

مشكلة الملوحة وأثرها على الانتاج الزراعي

يعتبر الباحثون ان الارض هو كوكب ملح وذلك بسبب حقيقة ان المحيطات والبحار تشكل ثلاث ارباع مساحه هذا الكوكب وهي (اي البحار والمحيطات) ذات مياه عالية المحتوى من الاملاح بما يقارب ٣٠غم / لتر كلوريد الصوديوم. ان مياه البحار والمحيطات تؤثر وتستمر بالتأثير على الارض حيث تنمو انتاجيه المحاصيل بسبب الملوحة. أضافه الى تحول ما يقارب ١٠ ملايين هكتار سنويا من الاراضي لتصبح غير صالحه للزراعة بسبب الظروف الملحية فيها. ان مشكلة الملوحة اصبحت من المشاكل الرئيسية التي تعيق الزراعة في معظم بلدان العالم . ان تدهور التربة بسبب مشكلة الملوحة يأتي بالدرجة الثالثة من مسببات تدهور الاراضي في عموم المناطق الجافه والشبه الجافه بعد التعرية الريحية او زحف الرمال وتدهور المراعي. في العراق حوالي ٦٠-٥٠% من ترب السهل الرسوبي لواد الرافدين متأثره بالملوحة والتغدق بسبب التغييرات الاساسيه الفعاله في الترب مع السهل والتي تشمل التملح الاولي والثانوي بالإضافة الى العمليات التغدق. وتعتبر الملوحة بشكل مباشر او غير مباشر احد اهم الاسباب في انخفاض معدلات انتاج المحاصيل في هذا السهل هي من اوطئ المستويات في العالم ويعود ذلك بصوره رئيسيه الى التملح والتغدق.

مشكلة الملوحة في العراق

مشكلة الملوحة ظاهرة رافقت الزراعة في وادي الرافدين منذ القدم حيث ان اول اشاره لمشكلة الملوحة كعامل محدد للزراعة ظهرت في وثائق تاريخية في سنه ٢٠٠٠ و ٢٤٠٠ قبل الميلاد وبسبب هذا التدهور حدث تحول في نسبه الحنطة : الشعير من ١:١ للفترة ٢٥٠٠ ق.م الى محاصيل عالية التحمل نسبيا للملوحة مثل الشعير لقد حاول جاكيسون وادمز تقسيم فترات انتشار الملوحة في اراضي وادي الرافدين الى ثلاث مراحل :-

- 1 - الفترة المبكره جدا (٢٤٠٠-١٧٠٠ ق.م) انتشرت فيه الملوحة بشكل كبير في جنوب وادي الرافدين وكان لها اثر كبير على الزراعة فيه.
- 2 - الفترة الثانية (١٣٠٠-٩٠٠ ق.م) انتشرت خلالها الملوحة في وسط وادي الرافدين الا انها كانت اقل خطوره من الفترة السابقة
- 3 - الفترة الثالثة (بعد سنة ١٢٠٠ ق.م) والتي توفرت فيها معلومات كثيره حول الترب الملحية وكير شاهد على ذلك هو انتشار الملوحة في منطقة النهروان .

مظاهر التأثير السلبي للملوحة حقليا

ان التأثير السلبي للملوحة في المحاصيل الزراعية حقيقة لا جدل فيها وتتوفر في الوقت الحاضر العديد من البيانات في المراجع العلمية توضح تأثير الملوحة بشكل كمي على انتاج معظم المحاصيل الحقلية وبصوره عامة فأن تأثيرات الملوحة تتضح من الجدول التالي والذي يبين انخفاض الحاصل مع زياده ملوحة التربة:

مستوى ملوحة التربة	% حالة الحاصل
غير ملحية	١٠٠%
قليلة الملوحة	٨٠-٧٠%
متوسطة الملوحة	٧٠-٤٠%
شديدة الملوحة	٤٠-٠%
شديده الملوحة جدا	٠

وبصوره عامه فان المحاصيل متحملة لثلاث تركيز الاملاح الموجود في ماء البحر وهي تسمى glycophytes ويمكن تشخيص الملوحة حقليا من خلال الدلائل التالية:

أولا – الدلائل المبكرة :-

- ارتفاع لزوجة التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة وصعوبة العمل بها .
- نمو الادغال المتحمل للملوحة
- ضعف نمو المحاصيل وعدم حيويتها.

ثانيا- الدلائل المتقدمة:

- وجود قشره بيضاء على السطح او بقع في حالة عدم وجود قشرة.
- وجود حلقات ملحية في التربة القريبة من مصادر المياه.
- وجود الغطاء النباتي العالي التحمل للملوحة

ان التأثير السلبي للملوحة في المحاصيل الزراعية حقيقة لا جدال فيها وتتوفر في الوقت الحاضر العديد من البيانات في المراجع العلمية توضح تاثيرات الملوحة بشكل كمي على انتاج معظم المحاصيل الحقلية

تأثير ملوحة التربة على الحاصل الزراعي

بصورة عامة فان المحاصيل متحملة لثلث تركيز الاملاح في البحر وهي تسمى glycophytes ويمكن تشخيص الملوحة حقليا من خلال الدلائل التالية :

اولاً- الدلائل المبكرة :

١-ارتفاع لزوجة التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة وصعوبة العمل بها

٢- نمو الادغال المتحملة للملوحة

٣- ضعف نمو المحاصيل وعدم حيويتها

ثانياً_الدلائل المتقدمة advanced

١-وجود قشرة بيضاء على السطح او بقع بيضاء في حالة عدم وجود قشرة

٢-وجود حلقات ملحية في التربة القريبة من مصادر المياه

٣-وجود الغطاء النباتي العالي التحمل للملوحة halophytes

مصادر مكونات الاملاح

يختلف الباحثون حول المصدر الأصلي او الرئيسي الاملاح هل هو البحار والمحيطات ام اليابسة ومن ثم انتقلت الى البحار والمحيطات وبهذا الصدد توجد نظريات متعددة ومنها ما وجده كولدسميث وفق حسابات دقيقة ان مصدر الكلوريد والبورون والكبريت هو مياه البحار والمحيطات والكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والسليكون هو اليابسة باستثناء الصوديوم الذي يوجد بتركيز عالية في مياه البحار والمحيطات في حين ان باحثين اخرين ومنهم كوسوفي يعتقد ان اليابسة هي مصدر الاملاح ومن ثم نقلت إلى البحار والمحيطات وقد توصل كوفدا

إلى أنه عبر التاريخ الجيولوجي للكورة الأرضية خضعت الاملاح الذئبة إلى دورات بين اليابسة والمحيطات وبالعكس وقد كانت ماحصلت التوازن لصالح البحار والمحيطات لان كميتها فيها اكبر وخلال هذه الدورات خضعت الاملاح إلى تفاصيل في التوزيع بين اليابسة والبحار والمحيطات حسب قابلتها على الذوبان وسبب ذلك تترسب الكبريتات والكاربونات في اليابسة والكلوريدات في البحار بشكل رئيسي رغم ان جميع الاملاح موجودة في كليهما

مصادر_الاملاح وتجمعها في الترب المتأثرة بالملوحة

١-تجوية المعادن: ان تكوين الترب المتأثرة بالاملاح الذي يحدث بشكل طبيعي هو جزء من العمليات الجيوكيميائية المستمرة منذ زمن جيولوجي قديم وتعتبر تجوية المعادن الأولية في الصخور المكونة للقشرة الأرضية مصدر معظم الأيونات المكونة للاملاح الذئبة في التربة ومثال عليها تجوية احد المعادن وهو معدن الأوليفين كما في المعادلة :



٢- البحار والمحيطات : تساهم الاملاح في البحار والمحيطات مساهمة كبيرة كمصدر للاملاح الذئبة في التربة الملحية في اليابسة وذلك من خلال الطرق التالية

أ- عند انسحاب البحر يترك وراءه جزءا من المياه المالحة التي تتبخر بدورها خاصة في ظروف المناطق القاحلة وشبه القاحلة تاركة وراءها كميات هائلة من الاملاح

ب- لسبب ما في الطبيعة او بسبب فعالية الإنسان يقطع جزء من البحر وعند تبخر المياه من هذا الجزء تترك وراءها كميات كبيرة من التراكبات الملحية التي تكون مصدرا مباشرا للاملاح في التربة الملحية كما في التربة التي تكونت في هولندا بعد انشاء سد الشمال الكبير الذي اقتطع بواسطه جزء من البحر

ت- انتقال الاملاح من البحار والمحيطات مع رذاذ المياه بواسطة الرياح والعواصف المطرية إلى المناطق الساحلية المجاورة للبحار والمحيطات وتتجمع مع الزمن مكونة تراكبات ملحية وترتّب ملححة

ث- تداخل ماء البحر من الماء الأرضي وهو ما يسمى sea water intrusion والذي أدى إلى تملح الاراضي في مناطق واسعة كما هو الحال في اسبانيا والذي أدى إلى موت مساحات واسعة من أشجار الحمضيات

٣- البراكين: هناك آراء متعددة بهذا المجال اهمها ان الغازات المتصاعدة من البراكين تكون عادة غنية بغازات كلوريد الهيدروجين وعند ترسب هذه الغازات على سطح اليابسة وتراكم نواتج تحليلها تكون المصدر الأساسي للكلوريدات والكبريتات في اليابسة وتحمل البراكين أهمية خاصة في تكوين التربة الملحية في المناطق القريبة والمحيط بالبراكين

وسائل آليات نقل الاملاح إلى التربة

تنتقل الاملاح من مصادر تكوينها إلى التربة بوسائل متعددة والبعض من هذه الوسائل يمكن اعتبارها في حالات معينة من مصادر الاملاح عند مواقع تكوين التربة الملحية ان هم وسائل نقل الاملاح هي

١- مياه الري Irrigation water: تعتبر احد الوسائل الرئيسية في نقل الاملاح ومصدرا لها في كثير من المناطق القاحلة وشبه القاحلة حيث تنقل مياه الري الاملاح من مواقع التجوية الي مواقع أخرى فيها مكونة تربة ملحية او تراكبات ملحية خاصة في المنخفضات والمناطق ذات الطوبوغرافية الواطئة

٢- المياه الأرضية Ground water: تعتبر من العوامل الرئيسية الناقلة للاملاح في كثير من المناطق القاحلة وشبه القاحلة خاصة عندما تكون ذات تركيز عالي وقريبة من سطح التربة ان المياه الأرضية تذيب كميات كبيرة من الاملاح أثناء مرورها بالتراكبات الملحية في باطن الأرض وتماسها مع الصخور والمعادن وتعتبر المياه الجوفية مصدرا اساسيا للاملاح في وسط وجنوب العراق بسبب ملوحتها العالية (7-٢٠) غم/لتر وكذلك قريبا من سطح التربة (1-2)م

٣- الامطار: تعتبر البحار والمحيطات المصدر الأساسي للاملاح في بعض المناطق من العالم والالية الرئيسية لنقل الاملاح من البحار والمحيطات إلى اليابسة هي نقلها مع قطرات الماء

المالحة التي يمكن أن تكون نواة لقطرات المطر او الدقائق الثلجية المتساقطة على اليابسة وقد قدرت كمية كلوريد الصوديوم المتساقطة بواسطة مياه الأمطار بما يقارب ١٠٠-٢٠٠كغم/هكتار في بعض المناطق الساحلية

٤- الرياح : تعتبر الرياح احد الطرق الرئيسية لنقل الاملاح في الطبيعة حيث تنتقل البلورات الملحية مع الدقائق الترابية أثناء حدوث العواصف من موقع إلى آخر وتتجمع مكونة تراكبات ملحية وهو يحمل أهمية خاصة في بعض المناطق في العالم ويمكن ان يكون السبب الرئيسي في تراكم الاملاح في هذه المناطق وبالرغم من أهمية هذه الطريقة في نقل الاملاح الا انها لاتحمل أهمية كبيرة في نقل الاملاح وتراكمها في وسط وجنوب العراق

دورات تجمع الاملاح في الطبيعة وعلاقة ذلك بتكوين الترب المتأثرة بالملوحة

ان تكوين وانتشار الترب المتأثرة بالملوحة على سطح القشرة الارضية مرتبطة بطبيعة تجمع الاملاح في الطبيعة . وقد ميز كوفدا دورات الاملاح التالية :

١- تجمع الاملاح المرتبط بالدورات القارية :وهي دورات الاملاح المرتبطة بحركة واعدة توزيع وتجمع املاح الكربونات والكبريتات والكلوريدات في الجزر التي لا يوجد فيها جريان سطحي . وطبقاً لأصل الاملاح المتجمعة في التربة والمياه تقسم هذه الدورات الى :

أ- دورات اصلية او اولية : اي دورات الاملاح الناتجة من تجوية الصخور النارية .

ب- دورات ثانوية : مرتبطة بدورات الاملاح المتراكمة سابقاً بشكل صخور رسوبية .

٢- تجمع الاملاح المرتبط بالدورات البحرية : الدورات التي لها علاقة بتجمع الاملاح البحرية وبدرجة اساسية كلوريد الصوديوم في السواحل البحرية والشواطئ

٣- تجمع الاملاح المرتبط بدورات الدلتا : تنتشر هذه الدورات بشكل كبير في الطبيعة وتعتبر ذات اهمية بالنسبة للإنسان . حيث منذ القدم فان دلتا الانهار استخدمت بشكل مكثف من قبل الانسان لأغراض الري (مثال دلتا الرافدين ودلتا النيل) .

هذه الدورات تتصف بالارتباط المعقد بين عمليات حركة وتجمع الاملاح المنقولة بواسطة الانهار وتفرعات الدلتا من جهة

وبحركة وتجمع الاملاح المنقولة من البحر عبر العصور من جهة اخرى.

٤- تجمع الاملاح المرتبط بالدورات الارتوازية: يقصد به تجمع الاملاح المرتبطة بتبخر المياه الارضية العميقة المنحسرة والمتدفقة نحو سطح الارض بواسطة الحركات التكتونية او بسبب تحطم البناء (مثال ذلك البراكين الطينية في منطقة بحر قزوين) او تجمع الاملاح في المنخفضات القديمة والعميقة .

٥- تجمع الاملاح المرتبط بالدورات البشرية : ويقصد به تجمع الاملاح المرتبط باخطاء النشاط الاقتصادي للانسان اثناء استغلال الارضي لاغراض الزراعة مثال ذلك تجمع الاملاح في الاراضي المروية (التملح الثانوي) وتكون الترب الملحية في وادي الرافدين مثلاً واضح على ذلك .

أن من أهم العوامل والظروف المسؤولة عن تكوين وانتشار الترب المتأثرة بالملوحة والتي تشكل عوامل توازن الملحي وهي ما يأتي:

١_ الظروف المناخية :- تعد الترب المتأثرة بالملوحة حالة شائعة لأراضي المناطق الجافة ويجب معرف انه ليست كل ترب المناطق الجافة تكون متأثرة بالملوحة ولكن اغلب الترب المتأثرة بالاملاح تكون ضمن المناخات الجافة وشبه الجافة وفي نظام المناخ الجاف فإن التبخر يفوق وبدرجة كبيرة قيمة الساقط السنوية، يعتبر وسط وجنوب العراق مثال واضح لهذه الظروف اذلا يزيد الساقط المطري عن ٢٠٠ ملم في حين أن معدل سرعة التبخر يعادل ٢٤٠٠ ملم وهذا يعني عجز في التوازن المائي بمقدار

٢٢٠٠ ملم سنويا. وهذا الفرق سيعرض من تبخر مياه الري والجزء المتبقي من تبخر المياه الأرضية القريبة من السطح وذلك من خلال صعودها بواسطة الخاص الشعرية. إن حركة الأملاح نحو الأعلى سيؤدي إلى تجمع الأملاح في الأفاق السطحية للتربة وربما في جميع آفاق المقد.

٢_ الظروف الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والطبوغرافية

— أن تكوين الترب المتأثرة بالملوحة يمكن أن يجري في الظروف الجافة فقط عند توفر الظروف الجيومورفولوجية أو الهيدرولوجية أو الطبوغرافية. إن وجود الأراضي المنخفضة المحاطة بسلاسل الجبال أو المرتفعات حيث يكون هذا المنخفض مركز لتجمع الأملاح المنقولة بواسطة المياه السطحية والمياه الجوفية عندما يبزل الماء ويتجمع طبيعيا. وهذه الحالة ترافق ظروف البزل الداخلي المحددة للتربة التي توصل الماء إلى ظروف الماء الأرضي المرتفع. إن المناطق المرتفعة التي تسهم بتصريف المياه إلى الأراضي الأخرى تسمى **Recharge area** (منطقة التصريف). أما الأراضي المنخفضة التي تستقبل مياه بزل سطحي أو تحت سطحي من الأراضي المجاورة تسمى **discharge area** (منطقة أو حوض البزل) والتي عند تبخرها تعمل على تملح الأراضي. إن أحواض البزل ربما تشمل هكتارات قليلة أو آلاف الكيلومترات المربعة مثل وادي الرافدين. وعند تقييم هذا العامل في عمليات التملح الجارية في وادي الرافدين لابد من الرجوع إلى نظريات تكون السهل الرسوبي في وسط وجنوب العراق وتوجد نظريتان الأولى من قبل **De Morgen** بأنه تكون من ترسبات دجلة والفرات بعد الانحسار التدريجي

للخليج العربي. أما الثانية حسب **Less and Falcon** والتي تعتبر الأكثر قبولاً فتتص على أن السهل الرسوبي تكون من ترسبات دجلة والفرات بعد ملئ القعر الناشئ من هبوط المنطقة أثناء الحركة التكوينية بهذه الترسبات. فإذا اعتمدت النظرية الثانية نجد أن السهل الرسوبي عبارة عن منخفض كبير نقلت له مواد الطمي والأملاح بواسطة نهري دجلة والفرات وروافدهما حيث تجمعت الأملاح في المناطق المنبسطة والمنخفضة في هذا المنخفض الكبير لتكون الترب الملحية.

٣_ الماء الجوفي أو الأرضي :- أن مدى مساهمة الماء الجوفي في تملح الترب يتحدد من خلال ما يلي :-

• **العمق الحرج للماء الجوفي :-** ويعرف بأنه مستوى عمق الماء الجوفي الذي فوقه يبدأ الماء الجوفي بالمساهمة في عملية التملح. ويعتمد على الظروف المناخية مثل درجات الحرارة والتبخر. كذلك يعتمد على صفات التربة مثل النسجة والكثافة الظاهرية ويحسب من المعادلة التالية :-

$$Y = 170 + 8t + - 15$$

حيث أن :- $Y =$ العمق الحرج (سم) / $t =$ معدل درجات الحرارة (م)

مثال :- وفق الظروف السائدة في وسط وجنوب العراق وعند اعتبار المعدل السنوي لدرجات الحرارة ٢٩ م خلال السنة نحصل على ما يلي :-

$$Y = 170 + 8(29) + - 15$$

$$Y = 402 + - 15$$

اي ان العمق الحرج يتراوح ما بين _ 417 cm 387(كمعدل ٤م) وهذا يعني أن مستوى الماء الأرضي الذي يقل عن هذا العمق يؤدي إلى تملح التربة والواقع يبين أن أغلب الترب الماء الأرضي الذي يقل عن هذا العمق يؤدي إلى تملح التربة والواقع يبين أن أغلب الترب العراقية يقل المستوى كثيراً عن هذا الحد في كثير من الأحيان مما يشير إلى المساهمة الفعالة في عملية التملح الثانوي في هذه الترب.

• الملوحة الحرجة للماء الأرضي :- وتعرف بأنها مستوى الملوحة التي يبدأ بعدها الماء الجوفي بالمساهمة بشكل فعال في التملح. وهي تعتمد على نوع الأملاح السائدة. ففي حالة سيادة الكلوريدات والكبريتات في الماء الجوفي فإن الملوحة الحرجة تتراوح من ٢ إلى ٣ غم /لتر وفي حالة سيادة كاربونات الصوديوم فإن الملوحة الحرجة تتراوح من ٠,٧ إلى ١ غم /لتر. وكلما كانت ملوحة الماء الجوفي أعلى كلما وجب أن يكون الماء الجوفي أكثر عمقا والعكس. ويعبر عن مدى خضوع التربة إلى عملية تملح بواسطة دليل الحالة الملحية salt regim index

دليل الحالة الملحية = الكلوريدات : والكبريتات في الماء الجوفي

الكلوريدات :الكبريتات في الطبقة السطحية في التربة

إذا كانت قيمة الدليل أقل من واحد يدل على أن التربة تخضع لعملية تملح. في حين إذا كان الدليل أكثر من واحد يدل على أن التربة لاتخضع لعملية تملح بسبب الماء الأرضي.

٤_ مياه الري :- تشارك مياه الري في تملح من خلال تأثيرين الأول هو تأثير مباشر من خلال كمية الأملاح المنقولة بواسطة مياه الري والتي تتراكم في التربة المروية. والتأثير الثاني غير مباشر من خلال رشح كميات كبيرة من مياه الري خلال التربة باتجاه الماء الجوفي مسببا ارتفاع مستواه ومساهمته في عملية التملح وخاصة في حالة عدم وجود مبالز فعالة أو بزل طبيعي وهو ما يطلق بالتملح الثانوي. وأسباب الرشح اما بسبب الري الزائد عن الحاجة الاستهلاك المائي للنبات أو الرشح من قنوات الري الرئيسية والفرعية بسبب عدم تبطينها إذ تقدر الضائعات المائية من القنوات والجدول ما يقدر ٣٠٪ من كمية ماء الري. وبالرغم من أن نوعية مياه دجلة والفرات تعد جيدة الا ان كمية الأملاح المنقولة بواسطة مياه دجلة والفرات وروافدهما بحدود ٣ ملايين طن سنوياً من الأملاح.

٥- الغطاء النباتي :- يؤثر من خلال امتصاص الماء من قبل الجذور مما يؤدي إلى تراكم الأملاح عند المنطقة الجذرية في حالة عدم وجود غسل كافي لهذه الأملاح وهذا في حالة المحاصيل الحقلية ذات الجذور غير المتعمقة والتي لا تبقى طويلاً في التربة (اي غير المعمرة). وبشكل عام فإن كمية الأملاح المتراكمة أقل مقارنة مما يتراكم نتيجة الماء الأرضي أو مياه الري. ومن جهة أخرى فإن وجود الغطاء النباتي يقلل تبخر الماء من التربة وبالتالي تقليل تجمع الأملاح من سطح التربة والطبقات العليا وهذا يبدو مؤثراً بشكل أكبر في حالة الغطاء النباتي المعمر ذو الجذور المتعمقة التي تمتص كميات أكبر من الماء مسببة خفض مستوى الماء الأرضي وتقليل التبخر. وفي استراليا حصل

التملح الثانوي بسبب إزالة الغطاء النباتي الطبيعي وزراعة المحاصيل واستخدام الري مما أدى إلى زيادة ارتفاع الماء الأرضي وتملح التربة بعد أن كانت غير ملحية بوجود الغطاء النباتي الطبيعي مما حدا بالباحثين إلى استصلاحها بزراعة أشجار عميقة الجذور لامتصاص الماء الأرضي ومنعه من تملح التربة الأمر الذي يؤدي إلى إعادة التوازن الملحي إلى هذه الترب.

٦- ظروف البزل الطبيعي :- تقسم الأراضي بناء على مدى توفر البزل الطبيعي فيها :-

- الأراضي التي تتصف ببزل طبيعي جيد مثل كترف الأنهار في وسط العراق يجري غسل معظم الأملاح بشكل طبيعي وإن استخدام الري في مثل هذه المناطق يزيد من غسل الأملاح أن وجدت لذلك لا توجد احتمال لتملح مثل هذه الأراضي.
- الأراضي التي لا يتوفر فيها بزل طبيعي كافي ويلاحظ عادة وجود بقع ملحية على سطح التربة ويكون الماء الأرضي قريباً من سطح التربة في معظم الأحيان. إن استخدام الري في مثل هذه الترب يؤدي إلى التملح الثانوي وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة التي تتميز بسرعة تبخر عالية.
- الأراضي التي لا تتصف ببزل طبيعي :- تتميز هذه المناطق بالملوحة والاعداق وإن استخدام الري غير مجدي بدون شبكات بزل فعالة فيها.

٧- فعالية الإنسان :- أن الشيء الأكثر أهمية تاريخياً واقتصادياً هو تكوين الترب المتأثرة بالأملاح بسبب فعاليات الإنسان والتي

تنتج عن عدم اتباع الأساليب الإدارية الصحيحة للسيطرة على تجمع الأملاح. ومن الأمثلة للإدارة السيئة للأراضي الزراعية :-

- استخدام الري الزائد عن الاستهلاك المائي للمحاصيل
- عدم استخدام متطلبات الغسل
- الري بالمياه المالحة دون أخذ صفات التربة بنظر الاعتبار
- التسوية الرديئة.
- تبوير التربة صيفاً بوجود المياه الأرضية المالحة والضحلة.
- استخدام المكننة الثقيلة بكثرة مما يؤدي إلى دك التربة ورداءة النفاذية.
- استخدام دورات زراعية غير مناسبة للتربة.

الخواص الكيميائية والفيزيائية للأملاح المتراكمة في التربة والمياه

كما لاحظنا في الفصول السابقة انه خلال عمليات تجوية الصخور والمعادن ، تنطلق وبدرجات مختلفة عدد كبير من الايونات المختلفة والتي تتحد مع بعضها بعد نقلها مكونة مركبات جديدة في مواقع جديدة . وان الأملاح المتراكمة تكون دائما في حالة ديناميكية أي تخضع لعمليات الإذابة والترسيب في مقد التربة ، وكذلك تخضع لعمليات الحركة الأفقية والعمودية في التربة .

أنواع الأملاح المتراكمة في الترب المتأثرة بالملوحة :

يتراكم عدد كبير من الأملاح في الترب المتأثرة بالملوحة والتي تتكون نتيجة اتحاد عدد كبير من الايونات المختلفة والمنقولة بواسطة عوامل النقل وخاصة المياه .
واهم الايونات التي تدخل في تركيب أملاح الترب المتأثرة بالملوحة هي ايونات الكلوريدات والكبريتات والكاربونات والبيكاربونات والنترات والبورات والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ،
وباتحاد الكتيونات مع الاينيونات يتكون عدد كبير من الأملاح المختلفة ،
مثال / كلوريد الصوديوم ، كلوريد المغنيسيوم ، كبريتات الصوديوم ، كبريتات المغنيسيوم ، كبريتات الكالسيوم و كاربونات وبيكاربونات كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم .
الجدول { 14 ص 80 } يوضح الصيغ الكيميائية للأملاح الرئيسية المتراكمة في الترب المتأثرة بالملوحة

* تختلف الأملاح من ناحية قابليتها على الذوبان — ففي ظروف درجات الحرارة العالية وعند تزايد تركيز محلول التربة ووصوله حد الإشباع بالنسبة لبعض الأملاح فان هذه الأملاح تنسب بشكل بلورات ملحية على شكل معادن ملحية مكونه من ملح واحد أو خليط من ملحين أو أكثر . { جدول 15 ص 81 } .

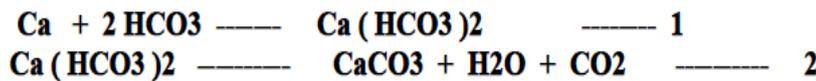
• ولغرض تسهيل دراسة خصائص الأملاح المتراكمة في التربة المتأثرة بالملوحة ، سنقوم بتقسيمها الى مجاميع اعتمادا على نوع الاينيون المكون للمجموعة :-

أ- الكاربونات :

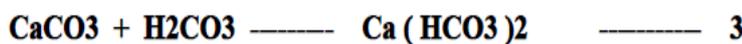
توجد أملاح حامض الكاربونيك في الترب المتأثرة بالملوحة والمياه الجوفية والمياه السطحية في معظم المناطق القاحلة وشبه القاحلة ، ومن أهم هذه الأملاح هي : كاربونات الكالسيوم ، ببيكاربونات الكالسيوم ، كاربونات وبيكاربونات الصوديوم ، كاربونات وبيكاربونات المغنيسيوم .

1- كاربونات الكالسيوم (الكالسايت) $CaCO_3$:

يتكون هذا الملح من اتحاد ايون البيكاربونات مع ايون الكالسيوم ، وعند تعرض هذا الملح للحرارة والجفاف يفقد جزء من ثاني اوكسيد الكربون بشكل غاز مكونا كاربونات الكالسيوم :



وتعتبر كاربونات الكالسيوم من أهم أملاح الكاربونات الشائعة في معظم المناطق القاحلة وشبه القاحلة ، وهو ملح قليل الذوبان جدا حيث لا يزيد ذوبانه عن 0.031 غم / لتر ، وعند وجود وفرة من حامض الكاربونيك في المحلول فان درجة ذوبانه تزداد نتيجة تكون ببيكاربونات الكالسيوم ، وحسب ما موضح في جدول { 16 ص 82 } وحسب المعادلة التالية :



ويتميز محلول كربونات الكالسيوم بدرجة تفاعل قاعدية ، ويزداد ذوبان هذا الملح كلما قلت قيمة الأس الهيدروجيني . وكما موضح في الجدول { 17 ص 83 } حيث تنخفض قيمة الأس الهيدروجيني بزيادة كمية ثاني اوكسيد الكربون أو زيادة ضغطه في المحلول .

• يمكن حساب قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الحاوي على كربونات الكالسيوم وكذلك محلول الترب الكلسية بواسطة المعادلة التالية :

$$PH = PK1 - (0.5) + \log \frac{HCO3}{CO2}$$

حيث :

$$PK1 = \text{لو غارتم ثابت التحلل لحمض الكربونيك ويساوي } 6.26 \text{ عند درجة الحرارة } 23 \text{ م .}$$

$$I = \text{القوة الأيونية}$$

$$HCO3 = \text{تركيز البيكربونات في المحلول (مول / لتر)}$$

$$CO2 = \text{تركيز } CO2 \text{ في المحلول (مول / لتر)}$$

وتعتبر مياه الري والمياه الجوفية المصدر الأساسي لتكوين الكلس في التربة وذلك بسبب احتوائها على كميات كافية من البيكربونات والكالسيوم ، حيث تترسب الكربونات عند وصول المحلول إلى حالة الإشباع وذلك عند تعرض هذه المياه للجفاف الذي يؤدي إلى تطاير جزء من غاز $CO2$ وحسب المعادلة (2)

* يعتقد دلفر (Deliver , 1962) إن معظم كربونات الكالسيوم في الترب العراقية قد نقلت مع مياه دجلة والفرات ، وبشكل دقائق ناعمة من أعالي الشمال وترسبت وتجمعت مع دقائق التربة الأخرى في السهل الرسوبي ، بالإضافة إلى احتمال ترسيب قسم من كربونات الكالسيوم في التربة كيميائياً من مياه الري والمياه الجوفية عند تماسها بمقد التربة نتيجة اتحاد أيونات الكالسيوم مع أيونات البيكربونات ولفظ كمية من غاز $CO2$ عند تعرض هذه المياه إلى الجفاف ، وبالتالي تترسب كربونات الكالسيوم بشكل عروق أو بشكل نقاط بيضاء في مقد التربة .

* عند وجود نسبة عالية من كربونات الكالسيوم في احد أفاق المقد بنسبة أعلى نسبياً عن الأفق الذي فوقه والأفق الذي تحته يطلق على مثل هذا الأفق بالأفق الكلسي (Calcic horizon) ويتميز هذا الأفق بقلة النفاذية ، وتسمى الترب الحاوية على مثل هذا الأفق بالترب الكلسية .

* بسبب قلة ذوبان الكلس فإن هذا الملح يعتبر غير سام للنبات ، إلا إن وجوده بكميات كبيرة في الترب الملحية له تأثيرات سلبية ، منها : تقليل جاهزية عدد كبير من العناصر الغذائية وخاصة الصغرى ، وتقليل السعة التبادلية الكاتيونية للتربة ، وجعل درجة التفاعل قاعدية .

2- كربونات المغنيسيوم : (MgCO3 (Mgnesite

تتراكم كربونات المغنيسيوم في التربة بنفس الطريقة التي يتراكم بها ملح كربونات الكالسيوم ، وتتأثر قابلية ذوبانه بنفس الظروف والعوامل التي تؤثر على قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم ، إلا إن هذا الملح يتصف بقابلية ذوبان أعلى نسبياً من كربونات الكالسيوم ، ويتصف محلوله بدرجة تفاعل عالية (أعلى من 10) ، لذلك يعتبر هذا الملح قلوي جداً وسام للنبات ، إلا إن وجوده بكميات كبيرة حرة في التربة نادراً جداً وذلك للأسباب التالية :

1 - امتزاز المغنيسيوم من قبل غرويات التربة .

ب - تكون مركب كربونات قليل الذوبان جداً وهو الدولومايت $CaMg (CO3) 2$.

3 – كاربونات الصوديوم (الصودا) Na_2CO_3

يوجد هذا الملح بشكل حر نقي أو بشكل خليط مع بعض الأملاح في بعض الترب والمياه الجوفية ومياه البحيرات . يتسبب بشكل بلورات مع عدد مختلف من جزيئات الماء عند وصوله حد الإشباع وبالصيغ التالية :

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ ويتصف الملح بقابلية ذوبان عالية (حوالي 178 غم / لتر)

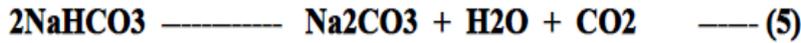
- نتيجة التحلل المائي له عند الذوبان فإنه يكون وسطا قلويا يصل الأس الهيدروجيني إلى (12) .
- بسبب قابليته العالية على الذوبان ودرجة تفاعله القلوية فإن هذا الملح يعتبر أكثر سمية للنبات والأحياء الدقيقة في التربة .
- هذا الملح له قابلية عالية على تشبيح معقد التبادل للتربة بالصوديوم بالمقارنة مع بقية الأملاح الصوديومية الأخرى (جدول 19 ص 87) .

كما هو معلوم أنه بزيادة تشبيح معقد التبادل بالصوديوم كلما زاد تأثيره السلبي على صفات التربة وذلك من ناحية تشتت غرويات التربة وتحطم التركيب ورداءة النفاذية ، كذلك يعتبر احد العوامل الرئيسية المحددة لخصوبة التربة ، أما ملح بيكاربونات الصوديوم فيعتبر اقل قلوية من ملح كاربونات الصوديوم وكذلك اقل سمية منه .

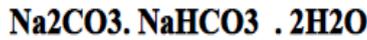
إن مدى تحول كاربونات الصوديوم إلى بيكاربونات الصوديوم يعتمد على كمية غاز CO_2 في هواء التربة ومحتول التربة ، وتعتمد كمية CO_2 على كمية المادة العضوية في التربة ودرجة تحللها .



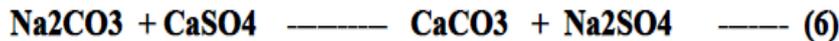
ويحصل العكس عندما تقل نسبة المادة العضوية ويقل النشاط الميكروبي في التربة ، عندها تقل نسبة CO_2 وخاصة في ظروف درجات الحرارة العالية ، فإن قسم من البيكاربونات تتحول إلى كاربونات الصوديوم .



إذا حصل تبخر شديد لمحتول التربة الحاوي على كاربونات وبيكاربونات الصوديوم فإن هذين الملحين ينفصلان عن محتول التربة ويترسبان بشكل بلورات على شكل ملح يطلق عليه ترونا (Trona)



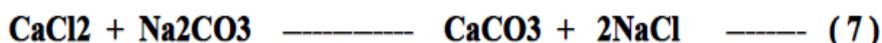
كقاعدة عامة نادرا ما تتكون كاربونات الصوديوم في الترب الحاوية على الجبس وذلك لحدوث تفاعل سريع بين الملحين حيث تتحول كاربونات الصوديوم من خلاله إلى الكلس .



وهذه الحالة تحصل في الترب العراقية الملحية .

لذلك تعتبر احد العوامل الرئيسية التي تمنع تكون كاربونات الصوديوم في التربة ويكسبها قوة او سعة تنظيمية عالية .

ويمكن تلخيص التفاعلات التي تلعب دورا في منع تكون الصودا في ظروف الترب العراقية (بالإضافة إلى التفاعل 6)



تصنيف النباتات من ناحية طبيعة تأثيرها بالملوحة

تقسم النباتات في الطبيعة الى مجموعتين رئيسيتين من ناحية تأثيرها بالملوحة:

١. النباتات الملحية (الهالوفاييت) halophytes

وهي النباتات التي تستطيع النمو بشكل اعتيادي في الظروف الملحية حيث تأقلمت على هذا الوسط وذلك من خلال تطور او تحور بعض الخصائص التشريحية او المورفولوجية او الفسيولوجية لتساعد على العيش في مثل هذه الاوساط الملحية. من وجه النظر العلمية ان هذه المجموعة من النباتات تستطيع التغلب على اثر الضغط الازموزي العالي الاوساط الملحية وتقسم نباتات الهالوفاييت الى عدة مجاميع او انواع حسب طريقة التأقلم للملوحة:

أ. الهالوفاييت المجمععة الاملاح: وتشمل هذه المجموعة اكثر النباتات الملحية مقاومة للملوحة . ان خاليا هذه النباتات نفاذة الاملاح ولها القابلية على تجميع كميات كبيرة من الاملاح داخل جسمها.

ب. الهالوفاييت التي لها القابلية على لفظ المالح (التخلص من المالح): يتميز برتوبالزم خاليا هذه النباتات بالقابلية العالية على النفاذية الاملاح . ان لهذه المجموعة القابلية على لفظ او التخلص من المالح بواسطة تمدد خاص تنتشر على سطح الاوراق او جسم النبات او من خلال سقوط الاوراق التي تجمعت فيها كمية نت المالح.

ت. الهالوفاييت غير النفاذة للاملاح : تنمو نباتات هذه المجموعة في ظروف غير عالية الملوحة وتعتبر خاليا النباتات في هذه المجموعة اقل سماحا لمروور المالح او اقل نفاذية الاملاح وتقاوم الضغط الازموزي العالي من خلال رفع الضغط الازموزي داخل جسمها نتيجة تجمع نواتج عمليات التمثيل الغذائي كالكاربوهيدرات.

ث. الهالوفاييت المجمععة الاملاح موقعا: لهذه النباتات القابلية على تجميع المالح في بعض المواقع او الجزء من جسمها عندما تنمو في ظروف ملحية مثال على ذلك تجميع المالح في شعيرات خاصة على السطح العلوي والسطح السفلي لا لوراق.

مما تقدم نلاحظ ان طرق التأقلم التي تطورت او تحورت في هذه النباتات يتم حصرها فيما يلي:

أ. التخلص من المالح من جسم النبات بطريقة ما.

ب. رفع الضغط الازموزي داخل جسم النبات لمعادلة او مقاومة الضغط الازموزي الخارجي.

٢. النباتات غير الملحية (الكلايكوفاييت)

وهي المجموعة التي تشمل جميع المحاصيل الزراعية الاقتصادية التي يتاثر انتاجها بالملوحة.

طبيعة تأثير الملوحة على النبات

للملوحة تأثيرات متنوعة ومتعددة على المحاصيل الزراعية ويمكن ان تقسم الى ما يلي:

أ. التأثيرات المباشرة :

ويقصد بها تأثير الملوحة بشكل مباشر على النبات وتكون كما يلي:

١. تأثير الضغط الازموزي (التناظفي)

يؤدي ارتفاع الضغط الازموزي في محلول التربة الى عجز النبات من امتصاص الماء اللازم لفعالياته الحيوية والنتح ويبين الشكل في ادناه العالقة بين الضغط الازموزي في النبات وتركيز كلوريد لصدويوم في محلول التربة وسلوكية النبات المختلفة.

٢. التأثير السمي او النوعي للايونات

ان معظم الأيونات الداخلة في تركيب المالح والمسببة لزيادة ملوحة التربة (مثل الصوديوم والكلور والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والكاربونات والبيكاربونات) يمكن ان تسبب زيادة تراكمها تأثيرات نوعية خاصة على نمو وانتاج المحاصيل الزراعية وذلك من خلال تأثيرات سمية معينة على النبات. ان بعض العناصر مثل الصوديوم والكلوريد تسبب زيادتها حالات سمية للنباتات الكلوريد يسبب حرقا في اوراق عدد كبير من اشجار الفاكهة عند بلوغ تركيز اكثر من ٥٠٠% في الاوراق والصوديوم اكثر من ٢٠٠%. ومن الايونات الاخرى التي تسبب سمية لمعظم المحاصيل الزراعية البورون الذي يكون ساما عند بلوغ تركيزه في التربة اكثر من ٥٠٠ جزء بالمليون

٣. التأثير على التوازن الغذائي في التربة :

ان معظم تأثيرات الملوحة على اختلال التوازن الغذائي للنبات يرتبط بدرجة رئيسية بالتغذية الكاتيونية خاصة وان امتصاص الكاتيونات من قبل النبات ال يعتمد على الكمية المطلقة لها في التربة وانما يعتمد على نسبة هذه الكاتيونات بعضها الى البعض الاخرى. حيث لوحظ ان تملح الترب الملح الصوديوم سبب انخفاض في مستوى الكالسيوم في النبات.

٤. التأثير الفيزيولوجي للملوحة

لوحظ ان زيادة الملوحة في التربة تسبب تأثيرا سلبيا على التوازن الهورموني في النبات حيث تسبب انخفاض عمليات النقل من الجذر الى الوراق وتجميع بعض الحوامض في الاوراق

٥. التأثير في فعالية الإنزيمات:

لوحظ ان زيادة تركيز بعض الايونات له تأثير خاص على فعالية الانزيمات في النبات ومن الامثلة على ذلك انخفاض فعالية انزيم dehydrogenase في النبات عند زيادة تركيز المالح في الوسط الخارجي للنبات. وأشارت بعض الابحاث اخيرا الى ان زيادة الملوحة تسبب ضعف نشاط الانزيمات المسؤولة عن تمثيل البروتين.

ب- تأثير الملوحة غير المباشر على النبات

تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر على النبات وذلك من خلال تأثير الملوحة او احد مكوناتها (الكاتيونات او الايونات سلبيا على صفات التربة . ومن الامثلة المعروفة في هذا المجال هو تأثير الصوديوم المتبادل ESP على الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة. رفع درجة التفاعل باتجاه القلوية وخفض نفاذية التربة وضعف البناء وانخفاض حركة الماء بالتربة . ان هذه التأثيرات في صفات التربة ستعكس حتما على نمو النبات بشكل سلبي.

مظاهر تأثير الملوحة على المحاصيل الزراعية

١. فشل عدد كبير من البذور على الانبات وكذلك تأخر موعد الانبات وذلك لعدم كفاية الماء الممتص لانتفاخ البذور بسبب ارتفاع الضغط الازموزي.
٢. تؤثر الملوحة في حجم النبات حيث تكون النباتات الناتجة في الظروف الملحية صغيرة الحجم بالمقارنة مع مثيلاتها الناتجة في الظروف غير الملحية وهذا ما يطلق عليه بظاهرة التقزم بسبب الملوحة . وهذا ينعكس على الحاصل كما ونوعا. وينعكس تأثير الملوحة في حجم النبات على على الوزن الجاف للجزء العلوي للنبات (الوراق والسيقان) والجزء السفلي له (الجزور).
٣. بسبب تأثير الملوحة في اختلال التوازن الغذائي في التربة والنبات وكذلك تأثير الملوحة على ظاهرة التفضيل (selectivity) للنبات في امتصاص العناصر الغذائية الالزمة له. فان ذلك يسبب امتصاص عناصر ال يحتاجها النبات مسببه له الحروق وغير ذلك من الاضرار. وان تراكم هذه الايونات في اجزاء النبات من جهة وانخفاض تركيز ايونات اخرى مثل الكالسيوم والفسفور في هذه الاجزاء من جهة اخرى وكذلك تراكم مواد عضوية يؤدي كل ذلك الى تغير مكونات النبات وبالتالي التأثير على نوعية وقيمته الغذائية .
٤. لقد لوحظت تغيرات مورفولوجية وتشريحية عديدة في المحاصيل المتعرضة لتراكيز عالية من الاملاح مثال ذلك:

أ. صغر الورقة وقلة عدد الخلايا فيها مع كبر حجم الخلية

ب. زيادة سمك الورقة وصغر فتحات الثغور

ت. زيادة نسبة الازهار الذكورية مقارنة مع الازهار الانثويه

ث. تغير لون الورقة الى اخضر مزرق في الظروف الملحية.

تحمل المحاصيل للملوحة

يعرف مصطلح التحمل من الناحية الفسيولوجية بأنه تجمع الايونات وتراكمها في جسم النبات دون ظهور أي تأثيرات سلبية على النمو الناتج. اما من الناحية الزراعية فيقرر مدى تحمل المحصول للملوحة حسب ثلاثة معايير:

١. قابلية المحصول للعيش في التربة الملحية

٢. مدى تدهور حاصل المحصول في التربة الملحية

٣. الحاصل النسبي للمحصول في التربة الملحية مقارنة مع حاصله في التربة غير الملحية وعند نفس ظروف النمو.

البيانات المقترحة من قبل ماس وهوفمان

لقد قام العالمان ماس وهوفمان في سنة ١٩٧٦ بجمع جميع المعلومات والبيانات المتوفرة في العالم والمتعلقة بنتائج الاحباط والتجارب الخاصة بتحمل مختلف المحاصيل الزراعية للملوحة ولفترة الثالين سنة محاولين تصنيفها وتوحيدها في مجاميع باستخدام الحاسبة الالكترونيه وذلك للحصول على بيانات تعكس بشكل كمي تحمل المحاصيل الزراعية المختلفة للملوحة. وبالفعل حصل على عالقات ممتعة ومهمة في هذا المجال واقترحا بيانات كمية حول مدى تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة يمكن الاستفادة منها في النواحي التطبيقية للتنبؤ بمدى الفقدان الذي يمكن ان يحدث في حاصل معظم المحاصيل الزراعية اذا ما زرعت في ترب ملحية ذات مستويات مختلفة من الملوحة واستنتجا بان الحاصل النسبي لمعظم المحاصيل الزراعية يعتبر دالة خطية لقيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة لطبقة الجذور وذلك بعد تجاوز قيمة معينة للتوصيل الكهربائي خاصة بكل محصول من المحاصيل الزراعية اطلق عليها بعتبة تاثير الملوحة على الحاصل (value salinity threshold) وهي عبارة عن القيمة التي يبدها حاصل المحصول بالنخفاض بتاثير الملوحة بشكل معنوي بعبارة اخرى وجود عالقة احصائية سلبية خطية بين الحاصل النسبي للمحصول (yield relative) وقيم التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة مقاسة بالديسي سيمنزام بعد تجاوز قيمة عتبة تاثير الملوحة على الحاصل. وعند استخدام (analysis leastsquare) حصل على حدود معينة تتوزع فيما بينها هذه الخطوط الممثلة لمختلف مجاميع المحاصيل الزراعية (المحاصيل الحقلية ومحاصيل العلف ومحاصيل الخضر واشجار الفاكهة والحشائش) من ناحية حساسيتها وبالشكل التالي حساسة للملوحة، متوسطة الحساسية للملوحة، متوسطة التحمل للملوحة، وملتحملة للملوحة .

الأساليب المستخدمة لزيادة تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة:

لقد جرت محاولات وتجارب عديدة الهدف منها هو زيادة مقاومة او تحمل المحاصيل الزراعية الاقتصادية للملوحة ونوجز فيما يلي اهم هذه الأساليب.

١. اجراءات التربية والوراثة:

تهدف هذه الإجراءات الناتج سلالات لمحاصيل زراعية يمكن ان تنمو بشكل مرضي في الظروف الملحية عن طريق احداث الطفرات الوراثية وذلك من خلال التربية وتزاوج الانصاف غير

المقاومة للملوحة مع الاصناف غير الاقتصادي العالية التحمل للملوحة للحصول على محاصيل زراعية اقتصادية ومتحملة للملوحة .او من خلال استخدام اساليب اخرى الحداث الطفرات الوراثية مثال ذلك استخدام اساليب اخرى الحداث الطفرات الوراثية مثال ذلك استخدام الاشعاع في هذا المجال . وتشير في هذا المجال الى نتائج بذور ثالثة انواع من المحاصيل الزراعية وهي الحنطة والعصفر والشعير لجرعات مختلفة من اشعة كاما (٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥، ٣٠، كيلوراد) ثم زرعت هذه البذور في اوساط ملحية ذات مستويات مختلفة من الملوحة (٤، ٨، ١٢، ١٦، ٢٠، ديسي سيمنزام) ودرست تأثير

ذلك على النمو الخضري والجذري وامتصاص العناصر من قبل النباتات المدروسة . واستنتجت من هذه الدراسة ان هذه المحاصيل اظهرت مقاومة عالية للملوحة في مرحلة النبات، ان الجرعات العالية من الاشعاع (١٥-٣٠ كيلوراد) اثرت سلبا على نمو الباردات في المراحل الاحقة من نمو وبشكل عام اشارت الباحثة الى ان هناك جرعات محفزة لنمو الشعير والعصفر في الاوساط الملحية المدروسة الخاصة الجرعات ٥-١٠ كيلو ان شانون ١٩٨٢ shanon يعتقد ان ابحاث استخدام اساليب التربية التي تهدف الى الحصول على اصناف او سلالات مقاومة للملوحة التزال في بدايتها وتحتاج المزيد من المعلومات حول طبيعة وميكانيكية تحمل المحاصيل الزراعية للملوحة على مستوى الخلية ومستوى الجين ليتسنى الابحاث العلمية الانطلاق من هذه النقطة نحو الهدف المنشود.

الاجراءات التطبيقية:

ويقصد بها استخدام جميع الجراءات التطبيقية المبينة على الخبرة العلمية او المقتبسة من الخبرة المتوارثة في هذا المجال. ومثال هذه الجراءات كثيرة ومتنوعة، قسم منها حقق النجاح والقسم الاخرى لم يحقق شئ لحد الان. ويمكن ان نورد هنا بعض الامثلة في هذا المجال وخاصة فيما يتعلق بالاساليب العلمية المستخدمة لزيادة تحمل المحاصيل الاقتصادية للملوحة.

لقد استخدم هذا الاسلوب على وجه الخصوص من قبل العلماء الروس وفي مقدمتهم البروفسور (hengel) وذلك من الخمسينات من هذا القرن بشكل سلسلة من التجارب في هذا المجال. ومضمون هذا الاسلوب هو تنقيع البذور ولمدة معينة من الزمن ساعة او اكثر (بمحاليل ملحية) مثال ذلك كلوريد الصوديوم وبتراكيز معتدلة ٦% ومن ثم زراعتها في الاراضي الملحية وشارت قسم من نتائج ابحاثهم الى زيادة تقدر ب ٣٠% في حاصل محصول الحنطة والقطن المزروعة في تربة ملحية نتيجة هذه المعاملات ١٩٥٨ strogonov الا ان نتيجة ابحاث اخرى لم تؤكد ذلك.

ب. تنقيع البذور او رش النبات بمحاليل تحتوي على محفزات النمو او الهورمونات:

ويتضمن هذا الاسلوب تنقيع بذور المحاصيل الزراعية بمحاليل هذه المواد مثال ذلك phofon و CCC وسايكوسيل وحامض الكبريتيك وغيرها من المواد ومن ثم زراعة البذور في الترب الملحية او من خلال رش المحاصيل الزراعية المزروعة في الترب الملحية بمثل هذه المحاليل. وتشير بعض النتائج الى ان قسما من هذه المواد ادت الى زيادة تحمل بعض المحاصيل للملوحة ungers1973

ج. التداخل بين التسميد والملوحة وعالقة ذلك بتحمل المحاصيل الزراعية salinity

fertilizer interaction

من المواضيع التي اثارته اهتمام المختصين في حقول ملوحة التربة والتسميد وتحمل المحاصيل للملوحة في السنوات الاخيره هو موضوع المتعلق بدراسة تداخل الأسمدة المضافة الى التربة الملحية وملوحة التربة ودور ذلك في زيادة تحمل المحاصيل للملوحة. وبالفعل تم اجراء العديد من التجارب والابحاث في هذا المجال. ولقد سبق لنا الاشاره الى ان احد تأثيرات ملوحة التربة على النبات يكمن في تأثير الملوحة على اختلال التوازن بين العناصر الغذائية وامتصاصها. لذلك اقترح بعض الباحثين 1976 finck الى تعديل هذا التوازن من خلال اضافة العناصر الغذائية بشكل سمد. لذلك يعتقد ان اضافة الأسمدة الحاوية على العناصر الغذائية الى التربة المالحة يمكن ان تلعب دورا في تعديل التوازن بين العناصر الغذائية الضرورية والعناصر غير الضرورية للنبات وبذلك تزيد من قدرة النبات على تحمل الملوحة عند حدود معينة. وبالفعل فقد اشارت نتائج الابحاث ان اضافة الأسمدة الكيميائية الحاوية على النتروجين او الفسفور او كليهما قد لعب دورا كبيرا في زيادة تحمل بعض المحاصيل مثل الحنطة والذرة لمستويات عالية نسبيا من الملوحة.

تصنيف وتسمية الترب المتأثرة بالاملاح

. في أي بلد توجد مشكلة للملوحة نلاحظ وجود تسميات وتصنيف للترب المتأثرة بالملوحة . ويتقدم علوم

التربة فقد اقترحت مؤشرات اساسية لتوصيف وتصنيف هذه الترب وتعتبر طرق التصنيف التالية اكثر

الطرق شيوعا واستعمال في تصنيف الترب بالملوحة في العالم:

١ .التصنيف الأمريكي للترب المتأثرة بالملوحة.

٢ .التصنيف الروسي للترب المتأثرة بالملوحة.

٣ .التصنيف الأسترالي للترب المتأثرة بالملوحة.

٤ .تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في العراق.

التصنيف الأمريكي للترب المتأثرة بالملوحة

لقد اعتمد مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية ثالث مؤشرات اساسية في توصيف وتصنيف

الترب المتأثرة بالملوحة وهي:

١ .التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة (ECe).

٢ .الاس الهيدروجيني (pH).

٣ .النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP).

والاعتبارات التي اخذت بنظر الاعتبار عند اختيار هذه المؤشرات الثالث (ECe, Ph, ESP) تكمن في مدى تأثيرها في صفات التربة ونمو النبات. وبناء على ذلك فقد قسمت الترب المتأثرة بالملوحة الى المجاميع التالية:

صنف التربة	التوصيل الكهربائي	الاس الهيدروجيني	النسبة المئوية للصوديوم
	dS\m (EC _e)	pH	المتبادل ESP
ترب غير ملحية	اقل من 4	اقل من 8.5	اقل من 15%
ترب ملحية	اكثر من 4	اقل من 8.5	اقل من 15%
ترب ملحية قلووية	اكثر من 4	اكثر من 8.5	اكثر من 15%
ترب قلووية	اقل من 4	اكثر من 8.5	اكثر من 15%

لقد جرى في السنوات الاخيره تعديل في تسمية بعض هذه المجاميع حيث استبدل مصطلح القلووية (Alkali) بمصطلح الصودية (sodic) واعتبر الحد الفاصل بين الترب الملحية وغير الملحية (٢) وديسي سيمنز ام (بدال من ٤) واستخدم مصطلح نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) بدال من مصطلح النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP ،) كما واستخدمت وحدة النظام العالمي (ملي سيمنز ام) و(ديسي سيمنز ام) بدال من ملموز اسم

وفي الفترة الاخيره عرف معجم مصطلحات علم التربة من قبل اتحاد علم الامريكي في سنة (١٩٧١) مجاميع الترب المتأثرة بالملوحة بالتعاريف التالية:

الترب الملحية soils saline

هي الترب غير القلووية التي تحتوي على كمية من الاملاح كافية للتاثير في انتاجية المحاصيل الزراعية والتوصيل الكهربائي للمستخلص لها اكثر من ٢ ديسي سمنزام عند درجة حرارة ٢٥ ٥ م.

الترب الصودية: soils sodic

هي الترب التي تحتوي على صوديوم متبادل كافي للتاثير في نمو معظم المحاصيل الزراعية والتي تكون فيها نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) 15% او اكثر.

الترب الملحية الصودية soils sodic- saline

هي الترب التي تحتوي على كمية من المالح الذائبة والصوديوم المتبادل كافيين للتاثير في نمو معظم المحاصيل الزراعية حيث يكون التوصيل الكهربائي اكثر من ٢ ديسي سيمنز ام ونسبة امتزاز الصوديوم (SAR) اكثر من ١٥%.

التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة	تأثير الملوحة في انتاج المحاصيل الزراعية
dSm	
2-0	لا يوجد تأثير
4-2	انتاج المحاصيل الزراعية الحساسة جدا للملوحة يمكن ان يتأثر
8-4	انتاج كثير من المحاصيل يمكن ان يتأثر
16-8	المحاصيل المتحملة للملوحة يمكن ان تنمو بشكل مرضي
16 او اكثر	عدد قليل جدا من المحاصيل يمكن ان تنمو بشكل مرضي

اما من ناحية تقسيم مجموعة الترب الملحية حسب تأثيرها في نمو النبات فقد قسمت الى المجاميع التالية

التصنيف الروسي للترب المتأثرة بالملوحة

انت التصنيف الروسي اعتمد المؤشرات الكيميائية والمورفولوجية عند تصنيفه وتسميته للترب المتأثرة بالملوحة. فمن الناحية الكيميائية استخدمت المؤشرات التالية:

الملوحة معيرا عنها كنسبة مئوية لالمالح القابلة للذوبان من وزن التربة الجافة ، وتقدر عادة

المالح الذائبة في مستخلص تربة:ماء (١:٥) .

٢. التركيب الملحي لالمالح المتراكمة في التربة وذلك للتدليل على نوع المالح السائدة ونوع

الكاتيونات والأيونات السائدة في التربة ويتم تقديرها في المستخلص تربة :ماء (١:٥) ايضا.

٣. النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في الافق (B) خاصة بالنسبة للترب المتأثرة بامالح

الصوديوم.

اما من الناحية المورفولوجية فقد استخدم التصنيف الروسي القشرة الملحية ونوع البناء في بعض الفاق

كاساس لتصنيف الترب المتأثرة بالملوحة اضافة الى التحليل الكيميائي.

وبناء على ذلك فقد قسمت الترب المتأثرة بالملوحة الى مجموعتين:

١. ترب السولنچاك solonchak

٢. ترب السولونيتس solonets

ترب السولنجاك

وهي الترب الملحية الحاوية على كمية كبيرة من المالح في الفاق العليا (صفر-٣٠سم) وتزيد فيها نسبة المالح على ٢ ، % وتكون درجة تفاعل التربة متعادلة -قليلة القلوية (٥,٧- ٣,٨) وتتصف هذه

الترب في بعض الاحيان بقشرة ملحية على سطح التربة.

ترب السولونيئس

تتميز ترب هذه المجموعة ببناء عمودي في الافق B الذي يكسبه صفات الصالدة وعدم النفاذية للماء والهواء والجذور ، ويحتوي الافق B عادة على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل (ESP) الذي يعتبر السبب المباشر لتكوين البناء العمودي الصلب.

ويعتبر كوفدا (1973)kovda الافاق التالية مميزة في

ترب السولونيئس :

١. الافق A : افق مغسول قليل الملوحة تعرض الى عملية التدهور وسمكه يتراوح بين صفر-٢٠ سم.

٢. الافق B : افق تجميعي سمكه ١٠ او ٢٠ سم ذو بناء عمودي او منشوري وذو تفاعل قلوي pH٩ او اكثر ويحتوي على بيكاربونات الصوديوم بمقدار (١٠٠) % كما يحتوي على نسبة عالية من الصوديوم المتبادل بنسبة ٢٠-٢٥ % من السعة التبادلية الكاتيونية.

٣. افق C : افق في معظم الاحيان يكون ملحي ويحتوي على الكربونات والكبريتات والكوريدات.

ويشكل عام تتميز ترب السولونيئس بماء جوفي عميق دون العمق الحرج. واستخدام كوفدا النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في الافق B كمعيار او مؤشر لتصنيف ترب السولونيئس (٣٠) %

التصنيف الاسترالي للترب المتأثرة بالملوحة

هذا التصنيف مقترح من قبل سكن (1969)skene ولقد اعتمد هذا التصنيف ثالث مؤشرات لتوصيف الترب المتأثرة بالملوحة:

١. الملوحة معبر عنها بقيمة النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في التربة.

٢. الصودية معبر عنها بالنسبة المئوية للصوديوم المتبادل.

٣. القلوية معبر عنها بالاس الهيدروجيني في مستخلص التربة (١:٥)

وبناء على هذه القيم تم تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في استراليا الى (٢٧) صنف ممثلة بجميع الاحتمالات التداخل.

اوال: المجاميع حسب الملوحة (s)

أولاً: المجاميع حسب الملوحة

النسبة المئوية ل Nacl أقل من 0,1%	صنف -صفر	1. غير ملحية
النسبة المئوية ل Nacl 0,1 في الترب المزيجة والرملية و0,2 في الترب الطينية في الأفق A او الطبقة السطحية من التربة (صفر-20 سم)	صنف-1	2. ذات ملوحة سطحية
النسبة المئوية ل Nacl أكثر من 0,3 في الأفق B	صنف-2	3. ذات ملوحة تحت السطح

ثانياً : المجاميع حسب الصودية

ESP أقل من 6	صنف-صفر	1. غير صودية
ESP بين 6-14	صنف-1	2. صودية
ESP أكثر من 14	صنف-2	3. شديدة الصودية

ثالثاً: المجاميع حسب القلوية

pH أقل من 8	صنف-صفر	1. قلوية قليلة جدا
pH بين 8-9,5	صنف-1	2. قلوية
pH أكثر من 9,5	صنف-2	3. شديدة القلوية

التعبير عن الملوحة في خرائط الترب المتأثرة بالملوحة

لغرض حصر مساحات الترب المتأثرة بالملوحة الغراض استصلاح الاراضي وادارتها يجب تهيئة خرائط ملوحة خاصة بذلك ولغرض رسم هذه الخرائط يتم حصر المساحات لمواقع المتقاربة الملوحة وحسب درجات الملوحة المختلفة ويرمز عادة بالرمز)للدلالة على الملوحة مع رقم يشير الى درجة

<u>EC_e</u>	<u>الرمز</u>	<u>درجة الملوحة</u>
صفر-4	S ₀	غير ملحية
8-4	S ₁	قليلة الملوحة
16-8	S ₂	متوسطة الملوحة
أكثر من 16	S ₃	شديدة الملوحة

تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في العراق

يعتبر رسل (1957) Russeل اول من حاول تصنيف الترب المتأثرة بالملوحة في العراق معتمدا

التسميات المحلية لهذه التربة حيث قسم الترب المتأثرة بالملوحة الى

Shura soils الشورة ترب. ١

Sabach soils السبخ ترب. ٢

وقد قام بمقارنة هاتين المجموعتين من الترب الملحية من الناحيتين المورفولوجية والكيميائية مبينا ان ترب السبخة هي ترب ملحية حاوية على نسبة عالية من امالح كلوريدات وتترات المغنيسيوم والكالسيوم والتي لها القابلية على التميؤ لذلك فان سطح ترب السبخة يتصف بالرطوبة واللزوجة واللون الداكن.

بينما ترب الشورة هي ترب ملحية تتصف بقشرة ملحية بيضاء اللون جافة نوعا ما وذلك لتراكم كمية كبيرة نسبيا من امالح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والمغنيسيوم غير المتميئة وتقسم ترب الشورة الملحية الى ثالث انواع من ناحية التركيب الملحي:

١. ترب شورة كلوريد الصوديوم تتميز بقشرة ملحية متماسكة مكونة من حبيبات دقيقة.

٢. ترب شورة كبريتات الصوديوم تكون قشرتها الملحية مفككة وهشة ومنتفخة وتكون دقائق الملح بشكل ابري.

ترب الشورة كبريتات المغنيسيوم قشرتها الملحية مفككة وهشة ومنتفخة ولكن بدون تجمع لالمالح. ٣
الانربة البيضاء.

التوازن الملحي

يعرف التوازن الملحي بمفهومه العام الزيادة او النقصان في كمية الأملاح في مساحة معينة ولفترة زمنية معينة .

ويمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:-

كمية الأملاح الداخلة إلى التربة (S1)- كمية الأملاح الخارجة من التربة (S2) = التغير في كمية الأملاح في التربة (S)

ويضم التوازن الملحي كافة ابعوامل والضرروف التي تساهم في تغير المحتوى الملحي مقد التربة وتكوين التربة وتكوين الترب الملحية والتي يمكن التعبير عنها بقانون حفظ الكتلة الصيغة العامة :-

$$S=(W+P+R+G+Y+F)_{(P+r+g+i+u)^{\wedge}}$$

S^{\wedge} =مؤشر التوازن الملحي

W =أملاح مضافة من التجوية

P = أملاح مضافة منقوله بالامطار والهواء

R = املاح مضافه من الجريان الأفقي للمياه السطحية

G = املاح مضافه من الجريان الأفقي للمياه تحت السطحيه

Y = أملاح مضافة من الري

F = أملاح مضافة من الأسمدة والمصطلحات

P = املاح مذابة بالامطار

r = املاح مذابة بسبب الجريان الأفقي للمياه السطحية من خارج المنطقة

g = املاح مذابة بسبب الجريان الأفقي للمياه تحت السطحية من خارج المنطقة

i = املاح مذابة بمياه الري

u = املاح مذابة عن طريق الامتصاص من قبل النبات

ويمكن التعبير عن العوامل الداخلة في المعدله بوحدات طن/هكتار بعض العوامل في المناطق الجافة

تكون محددة التوازن الملحي مثل Y, G, i, p وعوامل مؤثره مثل p, R, W, r, g

وعوامل قد تكون في بعض الحالات وعلى المدى القصير مهملة مثل F_u .

إن الظروف المؤثرة على التوازن الملحي تجعل من الممكن لعامل واحد أو أكثر من العوامل المذكورة

أن يسود على بقية العوامل يؤدي الى تغير التوازن الملحي .

ولابد من الاشارة الى ان التوازن الملحي مشتق من التوازن المائي .

هناك ثلاث انواع من التوازن الملحي :-

1- التوازن الملحي المستقر ($S^{\wedge}=0$) لا يتغير المحتوى الملحي في التربة وينظم عن طريق التبخر نتح والغسل .

2- التوازن الملحي ($S^{\wedge}<0$ صفر) تزداد كمية الأملاح في طبقة التربة سنة بعد أخرى.

3- التوازن الا عذابي ($S^{\wedge}>0$ صفر) تغسل الأملاح بالبزل الطبيعي مما يحول دون تراكمها في التربة. لغرض تسهيل فهم التوازن المائي والملحي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وعلاقة ذلك بظاهرة التملح نأخذ الحالتين الرئيسيتين التاليتين:-

اولاً - المناطق العالية:- ويقصد بها المناطق التي يكون فيها مستوى الماء الأرضي بعيداً عن سطح التربة ولا يشارك في التوازن المائي والملحي لها.

إن المعادلة التي تأخذ بنظر الاعتبار العوامل الرئيسية المحددة التوازن المائي والملحي في المناطق العالية والواضحة في المعادلة التالية:

$$I+R=[F1+R]Ce . E$$

$$F1+R.E e-ECe 1+R$$

حيث أن :-

I= كمية ماء الري (ملم)

R= كمية ماء المطر (ملم)

E= كمية التبخر نتح (ملم)

ECe= ملوحة التربة معبراً عنها بالايطاليه الكهربائيه لمستخلص عجينة التربة المشبعة (ديسيمنز م

(1-

$F=F1+R$ معامل كفاءه الغسل وقيمة اقل من 1 لأن ماء الري النافذ خلال التربة يتحرك بالمسامات

الكبيرة بسرعة أكبر من المسامات الصغيرة كما ان قسم من ماء الري يتحرك خلال الشقوق بدون اي كفاءة من ناحية غسل الأملاح المتراكمة .

ويعتمد معامل كفاءة على نسجة التربة وبشكل عام الترب الثقيلة النسخة يساوي 0.5 وللتراب المتوسطه

والخفيفه النسخة يساوي 0.6 .

Concept of water and salt balance يصف لنا التوازن المائي والتوازن الملحي بمفهومه

العام الزيادة او النقصان في كمية المياه او الأملاح في مساحة معينة ولفترة زمنية معينة ايضا.

ويعبر عنه بالمعادلة التالية :

الكمية الداخلة (مياه او املاح) - الكمية الخارجة (مياه او املاح) = التغير في كمية الرطوبة او الاملاح في التربة

التغير في رطوبة التربة يرمز لها ΔW

التغير في كمية الأملاح يرمز لها ΔS

ففي حالة التوازن تكون هاتين القيمتين تساوي صفر وفي حالة عدم التوازن فانها لا تساوي صفر وتكون القيمة موجبة او سالبة اعتمادا على الظروف السائدة في كل منطقة من المناطق ذات العلاقة بدورات المياه او الاملاح في هذه المناطق.

هناك نوعين من التوازن المائي و الملحي هما :

1. المناطق العالية : ويقصد بها المناطق التي يكون فيها مستوى الماء الجوفي منخفضا وبعيدا عن سطح التربة ولا يشارك في عملية التوازن.

2- المناطق المنخفضة : التي يكون مستوى الماء الجوفي فيها ضحلاً وقريباً من سطح التربة ويشارك في عملية التوازن .

التوازن المائي او التوازن الملحي في المناطق العالية :

الحالة الاولى : نفرض ان المنطقة المدروسة العالية ذات الماء الجوفي العميق يتوفر فيها بزل طبيعي جيد وتعتمد الزراعة على الأمطار فقط.

فاذا رمزنا لكمية الامطار الساقطة (R) والاستهلاك المائي (Consumptive use) (E) وكمية الماء التي تيزل بشكل طبيعي (D) ففي حالة التوازن المائي التام اي عندما $\Delta W=0$ فان معادلة التوازن المائي تكون بالشكل التالي :

$$(1) \dots (R-E-D=0) \text{ أو } (2) \dots (R-D=E) \text{ أو } (3) \dots (R = E + D)$$

أي أن كمية المياه الداخلة في التربة (R) تساوي كمية المياه الخارجة منها (E+D) وبعبارة اخرى كمية الاملاح الداخلة في التربة تساوي كمية الأملاح الخارجة من التربة (على فرض أن الماء ناقل أساسي للأملاح).

الحالة الثانية :

نفرض ان كمية الامطار قليلة وغير كافية لسد حاجة النبات, لذلك يتطلب الامر استخدام الري في الزراعة اي ادخال عامل جديد وهو الري (I) وفي هذه الحالة تكون معادلة التوازن المائي كما يلي :

$$(4) \dots (R + I = E + D \pm \Delta W)$$

يتم استبدال P محل D (الذي يمثل الماء الجاري خلال التربة باتجاه المبال) تصبح المعادلة كما يلي :

$$(5) \dots (R + I = E + P \pm \Delta W)$$

وعندما تكون الرطوبة في بداية الموسم مساوية لكمية الرطوبة في نهاية الموسم أي إن $W_0 =$ تصبح المعادلة :

$$(6) \dots (R + I = E + P)$$

(وفي المناطق الجافة تكون كمية الامطار قليلة ويمكن اهمالها في معادلة التوازن المائي عندئذ تصبح المعادلة :

$$(I = E + P \dots (8)$$

ولغرض تحويل معادلة التوازن المائي الى معادلة توازن ملحي ونظرا لان الماء هو الناقل الرئيسي للاملاح فتكون معادلة التوازن الملحي كما يلي :

$$(I \cdot Ci = E \cdot ce + P \cdot cp \pm \Delta s \dots (9)$$

حيث ان ci و ce و cp تمثل تركيز الاملاح في كل من مياه الري والاستهلاك المائي والماء المبزول على التوالي , واذا كانت كمية الاملاح الداخلة الى التربة تساوي كمية الاملاح الخارجة منها فان $\Delta s = 0$ وان قيمة $ce = 0$ حيث ان تركيز الاملاح في الماء المتبخر تساوي صفر لذا فإن المعادلة (9) تكون كما يلي :

$$(I \cdot ci = P \cdot cp \dots (10)$$

اما في حالة كون الاملاح المنقولة الى التربة مع ماء الري أكثر من كمية الأملاح المنقولة مع مياه البزل فان $\Delta s < 0$

لذا تصبح المعادلة كما يلي :

$$(I \cdot ci = P \cdot cp + \Delta s \dots (11)$$

وفي مثل هذه الحالة يجري تراكم الأملاح في التربة وبالتالي يحتمل أن تتحول التربة غير الملحية إلى تربة رملية و لغرض السيطرة على مشكلة الملوحة يجب المحافظة على وضع المعادلة (10) بعبارة أخرى يجب أن تكون كمية الماء المبذول مساوية إلى :

$$(P = I \cdot ci / cp \dots (12)$$

واذا عوضنا عن قيمة P في المعادلة (8) نحصل على المعادلة التالية :

$$E = \dots (13) \text{ او } (I = E + I \cdot ci / cp \dots (14)$$

$$(I = () - E \dots (15)$$

اي ان كمية ماء الري يجب ان تكون مساوية الى الاستهلاك المائي للمحصول معنويا في معامل قدرة (لغرض المحافظة على التوازن الملحي اي ان $\Delta s = 0$.

$$(I \cdot ci = P \cdot cp \dots (10)$$

عندئذ تجري عملية التملح في المنطقة المستغلة. والغرض حل معادلة رقم (10) :

نحتاج معرفة ملوحة ماء الري (ci) وملوحة الماء المذبذول (cp) خلال التربة و ملوحة ماء الري وملوحة ماء البزل يمكن قياسهما مختبريا في حالات معينة وعند الوصول الى حالة الاتزان بين ملوحة محلول التربة في طبقة الجذور وملوحة ماء البزل وخاصة في الترب الخشنة النسجة. عندئذ يمكن الافتراض بان ملوحة الماء المذبذول مقاربة او مساوية الى قيمة ملوحة محلول التربة. بعبارة اخرى مساوية الى قيمة التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة المشبعة لانه خلال الري تكون معظم المسامات خاصة في منطقة الجذور مشبعة بالماء , اي بعبارة اخرى تقترب التربة من حالة الإشباع.

فاذا عوضنا عن قيمة ci ب Eciw (التوصيل الكهربائي لماء الري) وعن قيمة cp ب Ece (التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة).

عندئذ تصبح المعادلة (15) :

$$(16) \dots E = () I$$

مثال // محصول زراعي ذو استهلاك مائي قدره 1000 ملم (عمق الماء) زرع في تربة ملوحتها 4 ديسي سيمنز/م ويسقى بماء ري ملوخته 1 ديسي سيمنز/م . ما هو عمق الماء اللازم للحفاظ على توازن ملحي طيلة الموسم الزراعي.

$$I = () E$$

$$= () 1000$$

$$\text{mm } 1330 =$$

$$\text{mm } 330 = 1000 - 1330$$

الحل :

معنى هذا يجب اضافة 330 ملم خلال موسم النمو زيادة على الاستهلاك المائي البالغ (1000) ملم وذلك لغسل الاملاح المتراكمه في التربه للحفاظ على التوازن الملحي.

تأثير الملوحة على نمو النباتات

هو حدوث تراكم كمي للاطلاع الذاتية في منطقة انتشار الحذور بتركيز عالي لدرجة يعيق فيها النمو المثالي وتحول قطاع التربة الى بيئة غير صالحة لانتشار الجذور وتتكون الاملاح الذائبة عادة من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم والكلوريد والكبريتات لصفة اساسية ومن البوتاسيوم والبكربونات والنترات والبوران بصفة ثانوية

وتتأثر عملية تراكم الاملاح بالتربة بالميزان المائي للمنطقة كما يتأثر ايضا بالظروف المناخية والطبوغرافية

*تقسم النباتات في الطبيعة الى مجموعتين اعتمادا على ملوحة التربة

النباتات الملحية الهالوفاييت :halophyte:

تستطيع النمو في الظروف الملحية بسبب تحويل بعض الخصائص التشريحية او المورفولوجية او الفيزيولوجية وهناك عدة أنواع حسب تأقلمها للملوحة :الهالوفاييت المجمععة للملوحة داخل جسمها او في شعيرات خاصة على السطح العلوي او السفلي للاوراق أو في مايسمى بالغدد الملحية وهي من اكثر النباتات مقاومة للملوحة .او الهالوفاييت الطاردة للاملاح في خلايا الجذور او بعض الاوراق او الهالوفاييت غير النفاذة للاملاح والتي تقاوم خلال رفع الضغط الازموزي نتيجة تجمع نواتج عمليات التمثيل الغذائي مثل الكربوهيدرات

ثانيا :النباتات غير الملحية : Glycophytes

وهي معظم النباتات الاقتصادية التي يتأثر انتاجها بالملوحة .اذا ان الملوحة عامل محدد للانتاج عند توفر كافة الظروف الاخرى ويلاحظ ان انخفاض الانتاج يكون اشد في الترب الترب الخصبة مقارنة مع الترب الغير خصبة .

١-تربة خصبة

٢-تربة غير خصبة

طبيعة تأثير الملوحة على النبات

أ:التأثيرات المباشرة :

١-التأثير الازموزي :زيادة تركيز الاملاح الذائبة في محلول التربة تسبب ارتفاع الضغط الازموزي في محلول التربة ان الضغط السالب يطلق عليه الجهد يمتص النبات الماء بواسطة بذل قوة اكبر من قوة مسك الماء في التربة واذا كانت قوة مسك الماء في التربة اكبر كما في نقطة الذبول سوف يعاني النبات من الاجهاد وهذا الجهد المبذول يتناسب طرديا مع ملوحة ماء التربة ويعرف بالجهد الازموزي والجهد الكلي للخلية النباتية يساوي :

مما يعاني ذبول النبات عند ١١,٤ بدلا من ١٥ atm وتكون الاستجابة للجفاف هي من خلال نقص التبخر نتج وزيادة امتصاص الماء ان التأثيرات الضارة للملوحة على نمو المحاصيل ناتج من الجهد الازموزي الذي يثبط امتصاص الماء من التربة ويضطر النبات لاستخدام طاقة وكاربوهيدرات لتصنيع مواد عضوية ذائبة لتعديل الجهد الازموزي داخل ان الفرق بين النباتات الملحية والنباتات المتحملة للملوحة من ناحية ميكانيكة التحمل للملوحة هو ان نباتات المجموعة الاولى تستطيع تنظيم الضغط الازموزي في النبات حسب تذبذب مستوى الضغط الازموزي الخارجي وذلك من خلال تجميع وتراكم الاملاح في خلايا جسمها دون التأثير سلبا بهذه الاملاح المتراكمة. بينما المحاصيل المتحملة للملوحة تستطيع تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها لحدود وذلك من خلال تجميع وتراكم المواد العضوية مثل السكريات والبروتين .

٢-التاثير السمي او النوعي ؛- عند تشابة مستويات الضغط الازموزي فان مدى تاثير نمو المحصول بالملوحة يعتمد على نمو نوع الايون السائد في الوسط الملحي ايونات الصوديوم والكلوريد تسبب حروق في اوراق عدد كبير من اشجار الفاكهة عند بلوغ تركيز تركيز الكلوريد اكثر من ٠,٥ و تركيز الصوديوم ٠,٢ في الاوراق

٣-التاثير على التوازن الغذائي في التربة :

تملح التربة باملاح الصوديوم والكالسيوم يسبب انخفاض مستوى للبوتاسيوم في النبات كما ان زيادة الملوحة بشكل عام تؤدي الى نقص الكالسيوم في كثير من المحاصيل الزراعية مثل الطماطة والفلفل.

٤.التاثير الفسيولوجي للملوحة :تسبب الملوحة تاثيرا سلبي على التوازن الهورموني في النبات حيث تسبب انخفاض عمليات النقل من الجذور الى الاوراق وتجميع بعض الحوامض في الاوراق.

٥- تاثير ملوحة علي فعالية الانزيمات :زيادة الملوحة وايونات الصوديوم تسبب ضعف نشاط الانزيمات المسؤولة عن تمثيل البروتين.

ب-تاثير الملوحة غير المباشر على النبات :

تؤثر الملوحة سلبي على صفات التربة زيادة الصوديوم المبادل Espتؤدي الى رفع درجة التفاعل وخفضرة نفاذية التربة وضعف البناء وصلادته وانخفاض حركة الماء بالتربة مما ينعكس على نمو النبات بشكل سلبي

مظاهر تاثير الملوحة على نمو النبات :

١- فشل او تاخير الانبات لعدم كفاية امتصاص الماء اللازم للتشرب والانتفاخ للبذور بسبب ارتفاع الضغط الازموزي.

٢- تقزم النبات وتأثيره على الحاصل كما ونوعا وكذلك احتراق اطراف الاوراق وخاصة القديمة وقد وجد انخفاض في وزن جذور الذرة الصفراء بمقدار ٤٩% ولجزء الخضري ٣٤% عند زيادة الملوحة من ٣,٤ الى ١٢,٥ ديسيميسز

٣- تؤثر الملوحة على ظاهرة التفصيل للنبات في امتصاص العناصر الغذائية اللازمة له مما يسبب امتصاص عناصر لا يحتاجها النبات مثل الصوديوم والكلوريد.

٤- تغيرات مورفولوجية وتشريحية عديدة منها صغر حجم الورقة وقلة عدد الخلايا فيها مع كبر حجم الخلية وزيادة سمك الورقة وصغر فتحات الثغور وزيادة نسبة الازهار الذكرية مقارنة مع الانثوية وتغير لون الورقة الى أخضر في الظروف الملحية.

SaltTolerance: تحمل المحاصيل للملوحة:

ان الحاصل الاقتصادي يعد المعيار الاساسي لتحمل الملوحة. لذلك يعرف التحمل الملحي بانه قابلية النبات على النمو في التربة الملحية ويعرف من الناحية الفسيولوجية هو تجمع الايونات وتراكمها في جسم النبات دون ظهور اي اعراض سلبية على النمو والانتاج ومن الناحية الزراعية يقدر مدى تحمل الملوحة وقابلية العيش في التربة الملحية ومدى تدهور الحاصل ومقدار الحاصل النسبي بالمقارنة مع الحاصل في تربة غير ملحية .

اساليب التعايش مع الملوحة

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 الترب المتملحة او تخفيضها في طبقة 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) 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 يطلق عليه برنامج استصلاح الترب الملحية , اما تحقيق الهدف الثاني فيتمثل بوضع برنامج لإدارة الترب المستصلحة , اما تحقيق الهدف الثالث فيتضمن اتخاذ الاجراءات التي تتعلق بالادارة المناسبة للتربة والمياه والتي تهدف بالدرجة الاساس الى تحقيق توازن ملحي في طبقة الجذور مناسب لنمو النبات

النبات . لذلك يتطلب غسل هذه الاملاح المتراكمة بواسطة مياه الري نفسها الى اسفل منطقة الجذور تجنباً لخطر الملوحة. ويطلق على الكمية الاضافية من ماء الري (اضافة الى الاستهلاك المائي الخاص بكل محصول) التي تعمل على غسل الاملاح المتراكمة باتجاه اسفل منطقة الجذور بمتطلبات الغسل , بعبارة اخرى ان اضافة هذه الكمية الاضافية من ماء الري الى كمية الاستهلاك المائي تعمل على تحقيق توازن ملحي مناسب لنمو النبات من اجل السيطرة على الملوحة .

يمكن حساب متطلبات الغسل من المعادلة التالية :

$$\frac{Dwd}{Dw} = LR = \frac{ECw}{ECdw}$$

السيطرة على الملوحة في الاراضي غير

التملحة :

هنا سنتطرق الى النواحي التطبيقية المتعلقة بإدارة التربة والمياه والتي تهدف الى تحقيق توازن ملحي للسيطرة على الملوحة او منعها من التراكم في الاراضي غير المتملحة . ان تحقيق ذلك يتم من خلال اتخاذ اجراءات معينة في مقدمتها استخدام مفهوم متطلبات الغسل Leaching requirement كأسلوب للسيطرة على الملوحة.

ان معظم مياه الري تحتوي على كميات معينة من الاملاح الذائبة بشكل ايونات . وان معظم الاملاح المنقولة بواسطة مياه الري سوف تتراكم في التربة (الطبقة الجذرية) بعد امتصاص الجذور لماء الري وجزء بسيط من الاملاح المنقولة والعناصر الغذائية . وهذه الاملاح سوف تتراكم ريه بعد ريه الى ان تبلغ مستوى ربما يعيق نمو حيث ان Ddw عمق ماء البزل

DW عمق ماء الري

ECW ملوحة ماء الري

$ECdw$ ملوحة ماء البزل

وعند اعتبار ملوحة ماء البزل في حالة الاتزان مع ملوحة التربة في منطقة الجذور . عندئذ :

$$ECdw = ECe$$

حيث ان ECe ملوحة مستخلص عجينة التربة المشبعة للتربة عندئذ تصبح المعادلة بالشكل التالي :

الاساليب بأساليب التعايش مع الملوحة والتي نوجزها بما يلي :

1. اختيار المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة :

هناك مجموعة كبيرة من المحاصيل تتحمل الملوحة العالية لذلك يمكن اختيار المحاصيل الزراعية المناسبة لكل مستوى من مستويات الملوحة العالية . بحيث نحقق من خلالها اعلى انتاج واقل خسارة . ان معظم بيانات تحمل المحاصيل للملوحة تشير الى ان محاصيل العلف تتميز بتحمل عالي نسبي للملوحة , لذلك وبناءا على هذه الميزة

يمكن تحويل الاراضي الملحية الى مشاريع انتاج حيواني بدرجة اساسية الهدف منها انتاج العلف الضروري للمشاريع المنشأة عليها.

2. الزراعة على مروز :

ان اختيار طريقة الزراعة على المروز في الاراضي الملحية له اساس علمي وعملي حيث تعمل مثل هذه الطريقة في الزراعة على توزيع الاملاح لصالح النبات . حيث انه وبسبب حركة الماء وتوزيعه داخل السواقي فان الاملاح تتعرض للغسل بعيدا عن طبقة الجذور . ولقد اشارت بعض النتائج الى ان ملوحة التربة يمكن ان تنخفض بمقدار (5-6) مرات في طبقة الجذور عند استخدام مثل هذا الاسلوب . لذا يفضل في حالة الزراعة على المروز زراعة البذور في المواقع البعيدة عن مواقع تراكم الاملاح حيث ان الاملاح دائما تتجمع في قمم المروز لذا فان الزراعة في موقع تجمع الاملاح يؤدي الى فشل الانبات ونمو البادرات وهنا يجب ان نؤكد على حقيقة عملية وهي ان الاستمرار على زراعة الاراضي الملحية بطريقة المروز لفترة طويلة يعمل على تجميع الاملاح وبشكل حاد في المروز , ولذلك ينصح بين فترة واخرى الغاء نظام المروز

بنظام الاحواض وذلك لتيسير غسل الاملاح من التربة.

اساليب التعايش مع الملوحة :

ان معالجة مشكلة الملوحة تتم من خلال استصلاح الترب الملحية وهذا هو الحل الجذري لهذه المشكلة , الا انه وفي كثير من الحالات لايمكن تنفيذ

مشاريع الاستصلاح في فترة قريبة وفي مثل هذه الظروف يطرح السؤال التالي :

هل نترك هذه الاراضي لحين الاستصلاح وهذا يسبب خسارة اقتصادية او نستطيع استغلال مثل هذه الاراضي بإدارة معينة وبأسلوب التعايش مع الملوحة ولحين الاستصلاح . اذا في هذه الحالة من الافضل استغلال هذه الاراضي باستخدام اساليب معينة بهدف الحصول على انتاج جيد لعدد كبير من المحاصيل ويطلق على مثل هذه

3. البذار في الاراضي الملحية :

لقد اكدت نتائج معظم الاملاح على ان اكثر مراحل نمو النبات حساسة للملوحة لمعظم المحاصيل الزراعية هي مرحلة الانبات ومرحلة البادرات , لذلك ينصح عادة بزيادة كمية البذار في الترب الملحية بحوالي (1.5-2 مرة بقدر كمية البذار المقدره لوحدة المساحة في الترب غير الملحية وذلك لتغطية الفشل والاخفاق الذي يحدث في نسبة الانبات

4. الري في الاراضي الملحية :

أ. الري الثقيلة قبل الزراعة :

تتراكم الاملاح عادة في الطبقة السطحية خلال فترات عدم الاستغلال الزراعي (التبوير مثلا) وتزداد هذه المشكلة خطورة خاصة في الاراضي الملحية التي يكون فيها الماء ضحلا وعالي الملوحة . كما ان معظم المحاصيل تكون حساسة للملوحة خلال فترة الانبات والبادرات . لذلك يتطلب الامر غسل الاملاح ودفعها من الطبقة السطحية باتجاه الاسفل لتوفر للبذور وسطا مناسباً للانبات والنمو ولو لفترة قصيرة من الزمن ان هذا هو الاساس المبني عليه اجراء الري الثقيلة قبل الزراعة التي تعمل على غسل الاملاح في الطبقة السطحية للتربة وبذلك نحسن ظروف الانبات للبذور والنمو للشتلات.

ب . استخدام الري الخفيف المتقارب :

ان استخدام الري الخفيف المتقارب بدلا من الري الثقيل المتباعد في المراحل اللاحقة من نمو المحصول يعمل على تقليل تأثير الملوحة , حيث ان تأثير الملوحة على النبات يزداد بزيادة جفاف التربة . حيث ان كل رية من الري المتكرر تعمل على غسل الاملاح من منطقة الجذور ويعمل الري المتكرر على تخفيف التركيز الاملاح في محلول التربة المحيط بالجذور وبالتالي يقلل من شدة تأثير الضغط الازموزي على النبات.

ج. طريقة الري :

ان اختيار طريقة الري المناسبة للترب الملحية (الري السطحي او الري بالرش او بالتنقيط) يساعد على السيطرة على الملوحة في الترب الملحية , ويجب تبديل الطريقة عندما توجد ضرورة لذلك بهدف التعايش مع الملوحة اخذت بنظر الاعتبار نوع التربة والمحصول والظروف المناخية . مثال ذلك عند الري بالمياه المالحة يجب استبدال طريقة الري بالرش بطريقة الري بالتنقيط . وعند الحاجة الى غسل الاملاح من الطبقة السطحية للتربة باستمرار يجب استخدام طريقة الري السطحي وهكذا.

5. التبوير في الاراضي الملحية :

لقد استخدم الفلاح العراقي اسلوب التبوير منذ القدم كأحد اساليب التعايش مع الملوحة في الاراضي الملحية وذلك لان اسلوب التبوير يعمل على خفض الماء الارضي ويقلل من ملوحة التربة خاصة اذا استخدم لمساحات واسعة وسبق الزراعة برية ثقيلة . وقد اوصى بعض الباحثين انه في حالة اضطرارنا الى تبوير بعض الاراضي خلال الصيف فيجب حراثة هذه الاراضي للتقليل من تجمع وتراكم الاملاح في الطبقة السطحية.

6. التسميد في الاراضي الملحية :

ان التسميد يمكن ان يلعب دورا في زيادة تحمل المحصول للملوحة في الاراضي الملحية ذات المستويات الملحية غير العالية وبشكل عام لا ينصح بالتسميد اذا كانت الملوحة عالية جدا.

7. التسوية والتعديل :

ان تحقيق تسوية جيدة في الاراضي الملحية يساعد على توزيع الماء بشكل متجانس في التربة (خاص عند الزراعة بالأحواض) وبالتالي يساعد على غسل الاملاح بشكل متجانس في الطبقة السطحية ويمنع تكون وانتشار البقع الملحية في الحقل التي تؤدي الى فشل الانبات ونمو النبات . اضافة الى ذلك تؤدي الى تحقيق كفاءة جيدة للري في مثل هذه الاراضي.

8. استخدام اساليب متفرقة اخرى :

ان الهدف من استخدام بعض الاساليب هو زيادة مقاومة وتحمل النبات للظروف الملحية فمثلا تنقيع البذور في محاليل الملحية او مواد محفزة للنمو او هرمونية او رش المحاصيل النامية في الظروف الملحية بمثل هذه المحاليل اضافة الى تعريض البذور لأنواع معينة من الاشعاع . ان جميع هذه الاساليب تستخدم كأساليب للتعايش مع الملوحة.

نوعية مياه الري

يتشكل النظام الزراعي من التربة والنبات بالإضافة إلى المياه والتي تعد عنصر النظام المهم ولذلك لا يمكن تصنيف نوعية مياه الري بمعزل عن دراسة خصائص التربة والمناخ والنبات.

ولابد لأي نظام تصنيف من الاخذ بنظر الاعتبار مدى التأثير السلبي على خصوبة التربة وتملحها بسبب الأملاح الكلية او النوعية في مياه الري الأمر الذي يؤدي إلى تآكل صلاحيتها نتيجة التأثير السلبي على خصائص التربة ونمو النبات. وإذا كانت المياه مصدرها مياه عادمة معالجة فيجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار المايكروبات المرضية والعناصر الثقيلة والنترات ويجب الأخذ بنظر الاعتبار توازن العناصر الغذائية في النبات لأن زيادة عنصر ما في السائل الخلوي او تراكمه في الخلايا النباتية الى حد السمية من شأنه أن يسبب خلل في نمو النبات وقلة انتاجيته وربما موته مع زيادة التراكيز السمية. تقيم صلاحية مياه الري يجب ان ياخذ بنظر الاعتبار العناصر الأساسية التالية:-

1- صفات التربة المرورية :- احدي الصفات الهامة التي تتأثر بنوعية مياه الري خاصية لبناء التربة **soil structure** وهو بدوره يتحكم به ثبات مجاميع التربة وفي هذه الحالة لا يمكن تحديد نوعية مياه الري دون دراسة ثبات بناء التربة تحت نظم ري مختلفة ومستويات مختلفة من الملوحة وتركيز الصوديوم وخاصة في الترب ذات نسب من الطين الغني بمعدن السمكتابت (وخاصة المونتموريلونيت) إذ أن ربيها بمياه منخفضة الملوحة وعالية بالصوديوم تسبب تشتت مجاميع التربة وبالتالي خفض في الايصالية الهيدروليكية التربة. غير أن هذه الظاهرة لاتحدث في التربة الرملية. تؤثر التربية في تحديد صلاحية مياه الري من خلال التباين في صفاتها الكيميائية والفيزيائية، إذ تعد العسعة التبادلية للأيونات الموجبة من صفات التربة المهمة لدورها المهم في تحديد القابلية التنظيمية للتربة بالنسبة للأيونات الموجبة المحمولة مع مياه الري وذلك من خلال عمليات التبادل الايوني التي تجري بين الايونات المتبادلة في التربية والأيونات المحمولة مع مياه الري مثل الكالسيوم والمغنيسيوم التي تقلل من مخاطر القلوية عند الري بمياه تحتوي على الصوديوم. يوجد الكلس والجبس بنسبة عالية نسبيا في معظم الترب الواقعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، فقد وجد أن هذين المركبين ولا سيما الجبس بودي نورا في نشيد صلاحية المياه بسبب تزويد محلول التربية بايونات الكالسيوم والتي تحل محل الصوديوم على سطوح التبادل لغروبات التربة مما يؤدي إلى الحفاظ على الصفات الفيزيائية للتربة من التدهور نتيجة وجود نسبة عالية من الصوديوم المتبادل.

2 - المناخ :

تشمل الظروف المناخية درجة الحرارة ، وكمية الأمطار ، وسرعة الرياح والتبخر وكل العوامل ذات العلاقة بالظروف المناخية والتي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار عند تقرير صلاحية مياه الري للزراعة، لأن هذه الظروف يمكن أن تحدد قيمة التبخر نتج للمحصول لذلك ففي ظروف درجات الحرارة العالية وكمية الأمطار المحدودة يكون الاستهلاك المائي عالية عندها يجب تجنب استعمال المياه عالية الملوحة. أما في ظروف سقوط كميات كبيرة من الأمطار فان ذلك يقلل من استهلاك مياه الري، فضلا على دورها في غسل الأملاح من التربة لذلك يمكن استخدام نوعيات ذات ملوحة أعلى نسبيا وخاصة في ظروف شحة المياه.

3 - المحصول :- تتفاوت المحاصيل الزراعية فيما بينها من حيث تحملها للملوحة حسب ما أشارت إليه بيانات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. وبشكل عام تقسم المحاصيل الزراعية من ناحية تحملها لملوحة مياه الري إلى محاصيل حماسة للملوحة لمحاصيل متوسطة التحمل للملوحة ومحاصيل متحملة للملوحة، زيادة ملوحة المياه عن الحدود المسموح بها يمكن أن تقلل إنتاج بعض المحاصيل أو تسبب فشلها ويعود السبب إلى التأثير النوعي للأملاح أو التأثير التراكمي للأملاح في منطقة الجذور أو يعود إلى تدهور الصفات الفيزيائية للتربة بتغير الحاصل النسبي مع تغير ملوحة ماء الري E_{ciw} وكما هو الحال مع ملوحة التربة فان بيانات النحل السلمي للمحاصيل توضح من خلال العلاقة بين الحاصل النسبي أو الحاصل الكامن $yield\ potential$ وملوحة ماء الري للمحاصيل المختلفة كما في الجدول التالي:

crop	Eciw ,Yield potential				
	100%	90%	75%	50%	0%
Barley	5.3	6.7	8.7	12	19
wheat	4.0	4.9	6.4	8.7	13
Sugerbeet	4.7	5.8	7.5	10	16
Alfalfa	1.3	2.2	3.6	5.9	10
Corn(grain)	1.1	1.7	2.5	3.9	6.7
Corn(silage)	1.2	2.1	3.5	5.7	6.7
Beans	0.7	1.0	1.5	2.4	4.2

4- ادارة الري والنبزل: ان اسنخدام طرق الري المناسبة لكل تربة ولكل محصول زراعي تساعد كثيرا في تقرير مدى صلاحية مياه الري وان اختبار طريقة الري المناسبة يرتبط مع نوعية مياه الري المستعملة مثال ذلك استعمال طريقة الري بالرش في حالة المياه

العذبة (غير المالحة) لأن استعمال المياه المالحة بالرش يضر النبات بسبب امتصاص الجزء الخضري للاملاح. ويمكن استعمال المياه المالحة في حالة الري بالتنقيط في الترب الخفيفة النسجة فقط.

ان تجهيز الأراضي الزراعية بشبكات بزل فعالة يسمح باختيارات اكثر بالنسبة لنوعية المياه. اذ يمكن استخدام مياه ذات نسب اعلى من الملوحة نسبيا والتي يؤدي استخدامها في ظروف عدم توفر البزل الطبيعي او الاصطناعي الى تراكم الاملاح حيث أن كمية الاملاح المتراكمة في التربة بسبب الري يرتبط مع ظروف البزل الطبيعي او الاصطناعي المتوفر.

5- نوعية مياه الري :- تعد نوعية مياه الري من أهم العوامل الرئيسية المحددة لتقييم صلاحية المياه للري. أن المياه الجيدة النوعية هي المياه التي لا تضر بالمحصول كما ونوعا وبالتربة والإنسان. ويتم الحكم على نوعية مياه الري لأغراض الري والزراعة من خلال اجراء التحليل الكيميائي المختبري للمياه المراد استخدامها وعلى ضوء بعض المؤشرات يقرر مدى صلاحية المياه لاغراض الري اعتمدت معظم طرق التصنيف لمياه الري على المؤشرات التالية لتحديد نوعية مياه الري:-

1- الكمية الكلية للاملاح ذات العلاقة بمخاطر الملوحة

تعد الكمية الكلية للاملاح الذائبة في مياه الري من المؤشرات الأساسية المحددة لنوعية مياه الري من خلال ما تحمله مياه الري من الأملاح الذائبة إلى الأراضي الروائية على مراتل طويلة من استعمال الري ، توجد علاقة خطية موجبة بين كمية الأملاح الذائبة في مياه الري وكمية الأملاح المتجمعة في التربة بعد الزراعة إذ تزداد ملوحة التربة بزيادة ملوحة مياه الري. ويعبر عن الكمية الكلية للاملاح في مياه الري بمجموع المواد الذائبة TDS والوحدة المستعملة للتعبير هي جزء بالمليون ppm (ملغم لتر). كما تستخدم الايصالية الكهربائية الوجود علاقة بين الايصالية الكهربائية لمياه الري و الجهد الازموزي وتستخدم وحدة ديسيسمنزم للتعبير عن الايصالية الكهربائية لمياه الري ويمكن تحويل قيمتها الى TDS من خلال العلاقة التالية:-

$$\text{TDS} (\text{ملغم لتر}^{-1}) = \text{EC} (\text{dSm}^{-1}) \times 640$$

أما بالنسبة لتصنيف مياه الري من ناحية الكمية الكلية للاملاح الذائبة مخاطر الملوحة فقد اقترحت مديات مختلفة لتحديد نوعية وصلاحية المياه لاغراض الزراعة ومن اهم طرق التصنيف الاكثر استعمالا هو تصنيف مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية ونظام منظمة الغذاء والزراعة للأمم المتحدة والذان سوف يوضحان لاحقا .

2- التركيب الكيميائي (الأيوني) لمياه الري وخاصة ذو العلاقة بمخاطر الصوتية:- بالرغم من أن كافة الأيونات في مياه الري تعتبر ذات أهمية إلا أنه جرى التركيز على أيونات الصوديوم باعتبارها مصدر خطر القلوية والصودية في التربة بالإضافة إلى تأثيرها المتمي المباشر على نمو معظم المحاصيل الزراعية، من أهم المؤشرات المستخدمة هو نسبة امتزاز الصوديوم SAR كمؤشر للتبوء بخطورة الصوديوم والذي اقت

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

رح من قبل العاملين في مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية. ويستخدم هذا المؤشر في اهم تصانيف نوعية الري.

[] = الاقوام تشير الى تركيز الأيونات الذائبة في مياه الري (ملي مكافئ لتر)

3- محتوى العناصر السمية التي تسبب مخاطر السمية من بين العناصر الثانوية بعد البورون ذو أهمية خاصة بالنسبة لتصنيف مياه الري وتقي نوعيتها وذلك لأن مياه الري قد تقل البورون B الى التربة المروية وخاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. هذا من جهة ومن جهة اخرى فان المدى بين حدود الكفاية والسمية لهذا العنصر بالنسبة لمعظم المحاصيل الزراعية ضيقا جدا. لقد اقترح العاملون في مختبر الملوحة الامريكي حدودا لتركيز البورون المسموح بها في مياه الري ولمختلف المحاصيل الزراعية، حيث صنفت إلى ثلاث مجاميع من ناحية حساسيتها للبورون :- حساسة للبورون (تركيز B في مياه الري) (0.33 - 1.25 ملغم لتر) ووزارة التل البورون تركيز في مياه الري (0.1- 2.5 ملغم لتر) ومتحملة للبورون (تركيز B في مياه الري < 3.75 - 1 ملغم لتر) ومن أمثلة المحاصيل الحساسة للبورون أشجار الفاكهة والكروم والحمضيات .
اما المحاصيل المتوسطة التحمل للبورون فهي البطاطا وعباد الشمس والشعير والشوفان والذرة اما المحاصيل المتحملة للبورون فهي :- النخيل والجن والبصل والقرع والجزر.
انظمة تصنيف مياه الري بقصد بنظام تصنيف مياه الري : النظام الذي يستخدم فيه اكثر من مؤشر او معيار لغرض الحصول على أصناف أو أنواع معينة من مياه الري تختلف من ناحية النوعية التي تعكس مدى صلاحية هذه المياه لاغراض الري ، اقترحت العديد من الأنظمة ومن اكثر شيوعا واستعمالا :-
أ- نظام تصنيف مياه الري المقترح من قبل مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية.

اقترح هذا النظام في بداية الخمسينات من القرن الماضي ويعتبر من الأنظمة الواسعة الانتشار

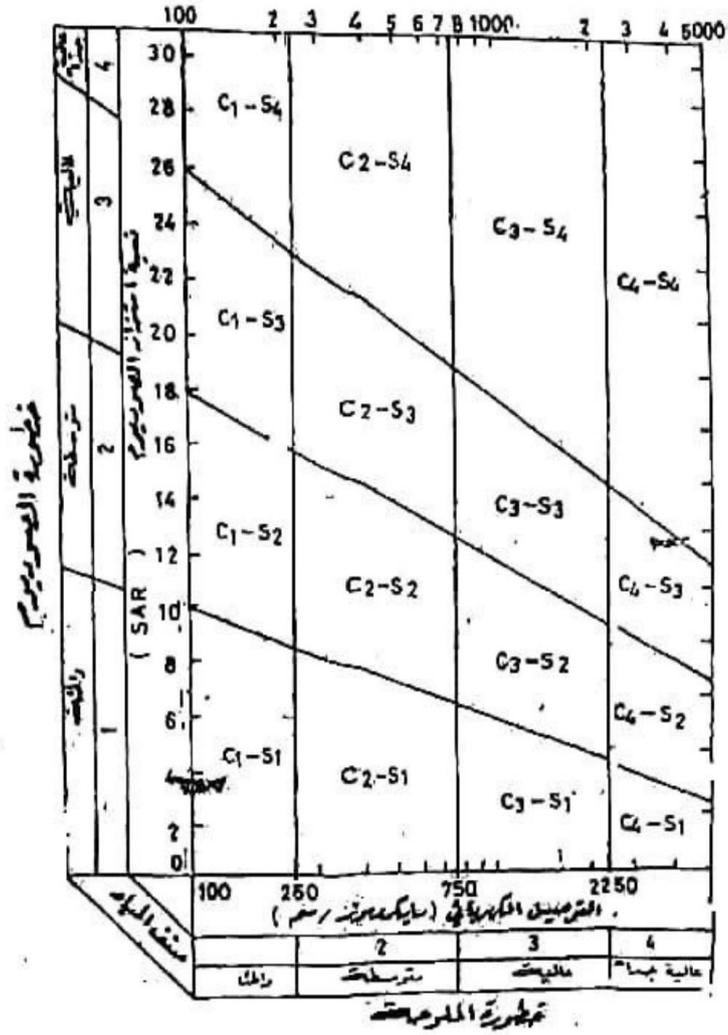
عالميا . وباخذ بنظر الاعتبار مؤشرين اساسيين وهما التركيز الكلي للملاح معبرا عنها بالايصالية الكهربائية (EC) ونسبة امتزاز الصوديوم (SAR) كما في الجدولين:-

صنّف مياه الري	الرمز	TDS ملغم/لتر	Eciw مايكرومول/مغم	صلاحية المياه
مياه ذات ملوحة واطنة	C1	200>	250>	مياه صالحة للري في حالة التربة والمحاصيل
مياه ذات ملوحة متوسطة	C2	200-500	250-750	مياه صالحة لري المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة
مياه ذات ملوحة عالية	C3	500-1500	750-2250	مياه تستخدم بوجود شبكة بزل فعالة ولمحاصيل عالية التحمل
مياه ذات ملوحة عالية جدا	C4	1500-3000	2250-5000	مياه غير صالحة للري الا في تربة عالية التفكّية وبزل كفوء ولمحاصيل عالية التحمل للملوحة

جدول تصنيف مياه الري حسب نسبة امتزاز الصوديوم

صنّف للمياه	الرمز	SAR	الصلاحية
كثيلة للصودية	S1	10-0	لا يوجد ضرر من استخدامها اعدا المحاصيل الصلبة جدا مثل بعض اشجار الفاكهة
متوسطة الصودية	S2	10-18	تسبب مخاطر على صفات بعض التربة وخاصة الطينية عند عدم توفر البزل الجيد .
عالية للصودية	S3	18-26	تسبب ارتفاع النسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة لذا يجب اضافة المصلحات والتخليل والبزل .
عالية للصودية جدا	S4	26 <	غير صالحة للري الا في حالة توفر كميات كبيرة من الجبس .

ثم ربط النظام المقترح بين هذين المؤشرين للحصول على 16 صنفا مختلفا لمياه الري كما في المخطط التالي:-



و نظام منظمة الغذاء والزراعة FAO لتقييم نوعية المياه
 تم نشر هذا النظام من قبل المنظمة في 1976 وفيه اعتمدت مؤشرات متعددة لايجاد نظام
 يصلح لظروف معظم البلدان اخذين بنظر الاعتبار تأثيرات مياه الري على التربة والنبات.
 اعتمد

النظام اربع مؤشرات أساسية لتقييم نوعية مياه الري وهي:- 1- الملوحة 2 - النفاذية

3-السعية 4- مشاكل او تاثيرات متنوعة. قسم النظام مدى تأثير المؤشرات على التربة والنبات الى ثلاث اصناف وهي :- لاتوجد مشكلة زيادة مشكلة ومشكلة حادة. الاعتبارات التي أخذت بنظر الاعتبار عند اختبار المؤشرات الأربعة هي مايلي:-
- الملوحة:- اعتبرت من اهم المؤشرات لتحديد نوعية مياه الري بسبب ارتباط ملوحة التربة في كثير من الأحيان بملوحة مياه الري حيث يجري تراكم للاملاح في التربة اذا كانت ملوحة ماء الري عالية نسبيا وعندما يصل تركيز الأملاح في طبقة الجذور الى حد معين فانها تبدأ بالتاثير السلبي على نمو النبات وذلك من خلال رفع الضغط الازموزي لمحلول التربة مما يؤدي الى عدم قدرة الجذور على امتصاص الماء كلما زادت ملوحة ماء الري.

2- النقاية :- ان استخدام مياه الري لفترة طويلة يمكن أن يسبب مشاكل نفاذية للترب المروية

خاصة عند احتوائها على املاح أو أيونات معينة مثل احتواء مياه الري على كميات عالية نسبيا من الصوديوم وعدم احتوائها على تراكيز عالية من الكالسيوم. لذلك فان استخدام هذا النوع من المياه لاغراض الري يسبب تدهور نفاذية التربة مع الزمن وبالتالي تأثير ذلك على نمو النبات من خلال تدهور تهوية التربة وظهور مشاكل الاغداق وتكون القشرة الصلبة على السطح. لذلك اعتمد النظام مؤشر نسبة امتزاز الصوديوم المعدلة Adj.SAR مع الأخذ بنظر الاعتبار نوع المعدن الطيني في تحديد مستوى النقاية.

3- مشكلة السمية:- تحدث عندما يمتص النبات عناصر معينة لا يحتاجها او يحتاجها التنبات بكميات قليلة وتتراكم في جسمه بكميات كبيرة نسبيا مثل الكلوريد والبورون والصوديوم.

4- مشاكل وتأثيرات متنوعة:- مثل النمو الخضري الزائد والاضطجاع بسبب التركيز العالي للنتروجين في مياه الري أو ظهور بقع بيضاء على أوراق النبات بسبب التراكيز العالية نسبيا من البيكاربونات وبعض مظاهر النمو غير الطبيعية بسبب قيم الأس الهيدروجيني غير الملائمة في مياه الري.