المحاضرة الرابعة

- ادارة المياه و التربة و النبات للسيطرة على ملوحة التربة.
- نوعية المياه للري .

إدارة المياه والتربة والنبات للسيطرة على ملوحة التربة

وتعني الاستصلاح الزراعي الذي يهدف الى إيجاد السبل اللازمة في تحسين واستغلال التربة كوسط لنمو المحاصيل الحقلية من خلال إدارة المياه والتربة والنبات. ويمكن أن يتضمن الآتي:

- **إدارة المياه وملوحة التربة:**

هنالك عدد من العمليات التطبيقية في إدارة المياه من أجل الاستغلال الأفضل وتقليل الأضرار الناجمة عن ملوحة التربة يمكن مناقشتها على النحو الآتي :

اولا :إجراءات ضبط النظام الملحي للترب المروية

يعبر النظام الملحي للتربة عن حركة و تجمع الاملاح سهلة الذوبان في مقطع التربة و مختلف أفاقها تحت تأثير تعاقب الظروف الجوية الفصلية و الري . و تضم العوامل الطبيعية للنظام الملحي للترب المالحة الهطول المطري الفصلي التي تشكل التيارات النازلة لرطوبة التربة . و كذلك تبخر و نتح الماء الأرضي المشكل لتيارات الماء الصاعدة . و هناك أهمية أضافية في النظام الملحي لترب الوديان و الدالات يمكن ان تظهر نتيجة الفيضانات أو تيارات المياه السطحية من الجوانب كما هو ملاحظ في السهول و اسفل الجبال .

وفي الترب المروية فإنه يضاف الى العوامل الطبيعية للنظام الملحي تأثير الريات و الغسلات و الماء الزائد و الماء الراشح من شبكة الري و كذلك نتح المحاصيل المزروعة و فلاحة الترب و تسميدها .

ان مشروع الري الناجح يهدف الى تجهيز الماء بصورة مثلى متجنبا الشحة أو الزيادة، وعليه فان التجهيز المائي المحدود يقيد نمو المحصول وغزارة الماء تؤدي الى النضح الشديد له الى التربة التحتية مع قلة كفاءة الري، فضلا عن الماء المتغلغل في التربة قد يسبب ارتفاع في مستوى الماء الأرضي الذي بدوره يقلل من هواء التربة المؤثر في نمو النبات. ومع قلة أو كثرة الماء سوف تظهر مشكلة الملوحة في التربة نتيجة لتبخر الماء أو نتحه تبقى الأملاح على سطح التربة. وان التخلص من هذه الأملاح يتم بالغسل الذي يجلب معه مشاكل بزل هذا الماء. وبذلك فان التوازن المائي الملحي يصف الزيادة أو النقصان في كمية المياه والأملاح عند مساحة أو طبقة معينة من التربة خلال فترة محدودة من الزمن الذي يمكن أن يعبر عنه بالمعادلة البسيطة الآتية:

$$\text{Out put} = \text{In put}$$

الكمية الداخلة للماء والأملاح الى التربة - الكمية الخارجة للماء والأملاح من التربة = التغير في كمية الرطوبة (Δw) أو الأملاح (ΔS) .

$$\text{In put} - \text{Out put} = \Delta w \text{ or } \Delta s$$

وبذلك تكون قيمة التغير في كمية الرطوبة والتغير في كمية الأملاح بالتربة تساوى صفر عند حالة الاتزان المائي والملحي. اما **عندما لايكون هنالك توازن بين كمية الماء الاملاح الداخلة مقطع التربة و الكمية الخارجة منهما يحدث التراكم الثانوي للأملاح .**

سبل ضبط النظام الملحي للتربة :

يتم ذلك من خلال الإجراءات التالية :

1. **فلاحة الترب :** إن الحراثة العميقة للترب المالحة و بخاصة في الفترة السابقة لفصل رطب تساعد كقاعدة عامة على تحليتها الفصلية بدرجة كبيرة . و يلاحظ هذا واضحا في الحراثات الخريفية في المناخات المتوسطية إذ يكون الشتاء ماطرا . و إن حراثة و عزق التربة لعمق 10 – 15 سم بعد الري يقلل تبخر الرطوبة من سطح التربة بنسبة 20 – 30 ٪ و يؤخر كثيرا عملية التملح سواء بعد الرية أو على مدار الفصل . إن عملية العزق العميق تتفوق على عملية التغطية رغم دور الأخيرة في خفض الملوحة الفصلية . غير ان دور فلاحة الترب في ضبط النظام الملحي للتربة و عند اقترانه بالري يكون فعالا في الترب خفيفة الملوحة فقط . ففي الترب المروية متوسطة الملوحة أو شديدة الملوحة حتى الفلاحة المتقنة لا تضمن توقف التملح الفصلي للترب .
2. **زراعة الاعشاب العلفية في الدورة الزراعية :** من المعروف ان إدخال محاصيل الأعشاب و بخاصة الفصة في الدورة الزراعية – عند نموها الكثيف و الري الجيد – يؤثر بفعالية في النظام الملحي للترب

المروية خفيفة الملوحة و متوسطتها . بينت الدراسات أن إدخال الفصة في الدورة الزراعية و خاصة مع القطن يؤدي الى خفض مستوى الماء الأرضي بمقدار 50 – 100 سم ، كما تقلل الفصة المروية من تبخر الماء من سطح التربة ، و تحسن من الخصائص الفيزيائية المائية للترب ، و خلال سنتين الى ثلاث سنوات من نموها فإنها تساعد في إعادة توزيع الأملاح من طبقة الحراثة و منطقة انتشار الجذور لتنقلها الى طبقات أعمق من التربة .

3. **الترطيب المكثف خلال فترة النمو النباتي :** دلت كثير من الدراسات أنه لضبط النظام الملحي الفصلي للترب المروية شديدة الملوحة و للحصول على انتاج جيد عند زراعة القطن و الفصة فإنه يجب المحافظة على رطوبة في التربة لا تقل عن 80 – 85 ٪ من السعة الحقلية . و عليه فإن كمية المياه السنوية اللازمة لري الترب المالحة يجب أن تزيد ب 2- 3 ريات مقارنة بالترب غير المالحة و في المنطقة ذاتها . و في الترب غير المالحة يمكن أن تجري الري عندما تنخفض رطوبة التربة الى 60-65 ٪ من السعة الحقلية .
4. **الريات الوقائية الشتوية :** لإزالة الأملاح الذوابة من أفاق الحراثة و ما تحتها تطبق ريات شتوية تدعى ريات وقائية ، و هذا يسرع عملية التحلية الطبيعية التي تسببها الهطولات المطرية الخريفية الشتوية ، و نتيجة لهذه الريات لا يتغير الاحتياطي الكلي للأملاح الذوابة في مقطع التربة و إنما يؤدي الى نقل الاملاح من الطبقات السطحية الى الطبقات الأعمق أو الى الماء الأرضي . إلا أن هذه الوسيلة تؤدي الى تحلية أفاق الحراثة و ما دونها بصورة مرضية . و تتوافر إمكانيات نمو البادرات و من ثم نمو المحاصيل الزراعية بشكل عادي . و إن سرعة تملح التربة خلال فصل الصيف تبقى أدنى من سرعة نمو المحاصيل الزراعية فتتمكن هذه الأخيرة من إعطاء غلال جيدة .
5. **الغسلات الشتوية للسولونتشاك كوسيلة لضبط نظامها الملحي :** لا يمكن استعمال السولونتشاك و الترب شديدة الملوحة لزراعة المحاصيل المروية إلا عند الغسل المكثف للأملاح من أفاق الحراثة و ما تحت الحراثة في فترة ما قبل الزراعة أو البذر و يتم مثل هذا الغسل باستعمال مقننات من الماء أعلى مما هو في حال الريات الوقائية ، و عليه فإنه لجني محاصيل زراعية مثل القطن و الشوندر أو الفصة من الترب المالحة التي تحتوي على 1 – 2 ٪ من الاملاح و التي يتوضع ماء أرضي مالح قريب من السطح ، فإنه يلزم استخدام غسلات بمقنن 5000 – 6000 م3 / هكتار. و أحيانا تجري مثل هذه الغسلات كل سنة نتيجة للتجدد المكثف لملوحة الترب مع قدوم الخريف . و يعد غسل الترب شديدة الملوحة و السولونتشاك السبيل الوحيد لاستصلاح ترب الصحارى و الواحات .

ثانيا. متطلبات الغسل(Leaching requirements):

هي الكمية الإضافية من ماء الري مع ما يحتاجه النبات من ماء تعمل على غسل الأملاح المتراكمة باتجاه أسفل المنطقة الجذرية. وان إضافة متطلبات الغسل يتطلب توفر بزل طبيعي جيد أو اصطناعي فعال في حالة عدم توفر البزل الطبيعي ، وذلك لنقل هذه الكمية الإضافية من ماء الري مع الأملاح خارج المنطقة الجذرية. وعليه فلابد من توفر البزل الفعال في مشاريع الأراضي الاروائية للمناطق القاحلة وشبه القاحلة ، فضلا عن الحفاظ على مستوى المياه الأرضية. وعكس ذلك إنشاء مشاريع اروائية بدون شبكات بزل فعالة عند تلك المناطق سيؤدي كما ثبت رياضيا الى تراكم الأملاح في التربة أجلا أم عاجلا. وخلاصة القول ان الاختلال في الاتزان المائي والملحي مهما كان سببه في تلك المناطق هو المسؤول عن ظاهرة التملح. ولأجل كيفية حساب متطلبات الغسل ومعرفة ميكانيكيته من خلال المثال الآتي:

مثال: إذا كانت ملوحة ماء الري 0.75 ملليموز سم$^{-1}$ والمحصول المراد زراعته يمكن أن يتحمل ملوحة حتى 8ملليموز سم$^{-1}$ دون نقص كبير في غلته فإنه ينبغي أن يضاف مع كل رية يروي بها هذا المحصول:

(0.75 / 8) 100X = 9.4 ٪ من كمية المياه التي تقابل احتياجاته الفعلية للري من خلال معادلة متطلبات الغسل:

$$.LR=(ECi/EC_G)\times 100$$

وهنالك حقيقتان يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار: الأولى أن بلوغ الاتزان بين ملوحة ماء الري و ملوحة التربة عند استعمال احتياجات غسيلية معينة يحتاج إلي وقت طويل علي أن تكون التربة خالية من عوائق الصرف الداخلي ويكون تصريف المياه خارج منطقة الجذور متيسر. والثانية إن ملوحة التربة(المحلول الأرضي) مهما كانت الزيادة المستعملة من مياه الري لن تقل عن ملوحة ماء الري ، بل أنها ستتراوح بالزيادة بين ضعف وثلاثة أو أربعة أمثال هذا التركيز حسب السعة الحقلية ونقطة الذبول والفترة بين الريات المتعاقبة. وبمقتضي ذلك يجب أن يصحب الري بالماء المالح ري بماء عذب يعمل علي طرد الأملاح التي تحتفظ بها التربة من المياه الملحية في منطقة الجذور أو يحدد التركيز الملحي لها. وتزداد عدد مرات الري بالماء العذب كلما ازداد تركيز الأملاح على النحو الآتي:

1. إذا كان تركيز الأملاح في الماء من 2 – 3 غ لتر$^{-1}$ تغسل التربة مرة كل عام بماء عذب.
2. إذا كان تركيز الأملاح في الماء من 4 – 5 غ لتر$^{-1}$ تغسل التربة 4 - 5 مرات كل عام.
3. إذا زاد تركيز الأملاح عن ذلك يزداد عدد الريات العذبة كما يزداد مقدار الماء في كل رية لتأمين الغسل.

- **إدارة التربة والملوحة:**

ان إدارة التربة من اجل الاستغلال الأمثل تتطلب اتخاذ عدد من الإجراءات التطبيقية منها الحراثة العميقة والخفيفة لتحسين حركة الماء التي تكون ذات فوائد كبيرة لكونها تؤدي الى تحطيم الطبقات الصلبة والصلدة المتكونة في التربة ، وهذا بدوره يساعد على سهولة حركة الماء خلال مقطع التربة لزيادة النفاذية وتعمق وانتشار الجذور ، إضافة الى ذلك منع تجمع الأملاح فوق الطبقات الصلبة من التربة . أخذين بنظر الاعتبار أن تكون الأرض الزراعية مستوية للحد من تراكم الأملاح في بعض المناطق وتأثيرها في النمو النباتي . وهنالك جملة من العمليات الفيزيائية والكيميائية لحل مشكلة النفاذية الناتجة عن رداءة نوعية مياه الري المستعملة يمكن ايجازها على النحو الآتي (العمليات الفيزيائية) :

1. تمهيد أرض الحقل وتعديلها من أجل التوزيع الأفضل للمياه وتقليل عملية انجراف التربة.
2. إبقاء الماء في الحقل لمدة طويلة من الزمن ، وجمع المياه الجارية لإعادة توزيعها في الحقل.
3. عند استعمال جهاز الري بالرش فان يجب ان يكون معدل إضافة الماء أقل من معدل الرشح الذي يعني حركة الماء وانتشاره في داخل التربة.
4. يفضل أن تمزج المياه ذات المصادر المختلفة عند الاستعمال.

في حين العمليات الكيميائية تتضمن إضافة بما يسمى المصلحات (Amendments) التي هي عبارة عن مواد كيميائية أو عضوية تضاف الى التربة التي تعاني من مشاكل في تركيبها الكيميائي كالصودية والجبسية والكلسية . ومعالجة ذلك لأجل تحسين خصائص التربة والنمو النباتي. إذ ان معالجة الترب الصودية والملحية يتم عن طريق إضافة مركبات الكالسيوم باعتبارها مصدر رئيسي مباشر للكالسيوم الذي يقوم بدور فعال لإزاحة الصوديوم من سطوح معقدات التبادل الأيوني لتحسن صفاتها من جانب، ويعد الكالسيوم عنصر غذائي ضروري لنمو النبات. وأهم المصلحات الكالسيومية المستعملة في تحسين صفات الترب الصودية والملحية الجبس($CaSO_4.2H_2O$) لكونه متوفر وسهولة الحصول عليه بتكاليف اقتصادية غير مكلفة من حيث الثمن والنقل والتوزيع. ولكونه متوسط الذوبان يقوم بتجهيز أيونات الكالسيوم بصورة تدريجية ، ومقاومته الى الغسل الشديد والفقدان يكون محلول التربة مشبع بهذه الأيونات.

ان ميكانيكية الجبس في استصلاح الترب الصودية والملحية تكمن في خطوتين : الأولى عند ذوبانه يحقق مستوى مناسب من الألكتروليت الذي يؤدي الى تحسين غيض التربة ونفاذيتها لتسهيل حركة الماء خلال التربة وتغلغله في أعماقها ، وفي الوقت ذاته تتحقق الخطوة الثانية المتضمنة استبدال أيونات الصوديوم بالكالسيوم طبقا للمعادلة الآتية:

$$2Nax + CaSO_4 \longrightarrow Cax + Na_2SO_4$$

ومن خلال ذلك يجري تشبيع معقد التبادل للتربة تدريجيا بأيونات الكالسيوم، مما يؤدي ذلك الى خفض النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ، وهذا يسهم في تشجيع الغرويات على التجمع وتكوين المجاميع وزيادة ثباتيتها ، وبالتالي تحسين بناء ومسامية ونفاذية التربة ، يرافق ذلك خفض تفاعل التربة (pH) . وجميع هذه الظروف تعمل على تحسين نمو المحاصيل الزراعية وزيادة إنتاجيتها . وهنالك مصلحات أخري مثل مركبات الكبريت والمواد الحامضية الناتجة عرضيا من الصناعات، وبعض الأسمدة النتروجينية ذات الطبيعة الحامضية .

- **إدارة المحاصيل والملوحة:**

إن الممارسة الزراعية و اختيار المحصول و الإدارة الناجحة لمنع مشكلات الملوحة من التفاقم هي في غاية الأهمية ويجب عدم الانتظار حتى تستفحل مشكلات الملوحة ثم القيام بالتصدي لها .

تختلف النباتات بتأثيرها للملوحة تبعا 1) نوع النبات ، 2) مرحلة نمو النبات . أكثر الفترات حساسية هي الإنبات و البادرة ، و حتى يتجنب المزارع انخفاض معدل إنبات البذور نتيجة ملوحة التربة أو مياه الري ، عليه أن يقلل تركيز الاملاح حول البذور باستعمال ماء أفضل نوعية لريه الإنبات أو أن يغسل الاملاح المتراكمة في الطبقة السطحية للتربة و ذلك بإضافة ماء زائد عن حاجة التربة و استيعابها حتى يتم إزاحة الاملاح من الطبقة السطحية الى الطبقات السفلى من التربة .

و يتم تحديد مقدرة النباتات المختلفة على تحمل الملوحة من خلال الاتجاهات الثلاثة التالية :

1- قابلية النبات للنمو بتربة مالحة .

2- كمية محصول النباتات المزروعة في تربة مالحة .

3- المحصول النسبي للنبات المزروع في تربة مالحة بالمقارنة مع محصوله في تربة غير مالحة تحت ظروف بيئية مماثلة .

تقسم النباتات حسب محصولها النسبي الى ثلاثة مجموعات : عالية التحمل ، متوسطة التحمل ، ضعيفة التحمل .

- النباتات عالية التحمل هي النباتات التي يكون محصولها النسبي 50 ٪ عند قيمة ناقليه كهربائية لمستخلص العجينة المشبعة 16 مليموز /سم .
- النباتات متوسطة التحمل هي النباتات التي يكون محصولها النسبي 50 ٪ عند قيمة ناقليه كهربائية لمستخلص العجينة المشبعة 8 مليموز /سم .
- النباتات ضعيفة التحمل هي النباتات التي يكون محصولها النسبي 50 ٪ عند قيمة ناقليه كهربائية لمستخلص العجينة المشبعة 4 مليموز /سم .

والجدول التالي يبين اهم المحاصيل الحقلية و محاصيل الخضر و الفاكهة تبعا لدرجة مقاومتها للملوحة .

ترتيب لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة تبعا لدرجة مقاومتها للملوحة.

نوع المحاصيل	ملوحة الري بالمليموز سم$^{-1}$ يصحبها نقص بالمحصول 50 %	اسم المحصول
1- محاصيل الخضر	4	الفجل- الكرفس- الفاصوليا الخضراء .
	10	طماطم- بروكولي- كرنب - فلفل اخضر- قرنبيط- خس- بطاطس- جزر- بصل- بسلة - قرع - خيار.
	12	بنجرالمائدة - الاسبراجاس- السبانخ.
2- محاصيل الحقل	4	الفول .
	6	القمح - الأرز - الذرة - الكتان -عباد الشمس الخروع - الذرة السكرية.
	10	الشعير - بنجر السكر - القطن.
3- محاصيل العلف	12	حشيشة السودان - البرسيم الحجازي.
	18	Satt grass-Bormuda grass
4- محاصيل الفاكهة	حساسة للملوحة	الكمثري - التفاح - البرتقال -البرقوق- اللوز- المشمش- الخوخ - الشليك - الليمون الاضاليا.
	متوسطة المقاومة	الرمان - التين - الزيتون - العنب- النخيل .
	شديدة المقاومة	

بالإضافة الى نوع النبات فهنالك مجموعة من العوامل التي تؤثر في مقاومة النبات لملوحة التربة ومياه الري **منها مرحلة نمو النبات** التي تعتمد على درجة تحمل ذلك النبات خلال فترة الإنبات والمراحل الأخيرة من النمو للملوحة ، وان هذا التأثير ربما لا يعود فقط الى حساسية النباتات للملوحة بل يعود الى زيادة تركيز الملوحة في مهد البذور نتيجة لحركة الماء الى الأعلى ، وكذلك لعملية تبخر الماء من التربة التي تؤدي الى تراكم الأملاح بتراكيز عالية قرب البذور ، لاسيما في غياب إضافة الماء. وعليه فان محاصيل الشعير والحنطة والذرة الصفراء تكون أكثر حساسية للملوحة في بداية مرحلة ظهور البادرات مقارنة بمرحلة الإنبات والمراحل الأخيرة من النمو. في حين البنجر السكري والعصفر والقصب السكري تكون حساسة للملوحة نسبيا خلال مرحلة الإنبات. بينما الرز يكون حساس للملوحة خلال مرحلة ظهور البادرات ، وكذلك القطن حساس في تلك المرحلة وفي مرحلة الإزهار أيضا. أما فول الصويا يكون مقاوم للملوحة بالمراحل المختلفة من النمو قد تزداد أو تنخفض تحت تأثير اصناف هذا المحصول. والعامل الثاني الأصناف التي تختلف في مقاومتها للملوحة مثل نباتات الحشائش والنجيليات كالحنطة والشعير والرز وغيرها. وخصوبة التربة والري وإدارته تأثير في جعل النبات مقاوم للملوحة. وهنالك أصنافٌ عديدةٌ من النباتات المتحملة للأملاح وهذه النباتات أصبحت تشكلُ أملاً كبيراً في زراعة الصحارى والأراضي غير القابلة للزراعة سواءً بالاستفادة منها بشكلٍ مباشر ، وذلك بزراعتها كمحاصيل قابلةٍ للاستهلاك البشري كما هو الحال في نبات الساليكورنيا أو كأعلافٍ للماشية ، أو الاستفادة منها بطريقة غير مباشرة وذلك بمحاولة نقل المورثات المقاومة للأملاح من تلك النباتات إلى المحاصيل الزراعية التقليدية.

نوعية المياه للري

1- مفهوم نوعية المياه :

يصعب تقويم نوعية المياه اذا لم يرتبط باستخدام محدد . إذ تتعلق نوعية المياه للاستعمالات المنزلية بالطعم و القساوة و امكان تأثيرها في الصحة و الغذاء و الشراب ، و في الاستخدامات الصناعية ينظر الى خصائص اخرى للمياه و تأثيرها المؤكسد أو الذي يؤدي لتكوين الصدأ ، أو صلاحيتها للتسخين الصناعي أو غيرها من العوامل . أما في الري فإن نوعية المياه ترتبط بتأثيراتها في الترب و المحاصيل و في الإدارة التي يمكن أن تكون ضرورية للسيطرة أو لتلافي المشكلات التي يمكن أن تظهر في نوعية المياه .

2- تأثير مياه الري في الزراعة :

المياه لا تكون نقية إنما تحتوي كميات من الأملاح الذائبة عندما تتجاوز نسبة الأملاح حد معين فإنها ستؤثر في نمو النباتات و إنتاجيتها . و هناك تناسب عكسي بين ازدياد الملوحة و إنتاجية المحاصيل الزراعية . كما يمكن ان تتراكم الأملاح في التربة لتحد من انتاجيتها . ويمكن اختيار نوعية الزراعة بحيث تخفف من أثار الملوحة الزائدة و ذلك نظرا لتباين المزروعات في تحملها للملوحة .

تتأثر المحاصيل و الترب بأنواع الأملاح الذوابة بطرائق مختلفة و لتحديد نوعية المياه لابد من إجراء عدة تحاليل بغية تحديد هوية الأملاح التي توجد فيها ، و بعد ذلك يتم تقويمها من خلال تأثيرها في الترب و المحاصيل الزراعية .

3- تحاليل المياه : بغية تقويم المياه و صلاحيتها للري يجب أن تتضمن التحاليل المخبرية التالية :

أ- التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity (EC) : و هو يعبر عن تركيز الاملاح من خلال عملية حسابية .
ب- تحديد تركيز الأملاح الذوابة الكلية أو وزن الجوامد الذوابة الكلية TDS بعد تجفيف حجم معين من المياه على درجة 105 م ° .
ت- تحليل كيميائي لتحديد كل من الصوديوم و الكالسيوم و المغنزيوم و الكربونات و البيكربونات و الكلوريد و السلفات .
ث- اجراء تحاليل أضافية لتحديد تركيز البورون و النترات .
ج- تحديد pH المياه .
ح- يتم أحيانا تحديد بعض الشوارد في الماء مثل الليثيوم ، البوتاسيوم ، الحديد ، الأمونيوم أو غيرها من الشوارد و بخاصة المعادن الثقيلة مثل الزئبق ، الكادميوم ، الرصاص ، الكروم ، النحاس ، المنغنيز و الزنك .

4- **تقويم نتائج تحليل المياه :** يتم تقويم نتائج نوعية المياه من خلال تفسير نتائج التحاليل السابقة و علاقتها بأربعة مجالات من المشكلات العامة هي : الملوحة و النفاذية و السمية و مشكلات متنوعة .

i. مشكلات الملوحة : ترتبط مع الكمية الكلية من الأملاح الذوابة في الماء و تأثيراتها في نمو المحاصيل . تقاس الملوحة عادة من خلال التوصيل الكهربائي EC أو من خلال الأملاح الذوابة الكلية TDS .
ii. مشكلات النفاذية : تؤدي بعض مكونات المياه الى خفض نفاذية التربة و هذا يعمل على صعوبة تزويد المحاصيل باحتياجاتها من المياه من أجل نمو جيد ، كما يمكن أن تسبب للمحاصيل صعوبات جمة من خلال تغدق سطح التربة المترافق عادة مع الأمراض و الملوحة و الأعشاب الضارة و مشكلات التغذية. و يمكن تقويم مشكلة النفاذية من خلال تحديد نسبة الصوديوم الى الكالسيوم و المغنزيوم في المياه . و يعبر عن ذلك بطرائق عدة اكثرها انتشارا هو مفهوم SAR أي نسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ratio . كما يؤثر وجود الكربونات و البيكربونات في نفاذية التربة في

بعض الظروف و بخاصة ذلك الجزء المتبقي منهما بعد طرح ما يكافؤهما من الكالسيوم و المغنزيوم و هذا يدعى كربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate (RSC) .

iii. السمية النوعية للشوارد : تتصف بعض الشوارد بسمية مباشرة للنباتات ، و الشوارد ذات الأثر السام عديدة أهما : الصوديوم و الكلور و البورون . و يختلف تأثير هذه الشوارد حسب طريقة الري ، لذا يصنف تأثيرها في المجموع الجذري عندما يضاف الماء بالطرائق السطحية للري ، و في المجموع الخضري عندما يضاف الماء بطريقة الرش .

iv. مشكلات متنوعة : تتضمن هذه المجموعة بعض المشكلات المتعلقة بنمو النبات المفرط نتيجة لوجود تراكيز عالية من النتروجين في المياه ، أو نظرا لتكون بعض الترسبات البيضاء على أوراق المحاصيل عند الري بالرذاذ بمياه غنية بالبيكربونات ، أو المشكلات المتعلقة بال pH كزيادة الحموضة أو زيادة القلوية .

5- **أدلة تقويم نوعية المياه :** لقد تم وضع أدلة لتقويم نوعية المياه من حيث صلاحيتها للري استنادا الى مجالات المشكلات المذكورة سابقا . و تم تحضير تلك الأدلة من قبل جامعة كاليفورنيا . و في هذه الأدلة قسمت مشكلات الملوحة و النفاذية و السمية و المتنوعة الى ثلاث درجات من الخطورة استنادا الى حجم المشكلة التي يمكن أن تظهر نتيجة للري لعدة سنوات و هذه الدرجات هي : دون مشكلات كامنة ، مشكلات متزايدة (خفيفة متوسطة) ثم مشكلات حادة . و تزداد الخطورة تدريجيا من الانتقال من الدرجة الأولى و انتهاء بالدرجة الثالثة كما في الجدول التالي .

مشاكل الري المحتملة	الوحدة	درجة تقييد الاستعمال		
		لا توجد قيود	قيود خفيفة إلي متوسطة	قيود مشددة
الملوحة				
التوصيل الكهربائي [1] (EC_w)	ديسي سايمنز/م (dS/m)	< 0.7	3.0-0.7	> 3.0
المواد الصلبة الذائبة (TDS)	ملجم/لتر	< 450	2000-450	> 2000
التسرب				
معدل ادمصاص الصوديوم (SAR)، والتوصيل الكهربائي (EC_w)	(dS/m)			
صفر - 3		< 0.7	2.0-0.7	> 0.2
3 - 6		< 1.2	0.3-1.2	> 0.3
6 - 12		< 1.9	0.5-1.9	> 0.5
12 - 20		< 2.9	1.3-2.9	> 1.3
20 - 40		< 5.0	2.9-5.0	> 2.9
التسمم بالأيونات				
الصوديوم (Na)				
الري السطحي	معدل ادمصاص الصوديوم (SAR)	< 3	9-3	> 9
الري بالرش		< 3	> 3	
الكلوريد (Cl)				
الري السطحي	meq/l	< 4	10-4	> 10
الري بالرش	meq/l	< 3	> 3	
البورون (B)	mg/l	< 0.7	3.0-0.7	> 3.0
تأثيرات متنوعة				
النترات (NO_3-N) [2]	mg/l	< 5	30-5	> 30
بيكربونات (HCO_3)	meq/l	< 1.5	8.5-1.5	> 8.5
الرقم الايدروجيني	تتراوح النسبة المعتادة بين 6.5 - 8.4			

تصنيف مياه الري حسب مخبر الملوحة الأمريكي بجامعة ريفرسايد عام 1954 :

ينتشر هذا التصنيف بصورة واسعة و يعتمد هذا التصنيف على الخصائص التالية :

أ- الكمية الكلية من الأملاح الذائبة Total Dissolved Salts (TDS) .
ب- نسبة شاردتي الصوديوم لشاردتي الكالسيوم و المغنزيوم ، و هذا ما يعرف بنسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption Ratio (SAR) .
ت- محتوى المياه من شاردتي الكربونات و البيكربونات .
ث- البورون .

أ- تعيين الأملاح الذوابة :

يتم تعيين الكمية الكلية من الأملاح الذائبة استنادا الى وزن الراسب الجاف عند تجفيف حجم معين من الماء ، أو استنادا الى درجة التوصيل الكهربائي Electrical Conductivity (EC) مقدرة بوحدات تسمى موز / سم أو بأجزائها المليموز أو الميكروموز /سم محسوبة على حرارة 25 م ° . ويبين الجدول التالي تصنيف مياه الري تبعا للتركيز الكلي للأملاح و لتوصيلة الكهربائي .

نوعية المياه	التركيز PPM	الايصالية الكهربائية ملليموز سم$^{-1}$
قليلة الملوحة	140 >	صفر – 0.25
معتدلة الملوحة	500- 140	0.75 – 0.25
متوسطة لملوحة	1500 - 500	2.25 - 0.75
عالية الملوحة	2500- 1500	4.00 – 2.25
عالية الملوحة جدا	3800 - 2500	6.00 – 4.00

ب- نسبة الصوديوم :

يعد الصوديوم أكثر الكاتيونات ضررا بالتربة ، فإذا وجد ممتزا أو قابلا للتبادل فإنه يسبب تغيرات فيزيائية و كيميائية تضر بالتربة و بالنباتات المزروعة . فالصوديوم المتبادل يجعل التربة الرطبة قليلة النفوذية للماء و الهواء و تصبح قاسية صلبة صعبة الحراثة كما تشكل قشورا كتيمة تعيق الإنبات و نمو البادرات .

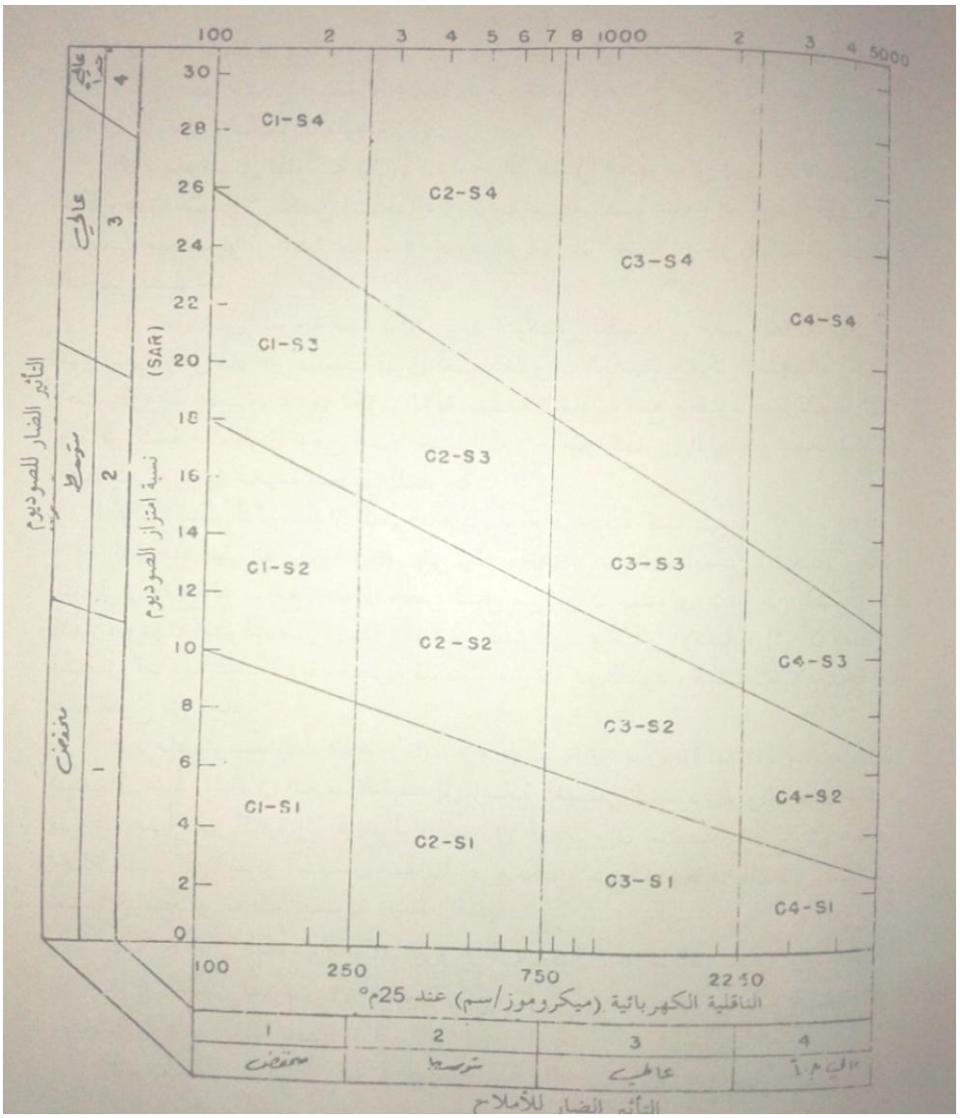
ومن الأدلة المهمة على تأثير الصوديوم في مياه الري قابليته للتبادل مع الكاتيونات الممتزة على معقد الأمتزاز ، و يعبر عن ذلك من خلال نسبة امتزاز الصوديوم SAR و تحسب من المعادلة التالية :

$$SAR = Na^{+} / (Ca^{++} + Mg^{++}/2)^{1/2}$$

و هنا تقدر الكاتيونات بالمليمكافئ / ليتر .

يلاحظ أن تأثير الصوديوم يتوقف على تركيز الاملاح الكلية ، حيث يزداد أثر الصوديوم مع ازدياد تركيز الاملاح .

و يلاحظ أن التركيز الكلي للأملاح قد قسم الى أربعة أقسام و كذلك نسبة امتزاز الصوديوم الى أربعة أقسام مما يعمل على تشكيل ستة عشر قسما من تداخل العاملين معا كما في الشكل التالي .



مخطط لتصنيف مياه الري حسب مخبر الملوحة في الولايات المتحدة الامريكية

ويقسم تركيز الأملاح الى الدرجات التالية :

1- ماء قليل الملوحة (C_1) : حيث يقل التوصيل الكهربائي عن 250 ميكروموز/سم و يمكن استعماله في ري معظم المحاصيل في معظم أنماط الترب .

2- ماء متوسط الملوحة (C_2) : يتراوح التوصيل الكهربائي بين 250 – 750 ميكروموز / سم ، و يمكن استعماله عندما يتوفر غسل الأملاح من التربة و عند زراعة نباتات متوسطة التحمل للملوحة .

3- ماء عالي الملوحة (C_3) : يتراوح التوصيل الكهربائي بين 750 – 2250 ميكروموز / سم ، و لا يمكن استعماله في تربة سيئة الصرف ، واذا توافر الصرف المناسب فيجب توافر عناية خاصة في إدارة التربة . كما يجب اختيار النباتات جيدة التحمل للملوحة .

4- ماء عالي الملوحة جدا (C_4) : يزيد التوصيل الكهربائي على 2250 ميكروموز / سم ، وهو ماء غير مناسب للري تحت الظروف العادية ، ويمكن استعماله أحيانا تحت ظروف خاصة ، عندما تكون التربة جيدة النفاذية مع وجود صرف ملائم و توافر كمية مياه تؤمن غسلا جيدا للأملاح المتراكمة في التربة ، و عندما تكون النباتات المزروعة شديدة التحمل للملوحة .

و لقد قسم التأثير الضار للصوديوم الى أربعة درجات كما يلي :

1- ماء قليل الصوديوم (S_1) يقل رقم SAR عن 10 ، ويمكن استعمال هذا الماء لري جميع الترب مع احتمال خطر ضئيل من تكون مستوى ضار من الصوديوم الممتز . و دون خوف من زيادة الغضار الصودي .

2- ماء متوسط الصوديوم (S_2) يتراوح رقم SAR بين 10 - 18 ، وقد يؤدي استعمال هذا الماء في الترب الثقيلة الى زيادة الغضار الصودي ، وبخاصة تحت ظروف غسل غير كافية اذا لم يتوافر الجبس في التربة . و إن استعمال الجبس في هذه الحالة يخفف من أضرار استعمال هذا الماء . و يمكن استخدام هذا الماء في الترب خشنة النسيج أو الترب العضوية جيدة النفاذية .

3- ماء عالي الصوديوم (S_3) يتراوح رقم SAR بين 18 - 26 ، يؤدي استعماله الى زيادة الغضار الصودي في معظم الترب ، ويجب أن يكون الصرف جيدا مع استخدام الجبس و المادة العضوية .

4- ماء عالي الصوديوم جدا (S_4) يزيد فيه SAR على 26 ، و هو غير مناسب للري إلا اذا كان التركيز الكلي للأملاح قليلا أو متوسطا و عند إضافة أو توافر الجبس أو المصلحات الأخرى .

ت- كربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonates (RSC)

تلعب الكربونات و البيكربونات هذه دورا مهما في إذابة كربونات الكالسيوم أو ترسبها . ويكون المغنزيوم أكثر ذوبانا من الكالسيوم ويحل في معقد الأمتزاز بدلا من الكالسيوم الذي يتفاعل مع البيكربونات و يترسب و في هذه الحالة تقل كمية الكالسيوم و المغنزيوم الذائبة في محلول التربة لتزداد نسبة SAR و يزداد ضرر الصوديوم .

تحسب كربونات الصوديوم المتبقية من المعادلة التالية :

$$RSC = (CO_3^{=} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

و تحسب المعطيات بالمليمكافئ / ليتر .

و لقد تم تقسيم المياه حسب مقدار كربونات الصوديوم المتبقية الى ثلاثة انواع هي :

1- ماء غير صالح للري و هو التي تزيد فيه RSC على 2.5 مليمكافئ / ليتر .

2- ماء متوسط الصلاحية للري و تتراوح فيه RSC بين 1.25 – 2.5 مليمكافئ / ليتر .

3- ماء صالح للري و هو الذي تقل فيه RSC عن 1.25 مليمكافئ / ليتر .

ث- البورون :

تختلف النباتات في درجة تحملها للبورون . و لقد قسمت النباتات في ثلاث مجموعات . كما قسم أثر البورون في خمسة مستويات و هذا ما يوضحه الجدول التالي :

الحدود السمو بها من البورون جزء بالمليون PPM لعدة أقسام من مياه الري

المستويات	المحاصيل الحساسة	المحاصيل نصف المتحملة	المحاصيل المتحملة
1	0.33 >	0.67 >	1.00 >
2	0.67 – 0.33	1.33 – 0.67	2.00- 1.00
3	1.00 – 0.67	2.00 – 1.33	3.00 – 2.00
4	1.25 -1.00	2.50 – 2.00	3.75 – 3.00
5	1.25 <	2.50 <	3.75 <

المراجع :

- .أبو نقطة فلاح . استصلاح الأراضي ٢ ، جامعة دمشق ، ١٩٩٦.

- Hanson, B., S. R.Grattan, and A. Fulton.(1999). Agriculture salinity and drainage. Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3375.