نسبيا

9- عملية الغسل:

هي اهم عملية في الاستصلاح ويباشر بتهيئة احواض الغسل التي هي عبارة عن اشكال منتظمة مربعة او مستطيلة او دائرية محاطة بكتوف ترابية ارتفاعها 30سم ومن الاسفل حوالي 80 سم مضغوطة لكي تحافظ على مياه الغسل وتعتمد مساحتها على درجة استواء التربة وتجانس سطحها ، وتكون الاحواض ذات مساحة اكبر كلما كانت درجة التسوية اعلى والعكس صحيح ، وتتراوح احواض الغسل 1500 -2500 م2.

ميكانيكية حركة الاملاح اثناء عملية الغسل

ان ميكانيكية حركة الاملاح في التربة تتضمن اذابة الاملاح في مياه الغسل وتوزيعها ضمن مقد التربة ومن ثم تحركها مع مياه الغسل باتجاه المبازل.

ان حركة الاملاح اثناء الغسل تجري بفعل ميكانيكيتين رئيسيتين هما:

1- النقل الكتلي Mass flow:

وتعتبر الميكانيكية الرئيسة لحركة الاملاح في التربة وتتضمن حمل ونقل الاملاح الذائبة مع مياه الغسل وهي مسؤولة بدرجة اساسية عن غسل الاملاح من المسامات الكبيرة غير الشعرية

2- الانتشار Diffusion:

تجري في المسامات الكبيرة والصغيرة للتربة بسبب اختلاف التركيز للموقعين ، اذ تحصل حركة الايونات من التركيز العالي الى الواطئ و ان معدل سرعة الحركة من التركيز العالي الى التركيز الواطئ يتناسب طرديا مع فرق التركيز بين هاتين النقطتين وعكسيا مع المسافة بينهما طبقا لقانون فكس.

طرائق الغسل:

1- الغسل السطحي Surface leaching:

هي عبارة عن اضافة المياه الى احواض الغسل وتبقى مدة من الزمن لاذابة الاملاح ومن ثم ازاحة المياه خارج المزرعة بشكل جريان سطحي.

شروط استعمال الغسل السطحي هو:

- نفاذية التربة واطئة جدا
- محتوى الاملاح في الطبقة السطحية عال جدا بينما في الطبقات السفلى اقل نسبيا
- طوبوغرافية التربة غير منتظمة ويكلف تعديلها وتسويتها مبالغ وجهود طائلة

2- الغسل المستمر Continuous leaching:

عبارة عن غمر التربة بالمياه باستمرار مع المحافظة على ارتفاع ثابت لعمود المماء فوق سطح التربة لحين انخفاض ملوحة التربة الى الحد والعمق المطلوبين.

شروط استعمال الغسل المستمر:

- التربة ذات نفاذية جيدة
- ماء ارضي ضحل ذو ملوحة عالية
- سرعة تبخر عالية

3- الغسل المتقطعIntermittent leaching:

عبارة عن اضافة مياه الغسل بكمية تكفي فقط لاذابة الاملاح القابلة للذوبان في التربة ويتوقف بعد ذلك لمدة زمنية يطلق عليها مدة راحة (حوالي 1-3 اسابيع) بعد ذلك يتابع باضافة مياه الغسل بمدد زمنية متاقبة تفصل بينها مدد راحة.

شروط استعمال الغسل المتقطع:

- تربة ذات نفاذية واطئة
- ماء ارضي عميق ذو مستوى دون العمق الحرج
- ملوحة الماء الارضي ليست عالية
- في المواسم التي تكون سرعة التبخر ليست عالية

4- الغسل بالرش Springler leaching:

تستعمل بعض الاحيان الغسل بالرش كاسلوب تقني جديد وان نتائج بعض التجارب اشارت الى امكانية استعمال هذه الطريقة بنجاح خاصة في الترب القليلة والمتوسطة الملوحة.

موعد الغسل:

يفضل تنفيذ عمليات الغسل بشكل عام خلال الشتاء في ظروف العراق ومعظم البلدان الواقعة في المناطق الجافة وذلك للاسباب التالية:

1- توفر المياه مقارنة بالفصول الاخرى
2- سرعة التبخر قليلة
3- مستوى الماء الارضي عميق نسبيا خلال الخريف وبداية الشتاء

ولكن تستثنى الترب التي تحتوي على مستويات عالية من ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 لان قابلية ذوبان هذا الملح تقل عند انخفاض درجات الحرارة (دون 10 م^{o}).

كفاءة الغسل Leaching efficiency:

يقصد بها تخفيض ملوحة التربة المراد غسلها باقل كمية من مياه الغسل وباقصر مدة زمنية ودون حدوث اي تعقيدات جانبية سلبية على صفات التربة خلال او بعد انجاز عملية الغسل.

العوامل المؤثرة على كفاءة الغسل:

1- الاجراءات الاولية قبل الغسل:
تلعب اعمال التعديل والتسوية والحراثة دورا مهما في زيادة كفاءة الغسل ، فالتسوية تؤدي الى توزيع متجانس للمياه فوف سطح التربة وبالتالي تحقيق غسل كفوء ومتجانس والحراثة العميقة والجيدة تعمل على تكسير الطبقات الصماء وتفتيت الكتل الكبيرة وبذلك تسهل حركة المياه خلال التربة الامر الذي يرفع من كفاءة الغسل.

2- اجراءات فيزكيميائية:
الترب الحاوية على نسبة عالية من المعادن الطينية المنتفخة او الترب الحاوية على نسبة عالية من ملح كاربونات الصوديوم ، تغسل مثل هذه الترب بمياه حاوية على املاح 5-10 غم/لتر مما يشجع التربة على تجميع الغرويات ثم تغسل بمياه عذبة وبالتالي تزداد كفاءة الغسل .

3- طريقة اضافة مياه الغسل:
مياه الغسل يجب ان لا تعطى بدفعة واحدة وانما بشكل دفعات تقدر كل دفعة حوالي 1500-200 م3/هـ ، وان غسل الترب الملحية بسرعة بطيئة (ارتفاع واطئ نسبيا لعمود الماءفوق سطح التربة) يزيد من كفاءة الغسل.

4- نوعية مياه الغسل:
كلما كانت مياه الغسل اقل احتواءا على الاملاح كلما كانت قابليتها على الغسل اعلى وكلما كانت محتواها من الكاتيونات الثنائية (الكالسيوم والمغنيسيوم)اعلى كانت كفائتها اعلى في الغسل.

5- كمية ونوعية الاملاح في التربة:
الترب الملحية الحاوية على كميات معتبرة من الجبس والكاتيونات الثنائية تكون كفاءة غسلها اعلى بالمقارنة مع الترب الملحية الخالية من الجبس والحاوية على كاتيونات احادية مثل الصوديوم ، كما ان الترب الحاوية على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل تقل كفاءة غسلها.

6- دور مصلحات التربة:
بالرغم من ان دور المصلحات الكيميائية والعضوية في كفاءة غسل الترب الصودية واضح جدا ، ويعتبر اضافة المصلحات الى هذه الترب شرط اساسي لاستكمال استصلاحها ، الا ان دور المصلحات في كفاءة غسل الترب الملحية لا يزال غير واضح. فعدد كبير من الباحثين يعتقدون انه بسبب احتواء الترب الملحية كمية كبيرة نسبيا من الجبس والكاتيونات الثنائية التي تلعب دورا في نجاح غسل الترب الملحية فانه لاتوجد حاجة لاضافة المصلحات الى الترب الملحية ولا يوجد لها تاثير واضح في كفاءة الغسل.

7- شبكات البزل:

ان اعماق ومسافات شبكة المبازل المصممة يمكن ان تؤثر على كفاءة غسل الترب الملحية ، كما ان موقع البزل بالنسبة الى الترب الملحية يؤثر على كفاءة الغسل.

المؤشرات المستعملة لتقييم استكمال عملية الغسل:

1- تحليل عينات رواشح اعمدة التربة او مياه المبازل

يتم تحليل الرواشح المائية الرشحة من اسفل اعمدة التربة في حالة استعمال اعمدة التربة واللايسوميترات او تحليل مياه المبازل في الظروف الحقلية.

2- تحليل عينات التربة قبل وبعد انجاز عملية الغسل

ويتطلب ذلك جمع عينات ترابية من الافق ذاته قبل وبعد الغسل وتحليل مستخلص العجينة المشبعة لها او اي مستخلص مائي.

فوائد الغسل مع الزراعة:

1- تسهيل عملية المعالجة وتقصير مدة الاستصلاح وتوفير دخلا اقتصاديا
2- اجراء عملية الحراثة وقلب المحاصيل المزروعة يفيد عملية الغسل وذلك لان الحراثة تعمل على تفكيك الترب وتحسن نفاذيتها وقلب المحاصيل تزيد من احتياطي المواد العضوية
3- يعمل نمو الجذور على تكوين انفاق وتحسين تجمع دقائق التربة
4- تنفس جذور المحاصيل وتحلله لاحقا يتحرر منه غاز ثاني اوكسيد الكاربون مكونا مع الماء حامض الكاربونيك والذي بدوره يزيد من ذوبان الكلس وبذلك يزيد جاهزية الكالسيوم في التربة
5- زيادة في المادة العضوية في التربة
6- تعمل المحاصيل النامية على تكوين ظل وبالتالي تقلل من شدة التبخر

استعمال المياه المالحة في غسل الترب الملحية

يمكن استعمال مياه البحر او مياه المبازل في غسل الترب الملحية او الملحية الصودية بنجاح ولكن هناك شروط وهي:

1- يجب ان تكون ملوحة ونسبة امتزاز الصوديوم للمياه اقل مما عليه في التربة المراد استصلاحها
2- استعمال اسلوب التخفيف التدريجي لتركيز الاملاح ونسبة امتزاز الصوديوم لهذع المياه لغاية الوصول الى التركيز الاقل ثم الانتقال الى استعمال المياه العذبة
3- يجب ان تكون نسبة الكاتيونات الثنائية (الكالسيوم والمغنيسيوم) الى المجموع الكلي للكاتيونات في المياه اكثر من 30%

المرحلة الرابعة / الاستزراع

مرحلة الاستزراع تعتبر المرحلة الاخيرة في برنامج استصلاح الترب الملحية لذا لها اهمية خاصة من ناحية مستقبل هذه الاراضي من النواحي الاقتصادية والفنية لذا يتطلب الامر اشراف فني منظم من قبل الدوائر ذات العلاقة واذا كان لابد من تسليم الاراضي الى المزارعين والمستثمرين فيجب توجيههم وتثقيفهم بطبيعة مرحلة الاستزراع واهميتها.

الشروط الواجب اخذها بنظر الاعتبار في مرحلة الاستزراع

1- الاهتمام بالتسميد العضوي والكيميائي لان الترب المغسولة فقيرة جدا بالمغذيات
2- زراعة محاصيل متحملة نسبيا للملوحة والتغدق ثم الانتقال تدريجيا الى محاصيل اقل تحملا
3- اختيار دورات زراعية استصلاحية مناسبة وتتضمن:
   - محاصيل زراعية متحملة للملوحة نسبيا
   - محاصيل محبة للماء
   - محاصيل بقولية تقلب مع الحراثة في التربة
   - ذات مردود اقتصادي

استصلاح الاراضي الكلسية

تعرف الترب الكلسية بشكل عام انها التربة التي تحتوي على كمية كبيرة نسبيا من كربونات الكالسيوم و كربونات المغنيسيوم والدولومايت ذات الدقائق الناعمة التي تؤثر سلبا على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والخصوبة، وبالتالي تؤدي الى خفض انتاجيتها. ويتحدث كثيرا اختيار المحاصيل الزراعية في مثل هذه الترب. و يمكن تشخيص الترب الكلسية حقليا ومختبريا بسهولة، وذلك بمعاملة عينة منها مع حامض

الهيدروكلوريك، حيث ينتج من ذلك فوران وازيز، بسبب تفاعل الحامض مع الكربونات المترسبة وتحرر ثاني اكسيد الكربون.

ويمكن ان توجد الكربونات المترسبة في مقد التربة بصورة عديدة، فاما ان توجد في صورة حبيبات صغيرة جدا اقل من واحد ملم موزعة على المقد كله، او توجد بصور التجمعات تتركز في مواقع معينة من المقد، وتكون اما بشكل منفرد او مخلوط مع حبيبات التربة تاخذ شكل العروق، حيث تملئ فجوات التربة او بشكل كتل هشة بيضاء اللون يطلق عليها بالعيون البيضاء.

من الناحية المورفولوجية تشخص الترب الكلسية في بعض الاحيان بمقد يحتوي على الافق الكلسي الذي يقع تحت سطح التربة على عمق ما، هو يحتوي على كمية عالية من الكربونات بحيث تكون اكبر من كميتها بالافق الذي تحته والافق الذي فوقه.

تنتشر الترب الكلسية انتشارا واسعا في المناطق القاحلة والتي تتوفر فيها الظروف التالية:

1- مادة الاصل كلسية (صخور كلسية) او تحتوي على الكلس بنسبة عالية
2- المناخ السائد في المنطقة جاف في اغلب فصول السنة والامطار المتساقطة قليلة و لا تزيد عن 500 ملم سنويا. ومثل هذه الكمية من الامطار غير كافية لغسل الكربونات من مقد التربة.

مصادر الكلس في التربة:

1- مادة الاصل في التربة
2- الترسبات المنقولة هوائيا، اما ان تكون بشكل كربونات الكالسيوم او بشكل املاح كالسيومية تتفاعل بعد تراكمها مع حامض الكربونيك في التربة لتكوين الكربونات
3- ترسب الكربونات من المياه الارضية الصاعدة خلال مقد التربة
4- تحلل بقايا المواد النباتية وتكوين كربونات الكالسيوم
5- الترسبات الكلسية المنقولة مع مياه الري

يمكن اعتبار جميع الترب العراقية ترب كلسية تقريبا، وذلك لان معظمها متطور من صخور كلسية، حيث ان سلسلة جبال طوروس و زاكروس التي تفصل العراق عن تركيا وايران تتكون من صخور كلسية، اضافة الى ذلك فان المناخ الجاف السائد في معظم اجزاء العراق يساعد كثيرا على تجمعات و ترسب الكلس من مياه الري والمياه الجوفية. وبشكل عام يتراوح محتوى الترب العراقية من الكلس من 15 الى 35% وتختلف التربة

بمحتواها من الكلس من منطقة الى أخرى. وبشكل عام يتوزع الكلس بشكل متجانس في مقدم التربة الكلسية في العراق مع زيادة طفيفة في النسبة المئوية للكلس في الافاق او الطبقات السفلى من المقد والقريبة من مستوى الماء الارضي مع استثناء بعض الترب الشمال، حيث تتراوح النسبة المئوية لكلس في الطبقة السطحية حوالي 2 الى 7% ثم تزداد بشكل كبير مع العمق.

اما من ناحية مصادر الكلس للترب العراقية فيعتقد ان معظم كربونات الكالسيوم فيها قد نقلت مع مياه دجلة و الفرات وروافدهما بشكل دقائق ناعمة من اعالي الشمال وترسبت وتجمعت مع دقائق التربة الاخرى في السهل الرسوبي.

كما ان هناك احتمال ان قسم من الكربونات في التربة قد ترسبت من المياه الجوفية صاعدة خلال التربة، خاصة في المناطق ذات المياه الارضية الضحلة و الحاوية على الكالسيوم والبيكربونات، وذلك عند بلوغها حد الاشباع. اضافة الى ذلك هناك احتمال ايضا لترسب الكربونات من مياه الري بعد اتحاد الكالسيوم بايونات البيكربونات وطبقا للتفاعل التالي وذلك بعد تعرضها للتبخر ووصول حد الاشباع بالنسبة الكربونات الكالسيوم

$$Ca + 2HCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$

خاصة وان معظم مصادر المياه في العراق لها القابلية على ترسيب الكالسيوم عند توفر الظروف المناسبة.

نظام الكربونات في التربة

تتكون الكربونات المترسبة في التربة من كربونات الكالسيوم مع كمية ضئيلة من الدولومايت $CaMg(CO_3)_2$ المكنسايت $MgCO_3$. وتشكل كربونات الكالسيوم سيادة ما بين هذه الكربونات.

تعتبر كربونات الكالسيوم مكون قليل الذوبان، حيث لا تزيد قابلية ذوبانه عن 0.031 غم/لتر، وعند وجود وفرة من حامض الكربونيك في المحلول، فان درجة الذوبان ترتفع الى 0.06-0.14 غم/لتر، نتيجة تكون بيكربونات الكالسيوم حسب المعادلة التالية:

$$CaCO3 + H2CO3 \rightarrow Ca(HCO3)2$$

كما ان قابلية ذوبان هذا المركب يرتبط بدرجة تفاعل الوسط الذي توجد فيه، حيث تزداد كلما قل درجة تفاعل الوسط

جدول يوضح العلاقة بين قابلية ذوبان كاربونات الكالسيوم ودرجة تفاعل المحلول

ت	pH المحلول	ذوبان كاربونات الكالسيوم غم/لتر
1	6.21	19.30
2	6.50	14.40
3	7.12	7.10
4	7.85	2.7
5	8.60	1.10
6	9.30	0.82
7	10.12	0.36

ويعتبر محلول كربونات الكالسيوم قاعد التفاعل الذي ينعكس بدوره على درجة تفاعل الترب الكلسية، وتعتمد درجة قاعديته على مستوى غاز ثاني اكسيد الكاربون.

طبيعة وخصائص الترب الكلسية

تعتبر الترب الكلسية و بسبب احتوائها على كمية كبيرة من الكاربونات ذات طبيعة خاصة و تتصف بصفات معينة وهي:

1- تحتوي على كمية كبيرة من الكربونات المترسبة ويعتمد تأثير الكلس على صفات التربة على نسبة المئوية للكلس في التربة، وقد اعتبرت النسبة المئوية للكلس 5% الحد الفاصل بين الترب الكلسية وترب غير الكلسية. وتقسم التربة الكلسية الى درجات حسب محتواها من الكلس وبالشكل التالي

ت	الدرجة	محتوى التربة من كاربونات الكالسيوم (%)
1	تربة غير كلسية	اقل من 5
2	تربة كلسية خفيفة	15-5
3	تربة كلسية متوسطة	35-15
4	تربة كلسية	55-35
5	تربة كلسية شديدة	75-55
6	تربة كلسية شديدة جدا	اكثر من 75

2- يلاحظ نقص واضح في قابلية التربة للاحتفاظ بالماء و خاصة عند زيادة الشد، وبشكل عام ان منحنيات الشهد الرطوبي في الترب الكلسية تشبه لحد ما منحنيات الشد الرطوبي في الترب الرملية.

3- تتصف معظم التربة الكلسية بوجود طبقة صلدة في السطح او تحت السطح على عمق معين، وذلك عندما تكون نسبة الكلس عالية جدا في تلك الطبقة.
4- تكون قشرة صلبة على سطح التربة خاصة عند الجفاف بعد الري، وتكون مثل هذه القشرة يتم من خلال سلسلة من العمليات الفيزيائية.
5- من الناحية الكيميائية فان الترب الكلسية وبسبب احتوائها على نسبة كبيرة من الكلس تتصف بدرجة تفاعل قاعدية (7.8-8.2).
6- تتصف التربة الكلسية بشكل عام في انخفاض قيمة السعة التبادلية الكاتيونية. وتتراوح 3.20-30 ملي مكافئ/100غم تربة. ولوحظت علاقة عكسية بين قيم السعة التبادلية الكاتيونية والنسبة المئوية للكلس في الترب العراقية.
7- تتصف هذه الترب بسعة تنظيمية عالية ضد الحامضية، وذلك بسبب احتوائها على كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم
8- تعتبر هذه الترب من الناحية الكيميائية مشبعة بكاربونات الكالسيوم، وتعتبر ايونات الكالسيوم الايونات السائدة في محلولها وعلى سطوح معقد التبادل فيها، ويستثنى من ذلك الترب الكلسية الملحية
9- وبسبب تواجد هذه الترب في الظروف الجافة، فانها قليلة المحتوى من المادة العضوية وبعض العناصر الغذائية كالنيتروجين.
10- تتصف هذه الترب بقابلية عالية على تثبيت عدد من العناصر الغذائية كالفسفور وبعض العناصر الصغرى كالزنك والمنغنيز والحديد والنحاس والبورون، وذلك بسبب درجة التفاعل القاعدية وتوفر كمية كبيرة نسبيا من الكالسيوم ووجود دقائق كربونات الكالسيوم نفسها.

مشاكل التربة الكلسية

بالرغم من انه لا توجد اتفاق عام على النسبة المئوية للكلس التي تبدا عندها مشاكل الترب الكلسية، الا ان الملاحظ ان المشاكل الكيميائية تبدا بالظهور عند النسب الواطئة من الكلس في التربة، وتظهر المشاكل الفيزيائية والمائية في التربة عند النسب العالية نسبيا من الكلس. ويعتقد ان المستويات الواطئة من الكلس ربما لها تأثيرات ايجابية على الصفات الفيزيائية للتربة كالبناء التربة والنفاذية للماء وغيرها.

ظهر ان التأثيرات السلبية للكلس على صفات التربة ونمو النبات تلاحظ عندما تكون النسبة المئوية للكلس في التربة اكثر من 25% .

ان اهم المشاكل الفيزيائية والكيميائية والخصوبة في التربة الكلسية هي:

1- ان منحنى الشهد الرطوبي للترب الكلسية يشبه لحد ما من الناحية السلوكية منحنى الشد الرطوبي في التربة الرملية. وهذا يعني ان قابلية الترب على الاحتفاظ بالماء واطئة، وخاصة عند الضغوط العالية نسبيا، ويتطلب ذلك توجه عناية خاصة عند ري هذه الأراضي، وذلك لتجنب حدوث الجفاف فيها

2- ان عملية تكون قشرة صلبة على سطح التربة الكلسية تعتبر من المشاكل الرئيسية في هذه الترب، وذلك لتاثيرها في اعاقة الانباط للبذور و في نمو النبات، مما يسبب خسارة كبيرة في انتاجية المحاصيل الزراعية المزروعة في هذه الترب.

3- ان وجود طبقة كلسية صماء سواء في الطبقة السطحية او في احد طبقات المقد في بعض الترب الكلسية، يعتبر ايضا من احد المشاكل الكبيرة فيها، لان وجود مثل هذه الطبقة يعيق حركة الماء والهواء، كذلك تغلغل الجذور خلالها.

4- بالرغم من ان وجود كربونات الكالسيوم في التربة ليس له تاثير ازموزي على النبات، وبذلك فان كربونات الكالسيوم كملح ليس لها تاثيرات سلبية على كثير من المحاصيل الزراعية، الا ان بعض المحاصيل الزراعية المعتادة على النمو في الترب الحامضية الاستوائية وشبه الاستوائية (مثل الكاكاو والقهوة والموز والشاي وبعض انواع الحمضيات) تكون حساسة للترب الكلسية، وبذلك يحصل نقص في كمية ونوعية هذه المحاصيل عند زراعتها في هذه الترب، الامر الذي ينعكس على محدودية اختيار المحاصيل الزراعية في الترب الكلسية

5- ان درجة التفاعل العالية السائدة في هذه الترب والمصحوبة بوجود وفرة من ايونات الكالسيوم فيها مع وجود كمية كبيرة من دقائق كربونات الكالسيوم، تؤدي الى خفض جاهزية عدد من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى مثل الفسفور والزنك والحديد والمنجنيز والبورون وتتعرض عناصر اخرى الى الفقد في هذه الترب مثال ذلك النيتروجين. ونشير هنا الى بعض هذه المشاكل ذات العلاقة بتغذية النبات في هذه الترب وهي:

أ- مشكلة تثبيت الفوسفات في الترب الكلسية:

تعتبر مشكلة تثبيت الفوسفات في الترب الكلسية من المشاكل الرئيسية ذات العلاقة بخصوبة هذه الترب، حيث تعاني الاسمدة الفوسفاتية المضافة الى الترب الكلسية من تحولات عديدة يتحول الفوسفات بموجبها الى صيغة اقل ذوبانا من الصيغة المضافة، وذلك من خلال

الترسيب الكيميائي وامتزازها على سطوح الكربونات. مثال ذلك عند اضافة سماد السوبر فوسفات الى هذه الترب تتحول الفوسفات الى صيغ قليلة الذوبان والجاهزية وطبقا للتفاعلات التالية:

$$CaH_2PO_4 + 2Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaHPO_4 + 2H_2CO_3$$

$$CaH_2PO_4 + 2Ca(HCO_3)_2 \rightarrow Ca_3PO_4 + 4H_2CO_3$$

وقد بعض نتائج الأبحاث ان حوالي 80 الى 90% من الفوسفات المضافة الى التربة الكلسية يمكن ان تثبت في التربة.

ب- بسبب ارتفاع درجة تفاعل الترب الكلسية فان عدد من العناصر الغذائية صغرى كالزنك والحديد والمنجنيز والنحاس والبورون تصبح اقل جاهزية للنبات في هذه الترب. كما يعتقد انه من المحتمل ايضا ان تمتز هذه العناصر على سطوح كاربونات الكالسيوم بشكل مباشر وتثبت. لذلك غالبا ما يلاحظ علامات نقص هذه العناصر على النباتات النامية في الترب الكلسية.

ت- من المشاكل ذات العلاقة بتغذية النبات والتي نلاحظها كثيرا في الترب الكلسية هي مشكلة فقدان الامونيا عند تسميد الاراضي الكلسية بالاسمدة النيتروجينية الحاوية على الامونيا وكذلك اليوريا، وسبب ذلك حسب ما يعتقد هو تكون كاربونات الامونيوم القابلة للتحلل واطلاق الامونيا نتيجة لذلك.

6- ان تشبع محلول التربة ومعقد التبادل في الترب الكلسية بالكالسيوم غالبا ما يؤدي ذلك الى حدوث حالات اختلال في التوازن الغذائي بين الايونات الموجبة الضرورية للنبات، مثال ذلك حدوث اختلال في التوازن الغذائي بالنسبة للبوتاسيوم، وذلك بسبب النسبة العالية للكالسيوم:البوتاسيوم السائدة في الترب الكلسية، واحتمال حدوث اختلال في التوازن الغذائي بالنسبة للمغنيسيوم، وذلك بسبب النسبة العالية للكالسيوم : المغنيسيوم ايضا في هذه الترب، خاصة وان الحقائق العلمية تؤكد ان قابلية امتصاص العنصر الغذائي لا يعتمد على كميته المطلقة وحسب، وانما على النسبة بين العناصر الغذائية

7- انخفاض قيم السعة التبادلية الكاتيونية في الترب الكلسية تسبب خفض قابلية هذه الترب على الاحتفاظ العناصر الغذائي.

8- تعتبر الترب الكلسية فقيرة بالمادة العضوية وكذلك بالنيتروجين وكثيرا ما نلاحظ ان مستوى النيتروجين في هذه الترب دون الحد الحرج بكثير، لذلك فان هذه الترب تعاني ايضا من مشاكل ذات علاقة بتغذية النبات بالنيتروجين. كما تعاني هذه الترب بضعف القابلية على الاحتفاظ بالمادة

العضوية وتراكمها، وذلك بسبب الظروف المناخية التي تكون سائدة في المناطق التي توجد فيها هذه المناطق التي تجعل من سرعة انحلالها.

معالجة مشاكل الترب الكلسية

كان يعتقد ان استصلاح الترب الكلسية يمكن ان يتم من خلال ازالة الكلس من التربة، وكما هو الحال بالنسبة للترب الملحية التي يتم استصلاحها بازالة الاملاح الذائبة منها. وتتم ازالة الكلس من التربة وذلك بمعاملتها باحد الحوامض، ويطلق على مثل هذه العملية Acidification . ولكن تبين ان نتيجة التجارب و المحاولات العديدة في هذا المجال، ان هذا الاسلوب غير مجدي وخاصة للترب الكلسية التي تحتوي على اكثر من 5% من الكلس، حيث تصرف هذه الترب بسعة تنظيمية عالية جدا، اضافة الى ذلك ان مثل هذه الطريقة تعتبر غير اقتصادية وبها صعوبات فنية عديدة في الوقت الحاضر. لذلك او نتيجة للخبرة العملية في الترب الكلسية اقترحت عدة اساليب وطرائق للحد من مشاكل وعيوب هذه الترب والتغلب عليها من اجل رفع خصوبتها وزيادة انتاجيتها نوجز هنا اهم الأساليب:

1- العناية باضافة المادة العضوية لهذه الترب سواء من خلال اضافة الاسمدة الحيوانية او اسمدة فضلات المدن او من خلال قلب بعض المحاصيل الزراعية في الترب. ان اضافة المادة العضوية يحقق هدفين: الهدف الاول اعتبارها مصدر سمادي لعدد من العناصر الغذائية، والهدف الثاني هواعتبارها مصلح للصفات الفيزيائية والكيميائية في هذه الترب. ويجب توجيه العناية ايضا عند اضافة المادة العضوية الى طريقة الاضافة وموعد الاضافة لتحقيق كفاءة عالية من هذه الأسمدة.
2- من المشاكل التي يجب معالجتها في الترب الكلسية تلك المتعلقة بعلاقة التربة والماء. الامر الذي يتطلب العناية بالري و اختيار طريقة الري المناسبة لهذه الترب. يفضل استخدام طريقة الري بالرش.
3- لغرض تجنب حدوث القشرة على سطح الترب الكلسية تطلب الاهتمام باسلوب الري وطريقه اعطاء الريات، وينصح في هذا المجال ضرورة استخدام الري المتكرر بدلا من الري الثقيل المتباعد، وعدم السماح للتربة بالجفاف الزائد
4- اما في حالة وجود طبقة كلسية صماء على عمق معين فينصح عادة بالحرث العميق لتكسير وتفتيت هذه الطبقة، وكذلك ينصح بزراعة بعض المحاصيل ذات الجذور الوتدية العميقة كالجت والقطن وغيرها من المحاصيل.
5- الاهتمام بالتسميد الكيميائي لغرض امداد العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات. ويجب اخذ التوصيات الاتية بنظر الاعتبار عند تسميد الترب الكلسية وهي:

أ- لغرض تجنب تطاير الامونيا عند استعمال الأسمدة النتروجينية، ينصح خلط الأسمدة مع التربة للتقليل من تطاير الامونيا

ب- عند التسميد بالاسمدة الفوسفاتية يجب ضبط مواعيد الإضافة وعمق إضافة السماد وخلطه مع التربة. ويفضل ما يلي:

- يفضل استخدام الأسمدة الفوسفاتية الأحادية كسماد سوبر فوسفات وفوسفات الامونيوم
- يفضل استعمال الأسمدة الفوسفاتية ذات الحبيبات الكبيرة
- يفضل إضافتها على شكل خطوط للمحاصيل المزروعة بشكل خطوط
- يفضل تقدير تركيز الفسفور في التربة قبل التسميد

ت- لحل مشكلة التوازن الغذائي يجب تقدير نسبة الكالسيوم: البوتاسيوم لتقدير مدى الحاجة الى الأسمدة البوتاسية

ث- يفضل استعمال اسمدة العناصر الصغرى رشا على أوراق النباتات وذلك لتجنب ترسب العناصر الغذائية في التربة. او استعمال الأسمدة المخلبية التي تضاف الى التربة، اذ ان هذه المخلبيات تكون ذائبة وجاهزة للامتصاص من قبل النبات مثل Fe-EDTA, Mn-EDTA, Cu-EDTA, Zn-EDTA

ج- يمكن إضافة بعض المصلحات للتربة مثل الكبريت الزراعي، اذ انه يمكن ان يجهز بعض المغذيات المترسبة كالفوسفات والعناصر الصغرى في التربة، لان لهذه المصلحات القابلية على خفض درجة تفاعل التربة

استصلاح الاراضي الجبسية

طبيعة التربة الجبسية وانتشارها

تعرف التربة الجبسية بانها الترب الحاوية على اكثر من 3% من الجبس (كبريتات الكالسيوم $CaSO_4.2H_2O$) في طبقة الجذور الفعالة. ومن وجهة نظر تصنيف ووراثة التربة تعرف الترب الجبسية بانها

التربة التي تحتوي في المقعد على افق جبسي سمكه اكثر من 15 سم ويوجد ضمن المتر الاول من سطح التربة ونسبة الجبس فيه اكثر من 25%.

تنتشر الترب الجبسية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المناطق التي توجد فيها الصخور او ترسبات جبسية، وتكون كمية الامطار فيها قليلة غير كافية لغسل الجبس من مقد التربة.

تبلغ مساحة الاراضي الجبسية في العراق حوالي خمس مساحة العراق، وتمتد من جنوب سنجار وحتى جنوب العراق، وتتمركز عادة في مسطحات دجلة والفرات والسهل الرسوبي وقسم من الصحراء الغربية والبادية الجنوبية.

مصادر الجبس واشكاله

توجد مصادر عديدة للجبس تلعب دورا في امداد التربة الجبسية بالجبس أهمها:

1- الصخور والترسبات الجبسية الاولية التي تسمى مادة الاصل جبسية، حيث تخضع للتفتيت بفعل عوامل التجوية وتنقلب نواتج تجويتها وفي مقدمتها الجبس الى مناطق اخرى بتأثير الرياح وجريان الماء.
2- احتمال ترسب الجبس في التكوينات الحديثة، وذلك من المياه والسيول بعد استقرارها، حيث يترسب الجبس منها اما بشكل حبيبات مع حبيبات الرمل والغرين، او بشكل نواتج الترسيب الكيميائي نتيجة وصول هذه المياه حد الاشباع، حيث تتحد ايونات الكالسيوم مع ايونات الكبريتات وحسب التفاعل الاتي:

$$Ca^{+2} + SO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

ويطلق عادة على مثل هذه الترسبات بالترسبات الثانوية او الجبس الثانوي.

3- يمكن ان يترسب الجبس وعلى اعماق مختلفة من التربة من المياه الارضية القريبة من سطح التربة والغنية بايونات الكالسيوم والكبريتات، وذلك اثناء صعود هذه المياه بالخاصية الشعرية، وبعد تعرضها للتبخر يترسب الجبس بشكل بلورات ابرية واضحة في مقد التربة.
4- وقد يكون الجبس بشكل ترسبات جبسية صخرية سميكة ناتجة عن تبخر المياه من البحيرات المغلقة.
5- وقد يتكون الجبس في معظم المناطق الغنية بمركبات الكبريتيد Sulfide نتيجة تاكسد هذه المركبات عند تعرضها الى ظروف مناسبة من التهوية، حيث يتكون حمض الكبريتيك الذي يتفاعل بدوره مع الكلس مكونات ترسبات جبسية.

اشكال الجبس في التربة

1- طبقات من بلورات جبسية تختلف في السمك والعمق.
2- بلورات منفصلة تختلف في الشكل والصلابة ومكان وجودها.
3- عروق جبسية موزعة على مقد التربة.

الخصائص الرئيسية للجبس

يوجد الجبس عادة في التربة مع جزيئتين من الماء $CaSO_4.2H_2O$، وفي الظروف الصحراوية والقاحلة يمكن ان يفقد الجبس بعض ما تبلوره يبقى محتفظا بجزء ونصف ماء ويسمى في هذه الحالة بالجبس النصف المائي $CaSO_4.1\ 1/2\ H_2O$. ويطلق على الجبس المترسب في مياه الري او المياه الجوفية بالجبس الثانوي تمييزا له عن الجس الاولى الذي يتكون نتيجة تفتت الصخور الجبسية المتكونة اصلا في بعض المناطق.

وتعتبر قابلية الجبس على الذوبان متوسطة، فقابليته على الذوبان اعلى من قابلية قابلية الكلس من جهة، واقل من قابلية عدد من الاملاح الشائعة مثل كلوريد الصوديوم وكبريتات المغنيسيوم. وتقدر قابلية ذوبانه 2غم/لتر، او ما يعادل حوالي 30 ملي مكافئ/لتر.

تزداد قابلية ذوبانه عند وجود املاح اخرى في المحلول مثل كلوريد الصوديوم، بينما تقل عند وجود املاح تشترك معه بايون مشترك مثل كلوريد الكالسيوم.

جدول يوضح قابلية ذوبان الجبس بوجود كميات متزايدة من كلوريد الصوديوم

ت	تركيز كلوريد الصوديوم (غم/لتر)	قابلية ذوبان الجبس (غم/لتر)
1	0	2.04
2	172	7.80
3	200	8.23
4	244	8.20

جدول يوضح قابلية ذوبان الجبس بوجود كميات متزايدة من كلوريد الصوديوم

ت	تركيز كلوريد الكالسيوم (غم/لتر)	قابلية ذوبان الجبس (غم/لتر)
1	0	2.04

1.03	52	2
0.86	99	3
0.77	189	4
0.35	408	5

الايونات الناتجة من ذوبان الجبس هي الكبريتات والكالسيوم وجزء قليل من ايونات مزدوجة من كبريتات الجبس $CaSO_4$، ويكون التوصيل الكهربائي الى المحلول المشبع للجبس في حدود 2.2 ديسيسيمنز/م، و هو مستوى ليس عال من ناحية الملوحة، ودرجة التفاعل لمحلول الجبس يكون متعادل او قليل الحامضية، لذلك تعتبر المحاليل الجبسية بشكل عام غير ملحية وذات درجة تفاعل متعادلة الى قليلة الحامضية.

ان وجود كمية قليلة من الجبس في التربة يعتبر ضروريا للتربة والنبات، وذلك لان ووجوده يمنع تطور الصودية في التربة من وجهة، ومن وجهة اخرى يعتبر مصدر الايونات الكالسيوم (العنصرالغذائي المهم في تغذية النبات).

مشاكل الترب الجبسية

كما اشرنا قبل قليل ان الى ان وجود نسبة قليلة من الجبس في التربة يعتبر ضروري للتربة والنبات، الا ان مشاكل معينة تبدا عندما تتعدى نسبة الجبس حدود معينة. تبدأ ظهور مشاكل الجبس في التربة عندما تزاد النسبة عن 10%، ويبدأ الجبس في التأثير سلبا على صفات التربة ونمو المحاصيل الزراعية فيها.

اهم مشاكل الترب الجبسية

1- المقد ضحل وغير كافي لنمو معظم المحاصيل الزراعية بشكل مرضي
2- بسبب القابلية العالية للذوبان للجبس، وفي ظروف استمرار الري لمدة معينة فان ذلك يؤدي الى ذوبان الجبس وحركته باتجاه اسفل المقد، الامر الذي يسبب حدوث التجاويف والاخسفات في بداية الامر في الطبقة السطحية، ثم تكوين ما يسمى بالبالوعات Sink hole على مستوى الحقل، خاصة اذا ما استمر الري لمدة طويلة، مؤديا ذلك الى انهيار التربة وعرقلة الاستغلال الزراعي فيها.
3- كما ان ذوبان الجبس موقعيا تحت سطح التربة في منحدرات كتوف الانهار وقنوات الري يؤدي الى تكوين الشقوق والفجوات بالتدريج، ثم تكوين الخسفات، الامر الذي يؤدي الى انجراف قنوات الراديو انهيارها.

4- ومن المشاكل الفيزيائة وجود بناء ضعيف وغير متماسك، وقابلية التربة على الاحتفاظ بالماء قليلة بالمقارنة مع الترب الاعتيادية. كما تتصرف الترب الجبسية بوجود قشرة سطحية صلبة تتكون عادة بعد الري، ووجود هذه القشرة يعيق الانبات ويسبب مشاكل في التهوية.

5- من الناحية الكيميائية تتصف الترب الجبسية بسعة تبادلية الكاتيونية واطئة نسبيا، وذلك بسبب انخفاض نسبة الطين في هذه الترب. كما يلاحظ بشكل عام وجود علاقة عكسية بين السعة التبادلية الكاتيونية والنسبة المئوية للجبس في التربة. ان انخفاض قيام السعة التبادلية الكاتيونية في التربة الجبسية يقلل من قابليتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية.

6- وبسبب تشبع محلول التربة الجبسية بالجبس، فان ايونات الكالسيوم تشكل حوالي ثلثي الكاتيونات الذائبة في محلول التربة، وكذلك تسود ايونات الكالسيوم المتبادلة على سطوح معقد التبادل في التربة، اي ان هذه الايونات تعتبر الايونات السائدة على مستوى محلول التربة ومعقد التبادل، لذلك فان هذه الترب تعاني من اختلال في التوازن بين العناصر الغذائية. ونفس الشيء ينطبق على ايونات الكبريتات السائدة في هذه الترب.

7- ان الترب الجبسية وبسبب قلة نسبة المادة العضوية فيها، تعاني نقصا في النيتروجين وكذلك في عدد من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى، أي ان الترب الجبسية فقيرة اصلا بالعناصر الغذائية.

8- كما ان وجود نسبة عالية من الجبس في هذه الترب تؤدي الى ترسيب عدد من العناصر الغذائية الموجودة اصلا في التربة او المضافة كالفسفور و معظم العناصر الصغرى، وهذا يؤدي الى تحول هذه العناصر الغذائية الى صيغة غير جاهزة للامتصاص من قبل النبات.

9- من صفات الترب الجبسية بانها تكون قوية وصلدة جدا عندما تكون جافة. الا ان قوتها وصلادتها تقل بشكل كبير عند الري. وتعتبر مثل هذه الظواهر من المشاكل الهندسية لهذه الترب، لانها تعرضها الى مياه الامطار او مياه الري او المياه الجوفية، فان ذلك يؤدي الى حدوث هبوط في التربة الاساس وبالتالي حدوث التشققات في المنشات المدنية المقاة عليها.

اساليب معالجة مشاكل التربة الجبسية واستصلاحها

أ- الاجراءات المتعلقة بالتقليل من قابلية ذوبان الجبس ونسبته وخفض فعاليته في التربة ونقصد بذلك كل الاجراءات الكيميائية والفيزوكيميائية التي تهدف الى تقليل نسبة الجبس وقابلية ذوبانه وفعاليته في التربة، وذلك من خلال تحويل الراسب منه الى اشكال وصيغ كيميائية اخرى اقل ذوبانا من الجبس

والترسيب الذائب منه، وكذلك تغليف الجبس باغلفة مكونة من رواسب قليلة الذوبان جدا باستخدام مركبات كيميائية معينة تضاف الى التربة.

1- الاساس النظري:

ان الفكرة المعتمدة في هذا المجال هوتحويل الجبس الى مركبات اقل ذوبان او تغلف حبيباته باغلفة مكونة من نواتج تفاعل المركبات الكيميائية المضافة مع سطوح بلورات الجبس، وبذلك تنخفض المساحة السطحية المعرضة للتفاعل مع الماء، مما يقلل من ذوبان الجبس وتتطلب استمرارية تفاعل المواد المضافة مع الجبس توجيه حالة الاتزان لهذه التفاعلات باتجاه تكوين المركبات الاقل ذوبانا والتي يمكن وصفها من خلال التفاعلات الكيميائية التالية

$$CaSO_4.2H_2O + BaCl_2.2H_2O \rightarrow CaCl_2 + BaSO_4 + 4H_2O$$

ويلاحظ من نواتج هذه التفاعلات ان المركبات الناتجة هي مركبات قليلة الذوبان جدا وقابلية ذوبانها اقل بكثير من قابلية ذوبان الجبس. اضافة الى ذلك فان معظم النواتج الثانوية الاخرى لهذه التفاعلات تعتبر مركبات سمادية تحتوي على عناصر غذائية ضرورية للنبات مثل كبريتات الامونيوم وكبريتات البوتاسيوم، لذلك فان هذا الاسلوب من المعالجة يحمل تأثيرين ايجابيين هو معالجة مشكلة الجبس، وكذلك امداد النبات بالعناصر الغذائية في الترب الجبسية، اي بعبارة اخرى انه بالامكان اعتبار هذه المركبات مصطلحات للتربة الجبسية.

ب- اجراءات تتعلق بادارة التربة الجبسية للتقليل من اثر المشاكل في هذه الترب

من خلال الخبرة العملية والتطبيقية في الترب الجبسية وجد ان هناك عدد من الاجراءات التي يمكن تطبيقها في التربة الجبسية للتقليل من مشاكل وجود الجبس بنسب عالية في هذه الترب، ومن اهم هذه الاجراءات هي:

1- العناية بالحراثة

يفضل في الترب الجبسية اجراء الحراثة السطحية واقتصار ذلك قدر الامكان على الطبقة فوق الافق الجبس فقط ، وذلك تجنبا الى خلط الجبس الموجود في هذا الافق مع تربة الطبقة السطحية ورفع نسبة الجبس فيها للحد الذي يؤثر على صفات التربة ونمو النبات. وعندما تكون الحاجه ملحة جدا على اجراء الحراثة العميقة بهدف تكسير وتفتيت الافق الجبسي، عند اذن يجب اجراء الحسابات الاولية اللازمة بحيث لا تؤدي هذه الحراثة الى رفع نسبة الجبس في طبقة الحراثة الى اكثر من الحد المسموح به الى الحد الذي لا يؤثر على نمو النبات.

2- الري:

ان اختيار طريقة الري تقلل من تأثيرات ذوبان الجبس وحدوث الخسفات والبالوعات، ويعتبر مهم جدا في ادارة التراب الجبسية ولقد ظهر من التجارب الحقلية ان طريقة الري بالرش قللت كثيرا من المشاكل في الترب الجبسية والمتعلقة بتكوين القشرة السطحية وتكوين البالوعات في الحقل.

3- اضافة المادة العضوية والاسمدة الكيميائية:

كما اشرنا عند مناقشة مشاكل التربة الجبسية ان هذه الترب فقيرة اصلا بالمادة العضوية وبعدد كبير من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى، اضافة الى حالة اختلال التوازن الغذائي السائدة فيها لذلك فان اضافة المادة العضوية والاسمدة الكيماوية وكما اشارت بعض التجارب ادت الى تحسين الصفات الكيميائية والفيزيائية والخصوبة للترب الجبسية، وانعكس ذلك بوضوح على زيادة انتاجية المحاصيل الزراعية المزروعة في هذه الترب.

4- اضافة البنتونايت الى التربة:

من المحاولات التي جرت من اجل تحسين صفات التربة الجبسية هي اضافة البنتونايت (صخور البنتونايت بعد طحنها) وذلك بهدف تحسين بناء التربة وزيادة انتاجية المحاصيل الزراعية في هذه الترب، واشارت نتائج بعض الابحاث ان ليس هناك تأثير معتبر لاضافة البنتونايت على الترب الجبسية خاصة بالنسبة للترب التي تحتوي على نسبة عالية من الجبس، واذا ما اخذنا الكلف الاقتصادية بنظر الاعتبار في هذا المجال.

5- اجراءات هندسي:

ومن اجل التقليل من الانهيارات التي يمكن ان تحدث في قنوات الري، فقد جرت محاولات في معالجة ذلك من خلال تبطين القنوات بمواد مختلفة من الكونكريت والصفائح البلاستيكية، كما ان هناك اتجاه في استخدام القنوات المعلقة المحمولة و انابيب نقل المياه بدلا من قنوات الري الأرضية من اجل التغلب على هذه المشاكل.

استصلاح الاراضي الصحراوية

المقدمة

تشغل الصحاري مساحات شاسعة من العالم، اذ تغطي خمس مساحة اليابسة من سطح الكرة الأرضية، وتكاد تنتشر في جميع قارات العالم. وتغطي الاراضي الصحراوية اكثر من نصف مساحة العراق، حيث تنتشر بشكل واسع في الجزء الغربي والجزء الجنوبي من العراق. وتسود في الصحاري او الاراضي الصحراوية ظروف قاحلة وقاسية وبيئة غير مناسبة لنمو النبات، كما ان القابلية الانتاجية للتربة واطئة جدا ان لم تكن معدومة في معظم الأحيان. لذلك فان هناك اكثر من عامل يحد من استغلال هذه الاراضي لغرض الانتاج الزراعي، لذا فان استصلاح الاراضي واستغلالها يحتاج الى بذل جهود كبيرة وهائلة، ويتطلب الامر استخدام اكثر من وسيلة وطريقة لتحقيق الهدف.

تعتبر مشكلة اتساع رقعة الاراضي الصحراوية او ما يسمى بمشكلة التصحر Desertification من اهم المشاكل التي تهدد الامن الغذائي في العالم في الوقت الحاضر، لذلك نجد ان كثير من الاهتمام قد وجهت لدراسة هذه المشكلة والحد من توسعها، وذلك على مستوى العالم.

الظروف السائدة في الصحاري

تعاني البيئة الصحراوية من عدد من الظروف والعوامل ذات العلاقة بنمو النبات وهي:

1- المناخ بشكل عام حار وجاف
2- الامطار قليلة جدا، وفي معظم الاحيان تكون اقل من 100 ملم سنويا.
3- معدل درجات الحرارة عالية جدا، والتذبذب في درجات الحرارة بين النهار والليل كبير جدا.

4- الرطوبة النسبية واطئة ولا تتجاوز 30% في معظم الصحاري.
5- سرعة الرياح عالية ويمكن ان تصل معدلها 20 كيلومتر/ساعة، وتتعرض الاراضي الصحراوية الى عواصف ترابية شديدة عديدة خلال السنة.
6- الغطاء النباتي في الاراضي الصحراوية نادر الوجود، وتشغل الشجيرات المقاومة للجفاف الجزء الاكبر من هذا الغطاء، ويتغير شكل الغطاء النباتي من شجيرات الى حشائش صحراوية عند زياده الرطوبة.

طبيعة وخصائص التربة الصحراوية

نتيجة الظروف السائدة في الاراضي الصحراوية، فان ترب هذه المناطق التي تنتمي الى رتبة الاريدسول Aridosol تتميز بخصائص وصفات معينة أهمها:

1- بسبب المناخ القاحل السائد في هذه الأراضي، فان التجوية الفيزيائية تعتبر التجوية السائدة فيها، بينما دور التجوية الكيميائية والحيوية ضعيف جدا.
2- لم تلاحظ ترب متطورة بشكل واضح ولم تميز افاق واضحة في مقد التربة في معظم الاراضي الصحراوية.
3- تلعب الرياح دورا اساسيا في تطور التربة الصحراوية، حيث تقوم الرياح بتجوية دقائق التربة الناعمة الذي يؤدي الى تكوين طبقة حصوية مكدسة او تطور مايسمى بالرصيف الصحراوي Desert Pavement.
4- احدى المميزات الواضحة في معظم التربة الصحراوية هي وجود طبقة تحت السطح تترسب فيها كربونات الكالسيوم مكونة بعض الاحيان افقا كلسيا او مكونة من افق طيني على عمق معين من سطح التربة.
5- نسبة المادة العضوية واطئة جدا في معظم التربة الصحراوية.
6- تتصف التربة الصحراوية بانها فقيرة في معظم العناصر الغذائية الرئيسية والصغرى ومستوى معظم العناصر الغذائية دون الحد الحرج، كما ان قابليتها على حفظ العناصر الغذائية قليلة، وذلك بسبب السعة التبادلية الكاتيونية الواطئة فيها.
7- الماء الارض في معظم التربة الصحراوية يكون عميقا جدا ونادرا ما يخضع للصعود خلال مسامات التربة بواسطة الخاصية الشعرية.

8- تضم الاراضي الصحراوية مجاميع متنوعة من الترب تختلف باختلاف المناطق، فيمكن ان تضم ترب رملية او كلسية او كلسية جبسية او ملحية او ترب متداخلة.

مشاكل التربة الصحراوية

1- يعتبر عدم توفر مصادر مياه متاحة كالامطار ومياه الري احد العوامل الرئيسية المحددة للزراعة في هذه الأراضي، فكما اشرنا قبل قليل فان كمية الامطار الساقطة في معظم التربة الصحراوية لا تتعدى 100 ملم سنويا، و مثل هذه الكمية غير كافية مطلقا لتغطية احتياجات معظم المحاصيل الزراعية.

المصادر الرئيسية للمياه المتوافرة في بعض التربة الصحراوية تكون بشكل مياه جوفية عميقة نسبيا، حيث تعتبر الاحتياط الرئيسي للمياه في مثل هذه المناطق، ما يتطلب الحصول على مثل هذه المياه انشاء ابار عميقة تصل من 50- 100 متر، وكذلك توفر امكانيات فنية اخرى لاستغلالها. وتختلف نوعية مياه الابار في الاراضي الصحراوية من منطقة الى أخرى.

ان المياه الجوفية المتوفرة في الصحراء الغربية في العراق مياه غير عذبة وغير صالحة للري لعدد كبير من المحاصيل الزراعية، لذلك فان التخطيط لاستغلال التربة الصحراوية يتطلب التحري عن كمية المياه المتوفرة ونوعيتها.

2- المشكلة الرئيسية الاخرى المحددة للزراعة في هذه الترب هي الظروف المناخية، وخاصة شدة التبخر، اذ ان كمية المياه المتبخرة من سطح التربة تقدر ب 5000-6000 ملم /السنة، لذلك فان قيمة الاستهلاك الماء العالي جدا لمعظم المحاصيل الزراعية.

3- صفات الترب الصحراوية بحد ذاتها تعتبر ايضا عامل محدد للزراعة في كثير من الترب الصحراوية، في معظم هذه الترب تعتبر غير متطورة ورملية النسجة وذات بناء ضعيف جدا وقابليتها على حفظ الماء والعناصر الغذائية واطئة جدا وقفيرة بالمادة العضوية والعناصر الغذائية، كمان قسم من هذه التربة تعاني من مشكلة الملوحة.

4- التعرية الريحية تعتبر ايضا من العوامل الرئيسية المحددة للزراعة في المناطق الصحراوية، حيث تكون التعرية الريحية شديدة و تؤدي الى حركة غير منتظمة للتربة، وخاصة الرملية، الامر الذي يؤدي الى عدم ثبات التربة وتعرضها للحركة المستمرة. كما ان قسم من الترب الصحراوية تتعرض الى التعرية المائية، وذلك بسبب العواصف المطرية الناتجة من سقوط الامطار بكثافة عالية خلال مدة زمنية قصيرة

معالجة مشاكل التربة الصحراوية

يمكن استغلال التربة الصحراوية لغرض الانتاج الزراعي، وذلك من خلال السيطرة على المشاكل والعوامل التي تحدد من استغلالها وذلك بالاساليب التالية:

أولا: توفير مصدر للري

كما اشرنا قبل قليل انه بسبب الظروف المناخية السائدة في الترب الصحراوية فان الماء يعتبر العامل الرئيسي المحدد لاستغلال هذه الأراضي، وكما هو معلوم ان المصدر الرئيسي للمياه في الظروف الصحراوية في معظم الاحيان هي المياه الجوفية، ونجاح استخدامها كمصدر لري يعتمد على:

1- مدى توفرها بكميات كافية
2- نوعية هذه المياه

لذا يجب اجراء التحريات الاولية لتقدير احتياطي المياه الجوفية المتوفرة ونوعيتها قبل المباشرة باي مشروع استصلاح في التربة الصحراوية، ويجب كشف العلاقة بين نوعية المياه الجوفية المتوفرة وطبيعة التربة السائدة من ناحية امكانية استغلال هذه المياه دون التأثير سلبا على صفات التربة، في الوقت الذي يمكن فيه ان نستخدم و لدرجة ما المياه الجوفية المالحة في الترب الصحراوية الرملية، يجب الحذر من استخدام مثل هذه المياه في الترب الصحراوية ذات النسجة المتوسطة اوالثقيلة او في الترب ذات الطبقة الصماء القريبة من السطح، وذلك خوفا من تملح هذه الترب.

ثانيا: اختيار طريقة الري المناسبة للظروف الصحراوية

بسبب الظروف المناخية القاحلة السائدة في الصحاري، وكذلك بسبب خصائص التربة الصحراوية يتطلب الامر العناية باختيار طريقة الري المناسبة لمثل هذه الظروف، ومثل هذه الطريقة يجب ان تتصف بكفاءة ري عالية. ان طريقة الري بالرش خاصة في حالة توفر مياه جوفية عذبة تعتبر من الطرائق المناسبة للري في الترب الصحراوية.

ثالثا: تحسين صفات الترب الصحراوية

العامل المحدد الاخر للزراعة في الترب الصحراوية هو طبيعة وصفات التربة الصحراوية نفسها، لذلك فالاهتمام بتحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية والخصوبة التربة الصحراوية يعتبر احد عوامل نجاح اي مشروع استصلاح الترب الصحراوية. ويتضمن ذلك ما يلي:

1- تحسين الصفات الفيزيائية والمائية للتربة:

ونخص بالذكر هنا التقليل من سرعة رشح المياه في التربة الصحراوية، وكذلك رفع قابليتها على الاحتفاظ بالماء، وخاصة في التربة الصحراوية الرملية، وذلك من خلال تحسين بناء التربة او من خلال وضع حواجز اصطناعية تقلل من فقدان الماء من التربة. ان تحقيق ذلك يتم من خلال استخدام الاساليب التالية:

أ- اضافة المادة العضوية التي تساعد على تحسين بناء التربة، وكذلك تزيد من قابليتها على الاحتفاظ بالماء. ويمكن ان تضاف المادة العضوية على شكل مواد نباتية خضراء (أي قلب المحاصيل الزراعية النامية كالجت والبرسيم والخ) او من خلال اضافة السماد الحيواني كالدمن او فضلات المدن.

ب- اضافة تربة طينية او المزيجة التي يمكن ايضا ان تعمل على تحسين بناء التربة و تزيد قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء خاصة بالنسبة للترب الصحراوية الرملية. فقد اشارت نتائج بعض التجارب التي اجريت في التربة الصحراوية ان اضافة 200 متر مكعب تربة مزيجة مع 10 طن سماد الدواجن/هكتار، قد سبب تحسن كبير في صفات الترب الصحراوية وحقق اقتصاد في مياه الري المستخدمة.

ت- الاسلوب الاخر المستخدم للتقليل من رشح مياه الري وفقدانها من التربة وخاصة في التربة الصحراوية الرملية هووضع عائق في احد طبقات التربة للتقليل من حركة الماء، ويمكن ان يكون هذا العائق بشكل طبقة من البنتونايت او اغشية بلاستيكية او اسفلت او اي مواد اخرى تستخدم لهذا الغرض، حيث ترصف هذه المواد بشكل طبقة خفيفة على عمق معين باستخدام مكائن خاصة. واظهرت من نتائج بعض التجارب في هذا المجال ان كمية الرطوبة فوق العائق قد تضاعفت في التربة بالمقارنة مع التربة التي لم تعامل بهذه الطريقة.

ث- تحسين الصفات الكيميائية والخصوبة للتربة الصحراوية

ان من مشاكل التربة الصحراوية هي فقرها بالمادة العضوية والعناصر الغذائية وانخفاض قابليتها على الاحتفاظ بهذه العناصر. واضافة المادة العضوية من كافة مصادرها الى التربة الصحراوية لا تعمل على تحسين الصفات الفيزيائية والمائية وحسب، وانما تؤدي الى تحسين الصفات الكيميائية والخصوبة أيضا، وذلك من خلال رفع قيمة السعة التبادلية الكاتيونية وخفض درجة التفاعل في طبقة جذور وكذلك توفيرها العناصر الغذائية بعد تحللها.

ولغرض سد النقص الشديد للعناصر الغذائية في التربة الصحراوية يتطلب اضافة الاسمدة الكيميائية المناسبة بكثافة عالية من اجل تحقيق انتاجية جيدة في هذه الترب. ان معظم التربة الصحراوية تتصف باستجابة عالية لاضافة جميع انواع الاسمدة الكيميائية تقريبا.

رابعا: التقليل من حركة التربة

كما اشرنا قبل قليل وعند مناقشة مشاكل التربة الصحراوية بينا ان كثير من التربة الصحراوية بسبب الظروف المناخية والنباتية السائدة فيها، فان الكثير من هذه الترب تعاني من مشكلة التعرية الريحية وعدم ثبات دقائق تربتها السطحية، الامر الذي يتطلب معالجة ذلك باستخدام اساليب الصيانة المعروفة والتي أهمها:

1- استخدام مصدات الرياح، ويراعى عند اختيار الاشجار كمصدات رياح الشروط التالية:
   أ- سهول الزراعة واكثار هذه الأشجار
   ب- سرعة النمو لتصل الاشجار الى ارتفاع كبير في مدة قصيرة
   ت- ان تكون دائمة الخضرة
   ث- صغر حجم الاوراق وانتظام شكل الشجرة
   ج- ملائمة للنمو في الظروف الصحراوية
   ح- ان تكون ذات مجموعة جذرية عميقة وقوية و افضل الاشجار التي تنطبق عليها هذه المواصفات هي شجرة الكازورينا و اليوكالبتوس، كذلك يفضل زراعة السيسبان والخروع كمصدات مؤقتة في السنوات الاولى من انشاء مشروع الاستصلاح. ويفضل تنفيذ زراعة المصدات بزراعة الاشجار في ثلاثة صفوف متقاربة ومتبادلة في المحيط الخارجي للمشروع من جميع الجهات مع التركيز على الجهات التي تهب فيها الرياح، كما يفضل ان تزرع الاشجار على بعد مترين عن بعضها وبطريقة تبادلية
2- تثبيت المناطق المجاورة والمحيطة بالمشروع وخاصة الكثبان الرملية بزراعة بعض الشجيرات المقاومة للعطش في صفوف متعامدة على اتجاه الرياح، كما يمكن تثبيت سطح التربة والكثبان الرملية بواسطة رش مواد غروية مثل البيتومين وغيرها من المنتجات النفطية.

ان استصلاح الاراضي الصحراوية باستخدام هذه الاساليب وغيرها من الاساليب المتجددة في هذا المجال، يمكن ان يحول الاراضي الصحراوية من اراضي قاحة الى اراضي وحقول زراعية خضراء ذات انتاجية عالية.

الترب الرملية Sandy soils

تنتشر الأراضى الرملية فى المناطق الصحراوية الجافة فى أنحاء كثيرة من العالم ، كما تنتشر فى الوطن العربى فى مصر والجزائر وتونس وليبيا والعراق والسودان والأردن ولبنان والسعودية واليمن الجنوبية. تقع الأراضى الرملية ضمن رتبة الأراضى الحديثة Order : Entisols ومن صفات أراضى هذه الرتبة عدم وضوح آفاق داخل قطاعاتها نتيجة ضعف نشاط عوامل تكوين الأراضى ويغلب عليها اللون الفاتح .

خواص الأراضى الرملية

تتميز الأراضى الرملية أساسا بأن نسبة الجزء الرملى فيها يزيد عن 85% ونسبة الطين لا تزيد عن 10%.

من أهم ما تتميز به الأراضى الرملية ما يلى:

1- أنها جيدة التهوية وذلك لإرتفاع نسبة المسام الكبيرة (المسامية الكلية 32-42%) مما يجعلها سريعة الصرف وفى نفس الوقت قليلة الإحتفاظ بماء الري.

2- يبلغ مدى الماء المتيسر للنبات فى هذه الأراضى نحو 4- 6 % (وهو الفرق بين مقدار الرطوبة عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول) بينما يصل هذا المدى فى الأراضى الطينية إلى نحو 16- 20 % ويستلزم ذلك توالى الرى على فترات قصيرة فى الأراضى الرملية.

3- معدل الرشح Infiltration rate فى الأراضى الرملية عالى جدا حيث ينحصر بين10- 200 سم/ ساعة (أى ما يعادل 150 مرة قدر معدل رشح التربة الطينية) .

4- تؤدى زيادة سرعة الرشح فى التربة الرملية إلى زيادة نقل الحبيبات الدقيقة من سطح التربة وتجميعها فى باطن وأسفل قطاع التربة.

5- إنخفاض مساحة سطوح حبيبات الرمل بالنسبة لمساحة سطوح حبيبات الطين أو الطمى يؤدى إلى إنخفاض التفاعلات المرتبطة بالسطوح .

العناصر فى الترب الرملية:

1- الترب الرملية تتكون أساسا من حبيبات خشنة (كبيرة الحجم) وفى أغلب الأحوال تتكون هذه الحبيبات من الكوارتز. ونتيجة لذلك فإن حبيبات الرمل لا تمد النباتات بحاجتها من العناصر الغذائية وتكون التربة الرملية فقيرة فى العناصر الغذائية الضرورية للنبات . ويتوقف مقدار خصوبة التربة الرملية على مقدار ما تحتويه من الحبيبات الدقيقة من الطين والمادة العضوية.
2- أى إضافة للترب الرملية من العناصر الغذائية بغرض رفع خصوبتها ستكون معرضة للتحرك مع ماء الرى إلى عمق بعيد عن المجموع الجذرى.
3- السعة التبادلية الكاتيونية منخفضة (والتى يمكن إعتبارها دليلا على قدرة حفظ التربة للعناصر الغذائية على سطوحها) تتراوح فى التربة الرملية بين 6-10 ملليمكافئ/100 غم
4- محتوي الأراضي الرملية من المادة العضوية قليل جداً
5- الأراضي الرملية فقيرة بصفة عامة في العناصر الدقيقة مثل الحديد والمنجنيز والزنك.

خفض فقد الماء فى الأراضى الرملية

يتوقف مدى نجاح إستغلال ترب رملية على إمكانيات إستغلال الموارد المائية المتاحة للزراعة فيها وعلى مدى التحكم فى الفاقد منها ، والذى نلخصه فيما يلى :

1- خفض نسبة فقد ماء الرى :

لخفض فواقد مياه الرى يلزم إختيار طريقة الرى المناسبة فلا ينصح بالرى السطحى عندما يكون معدل رشح الماء فى التربة أكثر من 10 سم/ساعة ، ولكن يفضل فى هذه الحالة الرى بالرش أو الرى بالتنقيط وإذا كانت الظروف تستلزم إستخدام الرى السطحى فيجب رفع كفاءة توصيل مياه الرى بإستخدام الأنابيب الأسمنتية أو البلاستيك أو القنوات المبطنة الجدران لتوصيل المياه .

2- خفض فقد الماء بالرشح :

يعتمد مقدار الماء الفاقد بالرشح على طريقة الرى المستخدمة (رى سطحى– رى بالرش- رى بالتنقيط) فالرى بالرش يوفر نحو 30 % من ماء الرى السطحى ، أما الرى بالتنقيط فإنه يقلل الفاقد إلى أقل حد ممكن .

- ويرى البعض أن الأراضى الرملية لا تحتاج إلى نظام صرف إلا إذا كان مستوى الماء الارضي قريبا من السطح ، ويرجع هذا الرأي إلى أن إنشاء نظام الصرف قد يزيد سرعة رشح المياه ويزيد فقد المياه.
- وبصفة عامة فإن زراعة محصول أخضر ثم حرثه فى التربة يساعد فى تحسين خاصية حفظ الماء والعناصر الغذائية بالتربة وتقليل الفقد بالرشح .
- وفى دولة المجر توضع المادة العضوية فى باطن التربة على عمق 60 سم بدلا من خلطها على سطح التربة بغرض تقليل معدل تحلل المادة العضوية التى توضع على السطح وزيادة مقدرة التربة على الإحتفاظ بمياهها من الرشح كما يتيح فرصة أكبر للنباتات لإمتصاص حاجتها من المياه .
- كما إستخدم بنجاح طبقة من طين البنتونيت Bentonite أو أغشية من البلاستيك أو رش طبقة من الأسفلت الساخن كعوائق فى قطاع التربة الرملية لتقليل رشح المياه.
- وفى مصر إستخدمت عوائق من الطين أو السماد الحيواني أو الأسفلت أو الأسفلت مع القماش ذي ثقوب على عمق 60 سم أو عوائق من النايلون ذى ثقوب على عمق 60 سم ، وقد أدى إستخدام كل من هذه العوائق إلى زيادة فى المحصول نظرا لإحتفاظ التربة بالمياه لمدة أطول وحصول النبات على إحتياجاته من الماء والغذاء بسهولة .

3- خفض الفقد بالتبخر :

يمكن خفض الفقد فى الماء المتبخر من سطح الترب الرملية كوسيلة لإتاحة مقدار أكبر من الماء للنبات وذلك كما يلى :

أ- تغطية سطح التربة بمخلفات المزرعة أو بأية مادة متوفرة لدى المزارع مثل الورق أو البولى إيثيلين أو الحصى أو غيرها.

ب- تغطية سطح التربة بطبقة من البلاستيك أو الأسفلت وحرث (الطبقة السطحية) يقلل من بخر الماء لأنه يخلخل صعود الماء بالخاصية الشعرية من أسفل إلى أعلى.

تحسين خصوبة التربة الرملية :

لتحسين خصوبة التربة الرملية يجب العمل على ما يلى :

1- تقليل فقد الماء عن طريق وسائل إعاقة حركة الماء فى قطاع التربة كما سبق ذكره.

2- تقليل العناصر الغذائية عن طريق رش العناصر الغذائية (سواء العناصر الكبرى K , P, N أو العناصر الدقيقة) على الأوراق تكون أكثر فائدة من إضافتها كأسمدة للتربة .

3- عندما تقتضى الضرورة إضافة الأسمدة مباشرة فيراعى إستخدام أسمدة لها درجة تحلل بطئ Slow release fertilizers مثل اليوريا المغلفة بالكبريت Sulfur coated urea أو تصنيعها فى صورة كرات صغيرة

حماية التربة الرملية من الإنجراف

تتعرض التربة الرملية للإنجراف و النقل بواسطة الرياح أو بالأمطار الغزيرة في إحدى العواصف تبعا لظروفها الجغرافية ، ومما يسهل الإنجراف أو النقل هو ان بناء التربة الرملية ضعيف لعدم وجود مواد تلصق حبيبات الرمل مع بعضها .

و يمكن حماية الترب من النقل بالرياح أو الانجراف بالأمطار بإتباع ما يلي :

1- حراثة سطح التربة حرثة خفيفة على ان تكون في إتجاه عمودي على إتجاه الريح . و يتم عندما تكون الترب رطبة نوعا ما حتى تتكون كتلة لا يسهل حملها بالرياح .

2- تغطية سطح التربة بزراعة المحاصيل (مثل البرسيم أو الذرة الرفيعة كعلف الحيوان) خاصة في فترات التعرض للرياح .

3- يجب تجنب زيادة الرعي في المنطقة حتي لا تأكل الحيوانات قاعدة النباتات وجذورها و تقلل كفاءة المحصول المنزرع في حماية التربة من الإنجراف.

4- زراعة مصدات الرياح في إتجاهات مناسبة لحماية المحصول بقدر الإمكان مع مراعاة عدم زيادتها حتي لا تطغي علي المحصول المنزرع.

5- يمكن إجراء الحرث العميق و قلب التربة إذا كانت الطبقة التحت سطحية تحتوي نسبة أعلي من الطين وحبيباتها مجمعة وذات نفاذية جيدة.

تثبيت الكثبان الرملية:

بصفة عامة تنشأ الكثبان الرملية نتيجة إساءة إستخدام التربة وإتلاف غطائها النباتي وتعرية سطحها ، وكذلك نتيجة الرعي الشديد الجائر مما يعرض سطحها للإنجراف بواسطة الرياح وترسيبها علي مدي أزمنة طويلة في بعض المواقع.

أساليب تثبيت الكثبان الرملية :

يمكن العمل على تثبيت الكثبان الرملية كما يلى :

أ- زراعة غطاء نباتي:

1- إحاطة المزرعة بحواجز تزرع بالنباتات الشوكية مثلا لصد الرياح.

2- تقسيم المزرعة بحواجز من جذوع اوسيقان النباتات الجافة لصد الرياح.

3- تستخدم حواجز ثابتة من جذوع النخيل مع السلك وغرسها بالتربة بإرتفاع نحو 1– 1.5 متر وهذه تحتاج للتجديد كل عامين.

4- زراعة نباتات الخروع ونبات كحواجز ومصدات رياح

ب- إستخدام الأسفلت:

يرش الأسفلت المسخن لدرجة 50 م في صورة رذاذ بمعدل 2.5 طن/هكتار ويستلزم الأمر تغطية الأشجار النامية بأغطية من البلاستيك عند رش الأسفلت.

وهناك مواد اخرى تستعمل في تثبيت الكثبان الرملية لم نذكرها للاختصار

استصلاح التربة القلوية

أن الأراضي القلوية تتميز بأن نسبة الصوديوم المتبادل ESP بها أكثر من 15% ودرجة التوصيل الكهربي أقل من 4 ملليموز / سم ، و رقم الحموضة يزيد عن 8.5 ، وهذه التربة ذات صفات طبيعية رديئة التهوية وعديمة النفاذية وتعتبر بيئة غير مناسبة لنمو النباتات.

ولاستصلاح هذا النوع من الأراضي لابد من التدخل الكيميائي عن طريق اضافة المصلحات الكيميائية والتي تكون مصدرا للكالسيوم والذي بدوره يقوم بمهاجمة الصوديوم على معقد التبادل.

المصلحات الكيماوية التي تستخدم في استصلاح الأراضي القلوية

يمكن تقسيم المصلحات المستخدمة في استصلاح الأراضي القلوية إلى :

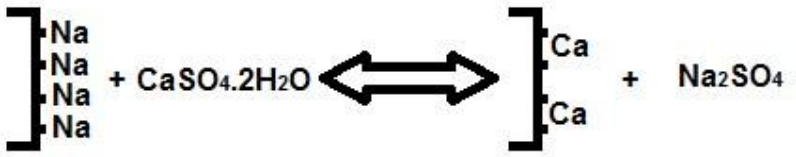
1- مصلحات تضيف الكالسيوم للتربة بطريقة مباشرة: وهى التي تحتوي في تركيبها على الكالسيوم مثل الجبس الزراعي $CaSO_4.2H_2O$ وكلوريد الكالسيوم $CaCl_2.2H_2O$ وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، اذ عند إضافة هذه المواد إلى التربة يتحرر الكالسيوم منها ويقوم بمهاجمة الصوديوم على معقد الإدمصاص.

2- مصلحات تضيف الكالسيوم للتربة بطريقة غير مباشرة: مثل الأحماض

(حامض الكبريتيك H_2SO_4 وحامض الهيدروكلوريك HCl وحامض الفوسفوريك H_3PO_4) ومولدات الأحماض (الكبريت S وكبريتات الحديدوز $FeSO_4$) حيث هذه المواد عند إضافتها إلى التربة فإنها تتفاعل مع أملاح الكالسيوم الموجودة في التربة مثل كبريتات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم فيتحرر الكالسيوم ويقوم بمهاجمة الصوديوم على معقد الإدمصاص.

ويمكن توضيح فعل هذه المواد عند اضافتها للتربة القلوية من خلال المعادلات التالية

1. عند إضافة أحد أملاح الكالسيوم مثل الجبس الزراعي ، نجد أن الكالسيوم ينفرد منها في وجود الماء ويقوم بمهاجمة الصوديوم على معقد الإدمصاص ويمكن توضيح ذلك من خلال المعادلة التوضيحية التالية:



ونلاحظ من التفاعل السابق أنه عكسي ، لذا لابد التخلص من كبريتات الصوديوم الناتجة عن طريق الغسل الجيد حتى لا يحدث ارتداد للصوديوم نتيجة زيادة تركيزه في وسط التفاعل.

2. عند إضافة الكبريت للتربة القلوية يحدث له أكسدة ميكروبية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ويتحول إلى ثالث أكسيد الكبريت ، الذي يتفاعل مع الماء معطياً حامض الكبريتيك طبقاً للمعادلات التالية

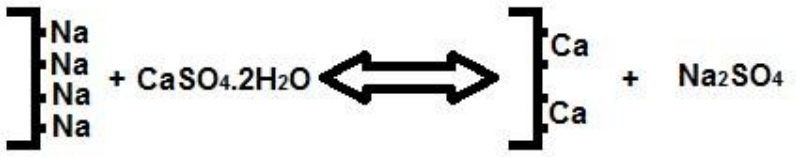
$$2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

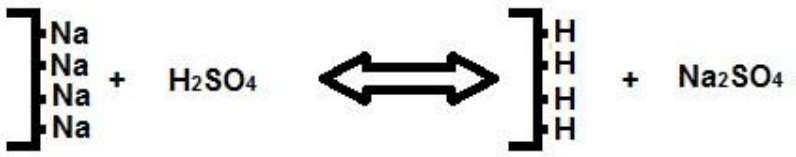
والحامض الناتج إما أن:

- يتفاعل مع أملاح الكالسيوم الموجودة أصلاً في التربة مثل كربونات الكالسيوم معطياً كبريتات الكالسيوم والتي ينفرد منها الكالسيوم والذي يقوم بمهاجمة الصوديوم على معقد التبادل

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$



- أو يتفاعل مباشرة مع الطين الصوديومي ويعطي طين هيدروجيني

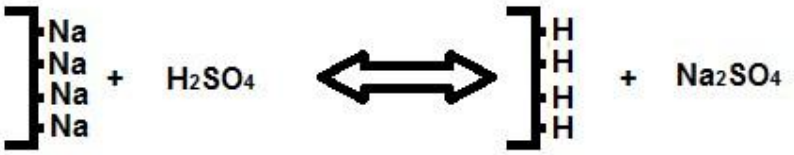


٣. عند إضافة كبريتات الحديدوز فإنها تتفاعل مع الماء مكونة حامض الكبريتيك

طبقاً للمعادلة التالية وتعرفنا فيما سبق عن تأثير حامض الكبريتيك الناتج

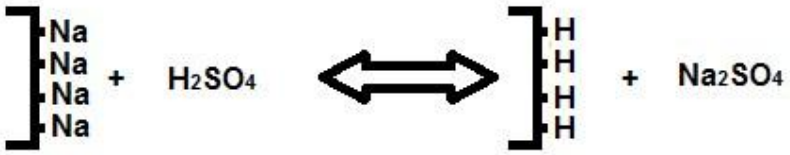
$$FeSO_4 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + FeO$$

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$



٤. يمكن إضافة حامض الكبريتيك مباشرة للتربة مع ماء الري أو الغسل وتعرفنا فيما سبق عن تأثير حامض الكبريتيك الناتج (انظر المعادلات السابقة)

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$



٥. المواد العضوية: يمكن استصلاح الأراضي القلوية بإضافة كميات من المواد العضوية إلى التربة وحرثها معها حيث تنحل هذه المواد وتعطي ثاني أكسيد الكربون CO_2 والذي يتفاعل مع الماء معطياً حامض الكربونيك الذي يعمل على ذوبان كربونات الكالسيوم مكوناً بيكربونات الكالسيوم التي ينفرد منهاالكالسيوم ويحل محل الصوديوم على معقد التبادل، كما أن المواد العضوية تعمل على تحسين الخواص الطبيعية للتربة مثل النفاذية والتهوية وبالتالي تسرع من عملية الاستصلاح

حساب كميات المصلحات التي تضاف للأرض لاستصلاح الأراضي القلوية

الاحتياجات الجبسية Gypsum Requirements (GR)

هي الجبس الواجب إضافتها للتربة لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى أقل من 15% واستصلاح عيوب الأراضي القلوية. وكمية الجبس المضافة للتربة لا تضاف بطريقة عشوائية ولكنها محسوبة حيث نقص هذه الكمية عن المطلوب لا يؤدي إلى التخلص من الصوديوم وبالتالي لا تتم عملية الاستصلاح. ويمكن حساب كمية الجبس اللازم لعلاج القلوية بالطن لعمق ٣٠ سم من خلال العلاقة التالية

$$GR = \frac{ESP^{i} - ESPf}{100} \times CEC \times 1.72$$

اذ ان:

ESP_i نسبة الصوديوم المتبادل قبل الاستصلاح

ESP_f نسبة الصوديوم المتبادل المطلوب الوصول إليها بعد الاستصلاح

CEC السعة التبادلية الكاتيونية للتربة

- السعة التبادلية الكاتيونية CEC عبارة عن عدد ملليمكافئات الكاتيونات المدمصة أو المتبادلة على اسطح 100 غرام من التربة ويعبر عنها بالملليمكافئ / 100 غرام تربة. وتتأثر بكثير من العوامل أهمها المادة العضوية وكمية الطين ونوعية معدن الطين السائد. ويمكن تقديرها مختبريا بطريقة خلات الصوديوم (طريقة الطرد المركزي) ويمكن تقديرها حسابياً من العلاقة التالية

$$\mathbf{CEC = Ex.Na^{+} + Ex.K^{+} + Ex.Ca^{+2} + Ex.Mg^{+2}}$$

حيث الكاتيونات السابقة تعبر عن الكاتيونات المتبادلة معبراً عنها بالملليمكافئ / 100 غرام تربة

- النسبة المئوية للصوديوم المدمص أو المتبادل ESP يمكن حسابها من العلاقة التالية

$$ESP = \frac{Ex.Na^{+}}{CEC} \times 100$$

اذ ان:

$Ex.Na^{+}$ الصوديوم المتبادل معبراً عنها بالمليكافئ /100 غرام تربة

CEC السعة التبادلية الكاتيونية معبراً عنها بالمليكافئ / 100 غرام تربة.

وإذا كان ناتج المعادلة السابقة أكبر من 15% دل ذلك على أن التربة قلوية وإذا كان الناتج أقل من 15% دل ذلك على أن الأرض غير قلوية.

مثال: وجد أن الصوديوم المتبادل في التربة 9 ملليمكافئ /100 غرام تربة والسعة التبادلية الكاتيونية لها 32.5 ملليمكافئ / 100 غرام تربة ،المطلوب هو هل التربة قلوية أم لا؟ إذا كانت قلوية فما هي كمية الجبس الواجب إضافتها لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى 10% علماً بأن نقاوة الجبس ٨٥٪؟

الحل: لتحديد قلوية التربة من عدمها لابد من حساب نسبة الصوديوم المتبادل لهذه التربة ، فإذا زادت عن 15% تكون قلوية. ويمكن حساب نسبة الصوديوم المتبادل من العلاقة التالية

$$ESP = (32.5/9) \times 100 = 27.69\%$$

بعد التأكد من قلوية التربة يتم حساب كمية الجبس من العلاقة التالية

$$GR = \frac{ESP^{i} - ESPf}{100} \times CEC \times 1.72$$

$$GR = \frac{27.69 - 10}{100} \times 32.5 \times 1.72 \times (100/85) = 11.4 \text{ Ton / Fed}$$

ملاحظة: الفدان =4200 متر مربع

مثـال: تربة بها صوديوم متبادل بمقدار 12 ملليمكافئ / 100 غرام تربة وسعتها التبادلية الكاتيونية 20 ملليمكافئ /100 غرام تربة .هل التربة قلوية أم لا؟ إذا كانت قلوية فما هي كمية الجبس الواجب إضافتها لخفض نسبة الصـوديوم المتبادل إلى 10%؟

$$ESP = \frac{12}{20} \times = 001\ 60\%$$

بما أن نسبة الصوديوم المتبادل أكبر من 15% إذن التربة قلوية وتحتاج لإضافة جبس لاستصلاحها ويمكن حساب الكمية الواجب إضافتها كما يلي

$$GR = \frac{60 - 10}{100} \times 20 \times 1.72 = 17.20 \text{ Ton / Fed}$$

مثال: تربة بها نسبة الصوديوم المتبادل بها 60% وسعتها التبادلية الكاتيونية 20 ملليمكافئ / ١٠٠ جرام تربة .هل التربة قلوية أم لا؟ إذا كانت قلوية فما هي كمية الجبس الواجب إضافتها لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى 10%؟ بما أن نسبة الصوديوم المتبادل أكبر من 15% إذن التربة قلوية وتحتاج لإضافة جبس لاستصلاحها ويمكن حساب الكمية الواجب إضافتها كما يلي

$$GR = \frac{60 - 10}{100} \times 20 \times 1.72 = 17.20 \text{ Ton / Fed}$$

مثال/عند تقدير الكاتيونات المتبادلة لأرض ما وجد أنها 9.6، 2.18، 12.28، 7.12 ملليمكافئ / 100 غرام تربة للصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم على التوالي ودرجة التوصيل الكهربائي لهذه التربة 57.58 ملليموز / سم ودرجة الحموضة 8.2 ، المطلوب :

- حدد نوعية هذه التربة من حيث انها (غيرملحية او ملحية او قلوية ملحية او قلوية)؟
- احسب كمية الجبس الواجب اضافتها للفدان لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى 10%؟

مثال: الجدول التالي يوضح تحليل تربة

EC dS/m	pH	Soluble cations [meq/l]				Soluble anions [meq/l]				Ex. Cations [meq/100 g soil]			
		Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	$CO3^=$	HCO_3^-	$SO4^=$	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
------	7.99	135.72	6.09	96	123.2	259.54	00.00	2.24	-----	10.54	2.83	5.89	8.46

المطلوب

- احسب قيم
- EC
- $SO_4^=$

- CEC
- SAR
- حدد نوعية التربة من حيث الملوحة والقلوية وغيرها