**آلية تحمل النباتات للملوحة والجفاف (فيزيولوجيا المقاومة والتحمل)**

الدكتور: صالح المصطفى

-----------------------------------------------------------------------------------------

إن الاجهادات المختلفة من أهم المشكلات التي تواجه التوسع الزراعي في العالم وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وينعكس اثر هذه الاجهادات على الإنتاج النباتي الذي يعتبرا لمصدر الرئيسي لغذاء الإنسان.

وتعتبر الملوحة الزائدة هي العامل الأكبر المحدد للزراعة ، ومشكلة الملوحة تزداد عاماً بعد عام في صورة أراضي ملحية أو ماء مالح ويجب إن يؤخذ في الاعتبار إن التوسع المستمر في الزراعة سوف يؤدي بالضرورة إلى زراعة أراضي مالحة واستخدام ماء ذو محتوى عالي نسبياً من الأملاح الذائبة.

تنتشر مشكلة الملوحة لتحتل حوالي ثلث مساحة الأراضي الصالحة للزراعة على سطح الكرة الأرضية، ومن المتوقع إن تصل إلى 50%من الأراضي المروية والقابلة للزراعة في العالم، في حين تحتل الأراضي الملحية في الوطن العربي حوالي 40% من الأراضي الصالحة للزراعة.

وسورية كغيرها من الدول الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعاني من محدودية الموارد الطبيعية من المياه ذات النوعية الجيدة وتأثر التربة بالجفاف والملوحة ، نقص الأغذية وبخاصة البقولية والحبوب وزيت الطعام وعلى هذا فإن العديد من الدراسات الحديثة وجهت لحل مثل هذه المشاكل من أجل زيادة الإنتاج ومن ثم كان لابد من فهم الأسس الفسيولوجية والوراثية لتحمل المحاصيل المختلفة للإجهاد الجفافي والملحي.

**ويرجع الاهتمام الشديد لدراسة الإجهاد الملحي لأسباب عديدة منها:**

1. زيادة تراكم الأملاح في التربة مما أدى إلى تحول مناطق زراعية عديدة كل عام إلى مناطق غير صالحة للزراعة وأدى ذلك إلى التأثير الضار على نمو معظم نباتات المحاصيل المختلفة.
2. زيادة التوسع الأفقي للأراضي الزراعية حيث إن الأرضي المنزرعة حالياً لا تفي باحتياجات الإنسان من المواد الغذائية نظراً لزيادة سكان العالم.
3. استخدام مياه الري بالأساليب الخاطئة أدى إلى زيادة كمية الأملاح.
4. قد تحتوي الأراضي الملحية على بعض العناصر النادرة المهمة لحياة النبات.

**ويمكن التعرف على الأرض الملحية في الظروف الحقلية بالاتي:**

1. نمو المحاصيل بصورة متفرقة.
2. وجود طبقة من الأملاح البيضاء على السطح.
3. عندما تكون نسبة الملوحة خفيفة تتسم النباتات بلون اخضر داكن يميل إلى الزرقة، وبالنسبة لمحاصيل الحبوب أو الأعلاف المنزرعة في تربة ملحية قد تظهر بقع جرداء وتكون النباتات متقزمة.
4. الملوحة المعتدلة إذا كانت متساوية في الحقل كله لا تظهر بوضوح لأنها لا تسبب أضرارا واضحة باستثناء أنها تحد من مستوى النمو.
5. أوراق النباتات التي تنمو في الأراضي الملحية تتميز بأنها:

- اصغر حجماً من الأوراق العادية.

- يكون لونها اخضر داكن يميل للزرقة بدرجة أقوى مما هو في الأوراق العادية.

**مـلـوحـة التـربـة:**

* تتراكم الأملاح بصورة طبيعية في الأراضي التي تتكون من تفتت صخور معدنية تحتوي علي أملاح بكميات زائدة إلا أن الأملاح تزداد أيضاً في التربة بفعل:

1 – مع ماء الري, فمهما كانت عذوبة الماء المستخدم في الري فانه يحتوي علي أملاح يمكن أن تتراكم في التربة إن لم يتوفر لها نظام صرف جيد, وتتأثر سرعة تراكم تلك الأملاح بدرجة ملوحة ماء الري وكمية الماء المستخدمة في الري.

2 – عند ارتفاع منسوب الماء الأرضي فمن جهة يكون الصرف رديئاً ومن جهة أخري يؤدي منسوب الماء الأرضي المرتفع إلى ارتفاع الماء إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية وتبخره تاركاً الأملاح على سطح التربة.

**وتأثيرات الملوحة علي النبات عند قياسها بالملليموز للسنتيمتر عند 25°م تكون كما يلي:**

* صفر – 1: تأثيرات الملوحة غالباً ما تهمل .
* 2 - 4 : قد تتحدد الإنتاجية للمحاصيل شديدة الحساسية للملوحة.
* 4 – 8 : تتحدد الإنتاجية للعديد من المحاصيل.
* 8 - 16: تعطي المحاصيل المتحملة فقط إنتاجية مقبولة.
* أكثر من 16: تعطي قليل من المحاصيل شديدة التحمل للملوحة فقط إنتاجية مقبولة.

وتؤدي الملوحة الزائدة في التربة أو في ماء الري إل ضعف إنبات البذور بدرجة كبيرة وتهتك بعض أنسجة الجذور وموت معظم النباتات ويرجع ذلك للأسباب الآتية:

* 1– زيادة الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي وبالتالي فشل البذور والنباتات في الحصول على كل إحتياجاتها من الماء.
* 2 – الضرر المباشر الذي تحدثه التركيزات المرتفعة من أيونات الصوديوم والكلور.
* 3 – عدم أتزان العناصر الغذائية في المحلول الأرضي وظهور أعراض نقص بعض العناصر.

**هناك عوامل تؤثر علي استجابة النبات للملوحة وهي**

**أولا: عوامل التربة**

**1- خصوبة التربة:**

* حساسية النباتات للملوحة تختلف تبعا لخصوبة التربة ففي الأراضي غير الخصبة تظهر أعراض الملوحة ونقص الإنتاج (مضاعفا) تحدث زيادة بعض العناصر الغذائية تأثيرا عكسيا في مقاومة النباتات للملوحة فزيادة النتروجين تقلل من مقاومة الملوحة وأيونات الفوسفور تسبب قلة مقاومة بعض النباتات وتتفاوت المحاصيل المختلفة في درجة تأثرها بالتركيزات العالية من الأملاح في مياه الري.

**2- درجة حرارة التربة:**

* درجة حرارة التربة تؤثر علي دخول الأيونات وحركتها في الجذور فكلما قلت درجة حرارة التربة تزداد لزوجة الماء وتزداد مقاومة الجذر لحركة الماء فيزداد تأثير الشد الناتج من وجود الأملاح.

**3- الماء الأرضي:**

* عند إضافة الأملاح إلى تربة الأصص يصعب السيطرة علي تجانس الأملاح في كافة مناطق التربة ولذلك يجب التأكد من تجانس رطوبة التربة.

**4- المحتوي الرطوبي:**

* فشدة تأثير الأملاح تتناسب مع تركيزها في محلول التربة وليست كميتها وعندما يتبخر الماء من التربة تقل كمية الماء في التربة فيزداد تركيز الأملاح رغم بقاء كمية الأملاح ثابتة في التربة. فتركيز الأملاح عندما تكون رطوبة التربة 50 % تساوي نصف تركيزها عندما تصل الرطوبة إلى 25 %.

**5– التهوية:**

* سوء التهوية يزيد من تركيز أيونات الكربونات ويتجمع الكحول من التنفس اللاهوائي فتزداد مقاومة الجذر لحركة الماء ويقل نشاطه في امتصاص العناصر الضرورية.

**ثانيا: عوامل تخص النبات:**

**1- اختلاف الأصناف:** هناك اختلافات كثيرة بين الأصناف في مقاومتها للملوحة.

**2- مرحلة نمو النبات:** وهذه تختلف من نبات لأخر ففي مرحلة إنبات البذور لما تسببه من ارتفاع في الضغط الاسموزي بحيث لا تستطيع البذور الاستفادة من الماء الموجود.

وقد وجد أن المدة اللازمة لإنبات البذور تتناسب طرديا مع الضغط الاسموزي للمحلول أي مع قدرة البذور علي امتصاص الماء .

وفي مرحلة نمو البادرات قد يكون لأيونات بعض الاملاح تأثير:

* 1- سام علي الأجنة والبادرات كالبندورة والقطن تكون أكثر حساسية للملوحة خلال النمو الخضري تقل حساسيتها بتأخر النمو الخضري.
* 2- يؤدي إلى إسراع نضج بعض المحاصيل بصفات جودة أقل وفي الدخان تؤدي زيادة الكلوريد إلى أحتراق حواف الأوراق والقمم النامية للنباتات وبلوغ النباتات حجما معينا في فترة زمنية فانه من المتوقع تأخير الإزهار.
* 3- ثم تزداد خلال مرحلة الإزهار تأخير تكوين البراعم الزهرية وكذلك إخصاب الأزهار.

**- الظروف البيئية:**

* الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية تسبب زيادة النتح فتزيد من الشد المائي الذي يتعرض له النبات.
* درجات الحرارة المرتفعة تزيد من سرعة دخول أيونات الأملاح إلى النبات فيزداد التأثير الضار لهذه الأيونات في الخلايا.
* مواد التلوث كالغبار وأبخرة المواد العضوية تقلل مقاومة النباتات للملوحة.
* الضوء يسبب زيادة النتح وزيادة النتح قد يعرض النبات للجفاف والنباتات في الظل تكون مقاومة أكثر من المعرضة للضوء الشديد.

**- المواد المضافة:**

* يمكن عكس التأثير السلبي لبعض الأيونات بإضافة أيونات أخرى. لتقليل التأثير السلبي لأيونات الصوديوم يضاف أيونات الكالسيوم لأن أيونات الكالسيوم تقلل نفاذية الأغشية الخلوية بينما أيونات الصوديوم تزيدها .

**فيزيولوجية الإجهاد:**

* يتعرض النبات عادة إلى تغيرات كثيرة في العوامل البيئية المختلفة التي تحيط بالنبات سواء كانت هذه التغيرات يومية أو موسمية مما يؤدي إلى تأثر النبات بهذه التغيرات غير الملائمة لنموه وتطوره وبالتالي تتأثر العمليات الفسيولوجية التي تسببها هذه التغيرات. ومن هذه التغيرات:
* 1- التغير في العوامل البيئية تسبب تغيراً في تفاعلات البناء (تأثير الضوء – ثاني أكسيد الكربون على البناء الضوئي) فنجد إن الإجهاد الناتج عن الجفاف يؤدي إلى انخفاض جهد ضغط الخلايا النباتية وجهد ماء الخلية مما يؤدي إلى قفل الثغور وتثبيط البناء الضوئي وبالتالي تثبيط نمو النبات.
* 2- التنفس: يزداد معدل التنفس عندما يقترب النبات من الذبول ويرجع ذلك إلى تحول النشا المخزون إلى سكر فيزداد معدل التنفس ويقل معدل التمثيل الضوئي فينقص معدل النمو.
* 3- الجوع: يحدث عندما يزداد معدل سرعة التنفس عن سرعة التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى فقدان المواد الغذائية الاحتياطية المخزنة في النبات وإذا استمر يؤدي إلى أذى الخلية وموتها.
* 4- زيادة السكر في الأوراق بسبب توقف نقل نواتج التمثيل إلى الجذور.
* 5- التأثير على محتويات الخلية (انكماش البروتوبلازم).
* 6- تأثير الجفاف على امتصاص العناصر.

**هذا ويرجع تحمل النباتات للجفاف إلى:**

* - قدرتها على تأخير فقد الرطوبة من أنسجتها بخفض معدل النتح أو زيادة معدل امتصاص الماء.
* - تحملها الفقد الرطوبي عند حدوثه من خلال التنظيم الاسموزي لخلايا النبات عن طريق تجميع كمية كافية من الذائبات بالخلايا لمنع جفافها – صغر حجم الخلايا – تجنب التجويع – تجنب فقدان البروتين.
* - تأثير منظمات النمو: فالجفاف يسبب زيادة سريعة في تركيز حمض الابسيسك بالأوراق الذي يؤدي إلى قفل الثغور وزيادة نفاذية الجذور للماء والايونات.

**طرق المقاومة للإجهاد الملحي:**

**أولا:الإجهاد الاسموزي وتعديل الاسموزية:**

يتم انتقال الماء من الوسط المرتفع في الجهد المائي إلى الوسط المنخفض في الجهد المائي وان زيادة تركيز الأملاح في التربة يؤدي إلى انخفاض الجهد المائي في الوسط المحيط بالخلايا إلى مستوى اقل من جهد ماء الخلايا مما يؤدي إلى انتشار الماء من الخلايا إلى الوسط الخارجي وذلك لنفاذية الغشاء البلازمي للماء مما يسبب نقص الامتلاء وبالتالي يحد من نمو الخلايا.

إن تجنب التجفيف الناتج عن الإجهاد الملحي يسمح للخلايا بالاحتفاظ بمائها وامتلائها، ويستمر النمو دون توقف حيث إن خلايا هذه النباتات تستطيع زيادة المواد الذائبة في عصيرها الخلوي وتعمل هذه المواد على خفض الجهد المائي للخلايا إلى مستوى اقل من جهد الوسط المحيط وهو ما يطلق عليه تعديل الاسموزية والذي يحدث عن احد الطريقين أو كلاهما معاً.

1- تخليق مركبات عضوية مثل البر ولين.

2- امتصاص الايونات من الوسط الخارجي حيث إن خلايا النبات تكون مقاومة للسمومية التي تسببها هذه الايونات.

**ثانياً: المقاومة بالاستبعاد:**

من الطرق التي تستخدمها النباتات لتتجنب السمومية الأيونية التي تثبط النمو.

* 1- وجود ميكانيكيات في الجذر تحد من نقل الايونات إلى الساق.
* 2- زيادة المحتوى المائي للأوراق مما يزيد الشكل العصاري وهذا يعمل بدوره على منع وصول تركيز الايونات للمستوى الضار.
* 3- يتم إعادة نقل الايونات السامة من المجموع الخضري إلى المجموع الجذري عن طريق اللحاء حيث ينقل جزء كبير من الصوديوم إلى بيئة الجذور.

الأمثلة: الحمص وفول الصويا والبرسيم.

**ثالثا: سرعة النمو:**

* هناك بعض الأنواع النباتية مثل القمح وفول الصويا تستطيع مقاومة الإجهاد الملحي عن طريق نمو المجموع الخضري بسرعة مما يساعد هذه الأنواع النباتية على تخفيف تركيز الأملاح بينما أصناف القمح بطيئة النمو تكون أكثر تضرراً من وجود الأملاح.

**رابعاً: تكون الشكل العصاري:**

* بعض النباتات تستطيع تخفيف الأملاح في المجموع الخضري كما في العديد من النباتات الملحية حيث يزيد امتصاص هذه النباتات للماء وبالتالي يتكون الشكل العصاري.

**خامساً: إزالة العضو النباتي الذي تتراكم فيه الأملاح:**

* تعمل بعض النباتات المقاومة للإجهاد الملحي على تجميع الأملاح الممتصة في الورقة مثلاً مما يحدث لها اصفرار ثم تسقط هذه الأوراق. مثل: Huncus maritime .

**سادساً: إفراز الأملاح عن طريق الغدد الملحية:**

هناك بعض النباتات مثل الاتربليكس تحتوي على غدد خاصة تسمى الغدد الملحية تقوم باستبعاد وإفراز الأملاح الموجودة داخل النبات عن طريق هذه الغدد وبالتالي تعمل على تخفيف محتوى الملوحة داخل المجموع الخضري لهذه النباتات.

**مدى تحمل المحاصيل للملوحة:**

* المحاصيل عالية المقاومة: وهي مجموعة المحاصيل التي تستطيع إن تنمو في مدى من الملوحة يتراوح بين 10-16 مليموز/سم.

ومن أهم هذه المحاصيل الشعير- الشوندر السكري – القطن.

* محاصيل متوسطة المقاومة: وهي مجموعة المحاصيل التي تستطيع إن تنمو في مدى من الملوحة بين 4-10 مليموز/سم.

ومن أهم هذه المحاصيل القمح – الشوفان - الأرز– الذرة – الكتان – دوار الشمس - البرسيم الحجازي.

* محاصيل حساسة للملوحة: وهي مجموعة المحاصيل التي تستطيع إن تنمو في مدى من الملوحة يتراوح بين 2-4 مليموز/سم.

ومن أهم هذه المحاصيل الفول – قصب السكر – الحمص - العدس.

* وفي السنوات الأخيرة تزايد اهتمام العلماء بتحسين صفات المقاومة في المحاصيل المنزرعة تحت ظروف الاجهادات البيئية المختلفة حيث تبين إن ما يزيد عن 25% من إنتاجية المحاصيل تفقد بسبب هذه الإجهادات والتي من بينها الإجهاد الملحي.

**ولزيادة القدرة على تحمل الإجهاد الملحي لا بد من تبني واحدة أو أكثر من الاستراتيجيات الآتية:**

* التحسين التدريجي لتحمل النبات من خلال طرق التربية التقليدية والانتخاب.
* إدخال المورثات الجينية إلى المحاصيل من أصولها الطبيعية والتي تمتلك صفة التحمل.
* استئناس النباتات البرية التي تتحمل الموارد الشحيحة من خلال التربية والانتخاب لتحسين الصفات المحصولية.
* استيراد أصناف جديدة تتحمل نقص الموارد في التربة وزراعتها في الأراضي القديمة والجديدة.