Effect of Zinc application on vegetative growth and toxic accumulation of Sodium chloride on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under salinity conditions

تأثير إضافة الزنك (Zn) في النمو الخضري والتراكم السمي لكلوريد الصوديوم في الطما طه (*Lycopesicon esculentum* Mill.) تحت الظروف الملحية

م.م.عامر عباس حسين
المعهد التقني الكوفة

المستخلص :

أجريت التجربة في أحد البيوت البلاستيكية في المعهد التقني/ كوفة إثناء الموسم 2009-2010 لمعرفة تأثير تراكيز مختلفة من الزنك Zn في سمية كلوريد الصوديوم في نباتات الطماطه المزروعة في تربه تعاني من نقص الزنك .

تضمنت التجربة ثلاثة تراكيز من الزنك (صفر,3، 12)ملغم زنك\كغم تربه ، وثلاثة تراكيز من كلوريد الصوديوم هي (صفر% ، 0,5 % ، 1,5 %) أضيفت مع مياه الري بعد 60 يوم من النمو تم حصاد النباتات وحساب كمية المادة الجافه و تركيز الزنك والصوديوم و البوتاسيوم والفسفور , ونسبة K/Na .

أظهرت النتائج إن نقص الزنك في التربة قد أثر سلبياً في النمو خاصة في ظل الظروف الملحية العالية(1.5%), وأن زيادة كلوريد الصوديوم أدى إلى انخفاض كمية المادة الجافه للأجزاء الخضرية . وكان الانخفاض أكبر في التربة ألمعاملـه بـ 3 ملغم زنك\ كغم تربه مقارنة مع التربة المعاملة بتركيز 12 ملغم زنك \ كغم تربه . كما أدت الزيادة في أضافة الزنك من 3الى 12 ملغم \ كغم تربه إلى ارتفاع تركيز البوتاسيوم من 37.8 إلى 40.9 ملغم K\غم مادة جافة ومن 25.6 إلى 30.6 ومن21.0 إلى 22.9 وانخفاض تركيز الصوديوم من 3.6إلى 7 ,0 ومن 8.7 إلى 5.4 ومن 28.7 إلى 9 .21 وحسب تركيز NaCl المستعمل 0% ,0 , 0.5%, 1.5%، على التوالي وبالنظر لارتفاع البوتاسيوم وانخفاض الصوديوم كانت نسبة (K/Na) للنباتات مرتفعة عند زيادة تركيز عنصر الزنك .

أشارت النتائج أيضا إلى أهمية الزنك في تحسين تحمل النبات للظروف الملحية في التربة, وكذلك استخدام الزنك بكميات ملائمة يقلل من زيادة امتصاص الصوديوم بواسطة الجذور في الظروف الملحية. لذا ان استخدام الزنك بكميات ملائمة مهم جدا في الإبقاء على درجه ملائمة من النمو في ظروف التربة الملحية .

Abstract

An experiment was conducted in one of the plastic houses belong to the Kufa Technical Institute during the growing season of 2009\2010 , to study the effect of different concentrations of Zinc on the toxicity of Sodium chloride for tomato plants grown in soil that suffer from Zinc deficiency.

The experiment included three conc. of Zn i.e.(Zero, 3, 12) mgZn\Kg. Soil and three conc. of NaCl, i.e.(Zero%,0.5% and 1.5%) ,which added to irrigation water . After 60 days from growth, plants had harvested. Dry matter, Zn, Na, K, P and K/Na ratio were determined.

Results showed that there was highly decrease in the amount of Zn in the soil which reflected its effect in the decrease of growth, particularly in highly salty condition (1.5%). Increasing in NaCl resulted in a decrease in the amount of vegetative parts dry matter, this reduction was higher with soil that treated with 3 mg Zn\Kg soil compared with soil that treated with 12 mg Zn \Kg soil. Addition of Zn from 3-12 mg Zn\Kg soil caused an increase in K conc. from 37.8 to 40.9 ; 25.6 to 30.6 ; 21.0 to 22.9 mg\g dry matter, respectively, and a decrease in the Na conc. from 3.6 to 0.7; 8.7 to 5.4 and 28.7 to 21.9 according to the conc. of NaCl that used (i.e. Zero, 0.5 and 1.5%), respectively . Consequently , K/Na ratio of plants were highest in the highest Zn application conditions .

Result of experiment also revealed that importance of Zn to improve plant tolerance to soil salty conditions and the use of suitable amount of Zn causes an absorption increase of Na by roots in salty conditions.

It could be concluded that the use of suitable amount of Zn of importance for plants survival at convenient degree of growth at salty conditions.

ألمقدمه:

تعد الطماطه (*Lycopersicon esculentum* Mill.) من محاصيل الخضر المهمة والتابعة للعائلة الباذنجانية Solanaceae وهي من المحاصيل التي انتشرت في اغلب مناطق العالم نظرا لاستخدام ثمار الطماطه بشكل طازج أو مطبوخ أو مصنع فضلا عن كونها ذات قيمه غذائية عاليه لاحتوائها على الفيتامينات (K,C) وانهااغنى الخضراوات بفيتامين B2 والكربوهيدرات والبروتينات وكذلك تحتوي على النايسين والثايمين وتبلغ نسبة السكريات في الطماطه 4%.[1].

أن الزنك من المغذيات الصغرى المهمة والضرورية للنبات حيث يدخل الزنك في كافة الأعضاء الحية في النبات ويلعب دوراً حيوياً عن طريق ارتباطه بعمليات النشاط الحيوي في النبات كعملية البناء الضوئي وتكوين البذور ,[2]. وأشار [3] أن وظائف الزنك الاساسيه في النبات هي دخوله في تركيب الإنزيمات كمنشط معدني (مرافق إنزيمي) (Co- enzyme)

ان مشكلة التراكم السمي للصوديوم (سمية الصوديوم) للنباتات شائعة في معظم المحاصيل وقد استخدمت عدة تجارب في مجال الزراعة عن طريق أضافه العديد من المركبات للتخلص من مشكلة سمية الصوديوم وذلك عن طريق عرقلة امتصاصه من قبل جذور النباتات , فقد وجد كل من [4 و 5] أن استخدام مركبات الجبس المحتوي على الكالسيوم أدت إلى تأثير فعال لتخفيف تأثير الصوديوم الذي يؤدي إلى تلف الخلايا النباتية .

وأكد [6] أن أضافه الكالسيوم تؤدي إلى تقليل امتصاص الصوديوم وتحسين امتصاص البوتاسيوم وأضاف ان التأثيرات الواقية من الكالسيوم ضد سمية الصوديوم في النباتات تعود إلى دور الكالسيوم في الحفاظ على سلامة غشاء خلايا الجذر, وأيضا وجد [7] انخفاضاً معنويا في تركيز الصوديوم عند أضافة الزنك بمستويات عاليه عند الظروف الملحية للتربة لصنفين من الرز , ووجد [8] أن الكالسيوم والزنك يؤثران بشكل كبير على سلامة التركيب الوظيفي للاغشيه الخلوية . أما [9] فقد وجد بان النباتات التي تعاني من نقص الزنك تعاني من انخفاض او تدهور في سلامة غشاء الجذور لأنواع مختلفة من المحاصيل وان تدهور سلامة الغشاء الجذري تحت نقص الزنك يؤثر في امتصاص وتراكم الصوديوم في مستويات سامه للنبات , في حين وجد كل من [10 و 11] أن أضافه الزنك قلل من نفاذية الصوديوم عبر الاغشيه الحيوية للخلايا .

وأظهرت النتائج التي حصل عليها [12] أن انخفاض محتوى الزنك في التربة يؤدي إلى تراكم الصوديوم في نبات الشعير , و وجد [13]أيضا أن أضافه كميه كافيه من الزنك إلى التربة يمكن ان تقلل من تراكم الصوديوم وساهم في تحمل الملوحة في نبات الطماطه . ذكر [14] أن نقص الزنك في التربة هو مشكله غذائية كبيره في جميع إنحاء العالم ,و أكد أيضا هذه المشكلة [15] . أن مشكلة نقص الزنك تعد واحدة من أهم مشاكل التغذية.لذا فان تحسين الوضع الغذائي من الزنك للنبات يؤدي إلى تحسين تحمله للإجهاد الملحي .

لذا تم إجراء هذه التجربة باستخدام تربه تعاني من نقص الزنك لدراسة تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وتراكيز مختلفة من الزنك في نمو نبات الطماطه وتاثيرها في تراكيز كل من الزنك والبوتاسيوم والصوديوم والفسفور ونسبة K/Na في المجموع الخضري لنبات الطماطه .

المواد وطرائق العمل:-

تم الحصول على بذور الطماطه (*Lycopersicon esculentum* Mill.) من السوق المحلية وزرعت في صناديق فلينية مملوءة بالبتموس وتم تغطيتها بالنايلون الزراعي.

في اليوم الثامن من زراعة البدور تم الكشف عن صناديق الإنبات . بعد (7) أيام من بزوغ و نمو الشتلات تم اختيار قسم منها للزراعة في سنادين بلاستيكية مملوءة بالتربة التي تعاني من نقص الزنك (جدول 1) وكانت التربة مجففة هوائيا ومنخولة بمنخل 2 ملم , وبمعدل 2 شتلة لكل سندان.

وكانت خصائص التربة كما في الجدول (1) وفقا لـ [16]. حيث حللت التربة في مختبرات القسم .

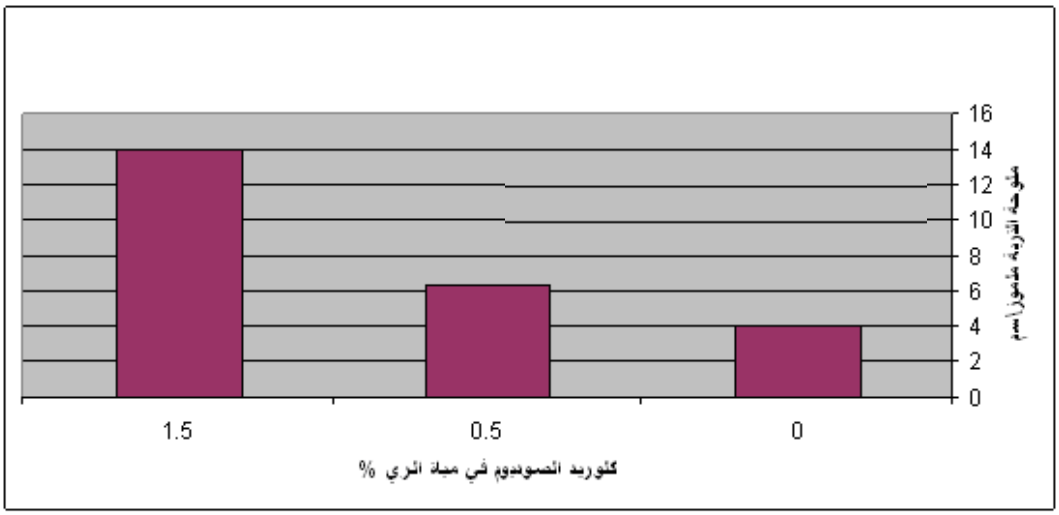
جدول (1) بعض خصائص التربة المستعملة في التجربة .

نسجه التربة		المادة العضوية	pH	EC ملموز\سم	الزنك
مزيجيه طينية رملية		% 1.83	7.8	3.8	0.1 ملغم\كغم تربة
الطين	%22				
الغرين	%26				
الرمل	%52				

جميع المعاملات سمدت بالسماد النتروجيني (يوريا) 46%N والفوسفاتي (سوبر فوسفات الثلاثي) 45%P2O5 حسب ما موصى بها في منطقة الدراسة .
تم أضافه الزنك بتركيز (صفر أو 3 أو 12)ملغم\كغم تربه على هيئة($ZnSO_4.7H_2O$) نميت النباتات في البيت البلاستيكي . أما معاملات NaCl فقد أضيفت عن طريق ماء الري بإضافة كلوريد الصوديوم إلى ماء الري بتركيز (صفر% , 0,5% , 1,5%) حيث بدأت بعد (17)يوماً من الشتل . بدأ الحصاد بعد (60)يوماً بعد ألزراعه حيث قطع المجموع الخضري وجفف على درجة حرارة (75 م) لمدة 48ساعه ، ثم وزنت المادة الجافة . وضعت جميع العينات في فرن على درجة حرارة (400-450) م لمدة 5 ساعات . أذيبت العينات (الرماد) في حامض HCl وحضرت المحاليل لمعرفة نسبة وجود كل من الصوديوم,البوتاسيوم بجهاز التحليل الطيفي باللهب ، أما الزنك فقدر بجهاز الامتصاص الذري ,وقدر الفسفور بواسطة جهاز (Spectrophotometer),بالطريقة التي اتبعها [17] . تم تحديد مستويات ملوحة التربة (EC) للمعاملات في نهاية الحصاد باستخدام مستخلص ألعجينه ألمشبعه وفقا لـ [16] .
تم أجراء القياسات لتراكيز الصوديوم والبوتاسيوم والزنك والفسفور وملوحة التربة في مختبرات قسم الإنتاج النباتي في المعهد التقني / كوفة .
نفذت التجربة كتجربة عامليه ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معامله , وحللت النتائج إحصائيا حسب اختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 0,05 [18] .

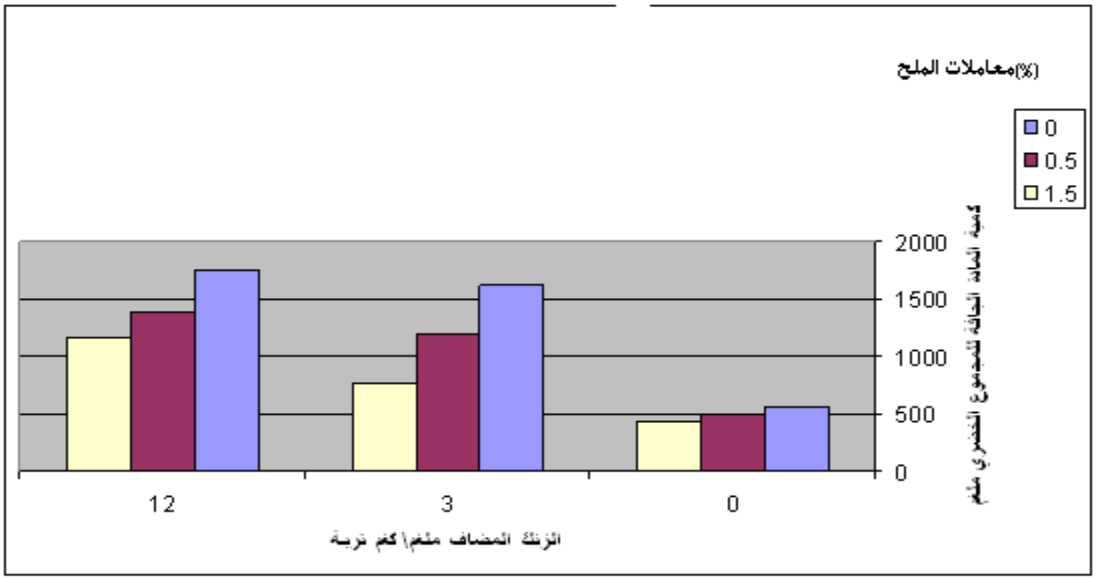
النتائج والمناقشة :

أظهرت النتائج ان معاملة النباتات بكميات مختلفة من كلوريد الصوديوم بعد 17يوم من الشتل عن مستويات متباينة من ملوحة التربة (شكل1). حيث ازداد ال EC كلما زادت إضافة كلوريد الصوديوم، وكانت بحدود ال(4) ملموز/سم في صفر% كلوريد صوديوم وأصبحت ال EC بحدود ال(14) ملموز/سم في 1.5 % كلوريد صوديوم .



شكل(1) تأثير كلوريد الصوديوم في مياه الري على ملوحة التربة عند الحصاد

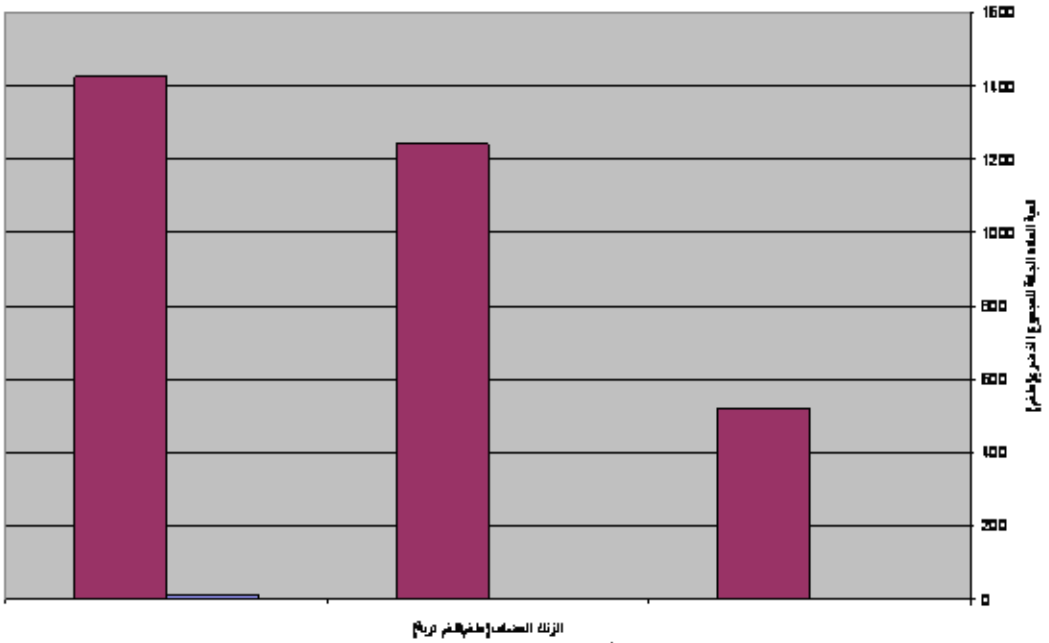
من الشكل(2) اظهرت النتائج ان معاملة المقارنة (صفر) زنك وبغض النظر عن معاملة تركيز NaCl أدت إلى انخفاض كبير في الوزن الجاف للمجموع الخضري , كما أشارت النتائج أيضا في الشكل نفسه إلى ان الانخفاض في الوزن الجاف للنمو الخضري الناتج من إضافة كلوريد الصوديوم كان اقل وضوحا في معاملة المقارنة . وأشارت النتائج أيضا انة وفي معاملة المقارنة نفسها والتي تعاني من نقص الزنك أصلا ظهر ان نقص الزنك هو العامل المحدد لسمية كلوريد الصوديوم في الحد من النمو الخضري , وهذا يتفق مع ما وجدة [15]في دراسة على نبات القمح. كذلك أوضحت النتائج ان اعلي انخفاض في النمو الخضري (بسبب نقص الزنك) قد نتج من معاملة كلوريد الصوديوم بتركيز (1.5%) مقارنة بالتركيزين (صفر, 0.5) % وعندما تم أضافة الزنك بمعدل (3)ملغم\كغم تربه ظهرت زيادة كبيرة في المادة الجافة للمجموع الخضري لجميع تراكيز كلوريد الصوديوم مقارنة بالمعاملة (صفر زنك), وكذلك عند إضافة الزنك بتركيز(12)ملغم\كغم تربه ظهرت زيادة اكبر في المادة الجافة للمجموع الخضري لجميع تراكيز كلوريد الصوديوم مقارنة بمعاملة المقارنة كما واضح بالشكل(2). كما اشارت النتائج ايضاً ان معاملة النباتات بكميات متزايدة من كلوريد الصوديوم قلل كمية المادة الجافه المنتجة في كل معامله من معاملات أضافه الزنك (شكل2) .



شكل(٢) تأثير التداخل بين أضافة الزنك وكلوريد الصوديوم في كمية المادة الجافة للمجموع الخضر:

وأظهرت النتائج ان زيادة كلوريد الصوديوم قللت من نمو المجموع الخضري للنباتات في المعاملة 3ملغم زنك عن النباتات في المعاملة 12 ملغم زنك (شكل2) . وهذا يعني ان اختزال نمو المجموع الخضري حصل اعتمادا على معاملة كلوريد الصوديوم التي كانت أكثر وضوحا في النسب الأقل من أضافه الزنك (3ملغم زنك\كغم تربه) من النسب المرتفعة من الزنك (12ملغم زنك\كغم تربه) ., أي بعبارة اخرى ان زيادة معاملة كلوريد الصوديوم من صفر% إلى 0,5% ومن 0,5 إلى 1,5% في معاملة الزنك 3ملغم\كغم تربه قلل من كمية المادة الجافه المنتجة بنسبة اكبر مما هو عليه عند معاملة النباتات بـ (12) ملغم زنك (شكل2). ومن هذه النتائج يُستنتج ان الزنك أعتبر عاملا وقائيا ضد سمية كلوريد الصوديوم في النباتات.

وأوضحت النتائج المعروضة في الشكل (3) ان تأثير إضافة الزنك كان واضحا ومعنويا في النمو الخضري اذ كانت كمية المادة الجافة للمجموع الخضري لنبات الطماطة بحدود 502 ملغم عند معاملة المقارنة (صفر زنك) وعند إضافة الزنك بتركيز 3 ملغم \ كغم تربة نتجت عنها كمية من المادة الجافة للمجموع الخضري للنبات مقدارها 1230 ملغم وهذا يعني ان إضافة الزنك أدى الى تحسين في النمو الخضري لنبات الطماطة رغم الإجهاد الملحي وعند إضافة الزنك بتركيز 12 ملغم \ كغم تربة الى الباتات أدت الى زيادة اكبر في المجموع الخضري , اذ كانت كمية المادة الجافة للمجموع الخضري للنبات ضمن هذا التركيز من الزنك أعلى من التركيز 3 ملغم \ كغم تربة وهذا ما أكده كل من [10 , 11 , 13] الذين وجدوا ان إضافة كمية كافية من الزنك الى التربة يمكن ان تقلل من تأثير التراكم السمي للصوديوم وتحمل الملوحة مع زيادة في مؤشر النمو الخضري المتمثل في وزن المادة الجافة للمجموع الخضري لنبات الطماطة رغم ظروف الإجهاد الملحي



شكل(3) تأثير اضافة الزنك للتربة في كمية المادة الجافة للمجموع الخضري

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (2) يُلاحظ أن تركيز الزنك في المجموع الخضري للنباتات يكون منخفضا كثيرا عند معاملة المقارنة(صفر زنك) عن النباتات المعاملة بالزنك 3 او 12ملغم زنك. ونلاحظ من الجدول (2) أن في كل معامله من معاملات الملح أن زيادة تركيز الزنك في التربة تؤدي إلى زيادة تركيز الزنك في المجموع الخضري للنبات أي ان تركيز الزنك في النباتات المعاملة بصفر % كلوريد الصوديوم كانت 2.8 ملغم زنك\غم مادة جافة لمعاملة المقارنة(صفر زنك) وأصبحت 13.3 ملغم عند معاملة التربة بـ 3ملغم زنك و 54.5 ملغم عند معاملة التربة بـ12 ملغم زنك,وأن اكبر الزيادات في تركيز الزنك في المجموع الخضري للنبات كانت عند أعلى معاملة ملح 1.5% كلوريد الصوديوم وعند اعلى تركيز زنك (12 ملغم) حيث كانت 74,5 ملغم زنك \ كلغم مادة جافة ,وهذا ما أكده كل من [7] و[19] و[20] . ومن خلال الجدول نفسه أيضا نلاحظ ان رفع مستويات كلوريد الصوديوم تؤدي إلى زيادة تركيز الصوديوم في المجموع الخضري لكل معاملة زنك . حيث كان تركيز الصوديوم في معاملة المقارنة (صفر زنك) 2.2 ملغم\غم مادة جافة عند معاملة الملح صفر % وأصبح 6.2 و15.5 لكل من معاملات الملح 0,5% و 1.5% على التوالي .وأيضا في معاملة الزنك 3 ملغم كانت نسبة الصوديوم في النبات 3.6 , 8.7 ,28.7 ملغم\غم مادة جافة وحسب نسب الملح صفر% , 0,5%, 1.5% على التوالي وأيضا عند معاملة الزنك 12 ملغم كانت النتائج 0,7 ملغم \غم مادة جافة عند معاملة الملح صفر % وأصبحت 5.2 , 21.9 عند معاملات الملح 0.5% و1.5% على التوالي ومن هذا نلاحظ انخفاض تركيز الصوديوم في النبات عند زيادة تراكيز الزنك في التربة حيث أدت الزيادة في اضافة الزنك من 3 -12 ملغم زنك\ كغم تربة إلى انخفاض تركيز الصوديوم من 3.7 إلى 0.7 ومن 8.7 إلى 5.4 ومن 28.7 إلى 21.9 وحسب تراكيز الملح المستعمل صفر % , 0.5% , 1.5% على التوالي ,وكذلك نلاحظ ان زيادة معاملة الزنك تؤدي إلى زيادة تركيز البوتاسيوم في المجموع الخضري وهذا التأثير وجد في كل معاملات كلوريد الصوديوم , أي ادت الزيادة في اضافة الزنك من 3-12 ملغم زنك\كغم تربة إلى زيادة تركيز البوتاسيوم في النبات من 37.8 إلى 40.9 ملغم\غم مادة جافة ومن 25.6 إلى 30.6 ومن 21.0 إلى 22.9 وحسب تركيز معاملات الملح المستعمل صفر % , 0.5% , 1.5% على التوالي وهذا ما أكده [7] حيث وجد أن أضافة الزنك تؤدي إلى زيادة تركيز البوتاسيوم لنبات الرز. وأيضا من الجدول نفسه نلاحظ أن تركيز الفسفور أكبر معنويا في النباتات التي تعاني من نقص الزنك عن النباتات التي تنمو بوجود الزنك 3 او 12ملغم\كغم تربه . ونلاحظ أن زيادة تركيز كلوريد الصوديوم رفع من تركيز الفسفور في معاملة المقارنة(صفر زنك) رفع تركيز الفسفور معنويا من 4.3 عند معاملة صفر % ملح إلى 4.9 و4.8 عند تراكيز الملح 0.5% و1.5% على التوالي, أما في معاملات الزنك 3 و 12ملغم\كغم تربه أن زيادة كلوريد الصوديوم لم تسفر عن تغييرات معنوية في تركيز الفسفور في المجموع الخضري. وأن كل هذه النتائج تشير إلى أن نقص الزنك ربما يغير بين تركيز البوتاسيوم والصوديوم في المجموع الخضري وأيضا أن نقص الزنك يؤدي إلى تراكم كبير للفسفور في المجموع الخضري الذي هو نموذجي جدا لنقص الزنك في المجموع الخضري[9] ,أي أن كل معامله من معاملات كلوريد الصوديوم ان زيادة الزنك تحسن تركيز البوتاسيوم في النبات ,وأيضا أشارت النتائج الموجودة في الجدول رقم(2) أن زيادة معاملة الزنك من 3-12ملغم زنك\كغم تربه تؤثر في زيادة تركيز البوتاسيوم والحد من الصوديوم وان الانخفاض في تركيز الصوديوم في المجموع الخضري هو بسبب زيادة الزنك حيث وجد [7]انخفاض معنوي في تركيز الصوديوم عند أضافه الزنك بمستويات عاليه عند الظروف الملحية للتربة لنوعين من الرز وأيضا وجد كل من [10] و[11] أن إضافة الزنك قلل من نفاذية الصوديوم عبر الأغشية الحيوية للخلايا . من خلال هذه النتائج يتضح ان الزنك يحافظ على ألسلامه ألهيكليه والوظيفيه للخلايا الجذريه على اعتبار أن الزنك يسيطر على تدفق ونفاذية الصوديوم عبر الغشاء البلازمي,وقد تم توثيق ان الزنك هو من المغذيات الصغرى

ألحاسمه في الحفاظ على سلامة أغشية الخلايا الجذريه وبالتالي السيطره على نفاذية الاغشيه [8 و9]. أما في ظل الظروف التي تعاني منها التربة من نقص الزنك أن أغشية خلايا الجذر تكون راشحه جدا مما أدى إلى الامتصاص السلبي المتزايد للايونات مثل الفسفور والحديد [9و21] , فمن الممكن أن نقص الزنك يزيد امتصاص الصوديوم بسبب التأثير المعاكس على سلامة الغشاء وأشير إلى استنتاج مماثل من قبل [13 و 21] . في حين ذكر كل من [22 و 12] أن أضافه كميه كافيه من الزنك مهمه في السيطره على امتصاص الجذور وتراكم الصوديوم في المجموع الخضري.وهذا ما أكده كل من [7 و 10 و 11] .

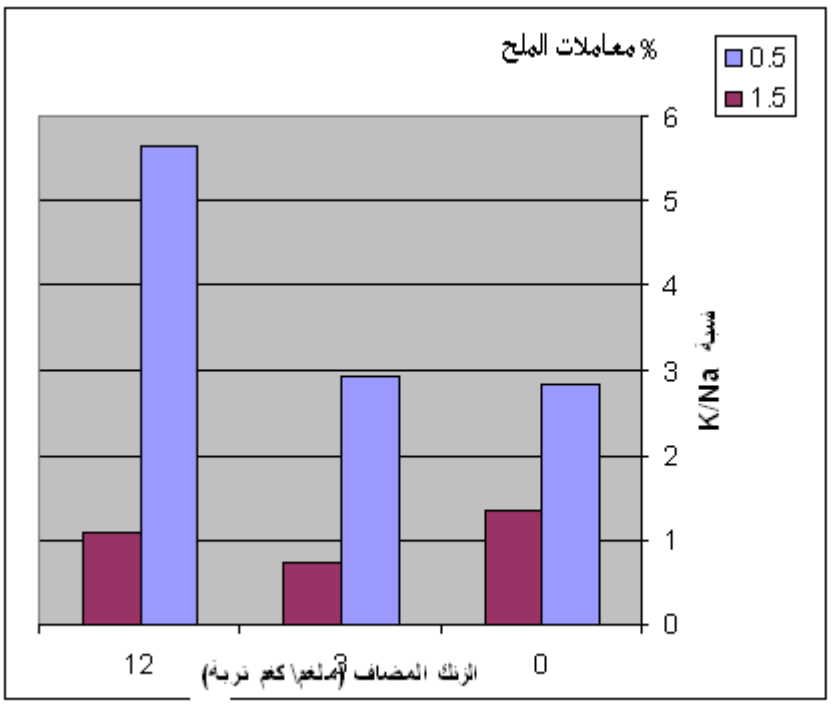
وأيضا من خلال الجدول رقم(2) لوحظ ان النباتات التي تعاني من نقص الزنك كانت تراكيز البوتاسيوم أقل معنويا من المعاملات التي أضيف إليها 3 او12ملغم زنك ربما أدى نقص الزنك إلى زيادة تسرب البوتاسيوم من الخلايا الجذريه حيث وجد [21] زيادة النفاذية السلبية لأغشية خلايا الجذر للنباتات النامية تحت نقص الزنك مما أدى إلى زيادة تدفق البوتاسيوم من الجذور إلى وسط النمو .

جدول(2): تأثير تركيز كل من الزنك و كلوريد الصوديوم في محتوى المجموع الخضري من كل من الزنك و الصوديوم و البوتاسيوم والفسفور .

معاملات الزنك	NaCl/معـــاملات الملح	Zn	Na	K	P
ملغم زنـك \كغم تربة	(%)	ملغم **كغم مـادة جافة**	ملغم \غم مادة جافة		
0	0	2.8 e *	2.2 e	17.8 e	4.3 b
	0.5	3.6 e	6.2 de	17.6 e	4.9 a
	1.5	4.5 e	15.5c	21.2 de	4.8 a
3	0	13.3 d	1	37.8 a	3.1 c
	0.5	18.8 c	3.6 e	25.6 c	2.8 c
	1.5	22.2 c	1	21.0 de	2.7 c
			8.7 d		
			28.7 a		
12	0	54.5 b	0.7de	40.9 a	2.7 c
	0.5	73.6 a	5.4 de	30.6 b	2.8 c
	1.5	74.5 a	20.8 b	22.9 cd	2.7 c

*القيم المختلفة بالحروف لكل عمود تكون مختلفة معنويا عند مستوى احتمال 5%

ومن خلال النتائج يُلاحظ ان نتيجة زيادة امتصاص البوتاسيوم وخفض تراكم الصوديوم فأن النباتات المضاف اليها الزنك بتركيز 12 ملغم / كغم تربة تحوي على أعلى نسبة من (K/Na) مقارنة بالنباتات المضاف اليها الزنك بتركيز 3 ملغم / كغم تربة عند تركيز ملح 0.5 و1.5 % شكل (4) . ان ارتفاع نسبة (K/Na) في كثير من الاحيان هو مؤشر جيد للمقاومة العالية لظروف الشد الملحي [23و24] .



شكل(٤) تأثير زيادة الزنك وكلوريد الصوديوم على نسبة K/Na في المجموع الخضري لنبات الطماطة

يُستنتج من هذه التجربة ان للزنك أهمية كبيرة في تغذية النباتات عن طريق زيادة قدرتها على تحمل الشد الملحي . لذا يُنصح بتحسين تغذية النباتات بالزنك تحت ظروف التربة الملحية التي تعاني من نقص الزنك للحفاظ على نمو خضري جيد .

المصادر : References:

1- السعدي,عبد الستار حسين ,محمود سلمان،فيصل عبد الرحمه . 1998. تقويم أصناف الطماطه تحت الأنفاق ألبلاستيكيه ألواطئه في منطقة صفوان والزبير, مجلة ألزراعه ألعراقيه,مجلد(4)العدد4, (ص22-28) .

2- جواد,كامل سعيد،محمد علي حمزه,حسن كامل علوش 1988 .. خصوبة التربة والتسميد, (ص314-315)،مطبعة التعليم العالي .

3- Tisdale,S.L. and Neldon,W.L.(1975). Soil Fertility and Fertilizer. The Macmillan Company, London .

4- Rengel,Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity plant Cell Environ.15:625-632 .

5- Shabala,S ; V.Demidchik ; L.Shabala ; T.A.Cuin ; S.J.Smith ; A.J.Miller; J.M. Davies and I.A. Newman. 2006. Extracellular Ca ameliorates NaCl-induced K loss from *Arabidopsis* root and leaf cells by controlling plasma membrane K-permeable channels. Plant Physoil., 141: 1653-1665.

6- Epstein,E. 1999. How calcium enhances plant salt tolerance. Science, 248: 744-744.

7- Iqbal,M ; M,Aslam ; A.M. Ranjha and J.Akhter.2000. Salintiy tolerance of Rice as affected by Zn application. Pak.J. Bio.Sci., 3(12) : 2055-2057

8- Welch,R.M ; M.J.Webb and J.F.Lonegaran . 1982 . Zinc in membrane function and its role in phosphorus toxicity. In: proc. 9th . Internatinonal plant Nutrition. Coll. (ed. A. Scaife). Commonw . Agric. Bur., Farnham Royal. Bucks., UK. p.710-715.

9- Cakmak,I. 2000. Role of Zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytol., 146: 18

10- Laugerve,P. 1969. Transport phenomena in membrane. Ange. Wandte Chem., 81: 56-69 .

11- Finkelestein,A. 1987. Water Movement Through Lipid Bilavers, Pores and Plasma Membranes : Theory and Reality. John Wiley and Sons. chick ester.

12- Norvell, W.A. and R.M. Welch. 1993. Growth and nutrient uptake by barley (*Hordeum vulgare* L. cv. Herta): Studies using an N. (2-hydroxyethyl)ethylenedinitrilotriacetic acid-buffered nutrient solution technique.l. zinc ion requirements. Plant physoil ., 101: 619-625 .

13- Alpaslan,M; A. Inal; A. Gunes; Y. Cikili and H. Ozcan. 1999. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill. Cv. Lale) grown under salinity. Turk. J. Agric., 23: 1-6.

14- White, J.G. and R.J. Zasoski. 1999. Mapping soil micronutrients, Field Crop Res., 60: 11-26.

15- Genc,Y; G.K.McDonald and R.D. Graham. 2005. The interactive effects of zinc and salt on growth of wheat, ln: Plant Nutrition for Food Security, Human Health and Environmental Protection. Ed.:C. J. Li. Tsinghua University Press, Beiging. China, pp.548-549.

16- Jackson ,N.L. 1958. Soil Chemical Analysis, 2nd ed. CRC Press, Baton Rouge, FL.

17- الصحاف,فاضل حسين . 1989 . تغذية النبات التطبيقي,بيت ألحكمه, وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , جامعة بغداد , العراق .

18- الراوي,خاشع محمود و عبد العزيز محمد خلف الله . 1980 . تصميم و تحليل التجارب ألزراعيه . مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل – العراق .

19 –Sahu,S.K; G.N. Mitra and S.C. Patni. 1996. Effect of Zn application on uptake of nutrients by rice on Inceptisol. J. Ind. Soc. Soil Sci.,44:795-796.

20- Rashid,M.1996. Effect of Salinity, Sodicity, Zinc and Copper on concentration of micro nutrients in rice . Pak. J. Soil Sci., 12:111-117.

21- Pinton,R ; I.Cakmak and H.Marschner. 1992. Effect of Zinc deficiency on proton fluxes in Plasma Membrane Enriched Vesicles Isolated from Bean Roots. Oxford Journals,Lisci. Life Sciences:Journal of Experimental Botany,44: 623 – 630.

22- Shukla,U.C. and K.G.Prasad. 1974. Amerliorative role of zinc on maize growth under alkali soil condition. Agron.J.,66:804-806.

23- Zhu, J.K.2003 . Regulation of ion homeostasis under salt stress . Curr. Opin . Plant Biol . 6:441-445.

24-Munns , R ; A. James and A.Lauchil. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J.Exp . Bot., 57:1025-1043.