التأثير المتداخل للتركيب الوراثي للذرة الصفراء (*Zea mays* L.) والتسميد النتروجيني والحيوي في جاهزية الحديد في التربة و محتواه في النبات

فرنسيس اوراها جنو *[1] نور الدين شوقي علي **[2] وليد فليح حسن***[3]

* دائرة فحص وتصديق البذور – وزارة الزراعة - جمهورية العراق

* * قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة بغداد - جمهورية العراق

*** قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة الكوفة - جمهورية العراق

المستخلص

تضمنت التجربة الحقلية التي نفذت في الموسم الخريفي لعام 2013 وفي حقل محطة ابحاث ابو غريب العائدة للهيئة العامة للبحوث الزراعية- وزارة الزراعة وفي تربة طينية دراسة تأثير إضافة السماد الحيوي والنتروجيني في جاهزية الحديد في التربة وامتصاصه من قبل التركيبين الوراثيين شهد وفجر والتي تم اختبارهما في تجربة الاصص. تضمنت المعاملات مستويين من التسميد الحيوي (اضافة السماد الحيوي الذي يحوي على الأحياء *A. brasiliensis* و *A. chroococcum* وبمستويين صفر(بدون لقاح) و1 كغم لقاح لكل 50 كغم بذور) وثلاثة مستويات من السماد النتروجيني (اليوريا 46% N) هي صفر و 100 و 200 كغم N هـ$^{-1}$. وأظهرت النتائج تفوق التركيب الوراثي شهد على التركيب الوراثي فجر في الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء وبزيادة قدرها 7.5% وفي حاصل الحبوب وبنسبة زيادة 11%. كان الحديد الجاهز في رايزوسفير تربة الدراسة (بعد 45 يوماً من الزراعة) 6.9 و 5.0 ملغم Fe كغم$^{-1}$ تربة للتركيب الوراثي شهد وفجر على التوالي. تفوقت اضافة السماد الحيوي على عدم الاضافة وبنسب زيادة بلغت 14.2% و32% و44.9% لكل الوزن الجاف وحاصل الحبوب وتركيز الحديد على التوالي. اظهرت النتائج تفوق مستوى الاضافة 200 كغم N هـ$^{-1}$ على مستويات الاضافة 0 و 100 كغم N هـ$^{-1}$ وبنسب زيادة بلغت 55.6% و127.3% و81.9% لكل من الوزن الجاف وحاصل الحبوب وتركيز الحديد في التربة (بعد 45 يوماً من الزراعة) قياساً مع معاملة المقارنة على التوالي.

كلمات مفتاحية : الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) ، تسميد ، حديد

[3] البحث جزء من اطروحة للباحث الثالث

المـقدمـــــة

للحديد دور مهم في انتاجية المحاصيل في العديد من دول العالم ولاسيما في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة الكلسية ومنها ترب العراق (7) . تشير منظمة الصحة العالمية ان نقص بعض المغذيات الصغرى كالحديد والزنك يمثل تهديد رئيس لصحة وتطور سكان العالم وهناك بليوني نسمة تعاني من فقر الدم بسبب نقص الحديد بشكل رئيس (30). على الرغم من ارتفاع محتوى الحديد الكلي في التربة إلا ان الجاهز منه لايسد حاجة النبات في معظم الترب (20) ، وذلك لان الشكل السائد من الحديد في التربة كربونات واكاسيد وهيدروكسيد الحديد والتي تكون غير جاهزة للإمتصاص من قبل جذور النبات (23).

تؤكد الدراسات الحديثة على اهمية الاغناء الحيوي (Biofortification) للنباتات من خلال زيادة جاهزية الحديد في الترب (32). تختلف الاصناف والأنواع النباتية في قابليتها في امتصاص الحديد وفي ستراتيجيات امتصاصـــه (32). وهناك تراكيب وراثية تعمل على تشجيع نقل الحديد وامتصاصه من قبل جذور النباتات وهناك تراكيب وراثية غير كفوءة او اقل كفاءة (8). اما دور الاسمدة النتروجينية فيعتمد على نوع السماد والظروف البيئية المتوافرة المؤثرة في تحولاته بالتربة. فالأسمدة الامونياكية وذات التأثير الحامضي يمكن ان يكون لها دوراً في زيادة الجاهزية للحديد اما النتراتية فإنها يمكن ان تساهم في خفض جاهزية الحديد (19). اكدت دراسات حقلية وجود علاقة بين نقص الحديد (الاصفرار) ومحتوى الترب من النترات لاسيما للمحاصيل الحساسة لنقصه (13). أنتشر في العقدين الأخيرين استعمال نظام التسميد الحيوي في مناطق مختلفة من العالم ومن ضمنها منطقة الشرق الاوسط. إذ ان للأسمدة الحيوية دور فعال في تحسين خصوبة التربة وذلك بسبب قدرتها على تحرير العناصر الغذائية بصفة مستمرة ويمكن ان تغطي او تسد جزءً من احتياجات النباتات المعاملة بها وبهذا تسهم في الحد من استعمال الكيمياويات والتلوث البيئي وتعد مصادر غذائية رخيصة الثمن نسبياً كبدائل عن الاسمدة الكيميائية (31). مما تقدم تهدف الدراسة الحالية الى دراسة التأثير المشترك للتسميد النتروجيني و الحيوي والتركيب الوراثي للذرة الصفراء في الحديد الجاهز في التربة وعلاقة هذه التأثيرات بإنتاجية تراكيب وراثية مختلفة من الذرة الصفراء المزروعة في تربة كلسية.

المواد وطرائق البحث

لدراسة التأثير المشترك للتركيب الوراثي والتسميد النتروجيني والحيوي في الحديد الجاهز في التربة والممتص من قبل الجذور ، نفذت تجربة عاملية للموسم الخريفي 2013 وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات في تربة ذات نسجة طينية مصنفة إلى مستوى تحت المجاميع العظمى (Typic Torrifluvent) طبقاً للتصنيف الأمريكي الحديث ووفقاً لما جاء في Soil survey staff (27). في حقل محطة ابحاث ابو غريب العائدة لدائرة البحوث الزراعية- وزارة الزراعة. أخذت عينات عشوائية للتربة من الطبقة السطحية 0–30 سم ، وبعد إزالة البقايا النباتية

جدول (1) بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة.

الخاصية	الوحدة	القيمة
pH	-	7.61
الايصالية الكهربائية E.C	دسي سمنز.م$^{-1}$	2.30
السعة التبادلية الايونية الموجبة CEC	سنتي مول كغم$^{-1}$ تربة	24.3
المادة العضوية	غم كغم$^{-1}$ تربة	9.65
معادن الكاربونات		166
الجبس		0.32
النتروجين الجاهز	ملغم كغم$^{-1}$ تربة	34.5
الفسفور الجاهز		18.3
البوتاسيوم الجاهز		145
الحديد الجاهز		4.7
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام م$^{-3}$	1.37
الرمل	غم كغم$^{-1}$ تربة	196
الغرين		380
الطين		424
النسجة	طينية Clayey	

جففت التربة هوائياً وطحنت باستعمال مطرقة خشبية ومررت من منخل قطر فتحاته 2 مم ومزجت جيداً لمجانستها ، واخذ منها عينات ممثلة لغرض إجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة والموضحة نتائجها في جدول (1) وفقاً للطرق الموصوفة في Black (12) و Page واخرون (26) وبشور والصائغ (1).

حرثت الأرض بواسطة المحراث المطرحي القلاب ونعمت باستعمال الامشاط القرصية وقُسم الحقل على ألواح بأبعاد 3×3 م للوحدة التجريبية الواحدة ، وتركت مسافة فاصلة بعرض 2.5 م بين لوح وأخر لمنع انتقال الأسمدة والسيطرة على حركة الماء من معاملة إلى أخرى. زرعت بذور الهجين شهد والصنف

التركيبي فجر للذرة الصفراء في 2013/7/17 في خطوط داخل الواح وبمسافة 75 سم بين خط وأخر و 20 سم بين الجورة وأخرى بمعدل اربعة خطوط لكل وحدة تجريبية. وضعت في كل جورة من 2- 3 بذرات ، وخفت النباتات الى نبات واحد بعد اسبوعين من البزوغ. اضيف السماد النتروجيني على هيئة اليوريا (N%46) وبثلاثة مستويات (0 و100 و200 كغم N هـ$^{-1}$) ، وأضيفت الكمية على دفعات. اما السماد الحيوي الذي يحوي على الاحياء (*Azotobacter chroococcum* و *Azosprillium brasiliensis*) (تم الحصول عليه من المركز الوطني للزراعة العضوية– البرنامج الوطني للمكافحة المتكاملة – وزارة الزراعة) وبمستويين (صفر : بدون لقاح) و (1 كغم لقاح لكل 50 كغم بذور) (25) حيث تم التلقيح بخلط البذور مع اللقاح بالماء المقطر والمعقم وإضافة الصمغ العربي بعد ان غسلت البذور بماء مقطر معقم ثم جرى تعقيمها باستعمال 1% من محلول هايبوكلورات الصوديوم وبعد ذلك غسلت مرة اخرى بالماء المقطر لإزالة آثار المعقِم وتركت لمدة نصف ساعة قبل الزراعة (14). وأضيف السماد الفوسفاتي بالمستوى 80 كغمP هـ$^{-1}$ على هيئة سماد السوبر فوسفات الثلاثيTSP ، (20% p) بدفعة واحدة قبل الزراعة كما اضيف السماد البوتاسي بالمستوى 100 كغم K هـ$^{-1}$ على هيئة سماد كبريتات البوتاسيوم (K 41.5%)ولكافة المعاملات عدا المقارنة. زرعت بذور الذرة الصفراء للتراكيب الوراثية (شهد و فجر) في الموسم الخريفي بتاريخ 2013/7/17 في سطور داخل الواح وبمسافة 75 سم بين خط وآخر و 20 سم بين جورة وأخرى للحصول على كثافة نباتية 66666 نبات هـ$^{-1}$ (5). وضعت في كل جورة من 4-5 بذرات، خفت النباتات الى نبات واحد لكل جورة بعد اسبوعين من البزوغ. وتم ادارة المحصول من ري وإزالة الادغال وبالطرائق المثلى المتبعة في المحطة.

تم اخذ عينات التربة من كل وحدة تجريبية من التربة الملاصقة لجذور النبات والتي تمثل قدر الامكان منطقة المحيط الجذري الرايزوسفير (Rhizosphere soil) خلال مرحلتين من مراحل نمو النبات هي 45 و 60 يوما من البزوغ (تمثل مرحلتي النمو الخضري والحريرة) لدراسة التغير في درجة تفاعل التربة (الـpH) خلال مراحل نمو النبات. هذا فضلاً عن دراسة جاهزية الحديد في التربة وتأثير التسميد الحيوي و النتروجيني في جاهزيته. وعند نهاية التجربة تم اخذ عينات التربة من موقع المذكور آنفاً وتم تقدير درجة تفاعل التربة والحديد الجاهزة في التربة. اخذت عينات النبات عند المراحل 45 و 60 يوما من البزوغ حيث تم اخذ الورقة الثالثة والرابعة عند المرحلة الاولى والورقة تحت ورقة العرنوص الرئيسي عند مرحلة الحريرة حيث تم قياس تركيز الحديد في النبات وعند وصول النباتات الى مرحلة النضج حصدت النباتات وتم حساب الوزن الجاف من معدل عشرة نباتات اخذت عند الحصاد وذلك بعد ان جففت في الفرن الكهربائي (الحاوي على المفرغة) على درجة حرارة 65 ^{0}م (338 مطلقة) لمدة 48 ساعة (او حتى ثبات الوزن). وكذلك حسب وزن الحبوب على اساس طن

متـري هـ$^{-1}$ (ميكـاغرام هـ$^{-1}$) بعـد تعـديل الـوزن لرطوبــة 12% (5). هضــمت العينــات النباتيــة (الجزء الخضري) باستعمال مزيج من حـامض الكبريتيك المركز و حامض البيركلورك (60%) بنسبة 1:3 وبعد انتهـاء عمليـة الهضـم تـم تقـدير تركيــز الحديــد باســتعمال جهــاز الامتصــاص الـذريAtomic absorption وفقـا للطريقـة الواردة في Kalra (21).

النتائج والمناقشة

1. حاصل المادة الجافة للنبات

يعبر الوزن الجاف للنبات عن كمية المواد الغذائية المتراكمة في اجزائه فوق سطح التربة. تشير النتائج جدول 2 ان تفوق التركيب الوراثي شهد معنوياً في وزن المادة الجافة الكلية والذي اعطى 21.72 ميكاغرام هـ$^{-1}$ عن التركيب الوراثي فجر الذي اعطى 20.14 ميكاغرام هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة للتركيب الوراثي شهد مقدارها 7.8% عن التركيب الوراثي فجر. ويعود سبب الزيادة في المادة الجافة الى علاقة الارتباط الموجبة بين الوزن الجاف للنبات والمساحة الورقية (17). وبينت النتائج ان اضافة السماد النتروجيني بالمستويات 0 و100 و200 كغم N هـ$^{-1}$ ادى الى زيادة معنوية في وزن المادة الجافة وهذا يدل على اهمية النتروجين في زيادة نمو النبات المتمثل بحاصل المادة الجافة واعطى اعلى زيادة مع المستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ على المستوى 0 كغم N هـ$^{-1}$. وكان حاصل المادة الجافة 15.89 و 22.18 و 24.73 ميكاغرام هـ$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و100 و200 كغم N هـ$^{-1}$ على التوالي وبنسبة زيادة مقدارها 55.6 و 11.5% قياسا بالمستويين 0 و 100 كغم N هـ$^{-1}$. وتتفق هذه النتيجة مع العزاوي (10) وظاهر (6). اثر التسميد الحيوي معنويا في زيادة حاصل المادة الجافة بالقياس الى عدم التسميد وكانت القيم 22.32 و19.54 ميكاغرام هـ$^{-1}$ لكل من معاملتي التسميد الحيوي وعدم التسميد بالترتيب وبنسبة زيادة في حاصل المادة الجافة 14.2% نتيجة التسميد الحيوي. ويعزى الى دور التسميد الحيوي في زيادة جاهزية المغذيات في التربة بالإضافة الى قدرة هذه الاحياء المجهرية على تثبيت النتروجين حيوياً، فضلاً عن دور التسميد الحيوي في تطوير وزيادة البناء المعماري للجذور والذي انعكس ايجاباً في زيادة حاصل المادة الجافة (6 و 9). ويلاحظ ان تأثير التداخل الثنائي بين التركيب الوراثي ومستوى السماد النتروجيني كان معنويا وان اعلى معدل لحاصل المادة الجافة تحقق مع التركيب الوراثي شهد عند المســتوى 200 كغم Nهـ$^{-1}$ (25.26 ميكاغرام هـ$^{-1}$) واقل معدل لحاصل المادة الجافة مع التركيب الوراثي فجر عند المستوى 0 كغم N هـ$^{-1}$ (14.78 ميكاغرام هـ$^{-1}$). والتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي والتسميد الحيوي حقق اعلى القيم مع التركيب الوراثي شهد المسمد حيويا (23.22 ميكاغرام هـ$^{-1}$) بالقياس الى التركيب الوراثي فجر غير المسمد حيويا الذي اعطى اقل القيم (18.86 ميكاغرام هـ$^{-1}$) وبينت نتائج جدول 2 ان التداخل بين التسميد الحيوي والتسميد النتروجيني اثر معنوياً في معدل حاصل المادة الجافة للنبات وان اعلى معدل 26.28 ميكاغرام هـ$^{-1}$ تحقق مع إضافة السماد الحيوي والتسميد النتروجيني عند المستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ واقل معدل 14.52 ميكاغرام هـ$^{-1}$ في المعاملة التي لم تسمد حيويا ولا نتروجينياً. وتشير نتائج التداخل الثلاثي الى

ان التركيب الوراثي شهد عند التسميد الحيوي والتسميد النتروجيني بالمستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ حقق اعلى معدل لحاصل المادة الجافة وكان27.01 ميكاغرام هـ$^{-1}$ بالقياس الى التركيب

جدول (2) تاثير التركيب الوراثي و التسميد الحيوي و النتروجيني في حاصل المادة الجافة لنبات الذرة الصفراء (ميكَاغرام هـ$^{-1}$)*

التركيب الوراثي	السماد الحيوي	السماد النتروجيني			التركيب الوراثي × السماد الحيوي
		0	100	200	
شهد	- بدون التسميد	15.72	21.44	23.51	20.22
	+ مع التسميد	18.26	24.38	27.01	23.22
فجر	- بدون التسميد	13.36	20.36	22.85	18.86
	+ مع التسميد	16.21	22.52	25.55	21.43
L.S.D 0.05		1.4			0.78
التركيب الوراثي		السماد النتروجيني			معدل التركيب الوراثي
		0	100	200	
شهد		16.99	22.91	25.26	21.72
فجر		14.78	21.44	24.20	20.14
L.S.D 0.05		0.96			0.55
السماد الحيوي		السماد النتروجيني			معدل السماد الحيوي
		0	100	200	
- بدون التسميد		14.52	20.90	23.18	19.54
+ مع التسميد		17.23	23.45	26.28	22.32
L.S.D 0.05		0.96			0.55
معدل N		15.89	22.18	24.73	-
L.S.D 0.05		0.68			-

* ميكَاغرام هـ$^{-1}$ = طن متري هـ$^{-1}$ = 1000 كغم هـ$^{-1}$

الوراثي فجر تحت عدم اضافة السماد الحيوي والسماد النتروجيني بالمستوى 0 كغم N هـ$^{-1}$ التي اعطى اقل معدل لحاصل المادة الجافة كان 13.36 ميكاغرام هـ$^{-1}$.

2. حاصل الحبوب

ان حاصل الحبوب في وحدة المساحة هو الهدف الاساس الذي يسعى اليه المنتج ، ويعد حاصل الحبوب الكلي دالة كل من حاصل النبات الواحد وعدد النباتات بوحدة المساحة ـ وهو اهم مقياس حقلي يعطي التقييم النهائي للصنف وعوامل النمو المتاحة (15). اظهرت نتائج جدول 3 تأثير واضح للتركيب الوراثي ومستوى النتروجين والتسميد الحيوي في حاصل الحبوب، ويتضح ان التركيب الوراثي اثر معنوياً في حاصل الحبوب واقترن اعلى حاصل 7.59 ميكاغرام هـ$^{-1}$ للحبوب للتركيب الوراثي شهد متفوقاً على التركيب الوراثي فجر الذي اعطى 6.84 ميكاغرام هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 11.0% عن التركيب الوراثي فجر. كان من بين الصفات المهمة في زيادة حاصل الذرة الصفراء في الهجين شهد بقاء الاوراق خضراء (stage-green) عند النضج وكفائتها العالية في الاستفادة من الضوء الساقط عليها فأعطت النباتات مدة اطول لامتلاء الحبة وعدد حبوب اعلى للنبات ووزن حبة اقل مقارنة بالصنف التركيبي فجر. واظهرت النتائج تفوقاً معنوياً لمستوى الاضافة 200 كغم N هـ$^{-1}$ على المستويين 0 و 100 كغم N هـ$^{-1}$. اذ ان معدل حاصل الحبوب كان 4.25 و 7.73 و 9.66 ميكاغرام هـ$^{-1}$ عند مستويات الاضافة 0 و100 و200 كغم N هـ$^{-1}$ على التوالي وبنسبة زيادة مقدارها 127.3 و 25.0 % قياسا بالمستويين 0 و 100 كغم N هـ$^{-1}$.

وكانت الكفاءة الحقلية (إنتاجية السماد) للمعاملة (200 كغم N هـ$^{-1}$) بالقياس الى معاملة عدم إضافة النتروجين (0 كغم N هـ$^{-1}$) هي 25 كغم حاصل حبوب كغم$^{-1}$ N مضاف او (11.5 كغم حاصل حبوب كغم$^{-1}$ سماد يوريا) بالنسبة للتركيب الوراثي شهد. ان زيادة النتروجين الى 200 كغم N هـ$^{-1}$ زادت من فعالية التمثيل الكاربوني لارتباط النتروجين مع المساحة الورقية ومحتوى الكلورفيل في الاوراق وإطالة مدة بقاء الاوراق خضراء والتي بدورها تزيد من عدد المبايض المخَصَّبة (16) والذي بالتالي سيزيد من عدد الحبوب في النبات فيزداد الحاصل. اما االتركيب الوراثي فجر فكانت كفاءته الحقلية بالنسبة للتسميد النتروجيني 21 كغم حاصل حبوب كغم$^{-1}$ N مضاف او (9.6 كغم حاصل حبوب كغم$^{-1}$ سماد اليوريا المضاف). ان الكفاءة الحقلية تُظهر اهمية التسميد النتروجيني وجدواه الاقتصادية. اتفقت هذه النتائج مع ماتوصل اليه العزاوي (10) وظاهر (6) حيث وجدوا ان اضافة السماد النتروجيني بمستويات مختلفة تصل الى 240 كغم N هـ$^{-1}$ ادت الى زيادة حاصل الحبوب في وحدة المساحة. وبينت نتائج جدول 3 ان التسميد الحيوي أثر معنوياً في زيادة حاصل الحبوب بالقياس الى عدم التسميد وكان معدل حاصل الحبوب 8.21 و 6.22 ميكاغرام هـ$^{-1}$ لكل من معاملة إضافة التسميد الحيوي وعدم التسميد بالترتيب ، وبنسبة زيادة في حاصل الحبوب 32.0% نتيجة التسميد الحيوي. ان الدور المهم للتسميد الحيوي في زيادة النمو والحاصل للمادة الجافة وحاصل الحبوب يمكن ان يكون بسبب الدور المهم للتسميد الحيوي في زيادة جاهزية

جدول (3) تاثير التركيب الوراثي و التسميد الحيوي و النتروجيني في حاصل الحبوب لنبات الذرة الصفراء (ميكَاغرام هـ$^{-1}$)

التركيب الوراثي	السماد الحيوي	السماد النتروجيني			التركيب الوراثي × السمادالحيوي
		0	100	200	
شهد	- بدون التسميد	3.82	7.02	8.84	6.57
	+ بدون التسميد	4.96	9.32	11.53	8.60
فجر	- بدون التسميد	3.51	6.35	7.72	5.86
	+ بدون التسميد	4.68	8.82	10.55	7.81
L.S.D 0.05		1.10			0.64
التركيب الوراثي		السماد النتروجيني			معدل التركيب الوراثي
		0	100	200	
شهد		4.41	8.17	10.19	7.59
فجر		4.09	7.28	9.13	6.84
L.S.D 0.05		0.78			0.45
السماد الحيوي		السماد النتروجيني			معدل السماد الحيوي
		0	100	200	
- بدون التسميد الحيوي		3.69	6.68	8.28	6.22
+ بدون التسميد الحيوي		4.82	8.77	11.04	8.21
L.S.D 0.05		0.78			0.45
معدل N		4.25	7.73	9.66	-
L.S.D 0.05		0.55			-

* ميكَاغرام هـ$^{-1}$ = طن متري هـ$^{-1}$ = 1000 كغم هـ$^{-1}$

العناصر الغذائية في التربة ولاسيما النتروجين والمغذيات الصغرى مثل الحديد التي تكون قليلة الجاهزية في الترب الكلسية ، بالاضافة الى قدرة هذه الاحياء على تحفيز نمو النبات كونها بكتريا مشجعة لنمو النبات من خلال تثبيتها للنتروجين الجوي ودورها في انتاج الهرمونات النباتية المختلفة. وكان تأثير التداخل الثنائي بين التركيب الوراثي ومصدر السماد النتروجيني معنوياً (جدول 3). اعطى التركيب الوراثي شهد اعلى معدل 10.19 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ لحاصل الحبوب عند المستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ متفوقاً على التركيب الوراثي فجر الذي اعطى 4.09 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ عند المستـوى 0 كغم N هـ$^{-1}$. تعزى هذه النتيجة الى الخصائص التي تمتاز بها الهجن مقارنة بالاصناف التركيبية في قدرتها على الاستفادة بشكل اكبر من المدخلات في عوامل الانتاج. اتفقت هذه النتيجة مع ماحصل عليه El-Komy, Hesham(17) على كفاءة الهجين في الاستفادة من كميات السماد النتروجيني المضاف في زيادة حاصل الحبوب وقدرتها على تجميع المادة الجافة بشكل اكبر بعد مرحلة التزهير وفي طول مدةامتلاء الحبة مما يؤدي الى توفير مواد ايضية جاهزة لمناش البذور كي تتشكل وتعطي عدد اكثر فيزداد حاصل حبوب النبات. والتداخل الثنائي بين التركيب الوراثي والتسميد الحيوي حقق اعلى القيم مع التركيب الوراثي شهد المسمد حيويا 8.60 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ بالقياس الى التركيب الوراثي فجر غير المسمد حيويا الذي اعطى اقل القيم 5.86 ميكَاغرام هـ$^{-1}$. ويعزى ذلك الى قدرة الهجين شهد على الاستفادة من افرازات الاحياء المجهرية وقدرتها على زيادة المغذيات الجاهزة وانعكس ذلك بزيادة حاصل الحبوب وفي طول مدةامتلاء الحبة. ويتضح من التداخل بين التسميد الحيوي والسماد النتروجيني وجود تاثير معنوي. اعلى معدل 11.04 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ لحاصل الحبوب تحقق مع إضافة السماد الحيوي والتسميد النتروجيني عند المستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ واقل معدل 3.69 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ في المعاملة التي لم تسمد حيويا ولا نتروجينياً. ومن هذا التداخل يلاحظ ان التسميد الحيوي لوحده او التسميد الحيوي + المستوى 100 كغم N هـ$^{-1}$ عوض عن التسميد الكيميائي وبشكل جيد جدا وهذا مهم من الناحية الاقتصادية والبيئية. وتشير نتائج التداخل الثلاثي بين العوامل الثلاثة الى ان التركيب الوراثي شهد عند التسميد الحيوي والسماد النتروجيني بالمستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$ اثر معنوياً ، وحقق اعلى معدل 11.53 ميكَاغرام هـ$^{-1}$ لحاصل الحبوب بالقياس الى التركيب الوراثي فجر الذي لم يسمد حيوياً ولا معدنياً بالنتروجين التي اعطى اقل معدل 3.51ميكَاغرام هـ$^{-1}$ لحاصل الحبوب.

3. درجة تفاعل منطقة الرايزوسفير في مدد معينة من البزوغ

يلاحظ من الجدول 4 ان التسميد الحيوي خفض قيم الـpH معنوياً بالقياس الى عدم التسميد ولكافة المدد الزمنية. ان دور التسميد الحيوي في التربة ولاسيما التاثير في درجة تفاعل التربة يمكن ان يعزى الى عدد من الاسباب منها كون الاحياء المجهرية المستعملة عبارة عن بكتريا مشجعة لنمو النبات PGPB وتشجيع النمو يتأتى من الافرازات المختلفة ومنظمات النمو والسايدروفورسات التي تنتجها هذه الاحياء ومن ثم تُحَّسن من نمو الجذور والنبات فضلا عن

افرازات الاحياء وهذه كلها مجتمعة تخفض من درجة تفاعل التربة. وتوصلت نتائج ظاهر (6) الى استنتاج مشابه لهذا الاستنتاج. اثر التسميد النتروجيني معنويا في خفض الـpH بالقياس الى عدم التسميد ولمدد النمو كافة واقترن إنخفاض الـpH مع زيادة مستوى التسميد النتروجيني. ان دور السماد النتروجيني في خفض درجة تفاعل التربة يمكن ان يعزى الى اكسدة الامونيوم (الناتج من التحلل المائي لسماد اليوريا) بعملية النترجة وتحرر ايونات الهيدروجين التي تقوم بخفض درجة التفاعل (19 و 11) ، او نتيجة زيادة نمو الجذور وتغيير في معمارية الجذور ولاسيما مصدر الامونيوم للتسميد النتروجيني ومن ثم زيادة الافرازات التي تسهم في خفض درجة التفاعل. وهذه النتائج بالاتجاه نفسه لنتائج العزاوي ، (10) التي توصل فيها الى ان التسميد النتروجيني خفض درجة تفاعل التربة في رايزوسفير محصول الذرة الصفراء. أثر التركيب الوراثي معنوياً في pH الرايزوسفير وأقترن التركيب الوراثي شهد بقيمة pH أقل من التركيب الوراثي فجر ولمدد النمو كافة (جدول 4). يلاحظ ايضاً من جدول 4 ان قيم درجة تفاعل التربة انخفضت بشكل عام عند مرحلة الحريرة (بعد 60 يوماً من البزوغ) ثم عادت درجة تفاعل التربة مرة اخرى الى الارتفاع في مرحلة النضج (بعد 120 يوماً من البزوغ) ويعزى الارتفاع عند مرحلة النضج الى السعة التنظيمية العالية للتربة

4. الحديد الجاهز في رايزوسفير تربة الدراسة في مدد معينة من البزوغ

تبين النتائج في الجدول 5 تفوق التركيب الوراثي شهد معنوياً في تركيز الحديد الجاهز في التربة عن التركيب الوراثي فجر. ان زيادة تركيز الحديد في تربة التركيب الوراثي شهد مقارنة مع التركيب الوراثي فجر يوضح قدرة هذا التركيب الوراثي على افراز مركبات تزيد من جاهزية الحديد. وهذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه Von Wiren وأخرون (28) حول اصناف اخرى من الذرة الصفراء. كما اثر التسميد النتروجيني معنوياً في تركيز الحديد الجاهز في التربة وتفوق مستوى الاضافة 200 كغم N هـ$^{-1}$على المستويين 0 و 100 كغم N هـ$^{-1}$. ان تأثير التسميد النتروجيني في زيادة جاهزية الحديد يمكن ان يعزى الى دور السماد النتروجيني في خفض درجة تفاعل التربة (جدول 4) بالإضافة الى دور السماد النتروجيني ولاسيما الحاوي على الامونيوم في زيادة البناء المعماري للجذور وتنشيط الانزيمات النباتية والذي بدوره انعكس في زيادة قدرة الجذور على افراز المركبات التي تزيد من جاهزية الحديد في التربة. وهذه النتائج في السياق نفسه لما توصل اليه العزاوي (10). تأثير إضافة السماد الحيوي هي الاخرى كانت معنوية بالقياس الى عدم الاضافة. ان تاثير التسميد الحيوي في زيادة جاهزية الحديد في التربة يأتي من قدرة الاحياء *Azotobacter + Azospirillum* على احداث تغيرات مهمة في pH التربة (جدول 4) ومن ثم في معايير النمو المختلفة مثل تحفيز نمو وتطور المجموعة الجذرية وكذلك انتاج منظمات النمو المختلفة مثل thiamin و indole acetic acide و gibberellins التي تزيد من جاهزية المغذيات ولاسيما الحديد للنبات (24 و 9) . هذا فضلاً عن إفراز كميات مرتفعة من السايدروفورسات المايكروبية Siderophores

التي تُحّسن من جاهزية الحديد في التربة وامتصاصه من قبل النبات ومن هنا يتبين ان الاحياء في التربة تلعب دوراً هاماً في كمية الحديد الممتصة من قبل النبات في ظل ظروف النقص (22). وهذه النتائج بالاتجاه نفسه لنتـائـــج EL-Kom و Hesham (17) التي توصلوا فيها الى ان التسميد الحيوي أدى الى زيادة مقاومة نبات الذرة الصفراء لإجهاد الحديد.

جدول (4) قيم pH التربة لمنطقة الرايزوسفير في مدد مختلفة (يوماً من البزوغ)

المعاملة	المدة بعد البزوغ (يوماً)		
	45	60	120
V1B0N0	7.52	7.48	7.56
V1B0N1	7.40	7.37	7.50
V1B0N2	7.34	7.30	7.46
V1B1N0	7.36	7.32	7.45
V1B1N1	7.28	7.20	7.41
V1B1N2	7.23	7.16	7.36
V2B0N0	7.54	7.45	7.60
V2B0N1	7.45	7.39	7.57
V2B0N2	7.38	7.35	7.51
V2B1N0	7.41	7.35	7.53
V2B1N1	7.37	7.32	7.45
V2B1N2	7.30	7.27	7.41
$L.S.D_{0.05}$	0.10	0.09	0.10

V1 : التركيب الوراثي شهد و V2 : التركيب الوراثي فجر

B0 : بدون تسميد حيوي و B1 : تسميد حيوي

N0 و N1 و N2 : 0 و100 و 200 كغم N هـ$^{-1}$ بالترتيب

جدول (5) الحديد الجاهز (ملغم Fe كغم$^{-1}$ تربة) في رايزوسفير تربة الدراسة في مدد معينة من البزوغ

المعاملة	المدة بعد البزوغ (يوماً)		
	45	60	120
V1B0N0	4.15	3.62	3.25
V1B0N1	5.43	7.44	4.97
V1B0N2	7.02	8.74	5.83
V1B1N0	5.82	8.54	5.18
V1B1N1	7.76	9.71	6.34
V1B1N2	10.97	11.80	9.59
V2B0N0	3.34	3.05	2.73
V2B0N1	4.20	5.27	3.52
V2B0N2	6.15	7.13	4.61
V2B1N0	4.57	6.98	4.27
V2B1N1	6.35	8.11	5.90
V2B1N2	8.43	9.05	7.22
$L.S.D_{0.05}$	1.53	1.55	1.03

جدول (6) تاثير التركيب الوراثي والتسميد الحيوي والنتروجيني في تركيز الحديد (ملغم Fe كغم$^{-1}$ مادة جافة نباتية) في نباتات الذرة الصفراء بعد مدد من البزوغ

المعاملة	المدة بعد البزوغ (يوماً)		
	45	مرحلة الحريرة	النضج
V1B0N0	135.2	147.3	140.1
V1B0N1	143.5	154.6	149.7
V1B0N2	148.1	167.4	155.9
V1B1N0	151.8	170.1	167.8
V1B1N1	167.3	187.7	171.5
V1B1N2	175.6	194.2	183.4
V2B0N0	128.4	135.6	132.5
V2B0N1	132.7	143.4	138.7
V2B0N2	137.8	161.8	147.2
V2B1N0	149.1	164.5	149.1
V2B1N1	154.5	169.2	157.0
V2B1N2	163.2	182.6	174.8
$L.S.D_{0.05}$	7.41	6.77	11.65

ويلاحظ من الجدول ان المعاملات التي احتوت على حديد أعلى من الحد الحرج التي حصل عليه جارالله (3) و جابر (2) لترب من الفرات الاوسط هي المعاملات للتركيب الوراثي شهد مع التسميد النتروجيني العالي والتسميد الحيوي. مما يعزز ويؤكد دورهما في زيادة جاهزية الحديد في التربة. من النتائج اعلاه يتضح الدور المهم للتسميد الحيوي والنتروجيني في زيادة جاهزية الحديد في التربة للنبات عن طريق خفض درجة تفاعل التربة (جدول 4) وبالتالي زيادة اختزال الحديد الثلاثي غير الجاهز للنبات الى الحديد الثنائي الجاهز للامتصاص من قبل جذور النبات.

5. التركيز الكلي للحديد في اوراق نبات الذرة الصفراء

يلاحظ من النتائج في الجدول 6 ان تركيز الحديد في المجموع الخضري ولمدد النمو المختلفة كان متأثرا بالتسميد الحيوي بالقياس الى عدم التسميد وبالتسميد النتروجيني لاسيما

المستوى الاعلى. كما اثر التركيب الوراثي معنوياً في تركيز الحديد وكان اعلى تركيز للحديد مع التركيب الوراثي شهد بالقياس الى التركيب الوراثي فجر. ولهذا كان التركيز الاعلى لكافة المعاملات مع التركيب الوراثي شهد المسمد حيوياً وبمستوى 200 كغم N هـ$^{-1}$. أزداد تركيز الحديد في مرحلة الحريرة بالقياس الى المراحل الاخرى. وهذا يمكن ان يفسر على اساس إدارة التسميد النتروجيني والتي ادت الى زيادة تركيزه في مرحلة الحريرة (جدول 6) ومن ثم نشاط جيد للأحياء المجهرية وازدياد في اعداها وتجهيز جيد للحديد. هذا فضلاً عن انخفاض قيم pH التربة ووصوله الى قيمة تقترب من التعادل عند هذه المرحلة من النمو وفي المعاملة التي سمدت بالنتروجين والتسميد الحيوي (جدول 4) تركيز الحديد في نباتات الذرة الصفراء في المراحل كافة ولاسيما في مرحلة الحريرة كانت ضمن المستوى المناسب لنبات الذرة الصفراء (29).

المصادر

1. بشور ، عصام وأنطوان الصائغ. 2007. طرق تحليل ترب المناطق الجافة وشبه الجافة. الجامعة الامريكية. بيروت. لبنان.

2. جابر، زينة .2014. حالة الحديد في ترب الفرات الاوسط وكفاءة استعماله من قبل محصول الحنطة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة جامعة القاسم الخضراء. جمهورية العراق.

3. جار الله ، عباس خضير. 2005. تقييم الواقع الخصوبي للحديد واستجابة نبات الحنطة في بعض ترب السهل الرسوبي. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. جمهورية العراق.

4. الساهوكي ، مدحت مجيد . 1990. الذرة الصفراء انتاجها وتحسينها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. العراق.

5. الساهوكي ، مدحت و وهيب ، كريمة محمد .1990. تطبيقات في تصميم وتحليل التجارب. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.

6. ظاهر ، عبد الزهرة طه. 2001. استجابة نباتات الذرة الصفراء للتلقيح ببعض انواع بكتريا الازوسبيرلم المعزولة محلياً. اطروحة دكتوراه . جامعة بغداد. العراق.

7. العابدي ، جليل سباهي .1989. وضع العناصر النادرة في الترب العراقية. ندوة العناصر المغذية الصغرى الخامسة. ملخصات البحوث. الاسماعيلية. جامعة قناة السويس : 3- 6. مصر

8. العامري ، عباس علي. 2011. تأثير الحديد والزنك والبيكاربونات في نمو وحاصل بعض اصناف الحنطة وعلاقتها ببعض مضادات الاكسدة الانزيمية. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. جمهورية العراق.

9. العبيدي ، زكريا حسن حميد. 2013. تأثير حامض الساليسلك والبكتريا المحفزة للنمو في نشاط مضادات الأكسدة الانزيمية وغير الانزيمية في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea may* L.) تحت إجهاد NaCl. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. جمهورية العراق.

10. العزاوي ، كاظم مكي ناصر. 1988. تأثير اضافة النتروجين والحديد على نمو وحاصل الذرة الصفراء ومحتوى بعض العناصر الغذائية في التربة والنبات. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.

11. علــي ، نــور الــدين شــوقي . 2012. تقانــات الاســمدة واســتعمالاتها. وزارة التعلــيم العــالي والبحــث العلمــي . الــدار الجامعيــة للطباعــة والنشر. جامعة بغداد. جمهورية العراق

12. Black, *C*.A. 1965. Methods of soil analysis -physical and mineralogical soil properties. Part.1. SSSA. Madison, Wisconsin, USA.

13. Bloom, P. R.; W.R George; A.L. John and Andrew, J.S. 2011. Soil nitrate is a causative factor in iron deficiency chlorosis in soybeans. Soil Sci. Soc. Am. J.75: 2233-2241.

14. Boshan, Y.; G. Holguin and Lifshitz, R. 1993. Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria. In: Methodes in Plant Molecular Biology and Biotechnology: 331-345.

15. Dwyer, L.M., and M.A. Tollenaar. 1989. Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivars 1959 to 1988. Con. J. Plant. Sci. 69: 81-91.

16. Egli, D.B. 1998. Seed growth and development. In K.J. Boote (Eds). Physiology and determination of crop yield. ASA, CSSA. And SSSA, Madison, WI. : 127-128.

17. El-Komy, M. and A. Hesham 2004. Co-immobilization of *Azospirillum lipoferum* and *Bacillus megaterium* for successful phosphorus and nitrogen nutrition of wheat plants. Food Technology . Biotechnol., 43 (1): 19-27.

18. Elsahookie, M. M. 1985. A shortcut method for estimating plant leaf area in maize. J. Agronomy Crop Sci.154: 157-160.

19. Havlin, J.L.; S.L.Tisdale.; J.D.Beaton and Nelson, W.L. 2005. Soil fertility and fertilizers ,An introduction to nutrient management. 7th Ed. Printice Hall ,New Jersey. USA.

20. Jolly, V.D. and J.C. Brown. 1994. Genetically controlled uptake and use of iron by plant. In : J.A. Manthey, D.E. Crowley and D.G. Luster (Eds.), USA. Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere. CRC press: 164.

21. Kalra, Y.P. 1998. Handbook: Reference Methods for Plant Analysis. Soil and Plant Analysis Council, lnc. USA.

22. Khan, A.G. 2005. Role of soil microbes in the Rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils

phytoremediation. J Trace Elem Med. Biol., 18:355-364.

23. Lindsay, W.L.1979.Chemical equillibria in soil. John wiley and sons. Inc. New York. USA.

24. MrkovacKi, N. and , V. Milic 2001. Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. Annals of Microbiology 51:145-158.

25. Muraleedharan, H.; S. Seshadri and Perumal, K. 2010. Biofertilizer (phosphobacteria). Shri AMM murugappa chettiar research center, taramani, Chennai-600113.

26. Page, A.L.; R.H. Miller and Keeny, D.R. 1982. Methods of soil analysis part 2nd (Ed). Agron. 9. Pub. Madison wasconsin, USA.

27. Soil Survey Staff, 2006. Key to soil taxonomy. 10th edition. USA.

28. Von Wiren, N.; H. Marschner and Romheld, V. 2008. Uptake kinetics of iron-phytosiderophores in two maize genotypes differing in iron efficiency . Phys. Planta . 93(4): 611- 616.

29. Walsh, L.M. and J.D. Beaton .1973.Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, Wisconsin, USA.

30. World Health Organization, 2007. Micronutrient deficiency: iron deficiency anemia. Geneva ,WHO. Switzerland.

31. Wua, S.C.; Z.H. Caob; Z.G. Lib; K.C. Cheunga and Wonga, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125:155-166.

32. Zuo, Y and Zhang, F. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. Plant Soil 339: 83-95.

The Interaction Effect of Maize genotype (*Zea mays* L.), Nitrogen fertilizers and Biofertilizer on iron availability in soil and its content in plants

Francies Oraho Janno*[1] Nooruldeen .Shwqi Ali **[2] Waleed Flieh Hassan ***[3]

* Directorate of Seed Testing and Certification. Ministry of Agriculture. Republic of Iraq

**Department of Soil Sciences & Water Resources. Faculty of Agriculture. University of Baghdad. Republic of Iraq

***Department of Soil Sciences & Water Resources. Faculty of Agriculture. University of Kufa. Republic of Iraq

Abstract

Field experiment conducted at fall season of 2013 on clayey soil at one of the Ministry of Agricultural research farms. This experiment aimed to study the effect of Nitrogen fertilizers and biofertilizer application on the two genotypes chosen from the 1st experiment (Shahed and Fajer) on iron availability in soil, its uptake by maize plants and yield of crop. The experiment was 3×2×2×3 reps representing three levels of nitrogen fertilizer (0 , 100 and 200 Kg N ha^{-1}), two levels of biofertilizer (0 and 1Kg biofertilizer to 50 Kg seeds) and 2 genotypes. The Results revealed that Shahed was batter in dry matter yield , grain yield with an increment of 7.5 and 11.0 % than Fajer genotype. Iron availability in soil in the rhizosphere of studied soil (45 days) were 6.9 and 5.0 mg Fe Kg^{-1} for Shahed soil and Fajer respectively. Biofertilizer application as PGPB improved dry matter yield , grain yield and iron availability in soil by increment of 10.7% , 32% and 44.9% respectively, compared to no biofertilizer application. The rate of 200 Kg N ha^{-1} was the most superior rate which resulted in significantly increasing in dry weight , grain yield and iron availability in soil iron with an increment of 46.2 , 127.3 and 81.9% respectively.

Keyword : Maize (*Zea mays* L.) , Fertilization , Iron

[3]Part of Ph.D dissertation of the third author