تأثير قلوية التربة على نبات الذرة وتركيبه الكيماوى مع دراسة تأثير الرىّ بالمياه الملحية فى إصلاح الأراضى القلوية

للدكتور أحمد ابراهيم الشباسى والدكتور عبد الغنى ميتكيس والدكتور محمد عبد الفتاح بركات
والدكتور محمد عبد المحسن خليل والمهندسة الزراعية عايدة اسماعيل

المقدمة :

هناك أسباب عديدة لضعف إنتاج الذرة فى بلادنا ، ومن أهمها عدم ملاءمة ظروف التربة المزروعة ، إذ أن سوء الخواص الطبيعية والكيمياوية لها تعتبر من أهم العوامل المحددة لإنتاجه . وقد كان من نتيجة تعميم نظام الرى المستديم دون الاهتمام بوسائل الصرف أن تحولت مساحة كبيرة من الأراضى نحو الملوحة والقلوية ، ونظراً لأن السياسة الزراعية الجديدة تهدف إلى زيادة الرقعة المزروعة والاستفادة من كافة الأراضى ، فإن هذا البحث يهدف إلى دراسة تأثير قلوية التربة على إنتاج الذرة .

فمن المعروف أن الأراضى القلوية تحتوى على نسب متفاوتة من الصوديوم المتبادل تزيد عن ١٥٪ من سعتها التبادلية ، ويعزى الأثر الضار لزيادة عنصر الصوديوم على نمو النبات إلى سوء الخواص الطبيعية والكيماوية التى يسببها للأرض (Ratner ، ١٩٣٥ Chang and Dregne ، ١٩٥٥)، ومن أهمها نقص النهوية وصعوبة نفاذ الماء فى التربة واختراق جذور النبات لها ، هذا بجانب عدم توازن العناصر الغذائية فيها .

وتتلخص خطوات البحث فى دراسة ما يأتى :

(١) تأثير النسب المختلفة من الصوديوم المتبادل على نبات الذرة من حيث قدرته على الإنبات ووزن محصول المادة الجافة له .

● الدكتور أحمد ابراهيم الشباسى : وكيل وزارة الزراعة .
● الدكتور عبد الغنى ميتكيس : كبير باحثين ومدير عام الادارة العامة للأراضى بوزارة الزراعة .
● الدكتور محمد عبد الفتاح بركات : باحث أول ومدير معمل بحوث الأراضى الملحية والقلوية بالاسكندرية .
● الدكتور محمد عبد المحسن خليل : باحث بمعمل بحوث الأراضى المحلية والقلوية بالاسكندرية .
● المهندسة الزراعية عايدة اسماعيل : مساعدة باحث بمعمل بحوث الأراضى الملحية والقلوية بالاسكندرية .

(ب) مدى التغير فى محتوى النبات من عناصر الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم.

(ج) تأثير المياه الملحية المحتوية على عنصر الكالسيوم فى استصلاح وتحسين خواص الأراضى القلوية المحتوية على نسب متفاوتة من الصوديوم المتبادل .

المواد والطرق المستعملة

١ — أجريت التجربة فى براميل مزججة قطر كل منها ٢٥ سم ، وارتفاعها ٤٥ سم ، ومثقبة من أسفل .

٢ — استعمل فى التجربة نوعان من الأراضى المختلفة تحتوى كل منها على المكونات الآتية :

(ا) أرض طمية رملية خفيفة القوام Sandy Loam Soil ، تحتوى على : ١٣٪ طين ، ٩٪ سلت ، ٧٨٪ رمل .

(ب) ارض طينية طمية متوسطة القوام Clay Loam Soil ، تحتوى على : ٤٠٪ طين ، ٢٦٪ سلت ، ٣٤٪ رمل .

٣ — استخدم فى التجربة التصميم العاملى Factorial ، وشملت معاملاتها ست نسب مئوية من الصوديوم المتبادل تقرب من النسب التالية : ١٥ ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٥٠ ، ٧٠٪ من السعة التبادلية بجانب معاملة المقابلة Control .

٤ — استخدم فى التجربة نوعان من المياه فى الرى ، أحدهما ماء الصنبور ، والأخرى مياه ملحية تحتوى على ٢٠٠٠ جزء فى المليون .

٥ — وزعت معاملات التجربة عشوائيا وكررت ثلاث مرات .

تحضير أرض التجربة :

عوملت التربة الجافة هوائيا والمنخولة خلال منخل سعة ثقوبه ١ سم^{2} بمحلول بيكربونات الصوديوم بالقدر الذى يحقق النسب المئوية سالفة الذكر وذلك بحساب كمية بيكربونات الصوديوم التى تلزم لرفع نسبة الصوديوم المتبادل فى الأرض إلى الدرجة المطلوبة ، وخلطت مادة بيكربونات الصوديوم مع كمية

التربة الخاصة بكل معاملة والتى تكفى لملء ٦ براميل خلطا جيداً ، ثم فرش المخلوط فى طبقة رقيقة ، ثم أضيف إليه ماء الصنبور على صورة رذاذ مع التقليب حتى تصل نسبة الرطوبة فى الأرض إلى ٧٠٪ من سعتها الحقلية ، ثم تركت لتجف وكررت عملية إضافة الماء مع التقليب عدة مرات ، ثم قدرت النسبة المئوية للصوديوم المتبادل معمليا بأخذ عينة ممثلة من كل معاملة فكانت على النحو المبين بالجدول (١) .

جدول (١)

التحليل الكيميائى لعينات التربة المأخوذة من أرض التجربة قبل الزراعة بعد معاملتها بمادة بيكربونات الصوديوم فى مستخلص عجينة التربة المشبعة

قوام الأرض	المعاملة	رقم pH	درجة التوصل الكهربائى EC_e	مليمكافىء / لتر				صوديوم متبادل ٪ ESP
				$CO_3^{--}+HCO_3^-$	كل ـ	كا++	مغ++	
طمية رملية خفيفة القوام	١	٧٫٧٠	٦٫٤٠	٠٫٩	٧٩٫١	٤٠٫١	٢٫٩	١١٫٩٠
	٢	٧٫٧٥	٦٫٨٠	١٫٢	٧٩٫٦	٢٧٫٤	٥٫٦	١٧٫٥٣
	٣	٧٫٨٠	٦٫٨٠	١٫٣	٨٢٫١	١٧٫٢	٣٫٧	٢٣٫٦٩
	٤	٨٫١	٧٫٢٠	٢٫١	٨١٫٩	٥٫٦	٣٫٣	٤٣٫٣٨
	٥	٨٫١٠	٧٫٢٠	١٫٦	٨٠٫٢	٥٫٧	٢٫٢	٤٧٫٦٠
	٦	٨٫٤٠	٦٫٨٠	٤٫٥	٧٤٫٩	١٫٨	١٫١	٦٤٫٨٠
طينية طمية متوسطة القوام	١	٧٫٧٥	١٫٤٥	٢٫	٧٫٢	٨٫٧	٢٫٥	٦٫٩٦
	٢	٧٫٩٠	١٫٨٠	٣٫٨	٧٫٥	٤٫٢	١٫٥	١٢٫٦٢
	٣	٨٫٠٥	١٫٩٠	٥٫٦	١٠٫٠	٢٫٧	٠٫٧	٢٠٫٥٨
	٤	٨٫٢٠	٣٫٠٠	٧٫٥	١٣٫٣	٣٫٠	٣٫٠	٣٧٫٥٦
	٥	٨٫٤٥	٢٫٤	١٠٫٣	١٠٫٦	آثار	١٫٩	٥٠٫٧١
	٦	٨٫٦٠	٢٫٩	١٤٫١	١١٫٤	آثار	٢٫٤	٦٧٫٩٧

ملاحظة : تركيز أيون الكربونات فى محلول مستخلص الأرض المشبعة لكلا النوعين من الأراضى كان مجرد آثار .

العمليات الزراعية :

زرعت التجربة بالذرة الشامية «هجين مزدوج ١٧ ع» بتاريخ ١٩٦٥/٨/٩ بحيث احتوى كل برميل بعد الخف على عودين ، وقد سمدت التجربة بنترات الجير النوشادرى (٢٠,٥ ٪) بمعدل شوالين للفدان وكذلك بسوبرفوسفات الجير (١٥,٥ ٪) بمعدل شوال واحد للفدان . وريت التجربة بنوعين من المياه :

(ا) ماء الصنبور الذى يحتوى على أملاح بتركيز حوالى ١٨٠ — ٢٠٠ جزء/المليون .

(ب) ماء الصنبور مضافا إليه كلوريد كل من الصوديوم والكالسيوم بنسبة ٢ : ١ ليعطى تركيزا كليا من الأملاح الذائبة قدره ٢٠٠٠ جزء/المليون .

التحليلات المعملية للتربة و النبات :

تضمن البحث تقدير الأملاح الذائبة الكلية والأصول الحامضية والقاعدية فى مستخلص عجينة التربة المشبعة بالماء (U.S. Salinity Laboratory Staff ١٩٥٤)، كذلك رقم الـ pH فى جميع عينات الأراضى المستخدمة قبل بدء التجربة وبعد الانتهاء منها .

كما تناول البحث تقدير وزن المادة الجافة وعناصر الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم بعينات النباتات التى أخذت بعد ٣٠ ، ٦٠ يوما من الزراعة .

النتائج ومناقشتها

تأثير نسب الصوديوم المتبادل على الإنبات :

تعتبر معظم المحاصيل فى فترة الإنبات حساسة بدرجات متفاوتة لزيادة الملوحة والقلوية ، ولا شك أن ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل بالتربة يؤدى إلى تفرق حبيباتها مما يعوق التهوية وحركة المياه فى تلك الأراضى ، هذا بالإضافة إلى الأثر السام الذى يحدثه زيادة أيون الصوديوم فى الأراضى القلوية . كما تتميز تلك

الأراضى وهى جافة بتكوين قشرة صلبة تكاد تكون منفصلة عن بقية قطاع التربة ، تعوق إمداد البذرة بالماء اللازم لها كما تعوق تكشفها .

وقد دلت النتائج المتحصل عليها أن إنبات الذرة قد فشل إلى حد كبير فى التركيزات العالية من الصوديوم المتبادل . ففى حالة التربة خفيفة القوام والتى رويت بمياه الصنبور لم ينجح معظم الإنبات عندما ارتفعت نسبة الصوديوم إلى حوالى ٤٠٪، بينما زادت نسبة النجاح فى الإنبات عند هذه النسبة باستعمال مياه ملحية فى الرى تحتوى على ٢٠٠٠ جزء فى المليون . ويرجع ذلك إلى وجود نسبة من الكالسيوم الذائب فى تلك المياه حلت تبادليا مع الصوديوم مما أدى الى تحسين جزئى فى خواص التربة الطبيعية والكيماوية (Kelley ١٩٥١ ، ١٩٦٣). ومما هو جدير بالذكر أن معظم الإنبات قد فشل عندما ارتفعت نسبة الصوديوم المتبادل إلى حوالى ٥٠ — ٧٠٪ من السعة التبادلية على التوالى .

وفى الأراضى متوسط القوام أظهرت نتائج إنبات الذرة فيها تشابها مماثلا للأراضى خفيفة القوام سالفة الذكر مع زيادة انخفاض نسبة الإنبات عندما ارتفعت نسبة الصوديوم المتبادل إلى حوالى ٧٠٪ .

وبمقابلة حالة النباتات النامية فى كلا الأرضين نجد أنها كانت أضعف فى الأراضى الخفيفة عنها فى المتوسطة ، ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فيها . وخصوصا فى المعاملات التى رويت بمياه ملحية ، وذلك بسبب حساسية نبات الذرة الملوحة بجانب القلوية (قداح ١٩٦١ ، Pirnzan ١٩٥٩)

وتدل التجارب التى أجريت بمعمل الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية أن زيادة نسبة الصوديوم المتبادل فى الأراضى من ٢٦ إلى ٦٠٪ تؤدى إلى حدوث ظاهرة التبقع Necrosis وموت لبعض البادرات (George and Bernstein ١٩٥٨).

تأثير الصوديوم المتبادل على محصول المادة الجافة :

يتضح من جدول (٢) أن ارتفاع النسبة المئوية للصوديوم المتبادل فى التربة قد أدى إلى خفض وزن المادة الجافة فى نوعى أراضى التجربة ، كما يلاحظ أيضا أن الانخفاض فى المحصول كان سريعاً عقب ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل فى هذه الأراضى عن ٢٠٪ .

جدول (٢) : تأثير نسب الصوديوم المتبادل والرى بمياه عادية وملحية على محصول المادة الجافة لنبات الذرة

نوع الأرض	صوديوم متبادل ٪	مياه صنبور					مياه ملحية (٢٠٠٠ جزء فى المليون)				
		مكررة ١	مكررة ٢	مكررة ٣	المتوسط	المحصول النسبى	مكررة ١	مكررة ٢	مكررة ٣	المتوسط	المحصول النسبى
أرض خفيفة القوام	١١,٩٠	٣٩,٥	٤٤,٥	٥٠,٠	٤٤,٧	١٠٠,٠	٤٣,٠	٤٢.٥	٤٤,٠	٤٣,٢	١٠٠,٠
	١٧,٥٣	٣٢,٠	٤٠,٠	٣٣,٠	٣٥,٠	٧٨,٣	٥٠,٠	٤٧,٠	٣٨,٥	٤٥,٢	١٠٤,٦
	٢٣,٦٩	٣٦,٠	٢٥,٠	٤٠,٠	٢٣,٨	٧٥,٦	٤ ,٠	٤٦,٠	٤٩,٥	٤٧,٢	١٠٩,٣
	٤٣.٣٨	—	١٥,٥	١٧,٥	١١,٠	٢٤,٦	٢٠,٠	٣٦,٥	٣٥,٥	٣٠,٦	٧٠,٨
	٤٧,٦٠	—	١٤.٥	—	٤,٨	١٠,٧	٢٩,٥	٣٢,٠	٢٢,٠	٢٦,٢	٦٠,٦
	٦٤,٨٠	—	٥,٠	—	١.٧	٣.٨	—	٨.٥	١٣,٠	٧,٢	١٦,٧
أرض متوسطة القوام	٦,٩٦	٨٢,٠	٨٧,٥	٨٣,٠	٨٤,٠	١٠٠,٠	٣٨,٥	٣٥,٥	٥١,٥	٤١,٨	١٠٠,٠
	١٢,٦٢	٦٩,٠	٦٩,٠	٦٠,٠	٦٦,٠	٧٨,٧	٣٧,٥	٣٨,٥	٢٨ ٥	٣٤,٨	٨٣,٢
	٢٠,٥٨	٣٨,٠	٣٨,٥	٥٢,٥	٤٣,٠	٥١,٢	—	٣١,٠	٢٥,٥	١٨-٨	٤٤,٩
	٣٧,٥٦	—	١٦ ٥	٢٤,٠	١٣,٥	١٦,١	٢٣,٥	—	٢٦,٠	١٦,٥	٣٤,٤
	٥٠,٧١	—	١١,٠	١٠,٥	٧,٢	٨,٥	١٣.٥	١٣,٠	١٠,٠	١٢.٢	٢٩,٢
	٦٧,٩٧	—	٣,٥	—	١,٢	١.٤	—	—	—	—	—

ومن الجدول السابق يمكن استخلاص النتائج الآتية :

أولا — بالنسبة للأراضى خفيفة القوام :

انخفض محصول المادة الجافة بصفة عامة مع زيادة نسبة الصوديوم المتبادل ، إلا أنه باستعمال مياه الرى الملحية زاد محصول المادة الجافة بحوالى ٤,٦ ٪ عندما كانت نسبة الصوديوم المتبادل ١٧,٥ ٪ ، كما كانت الزيادة فى تلك المادة ٩٠,٣٠ ٪ عندما بلغت نسبة الصوديوم ٢٣,٧ ٪ ، إلا أن المحصول بدأ بعد ذلك فى الانخفاض عندما ارتفعت نسبة الصوديوم المتبادل عن ٢٣,٧ ٪ ، إذ بلغت نسبته ١٦,٧ ٪ من معاملة المقابلة Control باعتبارها أساس المقابلة عندما زادت نسبة الصوديوم المتبادل إلى ٦٤,٨ ٪ .

ومما هو جدير بالذكر أن مياه الرى الملحية المحتوية على نسبة من الكالسيوم كان لها تأثير واضح على زيادة إنتاج محصول المادة الجافة نسبيا فى جميع معاملاتها عند مقابلتها بالمحصول الناتج من استعمال مياه الصنبور العادية ، فبينما انخفض هذا المحصول إلى ١٨ ٪ عند زيادة نسبة الصوديوم المتبادل إلى ٧٠ ٪ باستعمال مياه الرى الملحية ، نجد أن محصول تلك المادة قد انخفض إلى ٣,٨ ٪ فى حالة استعمال مياه الصنبور العادية (باعتبار أن محصول المادة الجافة لمعاملة المقابلة = ١٠٠ ٪) .

ثانيا — بالنسبة للأراضى متوسطة القوام :

باستعمال مياه الرى العادية أو الملحية تناقص محصول المادة الجافة بصفة عامة مع ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل فى الأرض ، بالرغم من أن استعمال المياه الملحية فى تلك الأرض قد أدى إلى انخفاض المحصول المطلق عن كمية المحصول المتحصل عليها فى حالة استعمال المياه العادية فى الرى ، إلا أن تأثير المياه الملحية فى المعاملات المرتفعة (٣٧,٦ ، ٥٠,٧ ٪ صوديوم متبادل) قد أدى إلى انخفاض النقص فى محصول المادة الجافة عنه فى حالة استعمال مياه الرى العادية .

ويرجع تأثير استعمال مياه الرى الملحية فى خفض المحصول بصفة عامة إلى زيادة التركيز الكلى للأملاح فيها وأثره المباشر على النباتات . أما من حيث مقابلة نوعى

المياه الملحية والعادية فى الرى وأثرها على المحصول فى حالة ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل فإن انخفاض المحصول فى حالة الرى بالمياه العادية كان أكبر نسبيا منه فى حالة الرى بالمياه الملحية ، ويرجع ذلك بلا شك إلى زيادة التركيز النوعى لعنصر الكالسيوم فى المياه الأخيرة الذى عمل على الإحلال التبادلى مع عنصر الصوديوم فى التربة مما أدى إلى تحسين خواصها الطبيعية جزئيا .

ورغم أن المحصول المطلق قد انخفض فى حالة استعمال المياه الملحية فى الرى، إلا أن المحصول النسبى لها قد زاد عن مثيله فى حالة استعمال المياه العادية، وذلك على النحو التالى (باعتبار محصول المقابلة = ١٠٠٪) : تناقص المحصول باستعمال المياه العادية : ٧٨,٧ — ٥١,٢ — ١٦,١ — ٨,٥ — ١,٤٪ ، وتناقص المحصول باستعمال المياه الملحية : ٨٣,٢ — ٤٤,٩ — ٣٩,٤ — ٢٩,٢٪ .

من هذا يتبين أن محصول المادة الجافة قد انخفض كثيراً بنسبة تزيد عن ٥٠٪ من محصول المقابلة عند ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل إلى أكثر من ٢٠٪ فى الأراضى متوسطة القوام، بينما زاد الانخفاض عن هذه النسبة فى حالة الأراضى خفيفة القوام والتى رويت بمياه عادية .

تأثير الصوديوم المتبادل على التركيب الكيماوى لنبات الذرة :

يبين الجدولان (٣ ، ٤) التركيب الكيماوى للمجموع الخضرى لنبات الذرة بعد ٣٠ و ٦٠ يوما من الزراعة محسوبا على أساس مليمكافىء من كل عنصر فى ١٠٠ جرام مادة جافة (٦٥°م) .

وبالنسبة لنبات الذرة فى عمر ٣٠ يوما فإنه يتضح من جدول (٣) أنه بزيادة نسبة الصوديوم المتبادل فى الأرض بنوعيها قد أدى إلى زيادة تجمع عنصر الصوديوم فى النبات ، وانخفاض عنصرى الكالسيوم والمغنسيوم (Bower and Wadleigh ١٩٤٨) ، وكذلك الرى بالمياه الملحية المحتوية على الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم أدى إلى زيادة تجمع الصوديوم بشكل ملحوظ فى النبات خصوصا فى معاملات الأراضى خفيفة القوام .

أما بالنسبة لنبات الذرة فى عمر ٦٠ يوما فقد كانت النتيجة مماثلة لما حدث فى عمر ٣٠ يوما، كما يتضح من جدول (٤) إلا أن نسبة الصوديوم بدأت تنخفض

جدول (٣) محتوى نبات الذرة (عمر ٣٠ يوما) من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم
تحت ظروف نسب مختلفة من الصوديوم المتبادل

نوع الأرض	٪ صوديوم متبادل	ري بمياه صنبور		ري بمياه ملحية	
		صوديوم ملليمكافىء /١٠٠ جم	كالسيوم + مغنسيوم ملليمكافىء /١٠٠ جم	صوديوم ملليمكافىء /١٠٠ جم	كالسيوم + مغنسيوم ملليمكافىء /١٠٠ جم
أرض خفيفة القوام	١٢	٤,٤	٩٤,٠	٢٠,٠	١٥٩,٠
	١٥	١٣,٨	٧٢,٠	٢٦,٠	١٠٢,٠
	٢٠	٢٠,٢	٦٤,٠	٣٥,٠	٩١,٠
	٤٠	٣٨,٠	٥٨,٠	١٢٣,٠	٦٠,٠
	٥٠	—	—	—	—
	٧٠	—	—	—	—
أرض متوسطة القوام	٧	٥,٣	٨٢,٧	٥,٦	٩٣,٠
	١٥	٧,٢	٧١,٠	١٠,٦	٨٢,٠
	٢٠	١٧,٢	٦٨,٠	١٥,٠	٨١,٠
	٤٠	—	—	٢٢,٥	٥٤,٠
	٥٠	—	—	—	—
	٧٠	—	—	—	—

جدول (٤) محتوى نبات الذرة (عمر ٦٠ يوما) من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم
تحت ظروف نسب مختلفة من الصوديوم المتبادل

نوع الأرض	٪ صوديوم متبادل	ري بمياه الصنبور		ري بمياه ملحية	
		صوديوم ملليمكافىء/١٠٠جم	كالسيوم + مغنسيوم ملليمكافىء/١٠٠جم	صوديوم ملليمكافىء/١٠٠جم	كالسيوم + مغنسيوم ملليمكافىء/١٠٠جم
أرض خفيفة القوام	١٢	٥,٢	١٣٧,٠	٨,٨	١١٥,٠
	١٥	٧,٠	٧٩,٠	٢١,٢	١٠١,٠
	٢٠	١٠,٧	٦٧,٠	٣٢,٩	٨٢,٥
	٤٠	—	—	٤٨,٥	٧٦,٥
	٥٠	—	—	—	—
	٧٠	—	—	—	—
أرض متوسطة القوام	٧	٣,٥	٨٧,٠	٥,١	١٢٦,٠
	١٥	٤,٦	٦٩,٥	٧,٥	٩٠,٠
	٢٠	٥,٦	٦٨,٠	٢٤,٤	٩٠,٠
	٤٠	٦,٧	٧٤,٠	٣٦,٢	٧٨,٠
	٥٠	—	—	—	—
	٧٠	—	—	—	—

نوعا بعد ٦٠ يوما من الزراعة مع استمرار انخفاض تجمع الكالسيوم والمغنسيوم فى النبات وزيادة فى الصوديوم نتيجة لزيادة أيون الصوديوم المتبادلة على سطوح حبات الطين . وتتفق هذه النتائج إلى حد كبير مع نتائج التجارب التى أجريت بمعمل الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية إذ وجد أنه يحدث تجمع للصوديوم فى أوراق محاصيل الحبوب بزيادة نسبة الصوديوم المتبادل ESP ، كذلك كان يصاحب تلك الزيادة انخفاض فى تركيز الكالسيوم وكذلك البوتاسيوم (George and Bernstein ١٩٥٦) .

تأثير الصوديوم المتبادل على الأرض :

استخدم فى التجربة كما سبق ذكره نوعان من الأراضى المصرية مختلفة القوام وهما أرض خفيفة Sandy Loam وأخرى متوسطة القوام Clay Loam ، وقد أجرى لها تحليل كامل قبل الزراعة كما هو مبين بجدول (١) ، وقد أجرى هذا التحليل بعد إضافة بيكربونات الصوديوم إلى الأرض حسب المعاملات المطلوبة ، وتعريضها لفترات من الجفاف والابتلال مع التقليب المستمر لحدوث التبادل بين عنصر الصوديوم والعناصر الأخرى على معقد الامتصاص . ويلاحظ أن الأرض الخفيفة التى استعملت فى التجربة كانت ملحية نوعا ، وقد ادى هذا إلى انخفاض محصولها عن الأرض الأخرى الأقل منها فى درجة الملوحة (جدول ١) ، كما يلاحظ أن نسب الصوديوم المتبادل قبل زراعة التجربة والمقدرة معمليا تقارب إلى حد ما النسب الموضوعة فى تصميم التجربة ، ولا شك أن وضع الأرض تحت ظروف الزراعة يعطى الفرصة لحدوث تبادل أكثر للصوديوم مع الكاتيونات الأخرى على معقد الامتصاص ، ولهذا أصبحت النسب المئوية الفعلية للصوديوم المتبادل تقارب إلى حد كبير النسب الموضوعة فى التصميم (جدول ٥) وهى كالآتى : ١٥ ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٥٠ ، ٧٠ ٪ من السعة المتبادلة .

ومما هو جدير بالذكر أنه لوحظ ارتفاع تركيز أيون البيكربونات خصوصا فى تلك المعاملات التى عوملت بكميات كبيرة من بيكربونات الصوديوم (جدول ١) مما قد يكون له بعض الأثر فى خفض المحصول فى تلك المعاملات نتيجة للتأثير السام لأيون البيكربونات وتعارضه مع كثير من الأيونات الأخرى ، هذا بجانب الزيادة

جدول (٥)

النسب المئوية للصوديوم المتبادل فى أرض التجربة (ESP)
قبل وبعد الزراعة وأثر الرى بالمياه العادية والملحية عليها

نوع الأرض	نسب الصوديوم المتبادل قبل الزراعة	نسب الصوديوم المتبادل بعد الزراعة	
		الرى بالمياه العادية	الرى بالمياه الملحية
الأراضى خفيفة القوام	١١،٩٠	١٥،٥٠	١٨،٣٤
	١٧،٥٣	١٧،٤٣	١٧،١٥
	٢٣،٦٩	١٧،٩٥	١٧،٩٥
	٤٣،٣٨	٣٨،٣٦	٣٢،٣٦
	٤٧،٦٠	٤٨،١٨	٤٠،٧٧
	٦٤،٨٠	٧٤،١٣	٤٤،٨٠
الأراضى متوسطة القوام	٦،٩٦	٥،٩٩	١٣،٦٨
	١٢،٦٢	١٠،٢٣	١٤،٤٨
	٢٠،٥٨	١٨،١٨	١٣،٥٠
	٣٧،٥٦	٢٤،٤٦	٢٤،٧٥
	٥٠،٧١	٤٣،٤٣	٤٢،١٨
	٦٧،٩٧	٦٥،١٦	٦٣،٤٢

الكبيرة فى تركيز أيون الصوديوم المتبادل وتأثيره على خواص التربة الطبيعية والكيماوية .

وبمقابلة جدول (١) بجدولى (٦ ، ٧) نجد أن استعمال المياه العادية والملحية فى الأراضى الخفيفة قد أدى إلى ارتفاع واضح فى تركيز أيون البيكربونات ، بينما حدث انخفاض كبير فى تركيز أيون البيكربونات فى الأرض المتوسطة والتى رويت بمياه ملحية . كذلك تبين الجداول السابقة (١، ٦، ٧) أن درجة التوصيل الكهربائى فى الأراضى الخفيفة قد انخفض عموما ، سواء فى حالة الرى بالمياه العادية أو الملحية ، ويرجع ذلك لعمليات الغسيل التى تحدث باستعمال مياه تقل درجة ملوحتها (٢٠٠٠ جزء/المليون) عن ملوحة الأرض الأصلية .

جدول (٦) تحاليل الأراضى خفيفة القوام بعد الزراعة

مياه الرى	% صوديوم متبادل	رقم pH	درجة التوصل الكهربائى EC_e	ملليمكافىء / لتر				
				بيكربونات	كلوريد	كالسيوم	مغنسيوم	صوديوم
مياه عادية	١٢	٨,٠٥	٠,٧٥	٣,٨٤	٣,٣٣	٢,٢١	١,٤٢	٧,٤
	١٥	٨,٢٨	١,٠٩	٣,٩٣	٣,٧٩	١,٣٤	٠,٤٨	١٠,٩
	٢٠	٨,٣٥	١,٣٢	٤,٠٥٧	٤,٠٨١	١,٠٥١	٠,٥٧	١١,٤
	٤٠	٨,٧٢	٢,٥٠	٥,٩٦	٤,٢٥	١,٤١	٠,٥٩	١٣,٢
	٥٠	٨,٨٥	٣,٣٥	٦,١١	٣٣,٨٥	٢,٠٠١	١,٧٢	٤٠,٦
	٧٠	٩,٠٠	٤,٠٢	٦,٠٦	٥١,٣٩	١,٠٠١	٠,٥٦	٤٥,٨
مياه ملحية	١٢	٨,١٠	٢,٠٦	١,٧٩	٢٨,١٩	٥,١٣	٥,٩٧	١٦,٧
	١٥	٨,١٥	٣,٠٢٣	٢,٢٠	٢٤,١٤	٤,٠١	٣,١٢	٢٥,٨
	٣٠	٨,٢٥	٣,٠٣٥	٣,٢٩	٢٧,٧٥	٢,٤١	٥,٣٨	٢٨,٢
	٤٠	٨,٤٠	٣,٥٩	٢,٨٥	٣٠,٢٧	٢,٥١	٠,٩٧	٢٩,٣
	٥٠	٨,٦٥	٤,١٢	٣,٩٧	٣٣,٥٢	١,٥١	١,٨٥	٣٨,٧
	٧٠	٨,٨٥	٥,٢٨	٥ ٧٣	٤٣,٨٤	١,٧١	٠,٩٤	٤٢,٨

جدول (٧) تحليل الأرض متوسطة القوام بعد الزراعة

مياه الرى	صوديوم ٪	رقم pH	درجة التوصل الكهربائى EC_e	مليمكافىء / لتر				
				بيكربونات	كلوريد	كالسيوم	مغنسيوم	صوديوم
مياه عادية	٧	٧,٩٠	١,٧٢	١,٧٥	١,٤٩	٤,٣١	٤,٠٥	٨,٢
	١٥	٨,٢٠	٠,٩٧	٥,٢٣	٢,٩٥	٢,١١	٠,٥٨	٩,٦
	٢٠	٨,٤٥	١,١٠	٦,٢٧	٣,٥١	١,٦١	٠,٦٩	٩,٨
	٤٠	٨,٤٥	٢,٤٩	٧,٥٨	٤,١٦	١,٦١	١,٠٦	٢٧,١
	٥٠	٨,٩٠	٣,٢٥	٨,٩٩	١٠,٧٣	٣,٠١	٠,٤٢	٢٧,٦
	٧٠	٩,٠٥	٣,٩٥	١٤,٣٨	١٠,٨٢	٢,٤٠	١,٧٦	٤٢,٥
مياه ملحية	٧	٨,٠٢	٣,٠٠	٢,٨٥	٢٣,٩٣	٤,٥٦	٣,٦٧	٢٢,٧
	١٥	٨,١٥	٣,٣٣	٢,٨٥	٢٩,١٤	٥,٩٢	٣,٨٤	٢٢,٤
	٢٠	٨,١٥	٣,٤٦	٣,٨٣	٢٩,٩٦	٥,٣٢	٣,٢١	٣١,٥
	٤٠	٨,٣٥	٣,٦٥	٤,٣٢	٣١,٠٤	٣,٧١	١,٧٨	٣٠,٠
	٥٠	٨,٦٥	٣,٦٦	٥,١٦	٢٩,٦١	٢,٨٦	١,٣٠	٢٤,٧
	٧٠	٨,٦٥	٧,٦٥	٦,٨٩	٦١,٥٢	١,٨٥	١,٦٣	٦٥,٥

أما بالنسبة للأراضى متوسطة القوام فقد ارتفعت ملوحتها بصفة خاصة فى تلك الأراضى التى رويت بمياه ملحية ، وذلك نتيجة حدوث تجمع للأملاح الذائبة فيها بسبب ضعف نفاذيتها النسبية .

ويوضح جدول (١) أنه بزيادة نسبة الصوديوم المتبادل على معقد الامتصاص يصاحبها نقص واضح فى تركيز أيون الكالسيوم الذائب فى الارض ، وربما يرجع ذلك إلى زيادة أيون البيكربونات وارتباطه مع الكالسيوم وترسيب الأخير فى صورة كربونات كالسيوم غير ذائبة ، وما هو جدير بالذكر أن المغنسيوم الذائب لم يظهر مثل هذه العلاقة .

وبمقابلة موقف أيون الكالسيوم الذائب قبل الزراعة وبعدها وباستعمال مياه عادية وأخرى ملحية (جداول ٧٠٦،١) يتضح الآتى :

أولا — بالنسبة للأراضى خفيفة القوام :

انخفض تركيز الكالسيوم الذائب إلى حد كبير فى كثير من المعاملات سواء تلك التى رويت بمياه عادية أو مياه ملحة ، إلا أن الانخفاض فى الكالسيوم الذائب كان أكبر فى الأراضى المروية بمياه عادية . كما أن الكالسيوم الذائب يتناقص تناقصا واضحا مع زيادة نسبة الصوديوم المتبادل .

ثانيا — بالنسبة للأراضى متوسطة القوام :

فى حالة الرى بالمياه العادية حدث انخفاض فى تركيز الكالسيوم مع زيادة نسبة الصوديوم المتبادل إلى حوالى ٤٠ ٪ صوديوم متبادل ، إلا أنه حدث تجمع للكالسيوم الذائب بالنسبة للمعاملتين الأخيرتين (٥٠ ، ٦٨,٠ ٪ صوديوم متبادل) . أما فى حالة المياه الملحية نجد أنه بينما حدث انخفاض فى الكالسيوم الذائب لمعاملة المقابلة ، إلا أنه حدث تجمع له بالنسبة للمعاملات الأخرى ، كما أنه أيضا كان يتناقص بزيادة الصوديوم المتبادل .

كما يوضح جدول (٥) تأثير الرى بالمياه العادية (حوالى ٢٠٠ جزء/ المليون) والمياه الملحية (٢٠٠٠ جزء / المليون) على نسبة الصوديوم المتبادل بعد الزراعة فى نوعى الأراضى خفيفة ومتوسطة القوام .

وفى حالة الأراضى الخفيفة انخفضت نسبة الصوديوم المتبادل فى التركيزات العالية منه بدرجة كبيرة عند استعمال المياه الملحية، بينما كان تأثير المياه العادية ضعيفا فى خفض هذه النسبة، بل أدت إلى زيادتها فى حالة المعاملات العالية من الصوديوم المتبادل مما تسبب فى تدهور الخواص الطبيعية للتربة حيث عجزت عن تشرب مياه الرى، كما تكونت طبقة سطحية صلبة متشققة عند جفافها تختلف عن باقى قطاع التربة الذى يحتفظ بنسبة كبيرة من الرطوبة ولفترات طويلة مما يتعذر معه توفير التهوية اللازمة لجذور النباتات. ويرجع السبب فى انخفاض نسبة الصوديوم المتبادل فى حالة الرى بالمياه الملحية إلى حدوث التبادل بين عنصر الصوديوم الموجود بالتربة وعنصرى الكالسيوم والمغنسيوم الموجودين بمياه الرى.

أما فى حالة الأراضى متوسطة القوام فقد أظهرت النتائج المتحصل عليها تشابها مع نتائج الأراضى الخفيفة، إذ كان انخفاض نسبة الصوديوم المتبادل كبيراً مع استعمال المياه الملحية فى الرى خصوصا فى المعاملات التى بها نسبة عالية من الصوديوم المتبادل، ويلاحظ ذلك أيضا فى معاملات المقابلة المنخفضة فى نسبة الصوديوم المتبادل بأن استعمال المياه الملحية فى الرى قد أدى إلى رفع هذه النسبة (جدول ٥) بينما لم يحدث ارتفاع كبير فى معاملات المقابلة الأخرى المماثلة التى رويت بمياه عادية.

الملخص

١ — يمكن استعمال المياه متوسطة الملوحة التى تحتوى على نسبة عالية من الكالسيوم فى رى الأراضى القلوية خفيفة ومتوسطة القوام حيث تفيد فى خفض نسبة الصوديوم المتبادل نسبيا، وقد ظهر أثر ذلك فى ظروف التجربة الحالية فى زيادة محصول المادة الجافة للذرة، ويشترط فى استعمال تلك المياه ما يأتى:

(ا) أن تكون النسبة بين الكالسيوم والصوديوم فى مياه الرى المستعملة عند المستوى الذى يسمح بالإحلال التبادلى للكالسيوم مع الصوديوم فى معقد التربة حيث يؤدى ذلك إلى تحسين خواصها المختلفة.

(ب) عدم زيادة الملوحة كثيراً فى تلك المياه لا سيما وأن الذرة يعتبر من المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة.

٢ — يتحمل الذرة قلوية التربة بدرجة متوسطة ، إذ ثبت أن محصول المادة الجافة له قد انخفض كثيراً فى حالة ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل فى الأرض عن ٢٠٪ من السعة التبادلية .

المراجع

(١) مالك قداح (١٩٦١) أثر كمية وقوع الأملاح على نمو وإنتاج الذرة الشامية.

(2) Bower, C.A., and C.H. Wadleigh (1948) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 13 : 218-223.

(3) Chang, G.W., and H.E. Dregne (1955) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 14 : 29-35.

(4) George, A.P., and Leon Bernstein (1956) Soil Sci., 82 : 247-257.

(5) George, A.P., and Leon Bernstein (1958) Soil Sci., 86 : 254-261.

(6) Kelley, W.P. (1951) Saline irrigation water in relation to reclamation. Alkali Soils Book, No. 111.

(7) Kelley, W.P. (1963) Soil Sci., 95 : 385-391.

(8) Pirnzan, S.S. (1959) Soviet Soil Sci., 2 : 221-225. (In Russian).

(9) Ratner, E.I. (1935) Soil Sci., 40 : 459-471.

(10) U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agri. Handbook 60.

* * *