الفصل الحادى عشر

تحمل الملوحة: التطبيقات

على الرغم من كثرة الجهود التى بذلت فى مجال التربية لتحمل الملوحة، فإن عدد الأصناف التجارية التى طوِّرت لهذا الغرض يعد محدودًا. ويستدل من معظم الدراسات الوراثية — التى أسلفنا بيانها فى الفصل العاشر — على أن صفة تحمل الملوحة كمية يتحكم فيها عدة جينات، أو مجموعات من الجينات، وأنها تعتمد على مجموعة من الصفات التى يغلب أن تكون كمية فى طبيعتها. ويبدو أن الاتجاه الفعال لتعظيم مستوى تحمل الملوحة فى النباتات هو بتهريم تلك الصفات واحدة تلو الأخرى (pyramiding) فى تركيب وراثى واحد (Flowers & Yeo ١٩٩٥).

ومن بين الأصناف والسلالات التى عُرِّفت بأنها متحملة للملوحة (ومعظمها طوِّرت من خلال برامج تربية)، ما يلى (عن Shannon ١٩٩٧):

النوع النباتى	الأصناف والسلالات
Agropyron desertorum	**Nebraska 10**
Agropyron elongatum	**PI276399, PI297874**
Cucumis melo	**BG84-3**
Festuca rubis	**Saltol**
Medicago sative	**AZ-Germ Salt 1, AZ-Germ Salt 2**
Oryza sativa	**Giza 159, Pokkali, Jonah 349, Nona Borka, Kalarata, Damodar, CSR 10**
Triticum aesativum	**Karchia, LU 26S, PI178704, PI178012, PI180988**
Zea mays	**Arizona 8601**

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه فقد وجدت تباينات بين أصناف القمح والشعير والسورجم فى تحملها للملوحة، وأنتجت أصنافًا محسنة منها متحملة للملوحة. فمثلاً ..

لم ينخفض المحصول فى سلالة الشعير الهندية IB226 برفع مستوى الملوحة من ٨ إلى ٢٤ مللى موه/سم سوى بنسبة ٣٩٪، مقارنة بانخفاض حدث بنسبة ٨٥٪ فى سلالة أخرى عادية. وأنتجت ثلاث سلالات متحملة للملوحة من الشعير — عند زراعتها فى الرمل النقى مع ريها بماء البحر — محصولا يعادل — تقريبًا — ٥٠٪ من متوسط محصول الشعير فى الولايات المتحدة. وفى القمح اكتشفت ٣٤ سلالة تنتج محصولاً عند ريها بماء تبلغ ملوحته ٥٠٪ من ملوحة مياه البحر.

وأنتجت — كذلك — أصنافًا من الأرز كانت متحملة لقلوية التربة وملوحتها، وأصنافًا من الأرز والقمح متحملة للتربة الصودية (عن Ponnamperuma ١٩٨٢).

ونتناول فى هذا الفصل شرحًا لبعض الجهود التى بذلت لأجل زيادة القدرة على تحمل الملوحة فى بعض المحاصيل الاقتصادية، ونعرج — أثناء دراستنا لتلك الجهود — على ذكر مصادر صفة تحمل الملوحة فى كل محصول منها، ووراثتها، وطبيعتها، وطرق التقييم التى اتبعت لأجل التعرف عليها. ونقدم فى نهاية الفصل بعض جهود الهندسة الوراثية فى نفس المجال.

تربية الأرز

أنتجت أصنافًا من الأرز متحملة للملوحة منذ منتصف القرن الماضى (مثل Pokkali فى سيريلانكا فى عام ١٩٤٩، والسلالتان 22-47، و SR 26 B فى الهند فى أواخر الأربعينيات، وجيزة ١٥٩ فى مصر فى السبعينيات).

ولقد قيم فى معهد بحوث الأرز الدولى (IRRI) بالفلبين أكثر من ٥٥٠٠ سلالة من الأرز لتحمل الملوحة؛ حيث أظهرت نحو ٢٠٠–٣٠٠ سلالة منها تحملاً للملوحة تحت ظروف كل من الصوبة والحقل.

وقد أجرى التقييم الأولى لتلك السلالات فى محاليل مغذية تراوحت درجة توصيلها الكهربائى (EC) من ٨–١٢ مللى موز/سم؛ بإضافة كل من كلوريد الصوديوم،

وكلوريد الكالسيوم، وأملاح مياه البحر المجففة إلى المحلول المغذى. وقد أعطيت نباتات كل سلالة درجة لشدة تأثرها بالملوحة على مقياس من تسع درجات ١ إلى ٩؛ حيث تنمو النباتات فى درجة ١ وتكون خلفات بصورة طبيعية تقريبًا، وفى درجة ٩ تموت معظم النباتات.

وأوضحت تلك الدراسات أن الأصناف التى تبدى تحملاً للملوحة العالية فى مرحلة نمو البادرة ربما تكون قادرة أو غير قادرة على تحمل الملوحة فى المراحل التالية من نموها. ويظهر ذلك فى جدول (١١-١)، الذى يتضح منه كذلك أن سلالتين أظهرتا قدرًا عاليًا من تحمل الملوحة؛ حيث كان محصولهما النسبى ٩٢٪ و ٩٨٪. كذلك يتبين من الجدول أن السلالات التى أظهرت قدرًا من تحمل الملوحة أعطت — بصورة عامة — محصولاً نسبيًا جيدًا.

وقد استخدمت نحو ١٣ سلالة من التى أظهرت قدرًا كبيرًا من تحمل الملوحة فى برنامج للتربية لنقل صفة التحمل إلى الأصناف التجارية الهامة (عن Frey ١٩٨١).

كذلك وجد Moeljopawiro & Ikehashi (١٩٨١) سلالات من الأرز تتحمل الملوحة — بدرجة عالية — عند مستوى ١٥,٢ ملى موز/سم، وظهرت انعزالات فائقة الحدود عندما لقحت سلالات تتحمل الملوحة — بدرجات متباينة — معًا.

ولقد استمرت عمليات تقييم وتربية الأرز فى معهد بحوث الأرز الدولى بالفيليبين، حيث قيمت ٤٨٦٧١ سلالة خلال الفترة من ١٩٦٩ إلى ١٩٨٠ لتحمل الملوحة وعدد من مشاكل التربة الأخرى، وكانت النتائج كما يلى:

حالة الشدّ	عدد السلالات المختبرة	عدد السلالات المتحملة
الملوحة	٤٨٦٧١	٩٢٠٦
قلوية التربة	١٠٥٨٥	٢٢٥٤
مشاكل الأرض البيت peat	١٢٨١	٨١
سمية الحديد	٢٢٨٥	٨٥
نقص الفوسفور	٤١٧٨	٤٥١

حالة الشدّ	عدد السلالات المختبرة	عدد السلالات المتحملة
نقص الزنك	١١٦٠٠	٨١٧
نقص الحديد	٥٧٢	٦٨
سمية الألومنيوم والمنجنيز	٥٠٥	٤٦

ولقد استعملت خاصية تحمل الملوحة التى وجدت في بعض السلالات فى إنتاج أصناف محسنة مقاومة للأمراض والحشرات وعالية الإنتاج. ويبين جدول (١١-٢) مدى تحمل عدد من أصناف معهد بحوث الأرز الدولى لبعض مشاكل التربة (Ponnamperuma ١٩٨٢).

جدول (١١-١): متوسط شدة أضرار الملوحة، ومحصول الحبوب النسبى لعشر سلالات من الأرز.

السلالة	متوسط شدة أضرار الملوحة[أ] أربعة أسابيع بعد الشدّ	١٢ أسبوعًا بعد الشدّ	محصول الحبوب النسبى[ب] ٪
IR 28	٣,٠	٨,٣	٧
IR 2061–465	١,٠	٤,٣	٣٨
IR 2153–26–3	١,٠	١,٧	٦٥
IR 2681–163	١,٧	٤,٣	٣٥
Banik Kuning	١,٠	٢,٣	٧٦
Kalarata 1-24	١,٠	١,٠	٩٨
Kuatik Serai	١,٠	١,٠	٧٠
Mala Kuta	١,٧	٨,٠	١٠
Mi Pajang	٢,٣	٧,٧	٨
Pulat Daeing	١,٧	١,٠	٩٢

(أ) شدة الإصابة على مقياس من ١ إلى ٩، حيث ١ = تنمو النباتات وتكوّن خلفاتها بصورة طبيعية تقريبًا، و ٩ = تموت معظم النباتات.

(ب) المحصول النسبى = (المحصول فى الوسط الملحى/المحصول فى الوسطى العادى) × ١٠٠

جدول (١١-٢): مدى تحمل بعض أصناف الأرز المنتجة فى معهد بحوث الأرز الدولى لعدد من مشاكل التربة على مقياس من ١ إلى ٩ (١= النبات طبيعى تقريبًا، و ٩ = النبات ميت أو قريب من الموت).

	أرز الأراضى التى تغمر بالماء				أرز الأراضى الجافة				
السلالة	سمية الملوحة	سمية القلوية	سمية البيت	سمية الحديد	سمية البورون	نقص الفوسفور	نقص الزنك	نقص الحديد	سمية الحديد والألومنيوم
IR8	٣	٦	٥	٧	٤	٤	٤	٤	٤
IR26	٥	٦	٦	٦	٤	١	٥	٤	٣
IR28	٧	٥	٦	٤	٤	٣	٥	٦	٥
IR36	٣	٣	٣	٣	٣	٧	٢	٢	٤
IR42	٣	٤	٣	٣	٤	٣	٤	٦	٥
IR43	٣	٧	٧	٤	٣	٣	٣	٥	٣
IR45	٤	٧	٦	٥	٣	٣	٤	٤	٤
IR52	٣	٤	٣	٤	٣	٣	٤	٣	٥
IR54	٤	٥	٣	٣	٣	٢	٢	٤	٤

وتتفاوت أصناف وسلالات الأرز كثيرًا فى طبيعة تحملها للملوحة العالية؛ فهناك الاختلافات فى امتصاص أيون الصوديوم، وفى انتقاله إلى الأوراق، وفى تحمل الأنسجة النباتية لتركيزاته العالية، وفى تخزينه فى حجيرات خاصة بخلايا الأوراق Leaf Compartmentation بالإضافة إلى الاختلافات فى قوة النمو النباتى التى يعزى إليها أكثر من ٣٠٪ من الاختلافات فى تحمل الملوحة (جدول ١١-٣).

يعنى النمو النباتى القوى (جدول ١١-٣) توفر نموات خضرية أكثر يمكن أن تتوزع عليها الأملاح المتصة والتى تنقل إلى الأوراق؛ بحيث يصبح متوسط تركيز العنصر من الأملاح منخفضًا فى النباتات القوية النمو.

ومتى تساوت جميع العوامل الأخرى ..فإن تركيز الأملاح فى الأوراق يتناسب طرديًا مع معدل النتح لكل وحدة نمو نباتى؛ وهو ما يعنى أن زيادة كفاءة النبات فى

الاستفادة من الماء الممتص تقلل من أضرار الملوحة العالية. ويفيد ذلك فى اختيار الآباء لبدء برامج التربية؛ حيث يفيد استخدام السلالات والأصناف التى تتحمل الجفاف كآباء فى برامج التربية لتحمل الملوحة.

جدول (١١-٣): التدرج النسبى لأربع سلالات من الأرز فى نقل أيون الصوديوم خارج نسيج الخشب، وتحمل النسيج النباتى له، وتخزينه فى حجيرات خاصة، وفى قوة نموها على مقياس من ١ (الصفة جيدة) إلى ٩ (الصفة رديئة).

السلالة أو الصنف	انتقال أيون الصوديوم	تحمل أنسجة النبات للصوديوم	فصل أيون الصوديوم فى حجيرات بخلايا الأوراق	قوة نمو النبات
IR 4630-22-2-5-1-2	٢	١	٤	٧
IR 15324-117-3-2-2	٩	٧	٥	٦
IR 10167-129-3-4	٦	٢	٣	٨
Nona Bokra	١	٧	٦	٢

ولاشك فى أن تراكم الملح فى البروتوبلازم يعرض المناطق التى يتراكم فيها لنقص رطوبى حاد؛ ولذا فإن سرعة وصول الأملاح إلى الفجوات العصارية يعد عاملاً هامًّا فى التمييز بين الأصناف فى قدرتها على استبعاد الأملاح التى تنتقل إلى أوراقها دون أن تعانى من أضرارها.

ويكون تركيز أيون الصوديوم فى خشب الأوراق الحديثة أقل بكثير مما فى خشب الأوراق المسنة؛ الأمر الذى يفيد — على الأقل — فى حماية بعض الأوراق من أضرار الملح التى تتمثل فى موتها المبكر.

وبناء على ما تقدم .. فإن اختيار الآباء فى برامج التربية لتحسين صفة تحمل الملوحة فى الأرز يجب أن يبنى على أساس الاعتماد على السلالات أو الأصناف التى تتحمل الملوحة لأسباب مختلفة؛ بهدف الجمع بين كل تلك الصفات فى تركيب وراثى واحد يكون أكثر تحملاً للملوحة من أى منها (عن Yeo & Flowers ١٩٨٩).