الملوحة وتأثيرها في نمو وإنتاجية النباتات

أ.م.د. سعد أحمد محمد أحمد الدوري

جامعة الموصل / كلية التربية الأساسية / قسم العلوم العامة

(قدم للنشر في ٢٠١٨/٣/٦ ، قبل للنشر في ٢٠١٨/٤/١٦)

ملخص البحث:

تعد الملوحة إحدى أهم المشكلات الكبرى في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تؤدي إلى خفض إنتاجية المحاصيل من خلال تأثيرها في الفعاليات الحيوية، ومشكلة الملوحة من المشكلات القديمة خاصة في جنوب العراق ومن أسبابها الرئيسة تراكم الأملاح في الأراضي الزراعية وبالتالي تدهور الاقتصاد الزراعي. تختلف النباتات في مقاومتها للملوحة حيث أن نسبة ٧٠% من سطح الأرض عبارة عن مياه مالحة أما ثلث مساحة اليابسة فهي قاحلة أو شبه قاحلة.

Effects of Sanity on Plants Production

Abstract:

Sanity is troublesome in arid and semi-arid areas which results in reducing crop production due to its effect on vital signs. Sanity is an inherent problem in the South of Iraq due to salt build-up which leads to deterioration of economic agriculture. Plants vary in sanity resistance where 70% of ground cover is salt water, whereas 30% is arid and semi-arid there.

المقدمة

تعد ملوحة التربة والترب الملحية احد العوامل الرئيسة المعرقلة للتطور الزراعي في معظم البلدان التي تنتشر فيها مثل هذه الترب، وذلك للتأثير السلبي لملوحة التربة على إنتاج معظم المحاصيل الزراعية من الناحيتين الكمية والنوعية.

إن معظم الترب تحتوي على بعض الأملاح الذائبة في الماء والترب الحاوية على الأملاح الذائبة في الماء بكميات تكون مؤذية لإنبات وتغذية النبات ونموه تدعى بالترب الملحية وهي أكثر الأنواع انتشارا وعادة ما تكون أسهلها من ناحية الاستصلاح وتركيبها بصورة عامة يكون جيد، ونفاذيتها للماء وخواصها الزراعية تشبه تلك الترب غير الملحية، الترب الملحية تتميز بفقر نمو المحاصيل فيها، وعندما تجف غالبا ما تكون طبقة قشرية بيضاء على سطح التربة (الطائي، ١٩٨٧) .

تعد ملوحة التربة ودرجة الحرارة من العوامل البيئية المؤثرة في نمو النبات فبالنسبة إلى الملوحة فان ما يقرب من ٧٠%من سطح الأرض مغطى بالمياه المالحة، وثلث مساحة اليابسة هي مناطق قاحلة أو شبه قاحلة ونصف تلك المناطق ترب عالية الملوحة.

تواجه الزراعة في مساحات واسعة من العالم تحديات خطيرة تهدد مستقبل الإنتاج الزراعي وذلك بسبب تزايد الملوحة في التربة نتيجة تطبيق أنظمة ري غير صحيحة إضافة إلى احتواء المياه المستخدمة بالري كميات عالية من الأملاح.

وفي العراق فقد أصبحت مشكلة الملوحة إحدى المشاكل الأساسية التي تواجه الزراعة، وتجري في الوقت الحاضر جهود كبيرة من اجل استصلاح هذه الأراضي الواسعة واستغلالها، إلا أن ذلك يحتاج إلى فترة زمنية طويلة نسبيا إضافة إلى التكاليف الباهظة لهذا الغرض.

لذلك لابد من التفكير الجدي في مسألة تجاوز مثل هذه الظروف غير المناسبة للزراعة والعمل على زيادة الإنتاجية من خلال استخدام المحاصيل الحقلية خاصة التي تتحمل الملوحة، حيث تهتم البحوث الحديثة في الوقت الحاضر بإمكانية تهيئة أصناف زراعية تمتاز بالمقاومة العالية أو التحمل للملوحة من مختلف المحاصيل الحقلية التي من شأنها أن تساعد على زيادة الرقعة الزراعية وزيادة الإنتاج.

تؤدي ملوحة التربة إلى خفض الإنتاج ويعد تأثيرها من العوامل المحددة لنمو وانتاجية المحاصيل، حيث يكون نموها بطيئًا جدا وأوراقها اقل عددا واصغر حجما .

ويعتمد استجابة النمو الخضري للملوحة دليلا في تقييم المقاومة لنباتات المحاصيل للملوحة.

كما أن للملوحة تأثيرات متباينة على مراحل النمو المختلفة للنباتات، حيث يلاحظ تأثيراتها في المراحل المبكرة تكون أكثر سلبيا مما في مراحل النمو المتأخرة (الدليمي، ١٩٨٧) .

ويهدف البحث إلى التحري عن تأثير الملوحة والسقي بالمياه المالحة في العديد من العمليات الحيوية كالتنفس والبناء الضوئي والإنبات والانقسام الخلوي وغيرها .

تأثيرات الملوحة على النبات

الملوحة (الإجهاد الملحي) (Salt Stress) Salinity:

لابد من التفريق بين الإجهاد الملحي Salt Stress والإجهاد الأيوني ذلك أن المصطلح الأول يستعمل حينما يكون تركيز الملح عاليا لدرجة معه ينخفض الجهد المائي لوسط النمو لدرجة محسوسة (٠,٠٥ – ٠,١ ميكا باسكال) . أما إذا كان الانخفاض في الجهد المائي طفيف وغير محسوس فان ذلك يعني أن التأثير هنا يكون بشكل إجهاد ايوني Ion Stress ونحن في هذا الجزء معنيين بمشكلة الملوحة (الإجهاد الملحي) حيث أن مشكلة ملوحة التربة من المشكلات القديمة التي عصفت بالحضارة الإنسانية على مر العصور والأزمان والى يومنا هذا . ومن الجدير بالذكر أن زوال الحضارة السومرية في جنوب العراق كان من احد أسبابها الرئيسة تراكم الأملاح في الأراضي الزراعية وبالتالي تدهور الاقتصاد الزراعي وانصراف الناس في ذلك الوقت عن زراعة القمح (الغذاء الرئيسي) ذو المقاومة المعتدلة إلى الشعير ذو المقاومة العالية للملوحة. وهذا يعني أيضا إدراك الإنسان في وقت مبكر إلى أن النباتات تختلف في مقاومتها للملوحة. وفي الحقيقة إن ٧٠% من سطح الأرض عبارة عن ماء مالح. ومن الجدير بالذكر أن تلك الأراضي الملحية هي صالحة للزراعة وعليه فان تراكم الأملاح فيها من شأنه أن يهدد الإنتاج الزراعي. ويمكن تلخيص أسباب نشوء هذه المشكلة في الترب المختلفة إلى ما يلي:-

١- الترب القريبة من سواحل البحار والمحيطات تعاني من الملوحة لقربها من الماء المالح حيث تواجه نباتات هذه المناطق تركيزات عالية من الأملاح. وهذا ينطبق كذلك على مصبات الأنهار حيث يختلط الماء العذب مع الماء المالح.

٢- في الترب البعيدة عن السواحل فإنها تعاني من الملوحة وذلك للأسباب الآتية:

أ) ارتفاع الأملاح من الرواسب البحرية في السواحل إلى المناطق المحاذية.

ب) تراكم الأملاح بفعل عملية الري وخصوصا عند الري بماء عالي الملوحة ويرافق ذلك عدم وجود نظام صرف جيد وهذا من شأنه أن يسبب ضررا للنباتات الحساسة في أول الأمر لا يلبث أن يؤثر فيما بعد على معظم النباتات عندما تتراكم كميات كبيرة من الأملاح.

ج) تركيز الأملاح بفعل التبخر والنتح في المناطق الحارة القاحلة وشبه القاحلة حيث يتبخر الماء تاركا الأملاح متراكمة على الأرض وخاصة عندما تكون المياه الجوفية قريبة من سطح الأرض (ياسين، ٢٠٠١).

تقسيم النباتات حسب تحملها للملوحة:

الملوحة: هي زيادة تركيز الأملاح في منطقة جذور النبات وتصل هذه التركيزات إلى الحد الذي يؤثر على نمو النبات ونقص في المحصول وتكون الأعراض مشابهة لأعراض الجفاف لنقص الري مثل جفاف الأوراق أو ظهور اللون الداكن أو الأخضر المزرق عليها ويزداد تركيز الأملاح في العمق نتيجة امتصاص النبات للمياه وترك الأملاح في القدر القليل من الماء الباقي حول جذور النباتات وتغسل الريات المتعاقبة الأملاح الى أماكن أعمق من الجذور وتظل تتجمع الأملاح ما لم يحدث الغسيل لها.

وللحصول على محصول جيد يجب الحفاظ على وجود مياه متاحة للنبات بدرجة كافية وكذلك الغسيل للأملاح المتجمعة في منطقة نمو الجذور قبل أن يزيد تركيزها عن قدرة النبات عن تحمل الملوحة ويعد ارتفاع منسوب الماء الأرضي مصدرا إضافيا للأملاح نتيجة لحركة الماء الأرضي للأعلى ووصوله لمنطقة نمو الجذور وذلك لزيادة محتواه من الأملاح الذائبة فيه.

وينعكس تأثير كل من ملوحة الأرض والجفاف في نقص الماء المتاح للنبات وبالتالي نقص المحصول وتحدث أعراض كثيرة على النبات نتيجة لزيادة الملوحة في الأرض مثل احتراق الأوراق وتبقعها وتقزم النبات مع زيادة مدة تعرضه للملوحة وتتفاوت النباتات فيما بينها في درجة تحملها للأملاح وذلك لأسباب فسيولوجية خاصة بالنبات وتقسم النباتات إلى:

١- محاصيل حساسة للملوحة مثل البرتقال- الخوخ- الفاصوليا- البازاليا- العدس- الفول السوداني- الفاكهة المتساقطة الأوراق.

٢- محاصيل متوسطة التحمل مثل الجزر والخس والبرسيم والبصل والقمح والطماطم.

٣- محاصيل متحملة مثل الشعير والبرسيم الحجازي والبنجر والقطن وعباد الشمس (ياسين، ٢٠٠١) .

ما هي ملوحة التربة:

١- هي تلك الأراضي التي تتميز بارتفاع الأملاح الذائبة وأهمها الكلوريدات والكبريتات والكربونات بدرجة ضارة للنبات النامي فيها .

٢- أو هي تلك الأراضي التي تحتوي على نسبة عالية أو كمية من الأملاح المتعادلة (كلوريد – كبريتات) .

٣- أو غير القلوية القابلة للذوبان في الماء (الصوديوم – الكالسيوم – المغنيسيوم) الذائبة بدرجة ضارة للنبات النامي (ياسين، ٢٠٠١) .

إن الأملاح الذائبة اغلبها كلوريدات وكبريتات وكربونات. إذا احتوت على الأملاح الذائبة بكميات كافية هذه تقلل من الجهد المائي فيصبح سالبا حيث أن الجهد المائي هو الذي يحدد حركة الماء بين خلية وأخرى وبين التربة والجذور وبين الجذور والأوراق.

ويتحرك الماء نتيجة الفرق بين المنطقة ذات الجهد المرتفع والمنطقة ذات الجهد المنخفض أو القيمة السالبة للمحلول وتعتمد على نوع الأملاح وكمية الايونات الذائبة في الماء. فيدخل الماء إلى الجذور عندما يكون الجهد المائي لمحلول التربة أكثر من الجهد المائي لمحلول الخلايا الداخلي. تعد زيادة تركيز الأملاح من الأسباب التي تسبب أضرارا بالغة تضعف قدرة النبات على الامتصاص. وتقلل من سرعة دخول الماء إلى الجذور وهذه الزيادة تسبب هبوط الجهد المائي للجذور فيتوقف امتصاص الماء ويتعرض النبات إلى شد مائي كبير يؤدي إلى موت النبات ويسمى الشد الازموزي Osomatic stress أي بارتفاع الضغط الازموزي تقل قدرة النبات على امتصاص الماء أي تأثير الأملاح السلبي يعود إلى التأثير الازموزي للأملاح وبالتالي نقص عدد الثغور التي تنتج الماء وتنقص مساحة الورقة وينخفض نمو المجموع الجذري. وللأملاح تأثير آخر بالإضافة إلى الجهد الازموزي وهو التأثير المباشر على فاعلية الخلايا. والتأثير المباشر في فاعلية الخلايا هو حدوث أو ظهور بعض التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية (ياسين، ٢٠٠١) .

تأثير الملوحة على النبات (التغيرات الفسيولوجية):

١- وجود الايونات في السايتوبلازم يقلل من ترطيب البروتين والأنزيمات المختلفة مما يسبب خللا في عمل الأنزيمات.

٢- نقصان في تركيز RMA, DNA في الخلية.

٣- زيادة سرعة التنفس التي تزيد من هدم المواد فيقل النمو وبطء سرعة البناء الضوئي.

٤- تأثير خاص لبعض الايونات (التأثير النوعي)، حيث تؤثر مباشرة في الخلية مثل ايونات الصوديوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والكبريت والكلور فبعض النباتات أكثر حساسية لأيونات الكبريت عن الكلور والآخر أكثر حساسية لأيونات المغنيسيوم عن الصوديوم والكالسيوم.

٥- قصور في الجهاز الثغري (غلق الثغور).

٦- تغيرا في قابلية النبات لامتصاص العناصر المختلفة P, K, N.

٧- تنشيط النشاط المرستمي أو استطالة الخلايا وانقسام الخلية (ياسين، ٢٠٠١).

تأثير الملوحة على النبات (التغيرات المورفولوجية):

١- تقزم النبات.

٢- تلون أوراقه بلون اخضر داكن.

٣- زيادة سمك الأوراق.

٤- حروق الأوراق للنباتات الخشبية نتيجة التسمم بأيونات الصوديوم والكلوريد، الأجزاء الخضرية أكثر تأثيرا بالأملاح الضارة من الجذور.

٥- بينما الجذور من أعراضها: قلة النمو والتفرعات، تكون خلايا سميكة الجدران يكثر فيها اللكنين وهذا يؤدي إلى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء.

٦- الملوحة المعتدلة تسبب سقوط الأزهار والثمار بعد عقدهما (ياسين، ٢٠٠١).

أسباب الملوحة (ملوحة التربة أو مصادر الأملاح):

١- **التربة الأم:** فالانحلال المستمر لحبيبات التربة بفعل عوامل التعرية يترك أملاحا كثيرة من الكلوريد والصوديوم والكلور وغيرها مصدرها الصخور الأم قد تتجمع إذا كانت الأمطار غير كافية لإزالتها أو غسلها. والصخور الأمية يدخل في تركيبها الأملاح مع وجود طبقات صماء تعيق إزاحة هذه الأملاح بالغسل.

٢- **قلة الأمطار:** في الأراضي عديمة الأمطار يتم إضافة مياه الري خلال عملية السقي إلى التربة فيتبخر الماء وتتراكم الأملاح سنويا في التربة وتتضاعف باستمرار لعدم غسيل الأملاح التي يحتويها ماء الري والتخلص منها مما يؤدي لتراكمها في بيئة هذه النباتات وبذا تصبح التربة ملحية فتقل صلاحيتها للزراعة.

٣- **حركة الماء الأرضي:** وهي حركة الماء الأرضي نتيجة لصعوده بالخاصية الشعرية إلى السطح فتزداد الأملاح في سطح التربة لتتبخر المياه من السطح فتتركز الايونات عند السطح.

٤- **إضافة الأسمدة:** الإضافة المستمرة بكميات غير مناسبة للأسمدة التي تحمل بعض الايونات الضارة تزيد في تركيز ايونات هذه الأملاح في محلول التربة

٥- **الأملاح الذائبة المضافة:** من خلال مياه الري والتسميد (ياسين، ٢٠٠١).

٦- **البحار والمحيطات:** تلك الأراضي التي كانت مغمورة بمياه البحار والمحيطات وقد جفت وتحولت وترسبت مكوناتها الكيمياوية على صورة رواسب أرضية أهمها كلوريد الصوديوم. كما في دلتا كثير من الأنهار

٧- **التلوث الجوي:** الغلاف الجوي محمل بالأتربة الحاملة للأملاح ورذاذ البحر والغازات المختلفة المتصاعدة من المصانع أو فوهات البراكين

٨- **الري بمياه غير صالحة:** كالري بمياه الصرف الصحي أو مياه الآبار الارتوازية شديدة الملوحة والإسراف في مياه الري يؤدي إلى ارتفاع مستوى الأراضي ولذا تكون الأراضي المنخفضة عرضة لرشح المياه مقارنة بالأراضي المرتفعة

الأراضي الملحية تنقسم إلى:-

١- الملحية.

٢- ملحية قلوية.

٣- قلوية.

١- **الملحية:** يسود فيها نسبة الكالسيوم والمغنيسيوم في القواعد المتبادلة EC أكثر عن ٤ مليموز/ سم ٨,٥ =PH. ESP اقل من ١٥% تسمى قلوية بيضاء لتجمع الأملاح فوق سطح الأرض على هيئة قشور بيضاء.

٢- **ملحية قلوية:** بها نسبة عالية من الأملاح وزيادة نسبة الصوديوم في القواعد المتبادلة. وعند وجود الأملاح الذائبة يتلاشى تأثير الصوديوم ويظهر تأثيره مؤقتا.

٣- **القلوية:** يسود كاتيون الصوديوم في محلول الأرض. نسبة الأملاح الذائبة بها قليلة EC اقل من ٤مليموز/ سم = PH 10 وبينما الصوديوم على سطحها ESP اعلى من ١٥% تسمى ملحية صودية Saline- alkalin.

إن تراكم الأملاح يسبب ضررا كبيرا لتركيب التربة وفعالية النباتات فتراكم ايونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والكبريتات يمكن أن تساهم في مشكلة الملوحة.

وتوصف التربة بأنها ملحية اذا احتوت على تلك الايونات بشكل ذائب تؤدي إلى رفع قيمة التوصيل الكهربائي المستخلص من التربة المشبعة إلى أكثر من ٤ملي سيمنز/ سم وعليه فقد صنفت النباتات المختلفة حسب استجابتها إلى ثلاث مستويات رئيسية:

١- **النباتات الحساسة:** هي النباتات التي تقل إنتاجيتها للنصف عندما تزداد الملوحة بمدى من ٤ إلى ٨ ملي سيمنز/ سم لمحلول التربة المشبعة.

٢- **النباتات المعتدلة:** هي النباتات التي تقل إنتاجيتها للنصف عندما تزداد الملوحة بمدى من ٨ إلى ١٢ ملي سيمنز/ سم لمحلول التربة المشبعة.

٣- **النباتات المقاومة:** هي النباتات التي تقل إنتاجيتها إلى النصف عندما تزداد الملوحة بمدى أكثر من ١٢ إلى ١٥ ملي سيمنز/ سم لمحلول التربة المشبعة

تأثير الأملاح على نمو وإنتاجية النباتات:

إن وجود الأملاح الذائبة في محلول التربة يؤدي إلى هبوط النمو والإنتاجية بطريقتين:

أ- **التأثير الازموزي:** ان الأملاح الذائبة في محلول التربة تخفض الجهد المائي وبالتالي تسبب نوعا من الإجهاد المائي حيث يؤثر سلبا في عملية امتصاص النبات للماء والمطلوب للنمو. وقد نوقش تأثير الإجهاد المائي على مختلف الجوانب الفسيولوجية والكيموحيوية وبالتالي فان التأثير نفسه يحصل بفعل التأثير الازموزي للأملاح.

ب- **التأثير الأيوني الخاص:** هو تأثير الايونات بفعل خصائصها الذاتية على نمو النبات وتطوره خلال دورة حياته ويقسم التأثير الايوني الخاص إلى نوعين من التأثيرات الثانوية:-

١) **التأثير السام:** هو تراكم بعض الايونات (التي تدخل في مكونات محلول التربة) في أنسجة النبات لدرجة السمية حيث تظهر أعراض ذلك التأثير بشكل اصفرار للأوراق وظهور مناطق ميتة (نخرة) إضافة إلى ذبول أوراق كثير من النباتات. وينتج عن ذلك اضطراب كبير للفعاليات الحيوية في النبات نتيجة لتداخل الايونات وتكوين معقدات عضوية مسببة خللا في الايض النباتي. فقد ذكرت بعض البحوث أن تلك التأثيرات تكون بشكل مباشر على الأغشية البلازمية الخارجية أو بعد دخول الايونات إلى البروتبلاست حيث يثبط النشاط الأنزيمي والبناء الحيوي للبروتينات. وقد وجد أن تركيز الصوديوم العالي في وسط جذور النبات من شأنه أن يحل محل الكالسيوم في الغشاء البلازمي وبالتالي تتغير نفاذية ذلك الغشاء والذي يصبح منفذا للايونات المهمة مثل البوتاسيوم كذلك تتأثر سلبا

عملية البناء الضوئي بوجود ايون الصوديوم أو الكلوريد التي تتراكم في البلاستيدات الخضر حيث تثبط عمليات الفسفرة الضوئية أو الايض الكربوني. أما الإنزيمات فهي الأخرى حساسة لتلك الايونات وهذا يحدث في أنواع النباتات المختلفة سواءاً كانت تلك النباتات ملحية أو مقاومة أو حساسة للملوحة. وقد وضع العلماء الأدلة للتأثير السام للايونات:

أ- الذائبات العضوية غير ضارة للنبات بذات التركيزات التي عندها تكون الأملاح ضارة. وهذا يعني أن هناك تأثيرات نوعية للأملاح لا تعتمد على التركيز.

ب- تختلف الأملاح في التركيزات التي عندها يبدأ تأثيرها الضار.

ج- وجود بعض الذائبات العضوية من شأنه أن يخفف من التأثير الضار للأملاح.

٢) **عدم التوازن الغذائي:** تسبب الايونات الزائدة اضطراب التغذية المعدنية للنبات وذلك بإعاقة امتصاص ايونات معينة أو حتى تراكم ايونات أخرى فمثلا زيادة تركيز الصوديوم يؤدي إلى خفض امتصاص العناصر الضرورية مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم أو الكالسيوم أو إلى زيادة تركيز ايونات أخرى مثل النترات أو الفوسفات. ومن جانب آخر قد يقلل الكالسيوم امتصاص وتراكم العناصر الثانوية مثل المنغنيز والبورون والحديد، ويمكن الاستنتاج بأن العناصر المسببة للملوحة إذا ما تراكمت بكميات كبيرة ربما تؤدي إلى اضطرابات في تغذية النبات والتي تتمثل بهبوط تراكم بعض العناصر وزيادة تراكم عناصر أخرى وهذا يؤدي إلى اضطراب في تغذية النبات (ياسين، ٢٠٠١).

التأثير الفسيولوجي للأملاح:

أ- التأثير غير المباشر (البلزمة): إذا وضعت خلية في محلول وكان الجهد المائي لهذا المحلول اقل من الجهد المائي لعصير الخلية فان الخلية تنكمش نتيجة حركة الماء منها إلى الخارج وتدعى هذه الحالة بالبلزمة والأملاح الذائبة في الماء تقلل من الجهد المائي له فيصبح الجهد المائي سالبا والقيمة السالبة للمحلول تعتمد على نوع الأملاح وكمية الايونات الذائبة.

تتكون جذور النباتات من خلايا وتكون كل خلية محاطة بمحلول التربة فإذا كان الجهد المائي لمحلول التربة أكثر من الجهد المائي لمحلول الخلايا الداخلي فان الماء يدخل إلى الجذور. وكلما زاد تركيز الأملاح في محلول التربة الخارجي تقل سرعة دخول الماء إلى الجذر وكلما زاد من احتمال تعرض النبات للجفاف لعدم كفاية

السرعة التي يدخل بها الماء نسبة إلى سرعه فقده من الجزء الخضري بعملية النتح.

وقد يلاحظ علامات الذبول على النباتات بعد إضافة الأسمدة مباشرة خاصة السريعة الذوبان والسبب في ذلك يعود إلى انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة قرب الجذور.

ب- التأثير المباشر: بالإضافة إلى تأثير الأملاح في امتصاص الماء من قبل الجذور فان دخول الايونات بكميات زائدة عن حاجة الخلية تحدث تغيرا غير اعتياديا في الأعمال الحيوية للخلية. ويظهر أن ما تسببه الايونات من ضرر يفوق التأثير الازموزي الذي تحدثه. والتأثير المباشر الذي تحدثه الأملاح غير معروف على وجه الدقة فلقد أوضحت بعض البحوث أن وجود الايونات في السايتوبلازم يقلل من ترطيب البروتين والأنزيمات المختلفة فيسبب خللا في أعمال الإنزيمات. كما قد تسبب الأملاح نقصا في DNA, RNA في الخلية أو ازدياد سرعة التنفس مما يزيد من هدم المواد فيقل النمو وبطء سرعة البناء الضوئي.

ج- التأثير الخاص لبعض الايونات: تحدث بعض الايونات تأثيرات مباشرة خاصة في الخلية لا يشبهها في التأثيرات ايونات أخرى. واهم الايونات ذات التأثير الخاص هي ايونات الصوديوم. والمغنيسيوم. والبوتاسيوم. والكالسيوم. والكبريت. والكلور. ولقد بينت الأبحاث الاختلاف في استجابة النباتات لهذه الايونات فبعض النباتات أكثر حساسية لايونات الكبريت من ايونات الكلور مثلا فنباتات الفاصوليا الكلوية الحمراء أكثر حساسية لايونات المغنيسيوم من ايونات الصوديوم والكالسيوم.

د- تأثير الأملاح على نقص العناصر: زيادة بعض الايونات في محلول التربة يؤثر على امتصاص ايونات أخرى مهمة لفعالية الخلايا النباتية فوجود ايونات الصوديوم قد يؤثر على امتصاص الايونات المكافئة لها مثل ايونات البوتاسيوم. فقد لوحظ تحسن حالة النباتات التي ظهرت عليها أعراض نقص البوتاسيوم والمزروعة في محاليل من ملح الطعام بزيادة تركيز البوتاسيوم في المحلول المغذي كما هو الحال مع نبات الفاصوليا ونبات البرسيم الحلو. كما أن ايونات الكلور والكبريت تنافس ايونات الفسفور. وعموما تسبب ايونات الأملاح تغيرا في قابلية النبات لامتصاص العناصر المختلفة ومن هذه العناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (احمد، ١٩٨٤).

تأثير الأملاح على الإنبات والنمو والإنتاج:

أ) تأثير الأملاح على إنبات البذور:- تمتص البذور الرطوبة بقوة الامتصاص العظيمة التي تتمتع بها. ثم تقل قوة الجذب

باستمرار كلما زادت رطوبة البذور. وقوة جذب الماء ناتجة من الجهد الحبيبي لحبيبات النشا والبروتين. والجهد الحبيبي يقل إلى الصفر وعندما تغطى حبيبات النشا والبروتين بالماء تبدأ فعالية الإنزيمات المحللة لتكسير هذه المواد وتحويلها إلى مواد بسيطة منها السكريات والأحماض العضوية التي تقلل من الجهد الازموزي. يزداد التأثير السمي للايونات كلما زادت سرعة نفاذيته إلى داخل الخلية الحية.

مما سبق يتبين بأن الأملاح لا تؤثر في الإنبات نتيجة خفضها للجهد المائي فقط ولكنها تؤثر بصورة مباشرة في فعالية الخلايا الحية نتيجة دخول الايونات وتجمعها في الخلية بشكل غير طبيعي. لهذا فان محاليل الأملاح المختلفة في التركيب والمتجانسة بالنسبة لجهدها المائي قد لا تعطي نتائج مشابهة في تأثيرها على الإنبات.

ب) تأثير الأملاح في النمو الخضري والإنتاج:- النبات النامي في التربة المحلية يكون متفرقا، مساحته الورقية قليلة، قليل الوزن الجاف، لون النبات داكن في التراكيز الواطئة واصفر مبقع بالتراكيز العالية كما تقل عدد الأفرع المثمرة وعدد الأزهار ويقل عقد الثمار والملوحة تقلل من حجم البذور وتقلل من صفاتها النوعية، فتقل نسبة الزيت ويقل الرقم الأيودي للزيوت وتزداد نسبة البروتين (احمد، ١٩٨٤).

أهم التأثيرات للملوحة في النبات:

١- تؤثر الملوحة في المظهر الخارجي للنبات وكالآتي:-

أ- الأوراق ربما تكون صغيرة وذات لون اخضر أكثر دكونا من الأوراق الطبيعية وكذلك زيادة سمكها.

ب- اصفرار الأجزاء المتضررة من النبات، وهنا يجب أن نؤكد بأن هذه الصفة ليست خاصة بالنباتات المتأثرة بالملوحة.

ج- احتراق حافات الأوراق وقمتها، وهي الصفة الأكثر وضوحا في النباتات الخشبية نتيجة لزيادة تركيز كل من الكلوريد والبورون. كما ان الري بالرش وبمياه مالحة يؤدي إلى احتراق الأوراق في النباتات الخشبية وغير الخشبية.

د- ذبول النبات، وأيضا هذه الصفة غير متخصصة للملوحة، لكونها تقل عند انخفاض محتوى التربة الرطوبي وانخفاض جاهزية الماء للنبات (ألنعيمي، ١٩٩٠).

٢- تؤثر الملوحة في الطبيعة التشريحية للنبات:

أ- تؤدي الملوحة وخاصة ايون الكلورريد إلى جعل خلايا البشرة كبيرة، وتقليل عدد ثغور الورقة، وكذلك تغير حجم الثغور، وتكوين نظام خشبي ضعيف.

ب- أما ايونات الكبريتات فإنها تؤدي إلى جعل خلايا البشرة صغيرة وزيادة عدد الثغور بوحدة المساحة للورقة.

ج- يقل معدل استطالة الخلايا وانقسامها .

د- يقل تكوين البروتينات والأحماض النووية.

ه- يقل معدل عملية التركيب الضوئي والتنفس.

و- تقليل نشاط عدد من الإنزيمات النباتية.

ز- يزداد سمك الكيوتكل.

ح- تخشب الأجزاء النباتية بشكل مبكر.

ط- تغير أعداد وأقطار الأوعية الخشبية.

ي- تؤدي الملوحة إلى انتفاخ الكلوروبلاست والمايتوكوندريا وكذلك تشويه الكلوروبلاست (النعيمي، ١٩٩٠).

٣- الملوحة والإنبات:

هناك عدد من الأدلة تؤكد أن الكثير من النباتات تتحسس لملوحة التربة خلال مرحلة الإنبات وتكوين البادرات. المحاصيل النامية في الترب المتأثرة بالملوحة تكون ذات إنتاجية واطئة كنتيجة لانخفاض معدل إنبات بذور هذه المحاصيل، ولهذا فانه من الضروري أن يكون مستوى الملوحة للتربة اقل من حدود مقاومة المحاصيل خلال مرحلة الإنبات وتكوين البادرات (النعيمي، ١٩٩٠).

٤- تأثير الملوحة في امتصاص العناصر الغذائية:

يعد عنصر الصوديوم الكاتيون السائد في محلول الترب المالحة، ولهذا فانه من الممكن أن يؤدي تجمع هذا العنصر داخل الأنسجة النباتية إلى انخفاض في نمو النبات وهذا ربما يعود إلى كون المستويات العالية من الصوديوم في التربة قد تحدد من الكايتونات الأخرى، أو ربما يعمل الصوديوم إلى إحداث حالة عدم التوازن الكاتيوني وهذا ما يعرف بالتسمم بالصوديوم (النعيمي، ١٩٩٠).

الملوحة والإنتاجية:

إن جميع التأثيرات التي أثرت بها الملوحة في العمليات الحيوية للنبات ونسبة الإنبات وسرعته وكذلك امتصاص العناصر الغذائية تؤدي بالتالي مجتمعة إلى خفض الإنتاجية. وكان سبب الانخفاض يعود إلى انخفاض في عدد الأزهار وحاصل البذور نتيجة لتأثرها بملوحة التربة (علاوي، ١٩٨٤).

تأثير الملوحة على نمو النبات:

تؤثر الملوحة على نمو النبات تأثيرا ازموزيا حيث تعمل على اختزال نمو النبات نتيجة عجزه عن امتصاص الماء اللازم للنمو

بسبب انخفاض الجهد الازموزي بوسط النمو وتحدث ما يسمى بالجفاف الفسيولوجي، ولها تأثيرات سمية ناتجة عن التأثير النوعي للايونات، ونتيجة لتراكمها بكميات كبيرة كما تسبب فقدان التوازن الغذائي أو نقص العناصر الغذائية داخل النبات، ولذلك تضطرب الفعاليات الايضية المختلفة مثل البناء الضوئي والتنفس وبناء الحوامض النووية والبروتين ونشاط الإنزيمات والى غير ذلك من العمليات الحيوية، والتي تؤدي إلى هبوط في نمو وإنتاجية النباتات المختلفة (الدليمي، ١٩٨٧) .

تأثير الملوحة على الإنبات:

تعد قابلية البذور على الإنبات وتكوين البادرات من العوامل المؤثرة على إنتاجية النباتات بالترب الملحية وتتم عملية إنبات البذور في ثلاثة مراحل هي:-

أ) مرحلة تشرب البذور (Imbibition): وهي الحركة السلبية للماء داخل البذرة نتيجة قوة الجهد المتري أو الحبيبي (Matric Potential) للمادة المخزونة.

ب) مرحلة الانتقال (Ctransition): وهي المرحلة التي تقل فيها قوة سحب الماء المتشرب إلى البذور وتبدأ مرحلة التغيرات البايوكيمياوية.

ج) مرحلة النمو (Growth): وتشمل بداية عملية الانقسام الخلوي (Cell division) والاتساع الخلوي (Cell expansion) لخلايا جنين البذرة وشروع الجنين بالنمو وتكوين الجذور ونمو الرويشة. ونتيجة هذه العمليات يخرج الجذير من غلاف البذرة ويبدأ الجذر الابتدائي بالنمو كما تنمو الرويشة معطية المجموع الخضري وتصبح قمة الساق أكثر استطالة منتجة منشأت أكثر.

أكدت دراسات عديدة أن النسبة المئوية للإنبات ومعدل الإنبات يتأثران سلبيا بزيادة الملوحة في وسط النمو للبذور، وقد فسر التأثير السلبي للملوحة في الإنبات على أساس انخفاض الجهد المائي لوسط النمو إلى درجة يصعب فيها حدوث عملية الإنبات، ويبدو ان الانخفاض بالجهد المائي نتيجة الملوحة يسبب تثبيطا لامتصاص الماء (تأثير ازموزي) (Osmotic effect) وتهيئ الملوحة ظروفا مناسبة لدخول الايونات والتي قد تكون سامة (تأثير سام) (Toxic effect)لأجنة البذور. إن تحمل الملوحة خلال مرحلة الإنبات ونمو البادرات تعد أساسا مهما لاختيار الأصناف الزراعية المختلفة لغرض استغلال الأراضي المعرضة للملوحة (الدليمي، ١٩٨٧) .

مصادر الأملاح الذائبة في التربة:

١- تجوية المعادن الأولية في صخور القشرة الأرضية عند عملية تكوين ونشوء التربة، والتجوية الكيمياوية تضم التحلل المائي، والأكسدة، وتعمل بشكل تدريجي على تحرر الأملاح إلى المياه المجاورة، والتجوية المعدنية هي مصدر لكل الأملاح الذائبة وهي بذلك تعمل على تكوين التربة المالحة.

٢- الأملاح الذائبة التي تضاف إلى التربة من مصادر أخرى مثل، الماء الجوفي ذي المحتوى العالي من الأملاح الذائبة، حيث تتجمع هذه الأملاح في التربة عن طريق التبخر عندما يكون الماء الجوفي قريبا من سطح التربة.

٣- الأملاح الذائبة التي تضاف إلى التربة عن طريق ماء الري، وربما تظهر الملوحة في الأراضي المروية عندما تكون نفاذية ترب هذه الأراضي منخفضة جدا، أي أن حركة الماء نحو الأسفل تكون متوقفة.

٤- انتقال الأملاح بواسطة الرياح أو الأعاصير في المناطق المالحة خاصة سواحل البحار إلى مناطق أخرى.

٥- الأملاح الذائبة في الترب الملحية تتكون بشكل كبير من الكاتيونات التي هي الكلسيوم والمغنيسيوم والصوديوم، والانيونات التي هي الكلوريدات والكبريتات وبعض الأحيان الكاربون، وفي بعض الأحيان في الترب المالحة يكون ملح كلوريد الصوديوم بشكل عام أكثر من الأملاح انتشارا، والأملاح الأخرى التي تتواجد في الترب الملحية هي: كلوريد الصوديوم $Nacl_2$ وكلوريد المغنيسيوم $Mgcl_2$ وكلوريد البوتاسيوم Kcl (ألنعيمي، ١٩٩٠).

٦- إضافة الأسمدة: قد تسبب إضافة الأسمدة التي تحمل بعض الايونات الضارة وبكميات غير مناسبة زيادة تركيز ايونات هذه الأملاح في محلول التربة (احمد، ١٩٨٤).

"تأثير الملوحة على العمليات الحيوية في النبات"

مقاومة الأملاح على مستوى الخلية النباتية:

إن وصول شوارد الصوديوم إلى الخلايا الحارسة لمسام أوراق النبات يمنع عنصر البوتالسيوم من تأدية وظيفته في تنظيم عمل مسام النبات ويبقيها مفتوحة أو مغلق بشكل دائم، فإذا بقيت المسام مفتوحة دائما فقد النبات سوائله عن طريق التبخر وحصل انهيار في التوازن المائي داخل النبات، وإذا أغلقت هذه المسام بشكل دائم تعذر على النبات الحصول على الغازات اللازمة لإتمام عملتي التنفس والتركيب الضوئي (احمد، ١٩٨٤).

تأثيرات الملوحة على البناء الضوئي:

أ- فقدان سعة البلاستيدات الخضر في عملية الاختزال الضوئي وبالتالي اختزال تحرير الأوكسجين في عملية التحلل الضوئي للماء والذي يرتبط باختزال سعة البناء الضوئي.

ب- يسبب الشد الملحي نقصا واضحا في المسافات البينية للخلايا في طبقة النسيج المتوسط وهذا من شأنه أن يؤدي إلى هبوط كبير في توصيل هذا النسيج (ياسين، ١٩٩٢).

تأثير الملوحة على عملية التنفس:

أ- هبوط حاد في عملية الفسفرة الايضية والذي يصاحب زيادة في معدل عملية التنفس وعدم تضمين الفوسفات في ADP في عمليتي النقل الالكتروني وإنتاج ATP وبالتالي نقص نسبة الفسفرة التأكسدية.

ب- إن زيادة عملية التنفس تحت ظروف عجز الماء تصاحب زيادة في نشاط أنزيم Catalase وهبوط في نشاط أنزيم Peroxidase وزيادة محتوى حامض الاسكوربيك.

ج- يشهد استهلاك الأوكسجين نقصانا عندما تتعرض المايتوكوندريا إلى الشد الملحي القاسي إلا أن نشاط أنزيم Cytochrome oxidase يزداد مع زيادة الشد الملحي.

د- ربما تزداد عملية التحلل السكري Glycolysis عند الشد الملحي المعتدل والذي يؤدي إلى زيادة تحرير ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 والكحول الاثيلي وهذا يعني هبوط عملية التنفس الهوائي وما ينتج عن ذلك مما يسمى بتأثير باستير أي زيادة في عملية التنفس اللاهوائي.

هـ- إن الشد الملحي القاسي (الذي يسبب نزع ماء شديد) من شأنه أن يودي نقص المسافات البينية وهبوط عملية التبادل الغازي والذي يسبب هبوطا في معدل التنفس. إلا أن استمرار النزع الشديد للماء من شأنه أن يزيد تركيز الإنزيمات والمواد المشتركة في عملية التنفس وبالتالي يؤدي إلى تعجيل عملية التنفس لدرجة كبيرة.

و- النزع القاسي للماء يسبب زيادة لزوجة محتويات الخلية وبالتالي هبوط انتشار المواد المتفاعلة والناتجة من عملية التنفس (ياسين، ١٩٩٢).

تأثير الملوحة على تراكم الذائبات:

١- زيادة تركيز الذائبات بسبب تغيرات في المسارات الايضية وعدم السيطرة على تراكم المواد العضوية الذائبة، إن هذا الموضوع يعد من الموضوعات ذات الأهمية الكبيرة من اجل فهم عملية التنظيم الازموزي تحت ظروف الشد الملحي.

٢- نقص حجم الخلية في ظروف الشد الملحي قد تسبب تركيز الذائبات. إن أهم استنتاج يمكن للمرء التأكيد عليه هو أن عملية زيادة تركيز الذائبات بسبب ظروف الشد الملحي يمكن أن تكون بسبب صغر حجم الخلية فضلا عن التأثير الفسيولوجي والكيماحياتي على تلك الذائبات.

٣- هبوط محتوى الماء النسبي تحت ظروف الشد الملحي من شأنه أن يزيد من تركيز الذائبات (ياسين، ١٩٩٢).

تأثير الملوحة في بناء البرولين (الحامض الاميني):

قد يتراكم البرولين تحت ظروف غير ظروف الشد المائي والملوحة، لذلك فقد لوحظ أن البرولين قد يتراكم في أنسجة النبات تحت درجات الحرارة العالية أو الواطئة أو عندما يعاني النبات من عجز العناصر وهناك ادوار محتملة لتراكم البرولين ومنها:

١- **التنظيم الازموزي :** هناك توافقا بين زيادة تركيز البرولين تحت ظروف الشد الملحي مع الهبوط في الجهد الازموزي للأنسجة النباتية المختلفة. وهذا يعني أن البرولين يساهم في خفض الجهد الازموزي ومن ثم خفض الجهد المائي حتى تتم عملية المحافظة على التدرج في الجهد المائي بين بيئة النبات وأنسجته لصالح استمرار دخول الماء إلى النبات.

كما أن البرولين يساهم في عملية التنظيم الازموزي داخل الخلية. بالتحديد بين الفجوة والسايتوبلازم على الأقل تحت ظروف الملوحة حيث تتراكم الايونات في الفجوة مما يؤدي إلى حدوث ظروف عدم التوازن الازموزي داخل الخلية وهذا يدفع إلى تراكم البرولين في السايتوبلازم لخلق حالة التوازن.

٢- **الحفاظ على الانتفاخ والتمييه:** مما لاشك فيه أن الحفاظ على انتفاخ الخلايا نتيجة لتراكم البرولين ودور ذلك في خفض الجهد المائي وإبقاء التدرج في الجهد المائي لصالح دخول الماء إلى النبات من الملاحظات العامة والتي تدخل ضمن دور هذا المركب في عملية التنظيم الازموزي. لكن الدراسات تؤكد أن دور البرولين في عملية التنظيم الازموزي تكاد تكون محدودة جدا مقارنة مع مركبات وايونات أخرى مثل البوتاسيوم والسكريات. وقد أكدت دراسات أخرى على أهمية البرولين في تمييه التراكيب الخلوية الدقيقة والأغشية البلازمية تحت ظروف الملوحة والجفاف. إن عملية التمييه قد تلعب دوراً كبيراً في انتفاخ الخلية حيث تتداخل جزيئة البرولين مع سطوح مكونات كارهة للماء على البروتينات وهذا من شانه أن يزيد المساحة الكلية المحبة للماء للجزيئات المرتبطة وهذا يؤدي بالنتيجة إلى

ثبات تلك المركبات تحت ظروف الجفاف أو الملوحة، إن هذه المعلومات جاءت مؤكدة لدور البرولين في زيادة الماء المقيد في السايتوبلازم والذي يساعد في تمييه السايتوبلازم ومكوناته والحفاظ على انتفاخ الخلية.

٣- **المحافظة على النشاط الإنزيمي:** إن وجود البرولين في ظروف الشد الملحي قد تقلل من التثبيط الحاصل لنشاط إنزيم Malic dehyelvogenase بفعل كلوريد الصوديوم. أما الدراسات أوحت أن للبرولين دورا مهما في الحفاظ على النشاط الأنزيمي في السايتوبلازم فضلا عن المحافظة على تركيب الأغشية للعضيات الخلوية فيه. تؤكد دراسات عديدة على أن تراكم البرولين بتراكيز عالية لا تؤثر سلبا على الفعاليات الحيوية الجارية داخل الخلية الحية.

٤- **مصدر للطاقة وحفظ المجاميع الامينية:** إن عملية أكسدة البرولين عملية منتجة للطاقة حيث ينتج مستقبل هيدروجيني مختزل (NADH) واحد من أكسدة جزئية واحدة من البرولين وهذا يعني أن إزالة تأثير الشد من شانه أن يوفر طاقة للفعاليات الحيوية، هذا من جانب ومن جانب أخر يمكن إزالة المجاميع الأمينية من البرولين المتراكم لغرض تكوين أحماض امينية أخرى. ومن ذلك يتضح أن للبرولين دورا في حفظ الطاقة لحين إزالة تأثير الشد والحاجة لتلك الطاقة للفعاليات الحيوية فضلا عن انه مصدرا للنتروجين والمساهمة في الأنشطة الحيوية للخلية.

٥- **مجمع للنتروجين الذائب:** يمكن اعتبار تراكم البرولين وسيلة تجمع النتروجين من مركبات نتروجينية مشتقة من تحلل البروتين. كما أن تثبيط بناء البرولين اثناء تعرض النبات للشد الملحي يمكن أن يساهم لدرجة كبيرة لهذه العملية. وتحدث هذه العملية بالرغم من قلة امتصاص واختزال النترات الممتصة بفعل عجز الماء. إن النتروجين المتراكم قد يكون بشكل مركبات سامة مثل ايونات الامونيوم عندما تكون بتركيزات عالية والتي لوحظ تراكمها تحت ظروف الجفاف وبالتالي لا يمتلك النبات إلا أن يحولها إلى مركبات نتروجينية ذائبة كالأحماض الامينية وأهمها البرولين.

٦_ **التأثير في ظاهرة الشيخوخة:** يعتقد أن هناك علاقة بين ظاهرة الشيخوخة وتراكم البرولين باعتبارها من الظواهر غير الطبيعية للعمليات الايضية للشد الملحي. لكن الدراسات والبحوث التي أجريت لتقصي هذه الافتراضات أكدت على عكس ذلك، حيث أن صفة بناء وتراكم البرولين تحدث في الخلايا الحية الخضراء (ياسين ، ١٩٩٢).

تأثير الملوحة على التوازن الهرموني:

إن اختزال نمو النبات تحت ظروف الملوحة أو الجفاف من شانها أن تؤدي إلى اضطرابات وتغيرات ايضية، واصطلح على تسمية هذه التغيرات باختلال التوازن الهرموني (ياسين، ١٩٩٢).

تأثير الشد الملحي في بناء البروتين:

١- هبوط محتوى البولي رايبوسومات لدرجة كبيرة عندما يتعرض النبات إلى شد ملحي (Barlo وآخرون، ١٩٧٧). إن الشد الملحي يسبب تحويلا للرايبوسومات من الشكل المتعدد إلى الشكل المفرد خصوصا في الأنسجة النشطة. كذلك فان الشد الملحي يمكن ان يسبب اختزال ارتباط الرايبوسومات بالشبكة الاندوبلازمية والذي من شأنه أن يحدث اضطراب في بناء البروتين إلا أن سبب ذلك غير واضح على وجه التحديد.

٢- تغيرات في خصائص الأغشية البلازمية والتي تشمل كافة الأغشية المحيطة بالعضيات الخلوية بفعل الشد الملحي. وقد أكدت دراسات أن الشد الملحي لغير خصائص أغشية البلاستيدات الخضر والمايتوكوندريا فضلا عن أنظمة غشائية أخرى. إن دور هذه الأغشية هو لفصل وتنظيم الأغشية الايضية وبالتالي فان أية تغيرات في خصائصها من شأنها أن تؤثر في مجمل الاستجابات الحيوية ومنها بناء البروتينات.

٣- إن هبوط مستويات ATP بفعل الشد الملحي قد تؤثر في اختزال عملية بناء البروتينات حيث ارتبط هبوط مستوى ATP مع الهبوط في معدل النمو في الورقة.

٤- إن تغير النمط الجيني ومحتوى الأحماض النووية بفعل الشد الملحي من شأنه إلى أن يحدث تغيرات كبيرة في عملية بناء البروتين (ياسين، ١٩٩٢).

معدلات إضافة الأسمدة النتروجينية:

إن مستوى النتروجين الذي يجب أن يضاف إلى المحصول يعتمد بصورة كبيرة على نوعية المحصول وظروف التربة. بصورة عامة كمية النتروجين الممتصة من قبل المحصول الجيد خلال فترة النمو يمكن أن يستفاد منها كمؤشر في تعيين المعدل المناسب للنتروجين المراد إضافته (كغم نتروجين/ هكتار). النتروجين المضاف بصورة مفرطة يحفز ظهور أمراض فطرية على النباتات ويكون قاسيا خاصة عندما تكون كميات الكالسيوم والبوتاسيوم المجهزة للنباتات واطئة (النعيمي، ١٩٨٤).

قد تضاف أملاح التغذية تدريجيا إلى مياه النهر عن طريق مياه الصرف التي تتأتى من مياه المجاري وفضلات الحيوان وضعف

السيطرة على رمي براز الحيوانات في الطبيعة. وهنا يضاف عامل جديد، إذ يظهر دور الحقول الحديثة جليا، فقد نجد في بعض الأنهر ارتفاع مستويات النتروجين إلى ثلاثة أضعافها وربما أكثر من ذلك في معظم البلدان الصناعية. تتأتى هذه الزيادة جزئيا عن طريق زيادة كميات النتروجين المتواجدة في مياه الصرف لمحطات المجاري بينما يتأتى معظمها نتيجة لفقدان النترات من الأراضي الزراعية وتراكمها في مياه النهر المار بها. وقد زاد استعمال الأسمدة النتروجية لتسميد المحاصيل النجيلية والأعشاب المختلفة (التميمي، ١٩٩٤).

إضافة الفسفور:

بما أن حركة الفسفور في قصد التربة واطئة، لهذا فان امتصاص الفسفور يعتمد على نمو الجذور وهي تشكل جذور المحصول في الأتربة التي يكون محتواها من الفسفور الجاهز واطئا تكون طريقة تلقيم الفسفور هي الطريقة الأفضل مقارنة بطريقة النثر. تلقيم الفسفور يؤكد بأن تراكيز كبيرة من الأسمدة تكون متصلة بحجم كبير في التربة. وبهذا فان تركيز الفسفور بمحلول التربة يكون عاليا في محل إضافة السماد (النعيمي، ١٩٨٤).

البوتاسيوم في تغذية النبات:

من اجل المحافظة على المستوى الخصب للتربة تضاف معدلات كبيرة للأسمدة البوتاسية. من اجل المحافظة على المستوى الخصب من التربة فانه يجب أن يحصل موازنة للبوتاسيوم المفقود عن طريق استهلاك النبات لهذا العنصر وكذلك عن طريق غسل التربة في هذا العنصر وذلك بإضافة الأسمدة البوتاسية (النعيمي، ١٩٨٤).

سمية الأملاح:

هناك دراسات كثيرة حول التأثير الضار للأملاح الموجودة في كميات كبيرة لنمو النباتات. فالتراكيز العالية من الأملاح تكون سامة لمعظم النباتات. هذا الموضوع لما يزل غير مفهوم بصورة جيدة. عدة عمليات حيوية تتأثر بالتراكيز العالية من الأملاح وهذه العملية تضم نشاط الأنزيم وتكوين البروتين ونشاط المايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء (النعيمي، ١٩٨٤).

تأثير الملوحة على المحتوى الأيوني في النبات:

إن زيادة مستوى كلوريد الصوديوم في وسط النمو تؤثر في المحتوى الأيوني داخل النبات، حيث أن زيادته تؤدي إلى امتصاص كبير لأيوني الكلوريد والصوديوم كما تؤثر على جاهزية العناصر

الغذائية ومنها البوتاسيوم، وقد تؤثر أيضا على امتصاص وتراكم ايونات أخرى (الدليمي، ١٩٨٧).

النتح:

يساهم النتح بدرجة قليلة في الانتقال الحر للعناصر الغذائية عبر جدران الخلايا ولكن العامل السائد في امتصاص العناصر الغذائية هو العملية الحيوية التي تحتاج إلى طاقة تنفسية (عيسى، ١٩٨٤).

تأثير الملوحة في صفات التربة:

١- تركيب التربة: تكون جزيئات التربة متفتتة ومتباعدة غير متجمعة عندما تكون السعة التبادلية الكايتونية للتربة ذات نسبة عالية من الصوديوم وبذلك لا يتكون التركيب الحبيبي للتربة .

٢- تهوية التربة ونفاذيتها للماء: إن نفاذية التربة ذات علاقة بمسامات التربة، حيث تعمل ملوحة التربة وخاصة أملاح الصوديوم على تقليل حجم المسامات الهوائية الكبيرة فيعتبر ذلك ذات تأثير ضار على نفاذية التربة.

٣- جاهزية العناصر الغذائية: عندما يزداد تركيز ايون الصوديوم في محلول التربة أو على سطوح التبادل لمواد التربة الغروية يؤدي إلى تقليل جاهزية عدد من العناصر الغذائية وخاصة الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسوم ويقلل من تركيزها على سطوح التبادل ويعيق امتصاصها من قبل النبات، إن الترب الغنية بعنصر الصوديوم يكون محتواها من الأوكسجين منخفضا وهذا يقلل من جاهزية العناصر الغذائية في التربة.

٤- جاهزية الماء للنبات: إن زيادة تركيز الأملاح الذائبة في التربة تؤدي إلى انخفاض الجهد الازموزي (الجهد المائي) لمحلول التربة والذي يؤدي بذلك إلى تغير حركة الماء في التربة وينخفض بذلك محلول امتصاص درجات الملوحة العالية (ألنعيمي ، ١٩٩٠) .

تأثير الملوحة في امتصاص العناصر الغذائية:

إن الكاتيون السائد في محلول التربة المالحة هو عنصر الصوديوم حيث أن تجمع هذا العنصر داخل الأنسجة النباتية تؤدي إلى الانخفاض في نمو النبات وسبب ذلك ربما يعود إلى أن المستويات العالية من الصوديوم يؤدي إلى إحداث حالة عدم التوازن الكايتوني والذي يدعى بالتسمم بالصوديوم، إن محتوى النبات من الصوديوم يزداد بزيادة محتوى التربة من الصوديوم كذائب في محلول التربة في حين ينخفض محتوى النبات من الكالسيوم والمغنيسيوم (ألنعيمي ، ١٩٩٠).

تأثير الملوحة في الجوانب الفسيولوجية:

إن الاضطرابات التي تحدث في العمليات الفسيولوجية للنباتات المعرضة للملوحة تؤدي إلى التقليل من نمو وإنتاجية تلك النباتات، ولهذا يعد اختزال الجهد المائي ومكوناته (الجهد الازموزي والجهد الضغطي) في أنسجة النبات المختلفة من التغيرات التي تحدث بسبب الشد المائي أو الشد الملحي، أما اضطراب العمليات الفسلجية التي تسببها الملوحة فقد تكون بسبب التأثيرات السمية للايونات الممتصة والمتراكمة وبتركيزات عالية (أي أن الملوحة تسبب عدم توازن غذائي داخل أنسجة النبات) .

إن تراكم الايونات المختلفة في أنسجة النبات وخاصة تلك التي تسبب الملوحة في الأوساط الغذائية للنمو تلعب دورا في عملية التنظيم الازموزي (ألنعيمي ، ١٩٩٠) .

تأثير الملوحة في العمليات الحيوية:

١- **البناء الضوئي:** تؤثر الملوحة تأثيرا سلبيا في عملية البناء الضوئي، حيث أن الملوحة تؤدي إلى غلق فتحات الثغور لذلك فان عملية التركيب الضوئي تنخفض بشكل اكبر نسبيا، كما أن وجود ايونات الصوديوم أو الكلوريد الذي يتراكم في البلاستيدات الخضر وبالتالي يؤدي إلى اختزال معدل عملية البناء الضوئي (ياسين ، ٢٠٠١) .

٢- **التنفس:** تتأثر عملية التنفس بزيادة الملوحة حيث تؤدي إلى زيادة في معدل التنفس، السبب يرجع إلى أن امتصاص الايونات بمعدل عالي يتطلب الطاقة ATP . وبكمية أكثر من معدل التنفس (عبدول، ١٩٩١) .

٣- **بناء البروتين:** إن تكوين البروتين يقل بزيادة الملوحة حيث أن الملوحة تقلل من اشتراك النتروجين غير العضوي في تكوين البروتين وبالتالي يقل معدل بناء البروتين (ألنعيمي ، ١٩٨٢) .

٤- **عمليات الايض وتشمل:**

أ- تأثير الملوحة في نشاط الإنزيمات: إن تراكم الايونات المسببة للملوحة مثل الصوديوم في البروتوبلازم من شانه أن يعيق النشاط الأنزيمي.

ب- تأثير الملوحة على نفاذية الغشاء البلازمي: إن تركيز الصوديوم العالي في وسط جذور النبات يمكن أن يحل محل الكالسيوم في الغشاء البلازمي وبالتالي تتغير نفاذية الغشاء البلازمي الذي يصبح منفذا للايونات المهمة مثل البوتاسيوم.

ج- تأثير الملوحة في الكاربوهيدرات: تحدث الملوحة تغيرا كبيرا في كمية ونوعية الكاربوهيدرات الموجودة في النبات، حيث أن الملوحة تؤثر سلبا في عملية البناء الضوئي وهذه العملية هي الأساس في إنتاج الكاربوهيدرات، حيث تتحلل المركبات

الكربوهيداتية المعقدة إلى مركبات بسيطة عند تعرض النبات للملوحة وهو احد الوسائل الدفاعية ضد الملوحة (ياسين،٢٠٠١) .

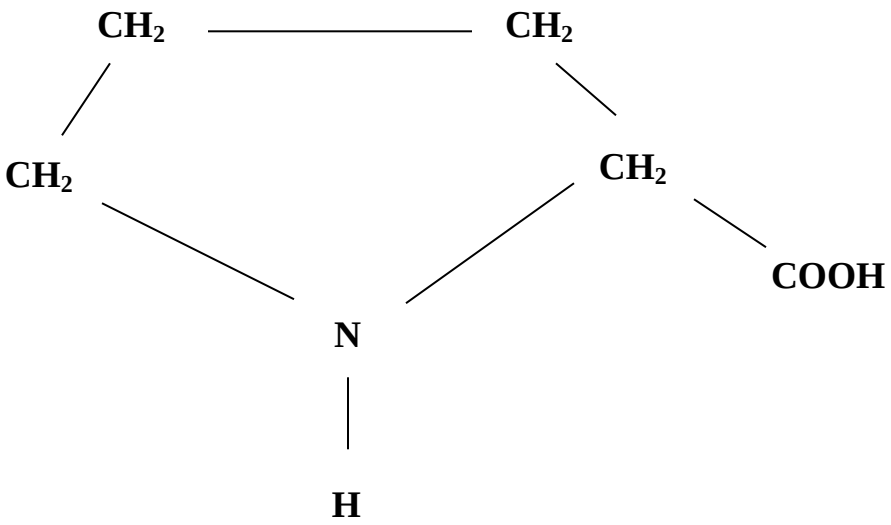
تأثير الملوحة في تراكم البرولين:

البرولين: هو احد الأحماض اللامينية التي توجد بصورة حرة أو قد تكون بشكل نظائر للبرولين، كما انه قد يوجد ضمن تركيب البروتين (ياسين، ١٩٩٢) .

يتجمع البرولين في جميع أجزاء النبات المعرض للملوحة فهو يتجمع في الجذور والسيقان والأوراق ولكن تجمعه في الأوراق. يتشكل اكبر وأسرع من بقية أجزاء النبات ويحدث تجمع البرولين نتيجة عدم قدرة الأنسجة في بناء البروتين بالإضافة إلى الكميات الناتجة من عملية هدم البروتين (احمد، ١٩٨٤) .

عند تعرض النبات إلى الجفاف يتحلل بعض البروتين المخزون وتتجمع بعض الأحماض الامينية التي تعمل مخزنا للنتروجين ومنها البرولين الذي يحمل النتروجين، حيث هناك علاقة بين مقاومة الصنف وشدة الملوحة وكمية البرولين الناتجة، حيث أن النباتات التي تمتلك اكبر قابلية لتجمع البرولين هي أكثر مقاومة للملوحة (الفخري، ١٩٨١) .

كما أن البرولين يكون غلاف أو قشرة مائية مشدودة ومتماسكة تزيد من مقاومة التغيرات الناجحة عن الملوحة.



Proline

الحامض الاميني البرولين

"العوامل المؤثرة في استجابة النباتات للملوحة (الآليات)"

طرق الزراعة لتقليل التأثير الضار للملوحة:

١- **البذار:** يفضل عدم زراعة البذور في قمة المرز في الأراضي الجافة، حيث ان الماء يصعد إلى قمة المرز بالخاصية الشعرية ، وعند تبخر الماء يترك الأملاح على قمة المرز ويعيق الإنبات فيفضل زراعة البذور على جانب أو جانبي المرز.

٢- **تحسين الصفات النوعية لمياه الري:** يمكن تحسين مياه الري التي تحتوي على كميات مرتفعة من ايونات الصوديوم بإضافة الكالسيوم إليها، أما المياه المالحة الرديئة بسبب احتوائها على الأملاح الأخرى، يمكن تحسين خواصها وذلك بخلطها أثناء جريانها إلى الحقل مع مياه اقل احتواء على الأملاح.

٣- **طريقة الري وعدد الريات:** قلة المحتوى الرطوبي للتربة تزيد من تركيز الأملاح، والري بالرش أفضل من الري السيحي في الأراضي الملحية. فعملية الرش تتضمن توزيع ماء السقي بشكل منتظم في جميع أجزاء الحقل المرتفعة منها والمنخفضة. وإذا كانت مياه الري تحتوي كميات مرتفعة من الصوديوم يفضل عدم استعمال طريقة الرش وخاصة بالنسبة للنباتات الحساسة، حيث أن بعض النباتات تمتص من أجزائها الخضرية فيزداد تركيز الأملاح.

٤- **استعمال الأسمدة:** يصعب امتصاص العناصر من قبل النبات في الأراضي الملحية لعدة أسباب منها، قلة المجموع الخضري للنباتات، قلة امتصاص الماء. وتحول الايونات إلى ايونات غير قابلة للامتصاص لذلك يتطلب إضافات مستمرة للأسمدة، ويجب أن يكون استعمال الأسمدة معتدلا ويفضل استعمال السماد العضوي حيث يزيد من نفاذية التربة غسل الأملاح. كما انه يقلل من حركة الماء إلى الأعلى بالخاصية الشعرية فتمنع تجمع الأملاح في سطح التربة.

٥- **زيادة مقاومة النباتات:** يتم ذلك عن طريق نقع البذور لزيادة محتواها من الرطوبة قبل زراعتها، معاملة البذور بمحاصيل ملحية مختلفة التراكيز، وقد تغطي البذور في محاصيل لامتداد البادرات بالعناصر الضرورية أثناء الإنبات (احمد، ١٩٨٤).

آليات مقاومة الملوحة في النباتات:

هناك آليتان رئيسيتان لمقاومة الملوحة:-

أ- آلية التفادي.

ب- آلية التحمل.

أ-آلية التفادي: يمكن للنبات أن يتفادى الإجهاد الملحي من خلال ثلاث آليات:

١) آلية عزل الملح سلبيا:

يمكن أن يقوم النبات بعزل وإبعاد الأيونات المسببة للملوحة وذلك قد يتخذ عدة أبعاد ومستويات على أعضاء النبات. فيمكن أن تكون الجذور غير منفذة للأملاح وبالتالي فان النبات الذي يتميز بهذه الآلية لا يمرر الأيونات المسببة للملوحة مثل الصوديوم عبر الأغشية البلازمية، إلا أن هناك آلية عزل حيث يمكن للنبات أن يعزل الايونات الضارة من الأعضاء ذات الأهمية الحيوية مثل الأوراق إلى أعضاء أخرى اقل أهمية مثل أعناق الأوراق أو السيقان أو الجذور.

٢) آليات استبعاد الملح الفائض:

هذه الآليات معنية بالتخلص من الملح الفائض إما بطريقة الإفراز Secretion أو الإخراج Excretion أو الاستبعاد Extusion ويمكن أن تتخذ تلك الآليات أشكال مختلفة فقد تكون عملية التخلص من الايونات الضارة إلى الأوراق القديمة (إخراج) ويقوم بعد ذلك النبات بالتخلص من تلك الأوراق بتساقطها، أو يكون ذلك بإبعاد الايونات (استبعاد) إلى غدد ملحية التي تتألف من خلايا جامعة للملح أو مخرجة له. إن آليات الإخراج أو الإفراز لغرض التخلص من الملح الزائد يمكن أن تحصل داخل الخلية الواحدة، وتقوم كثير من النباتات المقاومة للملوحة بتنظيم تركيز الايونات الضارة وإبعادها عن العضيات المهمة مثل البلاستيدات الخضر أو المايتوكوندريا أو السايتوبلازم إلى عضيات اقل أهمية مثل الفجوات، وذلك إن تراكم الايونات المسببة للملوحة مثل الصوديوم في البروتوبلازم من شأنه أن يعيق ويثبط النشاط الأنزيمي. إن إبعاد تلك الايونات إلى الفجوة من شأنه أن يعطي المجال لتراكم ذائبات عضوية في السايتوبلازم تساعد في عمل موازنة ازموزية داخل الخلية.

٣- التخفيف:

تقوم بعض النباتات بالنمو السريع والمستمر وخلال ذلك تمتص الماء بكميات كبيرة لمنع زيادة تركيز العناصر وهذا يؤدي إلى تكوين خلايا بارنكيمية كبيرة مما يجعل الأوراق أكثر سمكا. وان عملية غلق الثغور تحي ظروف الملوحة من شأنه أن يحافظ على المحتوى المائي والذي يؤدي إلى ظاهرة التخفيف.

ب- آلية التحمل: يمكن للنبات أن يتحمل الملح من جراء تراكم الايونات ويبدو أن هذه الآلية عكس آلية التفادي ويمكن تلخيص الآليات الرعية كما يلي:

١) التنظيم الازموزي:

تقوم كثير من النباتات تحمل الإجهاد الازموزي الناجم عن الأملاح بعملية التنظيم الازموزي وذلك بنوعين من الآليات:

أ- تفادي نزع الماء.

ب- تحمل نزع الماء.

ويمكن أن يقوم النبات بتفادي نزع الماء وذلك بزيادة تركيز الايونات أو الذائبات بشكل عام لدرجة يستمر معها تدفق امتصاص الماء إلى جسم النبات.

أما آلية تحمل نزع الماء فان النبات يتعايش مع ظروف فقدان الانتفاخ لكن لابد من إيقاف نمو النبات وإبقاء الخلايا في حالة عدم النمو.

٢) حمل نقص المغذيات:

يمكن لبعض النباتات المتحملة للملوحة أن تديم عملية امتصاص البوتاسيوم تحت ظروف الملوحة مما يجعلها في وضع تقوم بعملية التحمل وذلك يتفادى نقص المغذيات.

٣) تحمل الضرر الابتدائي غير المباشر:

تشمل هذه الآلية التخلص من المواد السامة التي قد تتراكم بفعل التعرض للملوحة، أو تفادي تثبيط النمو بفعل التأثير الازموزي للأملاح بآلية التنظيم الازموزي. ويمكن أن يكون ذلك بآلية تحمل الإنزيمات حيث أن بعض الإنزيمات تتحمل تركيزات عالية من الأملاح دون أن يتأثر نشاطها.

٤) تحمل الضرر الابتدائي:

وهو التأثير المفاجئ للصدمة (الصعق) الملحية وتبدو النباتات الغضة (الحديثة) الحاوية على كميات قليلة من الأملاح أكثر حساسية من الصدمة الملحية من النباتات القديمة. ويبدو أن التأثير الضار لذلك يكون من خلال تدمير النظام الغشائي في الخلية، وعليه فان النباتات المتحملة للملوحة وفق الآلية ذات أغشية ذات خصائص معينة لمقاومة الملوحة (ياسين، ٢٠٠١).

العوامل المؤثرة على استجابة النبات للملوحة:

عند القيام لدراسة تأثير الملوحة على النبات أو استعمال نتائج التجارب في التطبيقات العملية لابد من مراعاة العوامل الكثيرة التي تؤثر في مقاومة النباتات المستعملة في التجربة (احمد، ١٩٨٤).

تأثير الظروف البيئية:

تتأثر مقاومة النبات للملوحة بتغير الظروف البيئية المحيطة وبما أن الأملاح تزيد من الشد المائي للنبات بسبب الازموزية. فان الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية الواطئة تسبب زيادة النتح في اشد المائي الذي يتعرض له النبات. كما أن درجات الحرارة المرتفعة تزيد من سرعة دخول ايونات الأملاح إلى النبات فيزداد التأثير الضار لهذه الايونات في الخلايا. وصفة المقاومة تتأثر به درجة

الحرارة السائدة تقل المقاومة عادة زيادة درجة حرارة الجذور والجزء الخضري.

كما تقل مقاومة النباتات للملوحة إذا كان الهواء المحيط بالنبات محتويا على نسبة عالية من مواد التلوث كالغبار وأبخرة المواد العضوية. كما ان مقاومة النباتات للملوحة تكون أكثر في الظل عنها في النباتات المعرضة للضوء الشديد . فالضوء يسبب زيادة النتح. وزيادة النتح قد يعرض النبات للجفاف كما أنها تسرع من دخول ايونات الأملاح وتوزيعها إلى جميع أجزاء النبات (احمد، ١٩٨٤) .

طرق مقاومة الملوحة:

أ- التحاشي: نباتات هذه المجموعة لا تقاوم الملوحة ويسبب تجمع ايونات الأملاح في أنسجتها تأثيرا سيئا في النمو ولكن نباتات هذه المجموعة تمتلك بعض الوسائل التي تخفض بها تركيز الايونات بصورة مستمرة ومن هذه الوسائل:-

١- التخلص من الملح الفائض وذلك بإبعاد الملح أو طرحه خارج النبات.

٢- قلة امتصاص الايونات من قبل الجذور.

٣- تخفيف تركيز الأملاح الداخلة للنبات.

١- التخلص من الملح الفائض:

لبعض النباتات قابلية على التخلص من الأملاح الزائدة عن حاجة النبات وذلك بخزنها في مناطق خاصة ثم طرحها خارجا .

وقد يخزن جزء من الأملاح الممتصة في الجذور وينتقل الجزء إلى الأجزاء الخضرية حيث يطرح من هناك خارج النبات في غدد خاصة توجد عادة في الأوراق. وهناك أنواع أخرى من النباتات لا تبقي شيئا من الأملاح في خلايا الجذور وتنتقل معظم الأملاح الممتصة إلى الأوراق حيث يطرح من هناك في غدد خاصة ترعى بالغدد المثانية. وتوجد هذه الغدد في بشرة الأوراق والسيقان ومن الغريب أن الايونات تتجمع في هذه الغدد ضد الجهد المائي فهذه الغدد تحتوي على تراكيب متخصصة يمكنها امتصاص الأملاح بصورة فعالة.

وقد تتجمع الأملاح في شعيرات خاصة وكأنها بروزات على سطح الأوراق وتسقط هذه الشعيرات باستمرار أو تبقى على النبات كما هو الحال في بعض أصناف الدغل.

٢- قلة امتصاص الايونات من قبل الجذور:

تختلف جذور النباتات في قابليتها على امتصاص الايونات رغم نمو هذه النباتات في نفس التربة. وتختلف النباتات في قابلية الجذر الانتقالية فبعضها يقلل دخول الايونات السالبة فقط والأخرى بالعكس.

٣- تخفيف الأملاح الداخلة:

يصبح تأثير الأملاح ضارا إذا ما زاد تركيزه في مناطق وجوده ويمكن التغلب على التأثير الضار إذا ما حفظت النباتات على بقاء التركيز ثابتا في خلاياها . ومن وسائل خفض التركيز هي النمو السريع للبنات بحث يضيف أنسجة جديدة بسرعة يمكنها استيعاب الأملاح الداخلة ومن هذه النباتات أصناف الحنطة وبعض أصناف الشعير السريعة النمو.

أما الوسيلة الثانية التي تتغلب بها النباتات على تجمع الأملاح السريع فهو زيادة عصارة الخلايا وخاصة الخلايا الحشوية (البارنكمية) . وبزيادة حجم هذه الخلايا تزداد محتواها من الماء ويحدث تخفيف للأملاح الداخلة للخلية.

ب- المقاومة:

إن صفة التحاشي تعني أن النباتات تمتلك بعض الوسائل الدفاعية التي تساعد على إبقاء تركز الأملاح منخفضا . ولولا وجود هذه الوسائل لزاد تركيز الأملاح في خلاياها الأمر الذي يؤدي إلى هلاكها . أما صفة المقاومة فهي المواجهة المباشرة. ولا يعرف على وجه التحديد ميكانيكية المقاومة، فلقد اقترح بعض الباحثين بأن سبب المقاومة يعود إلى عدم تحلل جسيمات الرايبوسوم كما وجد بأن الايونات في خلايا النباتات المقاومة تكون غير حرة حيث تكون رابطة كيمياوية مع بعض المواد العضوية (احمد، ١٩٨٤) .

تصنيف النباتات من ناحية طبيعة تأثرها بالملوحة:

تقسم النباتات في الطبيعة إلى مجموعتين رئيسيتين من ناحية تأثرها بالملوحة:

أ) المجموعة الأولى: تضم النباتات الملحية (الهالوفايت) Halophytes وهي النباتات التي تستطيع النمو بشكل اعتيادي في الظروف الملحية حيث تأقلمت على هذا الوسط وذلك من خلال تطور أو تحور بعض الخصائص التشريحية أو المورفولوجية أو الفيزيولوجية لها لتساعدها على العيش في مثل هذه الأوساط الملحية. وتقسم نباتات الهالوفايت إلى عدة مجاميع أو أنواع حسب طريقة التأقلم للملوحة:

١- الهالوفايت المجمعة للأملاح:

تشمل هذه أكثر النباتات الملحية مقاومة للملوحة. ان خلايا هذه النباتات نفاذة للأملاح ولها القابلية على تجميع كميات كبيرة من الأملاح داخل جسمها .

٢- الهالوفايت التي ها القابلية على لفظ (التخلص من الأملاح):

تستطيع نباتات هذه المجموعة النمو في الظروف القليلة والعالية للملوحة ويتميز بروتوبلازم خلايا هذه النباتات بالقابلية العالية على النفاذية للاملاح. لا ان هذه المجموعة لها القابلية على لفظ أو التخلص من الأملاح بواسطة غدد خاصة تنتشر على سطح الأوراق أو قسم النبات أو من خلال سقوط الأوراق التي تجمعت فيها كميات كبيرة من الأملاح وقسم منها لها القابلية على التخلص من الأملاح بواسطة الجذور.

٣- الهالوفايت غير النفاذة للأملاح:

تنمو نباتات هذه المجموعة عادة في ظروف غير عالية من الملوحة. وتعتبر خلايا النباتات في هذه المجموعة اقل سماحا لمرور أو اقل نفاذية للأملاح، وتقاوم الضغط الازموزي داخل جسمها نتيجة تجمع نواتج عمليات التمثيل الغذائي كالكاربوهيدرات.

٤- الهالوفايت المجمعة للأملاح موقعيا:

لهذه النباتات القابلية على تجميع الأملاح في المواقع أو الأجزاء منة جسمها عندما تنمو في ظروف ملحية.

ويظهر في هذا الاستعراض أن طرق التأقلم التي تطورت أو تحورت في هذه النباتات يمكن حصرها فيما يلي:

أ- التخلص من الأملاح من جسم النبات بطريقة ما.

ب- رفع الضغط الازموزي داخل جسم النبات لمعادلة أو مقاومة الضغط الازموزي الخارجي.

ب) المجموعة الثانية: تضم النباتات غير الملحية (الكليوكوفايت الحساسة للملوحة)، والتي تشمل جميع المحاصيل الزراعية الاقتصادية التي يتأثر إنتاجها بالملوحة وكما هو معلوم فان شدة تأثير الملوحة على إنتاج المحاصيل الزراعية يعتمد على الظروف المحيطة. أي الظروف المتعلقة بخصوبة التربة وإدارتها وظروف الإنتاج الأخرى حيث يكون تأثير الملوحة على إنتاج المحاصيل الزراعية من الناحية الاقتصادية اشد في التربة الخصبة أصلا مقارنة مع التربة غير الخصبة أصلا (الزبيدي، ١٩٨٩).

طبيعة تأثير الملوحة على النباتات:

للملوحة تأثيرات متنوعة ومتعددة على المحاصيل الزراعية، ولكن تسهيلا لدراستها يمكن تقسيم هذه التأثيرات بالشكل التالي:

أ- التأثيرات المباشرة: يقصد بها تأثيرات الملوحة التي تحدث بشكل مباشر على النبات وتؤدي إلى عرقلة نموه وتقلل من إنتاجيته ويمكن حصر التأثيرات المباشرة للملوحة بما يلي:-

١) تأثيرات الضغط الازموزي:

يعتقد كثير من الباحثين إن التأثير المباشر الذي يسببه ارتفاع الضغط الازموزي في محلول التربة الناتج من زيادة تركيز الأملاح الذائبة في هذا المحلول يعتبر أهم تأثيرات الملوحة على النبات، حيث يؤدي ارتفاع الضغط الازموزي في محلول التربة إلى عجز النبات عن امتصاص الماء اللازم لفعاليته الحيوية والنتح. ويعتبر مدى تأثير النبات بالضغط الازموزي (الجهد الازموزي) ومدى إمكانية تنظيم النبات ضد تأثير الضغط الازموزي احد الأسس التي تستخدم في الوقت الحاضر لتصنيف النباتات من ناحية تأثرها بالملوحة. من هذا يظهر إن النباتات الملحية (المقاومة للملوحة) يمكن تعريفها بأنها النباتات التي لها القدرة على تنظيم الضغط الازموزي للعصير الخلوي لها من اجل محاربة التغيرات الازموزية التي تحدث في وسط النمو. ويعتقد هذا الباحث أيضا بأن الفرق بين النباتات الملحية والنباتات المتحملة للملوحة نسبيا من ناحية ميكانيكية التحمل للملوحة هو أن نباتات المجموعة الأولى تستطيع تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها حسب تذبذب مستوى الضغط الازموزي الخارجي وذلك من خلال تجمع وتراكم الأملاح في خلايا جسمها دون التأثر سلبيا لهذه الأملاح المتراكمة. بينما المحاصيل المتحملة للملوحة هي التي تستطيع تنظيم الضغط الازموزي داخل جسمها لحدود معينة وذلك من خلال تجمع وتراكم المواد العضوية مثل السكريات والبروتين في خلايا جسمها مثل: الجزر حيث يعتبر ارتفاع مستوى السكريات فيه في الظروف الملحية احد المكونات الأساسية والتي تستخدم في هذا النبات لتنظيم الضغط الازموزي داخل جسمه وكذلك الرقي نفس سلوك الجزر.

٢) التأثير السمي أو النوعي للايونات: يعتقد بعض الباحثين أن تأثير الملوحة على نمو النبات لا يمكن تفسيره فقط من خلال تأثير الضغط الازموزي على النبات وانخفاض جاهزية الماء له. فالملوحة يمكن أن تؤثر من خلال ما يسمى التأثير النوعي أو السمي لبعض الايونات الداخلة في تركيب الأملاح في التربة حيث لوحظ في عدد كبير من الحالات انه عند تشابه مستويات الضغط الازموزي فان مدى تأثير نمو الحاصل بالملوحة يعتمد على نوع الايون السائد في الوسط الملحي وان معظم الايونات الداخلة في تركيب الأملاح والمسببة زيادة ملوحة التربة مثل الصوديوم والكلور والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والبيكاربونات أن

تسبب زيادة تراكيزها تأثيرات نوعية خاصة على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية وذلك إما من خلال تأثيرات سمية معينة على النبات أو من خلال تأثيرها على التوازن الغذائي بين العناصر الغذائية في وسط النمو.

٣) التأثير على التوازن الغذائي في التربة: إن تملح التربة بأملاح الصوديوم والكالسيوم سبب انخفاض في مستوى البوتاسيوم في النبات. كما أن زيادة الملوحة بشكل عام تسبب حدوث نقص في الكالسيوم في كثير من المحاصيل الزراعية مثل الطماطة والفلفل والكرفس، وفي مثل هذه الظروف ينصح عادة باستخدام الرش بمحاليل حاوية على الكالسيوم (مثل محلول نترات الكالسيوم) على النبات.

٤) التأثير الفيزيولوجي للملوحة: لوحظ أن زيادة الملوحة في التربة تسبب تأثيرا سلبيا على التوازن الهرموني في النباتات حيث تسبب انخفاض في عمليات النقل من الجذور إلى الأوراق وتجميع بعض الحوامض في الأوراق. إن هذه التغيرات تسبب صغر فتحة الثغور، وبذلك تقلل فقدان الماء.

٥) تأثير الملوحة على فعالية الإنزيمات في النبات: إن للملوحة تأثير خاص على فعالية الإنزيمات في النبات وأشارت بعض الأبحاث فعالية الإنزيمات في النبات. وأشارت بعض الأبحاث مؤخرا إلى ان زيادة الملوحة تسبب خفض نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تمثيل البروتين. ولقد كشف ان ذلك مرتبط بالتأثير النوعي للصوديوم الذي يزيد تركيزه عادة في الوسط الملحي. من الإنزيمات مثل (Dehydrogenase) و(Cacetic thalcinas).

ب- تأثير الملوحة غير المباشر على النبات: تؤثر الملوحة بشكل غير مباشر على النباتات وذلك من خلال تأثير الملوحة أو احد مكوناتها (احد الكايتونات أو الانينونات) سلبيا على صفات التربة وسط النمو للنبات. ومن الأمثلة المعروفة في هذا المجال هو تأثير الصوديوم المتبادل على الصفات الكيمياوية والفيزيائية للتربة. رفع درجة التعادل باتجاه القلوية وخفض نفاذية التربة وضعف البناء وانخفاض حركة الماء بالتربة ستنعكس حتما على نمو النبات بشكل سلبي. وهذا مما حدى بكثير من الباحثين باقتراح حدود لدى تحمل المحاصيل الزراعية للمستويات المختلفة للصوديوم المتبادل (ESP) وبالفعل فقد تم تصنيف المحاصيل الزراعية لدى تحملها لهذه القيمة في التربة (الزبيدي، ١٩٨٩).

أهمية العناصر بالبيئة للنبات:

يوجد بصورة رئيسية مقياسان يمكن بواسطتهما تحديد أهمية العنصر للبنات وكلاهما عرضة لبعض المساوئ والمحاسن أي عنصر يعتبر ضروريا للنبات إذا فشل النبات في نموه ولم يستطيع تكملة دورة حياته عندما ينمو في وسط غذائي ينقه هذا العنصر بينما في تركيز مناسب من ذلك العنصر يؤدي النبات نموه وتكاثره بصورة طبيعية. يعتبر العنصر ضروري للنبات إذا تبين انه يدخل في تركيب الجزئيات التي تعتبر أساسية للعمليات الحيوية (عيسى، ١٩٨٤).

المصادر

١-احمد، رياض عبد اللطيف. (١٩٨٤). الماء في حياة النبات. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل. الطبعة الأولى ببغداد في المكتبة الوطنية.

٢-التميمي، كامل مهدي. (١٩٩٤). بايولوجيا التلوث. طبعة أولى، طباعة ونشر دار الشؤون الثقافية العامة آفاق عربية رقم الإيداع في دار الكتب والوثائق ببغداد.

٣-الفخري، عبدالله قاسم. (١٩٨١). الزراعة الجافة. طبع بمطابع مؤسسة دار الكتب للطباعة النشر في الموصل، جامعة الموصل.

٤-الدليمي، مؤيد يونس حسن. (١٩٨٧). تأثير الشد الملحي ودرجة الحرارة على نمو الورقة في المراحل المبكرة لنبات الحنطة. رسالة ماجستير. كلية العلوم. جامعة الموصل.

٥–الزبيدي، احمد حيدر. (١٩٨٩). ملوحة التربة. جامعة بغداد. طبع بمطابع التعليم العالي.

٦–ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله. (١٩٨٢). خصوبة وتسميد. طبع بمطابع مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر في الموصل، جامعة الموصل.

٧–ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله. (١٩٨٤). مبادئ تغذية النبات. مترجم (تأليف: ك مينكل و ى– آ – كيربي). جامعة الموصل.

٨–ألنعيمي، سعد الله نجم عبد الله. (١٩٩٠). علاقة التربة بالماء والنبات. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل. نشر وطبع وتوزيع دار الكتب للطباعة والنشر شارع ابن الأثير. الموصل.

٩– عيسى، طالب احمد. (١٩٨٤). زراعة ونمو المحاصيل. مترجم (تأليف: روجر آل مجيل). جامعة بغداد.

١٠– عبدول، كريم صالح. (١٩٩١). كفاية البناء الضوئي. دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

١١– علاوي، بدر جاسم. (١٩٨٤). الري الزراعي. طبع بمطابع جامعة الموصل. مديرية مطبعة الجامعة. جامعة الموصل.

١٢- غالب، حسام حسن علي. (١٩٩٠). تكاثر النبات- المبادئ والممارسات. كلية الزراعة، جامعة البصرة.

١٣- الطائي، طه احمد علوان. (١٩٨٧). تكاثر النبات- المبادئ والممارسات. كلية الزراعة، جامعة البصرة.

١٤- التميمي، كامل مهدي. (١٩٩٤). بايولوجيا التلوث. مترجم (تأليف: كينيث ميللني)، طبعة أولى، طباعة ونشر دار الشؤون الثقافية العامة آفاق عربية رقم الإيداع في دار الكتب والوثائق ببغداد.

١٥- ياسين، بسام طه. (١٩٩٢). فسلجة الشد المائي في النبات. كلية العلوم. جامعة الموصل.

١٦- ياسين، بسام طه. (٢٠٠١). أساسيات فسيولوجية النبات. كلية العلوم. جامعة قطر.