مجلــة الكوفــة للعلــوم الزراعيـــة 8 (2) : (191 – 215) 2016

كفاءة استعمال سمادي النتروجين والزنك في استجابة ومحتوى الحنطة *Triticum aestivum* L. لهما في ترب مختلفة النسجة

عباس خضير عباس جارالله * هالة جواد أمين العميدي** صباح كدر احمد **

* قسم مكافحة التصحر. كلية الزراعة،جامعة بغداد. جمهورية العراق

** قسم علوم التربة و الموارد المائية. كلية الزراعة، جامعة القاسم الخضراء.جمهورية العراق

المستخلص:

أجريت هذه الدراسة بهدف معرفة تأثير إضافة سمادي النتروجين والزنك وتداخلهما في محتوى النتروجين والزنك ونسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد النتروجين والزنك في الحنطة في تربتين مختلفتي النسجة. تضمنت الدراسة تجربة (زراعة في أصص بلاستيكية) شملت خمس مستويات من النتروجين هي 0 و50 و 100 و 150 و 200 ملغم N كغم$^{-1}$ وخمس مستويات من الزنك هي 0 و 5 و 10 و 15 و 20 ملغمZn كغم$^{-1}$ وتربتان (مزيجه طينية S1 ورملية S2). استعمل نبات الحنطة صنف (مكسيباك) دليلا نباتياً.استعملت تجربة عاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاث مكررات.

بينت النتائج أن زيادة مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك أدت إلى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النبات قيد الدراسة وفي كلا التربتين وقد اظهر المستوى 200 ملغم Nكغم $^{-1}$ أعلى محتوى للنتروجين في كل من القش والحبوب إذ بلغت 9.74 و 17.55 ملغم N غم$^{-1}$ مادة جافة كما أعطى المستوى 20 ملغم Zn كغم أعلى محتوى من الزنك في القش والحبوب بلغت 72.52 و 76.80 ملغم Zn كغم$^{-1}$ مادة جافة على التوالي وقد تفوق المستوى 100 ملغم N كغم$^{-1}$ في تحقيق أعلى زيادة لنسبة الاستجابة وكفاءة الاستعمال للسماد النتروجيني بينما حقق المستوى 10 ملغم Zn كغم$^{-1}$ أعلى نسبة استجابة والمستوى 20 ملغم Zn كغم$^{-1}$ أعلى كفاءة استعمال لسماد الزنك وأظهرت التربة المزيجية الطينية تفوقا في زيادة مؤشرات النبات بالمقارنة بالتربة الرملية. وأن لتداخل النتروجين والزنك تأثيرا معنويا في جميع مؤشرات النبات لكلا العنصرين وقد تفوقت معاملة التداخل (100N و10Zn) في تحقيق اعلى كفاءة استعمال للسماد النتروجيني والزنك. وجدت علاقة ارتباط معنوية موجبة من الدرجة الثانية بين مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك مع جميع مؤشرات النبات.

الكلمات المفتاحية : النتروجين – الزنك – الحنطة – كفاءة استعمال السماد

***البحث جزء من رسالة ماجستير للباحث للثاني.**

المقدمة:

يعد النتروجين من أكثر العناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات باستثناء الكاربون والهيدروجين والأوكسجين فهو مكون أساسي للبروتوبلازم والأحماض الامينية والحجر الأساس للبروتينات فضلاً عن دخوله في الأحماض النووية ومركبات الطاقة والإنزيمات والأغشية الخلوية وبعض الفيتامينات وله دور في تنظيم الهرمونات النباتية (21). على الرغم من أن الزنك يعد من العناصر الغذائية الصغرى ألا أن أهميته للنبات لاتقل عن أهمية النتروجين فهو يعد المسؤول عن عمليات ايض النتروجين فضلاً عن دورهُ في تركيب وعمل العديد من الإنزيمات المهمة المسؤولة عن عمليات البناء والهدم وتفاعلات الأكسدة والاختزال وكذلك تركيب بعض الهرمونات الأساسية والأحماض الامينية كالحامض الاميني التربتوفان (Tryptophen) الذي يدخل في تصنيع أندول حامض الخليك (IAA) ولهُ دور مهم في أنتاج الاوكسينات في النبات (18).

يعد تداخل النتروجين والزنك من الاتجاهات التي نالت اهتماماً كبيرا في الدراسات الحديثة وهو تداخل ايجابي يحدث في نظامي التربة والنبات وتأتي أهميته في زيادة جاهزية كلا العنصرين في التربة وامتصاصهما لدى النبات ومن ثم زيادة الفعاليات الحيوية والفسيولوجية لكلا العنصرين مما يسهم في زيادة نمو النبات وزيادة الحاصل وتحسين نوعيته فضلاً عن رفع كفاءة استعمال السمادين عند أضافتهما معاً (8 و27) ويعتمد تداخل هذين العنصرين في نظام التربة على مصدر السماد النتروجيني المضاف فعند إضافة الأسمدة النتروجينية بصورة امونيوم سوف تحدث الأكسدة البايولوجية للامونيوم خلال عملية النترجة إذ تحرر ايونات الهيدروجين مما يسهم في خفض درجة تفاعل التربة في منطقة الجذور مما يؤدي إلى زيادة جاهزية بعض العناصر الغذائية الصغرى ومنها الزنك وبالتالي يزداد امتصاصهُ لدى النبات وعلى العكس من ذلك فإضافة الأسمدة النتروجينية بصورة نترات سوف يؤدي إلى قلة جاهزية الزنك بسبب ارتفاع درجة تفاعل التربة (12 و33). أما في نظام النبات فيعمل النتروجين على زيادة امتصاص الزنك لدى النبات من خلال زيادة استجابة النبات للزنك الذي يسهم في زيادة مقاومة النبات لنقص الزنك أو زيادة كفاءة الزنك فضلاً عن إضافة النتروجين يؤدي إلى زيادة عامل التخفيف لمحتوى الزنك في النبات لزيادة النمو بشكل كبير بإضافة النتروجين مما يؤدي إلى زيادة امتصاص الزنك كما أن للنتروجين دور في زيادة محتوى الزنك في الأوراق والسيقان إذ يشجع النتروجين انتقال وحركة الزنك من الجذر إلى المجموع الخضري للنبات (13 و20).

أما تأثير الزنك في هذا التداخل فهو ايجابي أيضا من خلال دوره في العمليات الحيوية والفسيولوجية داخل النبات فهو المسؤول عن العمليات الايضية للنتروجين ودخولهُ في تكوين الأحماض الامينية (اللايسين و التربتوفان) ومساهمتهُ في تكوين الأحماض النووية فضلاً عن دوره في تكوين عدد كبير من الإنزيمات منها الإنزيمات المسؤولة عن تكوين البروتينات (17و21) ووجد أن نقصهُ يسبب انخفاض في تمثيل البروتين (34). أشارت نتائج دراسات كل من (Nezami و (32) Vafaei و جار الله (8) إلى وجود تأثير ايجابي للتداخل بين سمادي النتروجين والزنك في نمو وحاصل المحاصيل المختلفة (الحنطة و زهرة الشمس). كما أشاروا بأن إضافة العنصرين معاً ساهم في رفع كفاءة استعمال كلا السمادين . فقد وجدت دراسة لازم (9) أن معاملة التداخل 200 ملغم N كغم$^{-1}$ و 2 ملغم Zn كغم$^{-1}$ أعطت أعلى حاصل ووزن جاف لنبات الذرة البيضاء حيث استعمل خمس مستويات من النتروجين هي 0 و 50 و 100 و 150

جدول 1 : بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربتين المستعملتين في الدراسة.

الخاصية		التربـــة المزيجـــة الطينية S1	التربة الرملية S2	وحدة القياس
التوصيل الكهربائي *EC		3.24	2.76	ديسي سمنز.م$^{-1}$
درجة التفاعل *pH		7.75	7.21	
المادة العضوية		10.62	3.10	غم . كغم$^{-1}$
النتروجين العضوي		1.13	0.52	غم . كغم$^{-1}$
كربونات الكالسيوم الكلية		245.00	96.00	غم . كغم$^{-1}$
كربونات الكالسيوم النشطة		68.00	45.5	غم . كغم$^{-1}$
السعة التبادلية للايونات الموجبة		30.4	6.3	سنتمول . كغم$^{-1}$
الايونات الذائبة	الكالسيوم	8.40	6.74	ملي مول. لتر$^{-1}$
	المغنسيوم	5.10	4.52	ملي مول. لتر$^{-1}$
	الصوديوم	4.93	3.88	ملي مول. لتر$^{-1}$
	البوتاسيوم	1.53	1.42	ملي مول. لتر$^{-1}$
	الكبريتات	8.53	7.84	ملي مول. لتر$^{-1}$
	الكلوريد	10.17	6.41	ملي مول. لتر$^{-1}$
	البيكاربونات	5.81	4.60	ملي مول. لتر$^{-1}$
الجاهز من العناصر الغذائية	النتروجين NH_4	11.30	3.17	ملغم. كغم$^{-1}$
	النتروجين NO_3	14.65	5.87	ملغم . كغم$^{-1}$
	الفسفور	8.13	1.52	ملغم. كغم$^{-1}$
	البوتاسيوم	240.0	112.2	ملغم . كغم$^{-1}$
	الزنك	1.10	0.32	ملغم . كغم$^{-1}$
الكثافة الظاهرية		1.31	1.40	ميكاغرام . م$^{-1}$
	الطين	371.0	33.6	غم . كغم$^{-1}$
	الغرين	222.5	35.0	غم . كغم$^{-1}$
	الرمل	406.5	931.4	غم . كغم$^{-1}$
نسجه التربة		مزيجه طينية	رملية	

*قدرت في مستخلص عجينة التربة المشبعة

و 200 ملغم كغم$^{-1}$ وثلاث مستويات من الزنك هي 0 و 2 و 4 ملغم كغم$^{-1}$.وفي دراسة أخرى أشار Arora و Singh, (15) بأن معاملة تداخل 90 كغم N هكتار$^{-1}$ و 7.5 كغم Zn هكتار$^{-1}$ أعطت أعلى حاصل حبوب لنبات الشعير حيث استخدما أربع مستويات من النتروجين هي 0 و 30 و 60 و 90 كغم هكتار$^{-1}$ وأربع مستويات من الزنك هي 0 و 2.5 و 5.0 و 7.5 كغم هكتار$^{-1}$.

ولغرض رفع كفاءة استعمال السماد النتروجيني وسماد الزنك من خلال استعمال المستوى الأمثل لكل من النتروجين والزنك و تداخل العنصرين لتحقيق أقصى حاصل وتقليل الهدر من كمية السماد المضافة إذ لازالت الدراسات بهذا الخصوص محدودة في العراق لهذا أجريت هذه الدراسة.

المواد وطرائق العمل:

اختيرت تربتان مختلفتا النسجة وجمعت عينات تلك التربتين من العمق (0-30سم) ، المزيجة الرملية أخذت من ناحية الكفل والرملية خفيفة من كتف نهر الفرات لمدينة الحلة ،جففت العينات هوائيا ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2.0 ملم وحفظت في أوعية بلاستيكية كبيرة. قدرت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للترب قيد الدراسة حسب الطرائق المتبعة في Jackson (24) و Page (35) جدول (1). أجريت تجربة بايولوجية تضمنت زراعة في أصص بلاستيكية نفذت في الظلة العائدة لقسم علوم التربة والموارد المائية /كلية الزراعة /جامعة بابل في الموسم الزراعي 2012 تحت الظروف الجوية بهدف معرفة تأثير مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك وتداخلهما في محتوى نبات الحنطة من النتروجين والزنك ونسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد في تربتين مختلفتي النسجة ، شملت التجربة خمس مستويات من النتروجين (0 و 50 و100 و 150 و200 ملغم N كغم$^{-1}$ تربة) على هيئة يوريا (46%N) وخمس مستويات من الزنك المعدني $ZnSO_4.H_2O$ (Zn 23%) هي (0 و5 و10 و15 و20 ملغم Zn كغم$^{-1}$تربة) وتربتان. استعملت أصص بلاستيكية سعة 5 كغم ذات عمق 19سم وقطر علوي 19 سم ، وزن 5 كغم من كلا التربتين وزرعت بذور الحنطة (صنف مكسيباك) وبواقع 10 بذور لكل أصيص خفت إلى 5 بادرات بعد عشرة أيام من الإنبات ، أضيف سمادي النتروجين والزنك بصورة سائلة إلى سطح التربة وبثلاث دفعات للنتروجين الأولى عند الزراعة والثانية عند التفرعات والثالثة قبل التزهير أما الزنك فأضيف على دفعتين الأولى عند الزراعة والثانية عند التفرعات ، حفظ المحتوى الرطوبي للتربة عند السعة الحقلية ، تم تعويض الفقد بالماء نتيجة التبخر و النتح بالطريقة الوزنية. أضيف الفسفور بمستوى 50 ملغم P كغم$^{-1}$ تربة على هيئة سوبر فوسفات ثلاثي (TSP) (P%20) والبوتاسيوم بمستوى 60 ملغم K كغم$^{-1}$ تربة على هيئة K_2SO_4 (K %42). تم حصاد النبات عند مرحلة النضج النهائي (بعد 150 يوما من الزراعة) وجفف عند درجة حرارة 65° م ولمدة 48 ساعة في الفرن (Oven) ولحين ثبات الوزن ، قدر محتوى النتروجين والزنك في القش والحبوب حسب الطرائق المتبعة في Jackson (24). قدر الزنك الجاهز في التربة حسب Lindsay و Norvell (28). حسبت نسبة الاستجابة كما يلي:

الحاصل الكلي للمعاملة المسمدة – الحاصل الكلي لمعاملة المقارنة

حسبت نسبة الاستجابة (%) = ــ X 100

الحاصل الكلي للمعاملة المقارنة

تم حساب كفاءة استعمال السماد النتروجيني والزنك تبعا للمعادلة الآتية :-

امتصاص العنصر الكلي للمعاملة المسمدة- امتصاص العنصر الكلي للمعاملة المقارنة

كفاءة استعمال السماد % = ــ X 100

مستوى العنصر المضاف

حسبت نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد تبعا ل Westerman (39).

استعملت تجربة عاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات. استعملت معادلات الانحدار في إيجاد العلاقة بين مؤشرات النبات ومستوى إضافة كل من النتروجين والزنك. استعمل اختبار اقل فرق معنوي (LSD) Least significant difference لمقارنة متوسطات المعاملات المختلفة وعند مستوى المعنوية 0.05 (3).

النتائج والمناقشة:

محتوى النتروجين في القش والحبوب:

أظهرت النتائج في (جدول 2) تأثير كل من السماد النتروجيني والزنك ونسجه التربة في محتوى النتروجين في القش والحبوب فقد ازداد محتوى النتروجين في القش بمقدار 21.9 و 44.3 و 69.8 و 88.4 % وفي الحبوب بمقدار 18.1 و 39.7 و 56.6 و 72.2 % لمستويات النتروجين 50 و 100 و 150 و 200 ملغم N كغم$^{-1}$ على التوالي قياسا بمعاملة المقارنة. أن زيادة محتوى النتروجين في كل من القش والحبوب نتيجة لزيادة مستوى النتروجين المضاف يعود إلى زيادة جاهزيته في التربة ومن ثم زيادة امتصاصه لدى النبات ويلاحظ من النتائج أن زيادة محتوى النتروجين في كلا القش والحبوب استمرت مع زيادة مستوى إضافته وحصلت أعلى قيمة له عند المستوى الخامس من النتروجين المضاف. وهذا ما أكده Hussain وآخرون (23).

بينت النتائج أيضا أن لإضافة سماد الزنك تأثير في محتوى النتروجين في كل من حاصل القش والحبوب. فقد ازداد محتوى النتروجين في القش بمقدار 4.9 و 11.2 و 14.9 و 22.9 % وفي الحبوب 4.8 و 17.6 و 23.8 و 30.2 % لمستويات الزنك 5 و 10 و 15 و 20 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة. لقد ازداد محتوى النتروجين في كلا المؤشرين المذكورين (القش والحبوب) بزيادة

جدول:2 تأثير مستوى النتروجين والزنك والتداخل بينهما في محتوى N في قش وحبوب الحنطة (غم كغم$^{-1}$) في التربتين قيد الدراسة.

التربة	مستوى N ملغم كغم$^{-1}$	محتوى N في القش					متوسط عام N	محتوى N في الحبوب					متوسط عام N
		مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$						مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$					
		0	5	10	15	20		0	5	10	15	20	
المزيجة الطينية S1	0	5.50	5.80	5.93	6.20	6.50	5.17	12.10	12.60	12.90	13.23	13.60	10.19
	50	6.90	7.03	7.30	7.50	7.83		13.50	14.43	14.70	14.87	14.97	
	100	8.30	8.13	8.50	8.70	9.07	6.30	15.70	16.30	16.90	17.07	17.30	12.03
	150	9.50	9.80	10.13	10.43	10.70		17.40	18.00	18.50	18.90	19.03	
	200	10.00	10.37	10.63	10.80	11.50	7.47	18.50	18.97	19.50	19.80	20.87	14.24
متوسط Zn S1		8.01	8.23	8.50	8.73	9.12		15.44	16.00	16.50	16.77	17.16	
متوسط التربة S1		8.52					8.78	16.39					15.96
الرملية S2	0	3.40	3.87	4.40	4.77	5.30		5.83	6.37	7.77	8.57	8.90	
	50	4.10	4.57	5.50	5.80	6.50	9.74	7.53	7.87	9.20	10.57	12.67	17.55
	100	5.40	5.80	6.43	6.87	7.70		8.67	8.93	12.50	13.87	15.20	

	150	6.70	6.93	7.43	7.57	8.60		9.60	10.80	14.40	15.90	17.03
	200	7.97	8.57	8.93	9.10	9.40		12.60	12.90	16.37	17.50	18.50
متوسط Zn S2		5.51	5.95	6.54	6.82	7.50		8.85	9.37	12.05	13.28	14.46
المتوسط العام Zn		6.76	7.09	7.52	7.77	8.31		12.14	12.72	14.27	15.03	15.81
متوسط التربة S2		6.46						11.60				
اقل فرق معنوي LSD 0.05												
المتغير												
Zn وN		0.51						0.16				
Soil		0.04						0.10				
Zn X N		0.15						0.37				
S X Zn X N		0.20						0.52				

مستوى إضافة الزنك وحصلت أعلى زيادة له عند المستوى الخامس من الإضافة (20 ملغم كغم$^{-1}$) وقد يعزى ذلك إلى التأثير الايجابي للزنك المضاف على امتصاص النتروجين لدى النبات فضلاً عن دور الزنك داخل النبات فهو يسهم في العمليات الحيوية التي يكون النتروجين مسؤولاً عنها مثل تكوين البروتينات والإنزيمات فضلاً عن دخوله في الأحماض الامينية كما له دوراً في تحولات النتروجين وتكوين الحامض النووي RNA (21).أن النتائج المتحصل عليها تتفق مع نتائج Tarighi وآخرون(38).فقد وجد Kumar و Qureshi (26) عند إضافة الزنك لمستوى 0 و10 و20 ملغم كغم$^{-1}$ أدت إلى زيادة محتوى N في نبات الحنطة حيث بلغ 1.478 و 1.543 و 1.581 % لمستويات الزنك على التوالي.

كما أوضحت النتائج أن لنسجه التربة تأثيراً في محتوى النتروجين في كل من القش والحبوب فقد بلغ محتواه في القش 8.52 و 6.46 ملغم كغم$^{-1}$ وفي الحبوب 16.39 و 11.60 ملغم كغم$^{-1}$ في التربة المزيجة الطينية والرملية على التوالي. فقد ازداد محتوى النتروجين في القش في التربة الأولى بمقدار 31.9% والحبوب بمقدار

41.3 % مقارنة بالتربة الثانية ويعزى تفوق التربة المزيجة الطينية على الرملية في زيادة محتوى النتروجين في النبات (القش والحبوب) إلى اختلاف خصائص التربتين فالتربة المزيجة الطينية تمتلك محتوى عالي من النتروجين و المادة العضوية والطين مقارنة بالتربة الرملية وهذا يتفق مع ما وجده أيضا جار الله (7) و العكيلي وآخرون (6).

بينت النتائج وجود تأثير معنوي للتداخل بين سمادي النتروجين والزنك في محتوى N في كل من القش والحبوب. فقد ازداد محتوى N في كل من القش والحبوب بزيادة مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك معاً وحصلت أعلى قيمة لمحتوى النتروجين بلغت 10.45 و 19.68 ملغم كغم$^{-1}$ لكل من القش والحبوب على التوالي عند معاملة التداخل للمستوى الخامس لمستوى إضافة كلا العنصرين وهي (200N و 20Zn) إذ بلغت نسبة الزيادة في محتوى N في كل من القش والحبوب بمقدار134.8 و119.4 % على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة للتداخل (0N و 0Zn) لكلا المؤشرين. ويلاحظ من النتائج زيادة محتوى النتروجين في نبات الحنطة (القش والحبوب) بدرجة كبيرة بالمقارنة مع معاملة السيطرة للتداخل وهذا يؤكد التأثير الايجابي المشترك لكلا العنصرين في استجابة النبات لإضافتهما(8 و36). فقد وجد Kutman وآخرون(27) علاقة ارتباط خطية موجبة بين محتوى N في حبوب الحنطة مع محتوى الزنك في النبات.

أوضحت النتائج وجود تأثير معنوي للتداخل الثنائي بين نسجه التربة مع مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك وكذلك تأثير معنوي للتداخل الثلاثي للعوامل قيد الدراسة في محتوى النتروجين في كل من القش والحبوب.

محتوى الزنك في القش والحبوب :

أظهرت نتائج تحليل التباين (جدول 3) تأثير كل من مستوى إضافة النيتروجين والزنك ونسجه التربة في محتوى الزنك في كل من القش والحبوب لنبات الحنطة لقد أدت زيادة مستوى إضافة النتروجين من 0 إلى 50 و 100 و 150 و 200 ملغم كغم$^{-1}$ إلى زيادة محتوى الزنك في القش بمقدار 35.3 و 87.9 و 129.5 و 157.8% وفي الحبوب بمقدار 28.7 و 66.8 و 104.4 و 142.3% للمستويات على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة. ويتضح من النتائج أن أعلى زيادة في الزنك لكل من القش و الحبوب تحققت عند المستوى الخامس من الإضافة (200ملغم كغم$^{-1}$) وتعزى الزيادة الحاصلة في محتوى Zn لكلا

المؤشرين في النبات بزيادة مستوى إضافة النتروجين إلـى زيـادة جاهزيـة الزنـك فـي التربـة نتيجـة خفـض درجـة تفاعل التربـة عنـد إضـافة النتـروجين بصـورة امونيـوم مـن مصـدر السـماد (اليوريـا) مـن خـلال الأكسدة البايولوجيـة خـلال عمليـة النترجـة ومـن ثـم زيـادة محتـوى الزنـك فـي النبـات لزيـادة امتصاصـه وكذلك زيـادة عامل التخفيف لتركيز Zn في النبـات (22).أن النتائج في هذه الدراسة تتفق مع ما وجده كل مـــــن Erenoglu وآخـــــرون (20) و Xue وآخرون(40).

بينـت النتـائج أيضـا أن لإضـافة الزنـك تـأثيرا معنويا في محتوى الزنك في كل من القش والحبـوب. فقـد أدى زيـادة مسـتوى إضـافة الزنـك إلـى زيـادة محتـوى الزنـك فـي القـش بمقـدار 46.8 و 80.2 و 107.2 و 135.1% وفـي حاصـل الحبـوب بمقـدار 29.8 و 43.0 و 77.8 و 103.8% لمســـــــتويات إضـافة الزنـك 5 و 10 و 15 و 20ملغم كغم$^{-1}$ علـى التـوالي مقارنـة بمعاملـة السـيطرة. ويعـزى زيـادة محتـوى الزنـك فـي نبـات الحنطـة (القـش والحبـوب) نتيجة زيادة مستوى إضافة الزنك إلى زيـادة جاهزيتـه في التربة ومن ثم زيـادة امتصاصـه لـدى النبـات وهـذا يتفق مع ما وجده كل من (Hussain وآخرون (23) و Arshad وآخرون(16). فقد وجد الحديثي (1) عند إضـــافة الزنـــك بمســـتوى 5 كغـــم هكتـــار$^{-1}$ $ZnSO_4.7H_2O$أدت إلـى زيـادة محتـوى الزنـك فـي حبـوب الحنطـة صـنف مكسباك وسـن الجمـل بمقـدار 28.3 و 43.67% علـى التـوالي مقارنـة بمعاملـة السـيطرة .وفـي دراسـة أخـرى أشـار Kumar و Qurshi (26) الـى أن محتـوى الزنـك فـي نبـات الحنطـة بلـغ 40.62 و 51.74 و 59.28 ملغم كغم$^{-1}$ عند إضافة الزنك بمستوى 5 و 10 و 20 ملغم كغم$^{-1}$ على هيئة $ZnSO_4.7H_2O$.

أوضحت النتائج أيضـا أن لنسجه التربـة تـأثيراً معنوياً في محتوى الزنك في كل من القش والحبـوب وبلغت أعلى قيمة لها في التربـة المزيجـة الطينيـة هـي 59.89 و63.99 ملغم كغم$^{-1}$ لكل من محتوى الزنـك في القش والحبوب على التوالي. بينما كانت اقل قيمـة لهـا فـي التربـة الرمليـة بلغـت 47.37 و49.74 ملغم كغم$^{-1}$ على التـوالي. فقد ازداد محتوى الزنـك فـي كل من القش والحبوب في التربـة الأولـى بمقدار 26.4 و 28.7% مقارنـة بالتربـة الثانيـة ويعـود تفـوق التربـة المزيجـة الطينيـة فـي زيـادة محتـوى الزنـك لكـلا المؤشــرين إلــى بعــض خصائصــها الخصــوبية والكيميائيـة كامتلاكهـا علـى محتـوى أعلـى مـن الزنـك الجـاهز والطـين والمـادة العضـوية مقارنـة بالتربـة الرمليـة وهـذا مـا أكده أيضـا العـامري (4) و العبيـدي والحديثي (5).

أظهرت النتائج وجود تأثير جوهري للتداخل بين سمادي النتروجين والزنك في محتوى الزنـك في النبات (القش والحبوب) فقد ازداد محتوى الزنـك فـي القـش والحبـوب بزيـادة مسـتوى إضـافة النتـروجين والزنـك معـاً وبلغـت أعلـى قيمـة لهمـا عنـد المسـتوى الخـامس لكـلا العنصـرين لمعاملـة التـداخل (20Zn,200N) وبلغـت 100.62 و114.24 ملغـم كغم$^{-1}$ لمحتـوى القـش والحبـوب علـى التـوالي وبنسـبة زيــادة 453.8 و 744.5% علــى التــوالي مقارنــة بمعاملــة الســيطرة للتــداخل (0Zn, 0N) لكــلا المؤشرين. ويلاحظ من النتائج مدى الاستجابة العالية المتحققة

في زيادة محتوى الزنك لنبات الحنطة وبدرجـة كبيرة في الحبوب مما يعني علـى زيـادة جاهزيـة الزنـك فـي التربة وزيادة امتصاصه لدى النبات ويعود ذلك إلى تـأثير إضـافة النتـروجين ايجابيـاً فـي زيـادة جاهزيتـه وامتصاصه لدى النبات (10 و27).

نسـبة الاسـتجابة وكفـاءة اسـتعمال السـماد النتروجيني

جدول:3 تأثير مستوى النتروجين والزنك والتداخل بينهما في محتوى Zn في قش وحبوب الحنطة (ملغم كغم$^{-1}$) في التربتين قيد الدراسة.

التربة	مستوى N ملغم كغم$^{-1}$	محتوى Zn في القش					متوسط N عام	محتوى Zn في الحبوب					متوسط N عام
		مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$						مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$					
		0	5	10	15	20		0	5	10	15	20	
المزيجة الطينية S1	0	19.97	26.13	29.90	39.27	47.57	29.45	27.13	33.43	37.10	42.07	44.67	33.76
	50	24.07	36.53	44.23	54.87	66.60		31.87	42.53	48.27	60.63	66.37	
	100	39.47	31.33	69.30	77.47	87.77	39.85	40.30	54.87	60.43	78.60	86.60	43.46
	150	46.47	60.53	78.40	90.00	98.07		48.87	68.70	72.73	94.07	101.90	
	200	55.37	70.43	86.63	100.13	116.63	55.33	62.57	75.23	80.27	114.63	125.80	56.31
متوسط Zn S1		37.07	44.99	61.69	72.35	83.33		42.15	54.95	59.76	78.00	85.07	
متوسط التربة S1		59.89					67.58	63.99					68.99
الرملية S2	0	16.37	21.60	25.87	31.93	35.93		19.33	23.33	30.07	39.20	41.27	
	50	19.60	30.83	34.23	41.03	46.50	75.93	23.73	29.37	38.93	42.93	49.97	81.80
	100	24.27	46.77	51.93	59.27	65.77		31.27	40.37	45.90	55.10	69.63	

	150	29.87	61.77	65.53	69.43	75.73		40.87	56.10	59.90	67.77	79.03
	200	33.03	66.90	69.77	75.80	84.60		50.97	65.23	65.30	75.23	102.77
متوسط Zn S2		24.63	45.90	49.47	55.49	61.71		33.23	42.88	48.02	56.05	68.53
المتوسط العام Zn		30.85	45.28	55.58	63.92	72.52		37.69	48.92	53.89	67.02	76.80
متوسط التربة S2		47.37						49.74				

اقل فرق معنوي LSD 0.05

المتغير	
Zn وN	1.18
Soil	1.12
Zn X N	3.95
S X Zn X N	5.58

0.87
0.55
1.95
2.76

بينت النتائج الموضحة في (جدول4) أن نسبة الاستجابة في الحاصل الكلي وكفاءة استعمال السماد النتروجيني تأثرت بمستوى إضافة النتروجين والزنك ونسجه التربة فقد ازدادت نسبة الاستجابة عند زيادة مستوى إضافة النتروجين من 50 إلى 100 و 150 و 200 ملغم كغم$^{-1}$ وبلغت 47.06 و 73.13 و 68.64 و 62.92% بينما بلغت كفاءة الاستعمال 36.25 و 60.40 و 39.14 و 26.67% لمستويات إضافة النتروجين 50 و 100 و 150 و 200 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي. ويلاحظ من النتائج أن المستوى 100 ملغم كغم$^{-1}$ من إضافة النتروجين حقق أعلى نسبة استجابة وكفاءة استعمال السماد النتروجيني والذي يمثل المستوى الأمثل لحاجة ومتطلبات نبات الحنطة لتحقيق أقصى استجابة ضمن ظروف هذه الدراسة. ويعزى إلى أن إضافة النتروجين أدت إلى جاهزيته في التربة مما أدى إلى زيادة امتصاص لدى نبات الحنطة وانعكس ذلك في زيادة نشاطه في العمليات الحيوية والفسيولوجية داخل النبات (17). أن النتائج المتحصل عليها تتفق مع دراسة كل من وLiu و Shi(29) و Mohammadi وآخرون (31). وقد أشار Campillo وآخرون (19) أن أعلى كفاءة لاستعمال السماد النتروجيني لنبات الحنطة عند المستوى 150 كغم هكتار$^{-1}$ بلغت 56% بينما بلغت 46.8 و 39.8 و 34.2% للمستويات 200 و 250 و 300 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي . يلاحظ من النتائج أن كفاءة استعمال السماد النتروجيني كانت عالية عند المستوى الثالث 100 كغم هكتار$^{-1}$ مما يدل على الاستجابة العالية لنبات الحنطة عند هذا المستوى من النتروجين مقارنة ببقية المستويات الأخرى مما يدل على زيادة امتصاص النتروجين ضمن هذا المستوى لسد حاجة النبات من هذا العنصر ثم انخفضت الكفاءة عند المستويين 150 و 200 ملغم كغم$^{-1}$ لانخفاض استجابة النبات عند هذين المستويين.

أوضحت النتائج أيضا أن لإضافة الزنك تأثيراً في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد (جدول 4) فقد زادت نسبة الاستجابة للنتروجين المضاف بزيادة مستوى إضافة الزنك إذ بلغت 61.60 و 62.80 و64.69 و 63.84 و61.76% لمستويات إضافة الزنك بينما بلغت كفاءة استعمال السماد 33.37 و37.38 و 45.84 و43.15 و 43.54% لمستويات الزنك 0 و 5 و 10 و 15 و 20 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي. لقد زادت نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد بزيادة مستوى إضافة الزنك وبلغت أعلى نسبة استجابة وكفاءة استعمال عند مستوى إضافة 10 ملغم Zn كغم$^{-1}$. ويعزى زيادة نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال للسماد النتروجيني بزيادة مستوى إضافة الزنك إلى دور الزنك المهم داخل النبات فهو مسؤول عن العمليات الايضية للنتروجين ويسهم في تكوين الأنزيمات المسؤولة عن تكوين البروتينات فضلاً عن دخولهُ في تكوين الأحماض الامينية وان نقصهُ يؤدي إلى تثبيط تكوين البروتينات إضافة إلى مساهمتهُ في زيادة امتصاص N في النبات (21). أن هذه النتائج تتفق مع دراسة جار الله (8).

أوضحت النتائج أيضا أن لنسجه التربة تأثيراً في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد النتروجيني فقد بلغت أعلى نسبة استجابة في التربة الرملية بلغت 65.27% بينما كانت اقل قيمه لها في المزيجة الطينية بلغت 60.61% بينما بلغت كفاءة الاستعمال 48.75 و 32.48% وبزيادة بلغت 50.1% في التربة المزيجة الطينية مقارنة بالتربة الرملية. فقد زادت نسبة الاستجابة في التربة الثانية بمقدار7.7% مقارنة بالتربة الأولى. أن زيادة نسبة الاستجابة في الحاصل الكلي للسماد النتروجيني في التربة الرملية يعود إلى انخفاض محتواها من النتروجين الجاهز للنبات فضلاً عن ذلك فأنها تمتلك محتوى منخفض من المادة العضوية والطين والسعة التبادلية

جدول:4 تأثير مستوى النتروجين والزنك والتداخل بينهما في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال السماد النتروجيني في التربتين قيد الدراسة.

	مستوى N ملغم كغم$^{-1}$	نسبة الاستجابة (%) مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$					متوسط عام N	كفاءة استعمال السماد النتروجيني (%) مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$					متوسط عام N
		0	5	10	15	20		0	5	10	15	20	
التربة	50	44.28	43.66	47.94	47.32	45.73	47.06	41.30	46.73	51.09	45.36	46.70	36.25
	100	69.31	69.67	71.87	71.53	69.60		63.07	70.36	79.66	72.16	71.33	
	150	64.05	64.28	68.62	67.80	65.41	73.13	42.72	47.13	5085	47.03	47.05	60.40
	200	58.87	58.72	63.18	60.97	59.36		28.49	30.30	34.12	30.25	29.35	
متوسط Zn S1		59.13	59.08	62.90	61.90	60.03	68.64	43.89	48.63	53.93	48.70	48.61	39.14
متوسط التربة S1		60.61						48.75					
	50	47.50	49.92	50.94	49.31	44.01	62.92	18.19	19.55	29.67	30.26	33.66	26.67
	100	73.47	76.71	77.34	76.33	75.46		36.00	39.02	54.56	58.26	59.63	
	150	69.95	71.95	72.63	72.12	69.58		21.37	25.59	37.26	35.29	37.09	
	200	65.37	67.44	65.04	65.33	64.94		15.83	20.36	27.93	26.57	23.52	
متوسط Zn S2		64.07	66.51	66.49	65.77	63.50		22.85	26.13	37.36	37.59	38.48	

المتوسط العام Zn	61.60	62.80	64.69	63.84	61.76		33.37	37.38	45.64	43.15	43.54
متوسط التربة S2	65.27						32.48				
اقل فرق معنوي LSD 0.05											
المتغير											
N	0.28						0.55				
Zn	0.32						0.62				
Soil	0.20						0.39				
Zn X N	0.63						1.24				
S X Zn X N	0.89						1.75				

للايونـات الموجبـة والمحتـوى الكلـي للنتـروجين فهـي أكثـر فقـدا للنتـروجين لـذا فـأن اسـتجابتها للتسـميد النتروجينـي كانـت أعلـى مقارنـة بالتربـة المزيجـة الطينيـة وعلـى العكـس مـن ذلـك فقـد زادت كفـاءة الاسـتعمال فـي التربـة الأولـى مقارنـة بالتربـة الثانيـة بسـبب ارتفـاع محتـوى التربـة الأولـى مـن الصـفات المذكورة ممـا أدى زيـادة امتصـاص النتـروجين لـدى نبات الحنطة مما أسهم في رفع كفاءة استعمال السماد النتروجيني في هذه التربـة فضـلاً علـى أنهـا اقل فقداً للنتـروجين بالمقارنـة بالتربـة الرمليـة (6 و14). فقد وجد الساعدي (2) فـي دراستهُ أن كفـاءة استعمال N لسماد فـي نبـات الحنطـة ازدادت بمقدار 57.0% فـي التربـة الطينيـة مقارنـة بكفاءتهـا فـي التربـة المزيجـة الرمليـة حيـث أضـاف النتـروجين بمسـتوى 224 كغم هكتار$^{-1}$.

أوضحت النتائج أيضـا تـأثير تـداخل كل إضـافة النتـروجين والزنـك فـي نسـبة الاسـتجابة وكفـاءة الاسـتعمال للسـماد النتروجينـي فقـد ازدادت نسـبة الاستجابة وكفـاءة الاستعمال بزيـادة مستوى إضـافة النتروجين والزنك معاً إذ بلغت أعلـى نسبة لاستجابة وكفـاءة استعمال 74.60% و 67.11% عنـد معاملـة التـداخل (100N و 10Zn) بزيـادة بلغـت 62.6 و 125.6% للصفتين على التوالي عن معاملـة المقارنـة للتداخل (0N و 0Zn). وهذا يعزى إلـى تـأثير الزنـك الايجـابي فـي زيـادة امتصـاص N وزيـادة نشـاط العمليات الحيوية الفسيولوجية داخل النبات (9).

لقد أدى إضـافة سماد الزنـك مـع سماد النتروجين إلـى رفـع كفـاءة استعمال سماد النتـروجين فـي نبـات الحنطة

وهـذا يؤكـــد أن إضافـــة الزنـك أدت إلـــى زيـــادة امتصـــاص النتـــروجين لـــــدى النبـــات وان إضافـــة السمادين معـــاً كانت أكثر فائدة للنبات مما لو أضيف السماد النتروجيني بمفرده. أن هذا التداخل من إضافة العنصرين (النتروجين والزنك) معاً يعطي أهميـة كبيـرة مـن خـلال الاسـتفادة القصـوى مـن نتروجين السماد بما يؤمن الإنتاج الأمثل فضلاً عن الأهمية الاقتصادية لاستعمال السماد.

نسـبة الاسـتجابة وكفـاءة اسـتعمال سـماد الزنك

بينـت النتـائج فـي (جـدول 5) زيـادة نسـبة الاسـتجابة وكفـاءة الاسـتعمال لسـماد الزنـك بزيـادة مستوى إضـافة النتـروجين إذ بلغـت نسـبة الاسـتجابة 12.37 و 18.10 و 20.76 و 11.16 و 6.21% وكفـاءة الاسـتعمال 1.44 و 1.60 و 1.39 و 1.34 و 1.22% لمستويات إضافة النتروجين 0 و 50 و100 و 150 و 200 ملغـم كغـم$^{-1}$ ويلاحـظ مـن النتـائج أن المستوى الثالـث مـن النتـروجين (100 ملغـم كغـم $^{-1}$) حقـق أعلـى نسـبة اسـتجابة لسـماد الزنـك بينمـا تفـوق المسـتوى الثـاني (50 ملغـم كغـم$^{-1}$) مـن النتـروجين المضـاف في تحقيق أعلى كفاءة لأستعمل سماد الزنك ويعود ذلك إلـى تـأثير النتروجين المضـاف فـي زيـادة جاهزيـة الزنـك لنبـات الحنطـة فضـلاً عـن دوره فـي زيادة امتصاص الزنك لدى النبات وزيـادة العمليات الحيويـة والفسيولوجية الـذي يسـهم بهـا الزنـك داخـل النبات وزيادة استجابة النبات للزنك. فإضـافة السماد النتروجينـي أدت إلـى رفـع كفـاءة سـماد الزنـك فـي تحقيق أقصى استجابة لدى النبات (27 و37).

أظهـرت النتـائج أن لإضـافة الزنـك تـأثير فـي نسبة الاستجابة للسماد وكفـاءة استعمال سماد الزنك فقد أدت زيـادة مستوى إضـافة الزنـك مـن 5 إلـى 10 و15 و 20 ملغم كغم$^{-1}$ إلى زيـادة نسبة الاستجابة فـي الحاصـل الكلـي بلغـت 13.80 و 15.63 و 14.28 و 11.17% علـى التـوالي وبلغـت أعلـى قيمـة لهـا عنـد المسـتوى 10 ملغـم كغـم$^{-1}$ مـن الزنـك المضـاف بينمـا بلغـت كفـاءة الاسـتعمال 1.46 و 1.34 و 1.30 و

1.50% لمستويات الزنك 5 و 10 و 15 و 20 ملغم كغم$^{-1}$ على التوالي وقد أعطى المستوى الخامس (20 ملغم كغم$^{-1}$) أعلى كفاءة لاستعمال سماد الزنك. ويعزى زيادة نسبة الاستجابة وكفاءة الاستعمال بزيادة مستوى إضافة الزنك إلى أن التسميد بالزنك أدى إلى زيادة جاهزيته ومن ثم زيادة امتصاصه لدى النبات وزيادة العمليات الحيوية المسؤولة عنها داخل النبات. فقد أشارت العامري (4) بأن إضافة الزنك بمستوى 5 ملغم كغم$^{-1}$ أدت إلى حصول كفاءة استعمال بلغت 2.61 و 3.66% في نبات الحنطة لكلا المصدرين $ZnSO_4$ وZnDTPA. كما تتفق النتائج مع Maqsood وآخرون (30) و الحديثي (1).

أشارت النتائج أن لنسجه التربة تأثيراً في نسبة الاستجابة وكفاءة الاستعمال لسماد الزنك فقد بلغت نسبة الاستجابة 10.01 و 17.43% لكل من التربة المزيجة الطينية والرملية على التوالي وقد تفوقت التربة الثانية على التربة الأولى بزيادة بلغت 74.1% ويعزى زيادة نسبة الاستجابة في التربة الرملية للزنك المضاف لكونها ذات محتوى اقل من الزنك الجاهز والمادة العضوية والطين مقارنة بالتربة المزيجة الطينية وهذا ما أكده أيضا Arshad وآخرون (16). بينما بلغت كفاءة الاستعمال1.49 و1.30% للتربتين المزيجة الطينية والرمليه على التوالي . إذ زادت الكفاءة في التربة الأولى بمقدار 14.62% مقارنة بالتربة الثانية. يعزى تفوق التربة المزيجة الطينية مقارنة بالتربة الرملية إلى محتواها العالي من الطين والمادة العضوية ومحتوى الزنك الجاهز والعناصر الغذائية الأخرى الجاهزة للنبات. فقد وجد Ali وآخرون (11) أن كفاءة استعمال سماد الزنك بلغت 3.53 و2.73% في نبات الحنطة للتربتين الطينية والمزيجة الرملية على التوالي عند إضافة الزنك بمستوى 5 ملغم كغم$^{-1}$ وكانت نسبة الزيادة في الكفاءة بمقدار 29.3% في التربة الأولى مقارنة بالتربة الثانية وهذا ما أكدته أيضا العامري (4) و العبيدي والحديثي (5).

أظهرت النتائج الموضحة في (جدول 5) وجود تأثير معنوي للتداخل بين مستوى إضافة النتروجين والزنك في نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال سماد الزنك. فقد ازدادت نسبة الاستجابة في الحاصل الكلي وكفاءة الاستعمال مع زيادة مستوى إضافة كل من النتروجين والزنك معاً واظهر تداخل المستوى الثاني من النتروجين (50 ملغم كغم$^{-1}$) مع المستوى الثالث من الزنك (10 ملغم كغم$^{-1}$) أعلى نسبة استجابة في الحاصل الكلي لنبات الحنطة بلغت 28.15% متمثلة بمعاملة التداخل (50N و10Zn). أما كفاءة الاستعمال بلغت أعلى قيمة لها عند معاملة التداخل (100N و10Zn) بلغت 2.17%. أن تداخل كلا السمادين النتروجين والزنك كان تداخلاً ايجابياً في زيادة نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال سماد الزنك وهذا يعود إلى دور النتروجين المضاف في زيادة جاهزية الزنك فضلاً عن زيادة امتصاصه لدى النبات مما أدى إلى زيادة نمو وحاصل النبات (8 و13 و25). مما يعني أن إضافة السماد النتروجيني مع سماد الزنك أكثر أهمية مما لو أضيف كل سماد على حده.

علاقات الارتباط

أظهرت نتائج تحليل الانحدار (جدول6 و7) وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين مستوى إضافة النتروجين والزنك (X) ومؤشرات النبات (Y) في كلا التربتين وصفت باستعمال معادلة الدرجة الثانية

جدول:5 تأثير مستوى النتروجين والزنك والتداخل بينهما في وزن نسبة الاستجابة وكفاءة استعمال سماد الزنك في التربتين قيد الدراسة.

التربة	مستوى N ملغم كغم$^{-1}$	نسبة الاستجابة (%) مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$				متوسط عام N	كفاءة استعمال سماد الزنك (%) مستوى Zn ملغم كغم$^{-1}$				متوسط عام N
		5	10	15	20		5	10	15	20	
المزيجة الطينية S1	0	15.97	12.40	9.21	7.38	12.37	0.47	1.33	1.87	2.75	1.44
	50	7.23	24.46	19.10	16.95		1.36	0.41	1.11	2.70	
	100	13.27	15.44	16.45	9.57	18.10	2.51	2.18	0.33	0.90	1.60
	150	9.93	4.90	6.31	3.35		2.01	2.05	1.95	0.25	
	200	2.21	2.24	1.34	2.40	20.76	0.76	1.69	1.67	1.57	1.39
متوسط Zn S1		9.72	11.89	10.48	7.93		1.42	1.53	1.39	1.63	
متوسط التربةS1		10.01				11.16	1.49				1.34
الرملية S2	0	20.21	8.94	13.58	11.30		0.26	0.59	2.54	3.00	
	50	19.99	31.84	26.36	20.13	6.21	3.01	0.29	0.74	1.93	1.22
	100	25.14	32.49	17.08	15.35		2.33	2.16	0.21	0.49	

	150	14.72	15.00	22.78	12.24		1.50	1.43	1.37	0.17
	200	9.34	8.54	10.60	13.10		0.41	1.22	1.21	1.19
متوسط Zn S2		17.88	19.63	18.08	14.41		1.50	1.14	1.21	1.36
المتوسط العام Zn		13.80	15.63	14.28	1.17		1.46	1.34	1.30	1.50
متوسط التربةS2		17.43					1.30			
اقل فرق معنوي LSD 0.05										
المتغير										
N		0.61					0.07			
Zn		0.55					0.06			
Soil		0.39					0.04			
Zn X N		0.77					0.14			
S X Zn X N		1.73					1.20			

جدول 6: العلاقة بين مؤشرات نبات الحنطة (Y) ومستوى اضافة النتروجين (X) وفقاً لمعادلة الدرجة الثانية.

المؤشر	التربة المزيجة الطينية	
	المعادلة	معامل الارتباط *R
محتوى النتروجين في القش	$Y = 5.929 + 0.030X – 0.25X^2$	0.995
محتوى النتروجين في الحبوب	$Y = 12.827 + 0.046X – 0.415X^2$	0.999
محتوى الزنك في القش	$Y = 35.793 + 0.237X + 0.014X^2$	0.994
محتوى الزنك في الحبوب	$Y = 42489 + 0.207X + 0.053X^2$	0.987
نسبة الاستجابة	$Y = 47.167 + 0.534X - 0.0030X^2$	0.943
كفاءة استعمال السماد	$Y = 14.725 + 3.429X - 4.041X^2$	0.898

المؤشر	التربة الرملية	
	المعادلة	معامل الارتباط *R
محتوى النتروجين في القش	$Y = 4.350 + 0.018X + 0.178X^2$	0.999
محتوى النتروجين في الحبوب	$Y = 7.480 + 0.044X – 0.098X^2$	0.999
محتوى الزنك في القش	$Y = 26.655 + 0.324X – 0.0008X^2$	0.997
محتوى الزنك في الحبوب	$Y = 34.209 + 0.119X + 0.0002X^2$	0.994
نسبة الاستجابة	$Y = 4.241 + 0.025X - 0.103X^2$	0.999
كفاءة استعمال السماد	$Y = 49.896 + 0.592X - 0.0033X2$	0.943

قيمة R الجدولية عند المستويين 0.05 و 0.01 هي 0.878 و 0.959.

جدول7: العلاقة بين مؤشرات نبات الحنطة (Y) ومستوى اضافة الزنك (X) وفقاً لمعادلة الدرجة الثانية.

المؤشر	التربة المزيجة الطينية	
	المعادلة	معامل الارتباط
محتوى النتروجين في القش	$Y = 5929 + 0.303X – 0.003X^2$	0.995
محتوى النتروجين في الحبوب	$Y = 12.827 + 0.459X – 0.0066X^2$	0.999
محتوى الزنك في القش	$Y = 35.793 + 2.374X + 0.0017X^2$	0.994
محتوى الزنك في الحبوب	$Y = 42.489 + 2.065X + 0.0056X^2$	0.987
نسبة الاستجابة	$Y = 9.842 + 0.572X - 0.047X^2$	0.982
كفاءة استعمال السماد	$Y = 1.452 + 0.0097X - 0.0013X^2$	0.671

المؤشر	التربة الرملية	
	المعادلة	معامل الارتباط
محتوى النتروجين في القش	$Y = 4.35 + 0.183X + 0.0019X^2$	0.999
محتوى النتروجين في الحبوب	$Y = 7.480 + 0.441X – 0.0019X^2$	0.999
محتوى الزنك في القش	$Y = 26.655 + 3.243X – 0.0781X^2$	0.977
محتوى الزنك في الحبوب	$Y = 34.209 + 1.187X + 0.024X^2$	0.994
نسبة الاستجابة	$Y=17.899+0.539X-0.052X^2$	0.999
كفاءة استعمال السماد	$Y=1.483-0.084X+0.0051X^2$	0.960

(Quadratic equation). أن معـادلات الدرجـة الثانية التي تم الحصـول عليها فـي هذه الدراسـة تؤكد أن مستويات النتـروجين والزنـك المضـافين أدت إلـى زيـادة جاهزيـة النتـروجين والزنـك أكثـر مـن حاجـة النبـات وتحقـق المسـتوى الأمثـل للنتـروجين لحاجـة النبـات عنـد المسـتوى 100 ملغم كغم$^{-1}$ والزنـك عنـد المستوى 10 ملغم كغم$^{-1}$ في كفاءة استعمال السمادين. أن هـذه العلاقـات أو منحنيـات الاسـتجابة لهـا أهميـة كبيـرة فمـن خلالهـا يمكـن التنبـؤ بمـدى اسـتجابة نبـات الحنطـة للنتـروجين المضـاف إضـافة إلـى ذلـك يمكـن تحديد مستوى كل من النتروجين والزنـك الأمثـل فـي تحقيق اعلـى اسـتجابة وأقصـى حاصـل لنبـات الحنطـة

وهـذا مـا أكـده كـل مـن Arshad وآخـرون (16) و Mohammadi وآخرون (31).

المصادر:

1.الحـديثي ، اكـرم عبـد اللطيـف .2009. كفـاءة هيومـات الزنـك كمصـدر للزنـك فـي التـرب الكلسـية.وقائع المـؤتمر العلمـي الرابـع للتقانـات الحديثـة (تحـديات تحـديث الزراعـة). جامعـة القاهرة. مصر.4 : ص 400-480.

2.الساعدي ، نصير عبد الجبار عبد الزهرة .2000. سلوك وكفاءة الأسمدة الفوسفاتية الامونياكية في الترب الكلسية .رسالة ماجستير. كلية الزراعة . جامعة بغداد. العراق.

3.السـاهوكي ، مـدحت و كريمـة محمـد وهيـب. 1990. تطبيقـات فـي تصـميم وتحليـل التجـارب.دار الحكمـة للطباعـة والنشـر. جامعـة بغداد. العراق.

4.العـامري ، بيـداء حسـن .2001. سـلوك وكفـاءة استعمال أسمدة الزنك في الترب الكلسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد. العراق.

5.العبيدي ، رغدة كريم وأكرم عبد اللطيف الحديثي .2011. دور هيومات الزنك في جاهزية الزنك وأثره في نمو الحنطة (*Triticum durum*) . مجلة الانبار للعلوم الزراعية. 8(4) : 79-90. (عدد خاص بالمؤتمر).

6.العكيلـي ، جـواد كـاظم و فلـيح حسـن الحـديثي ونصـير عبـد الجبـار السـاعدي .2002. تقيـيم الأسـمدة الفوسـفاتية الامونياكيـة وبعـض المصلحات الكيمياوية في الترب الكلسية . مجلة العلوم الزراعية. 33(3):65-78.

7.جار الله ، عباس خضير عباس .1998. التحولات البايولوجية لسماد اليوريا وصفاتهُ الحركية في الترب المتأثرة بالملوحة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.العراق.

8.جـار الله ، عبـاس خضـير عبـاس .2011. تـأثير تداخل سمادي النتروجين والزنك على حاصل وامتصاص النتروجين والزنك لنبات الحنطة . مجلة جامعة كربلاء العلمية. 9(2):299-306.

9. لازم ، اتحاد توفيق ونبيل صدقي مرتضى وآمال محمـد صـالح .1989. اسـتجابة نبـات الحنطـة للزنـك وتحديـد الحـد الحـرج فـي تـرب وسـط العـراق . مجلـة البحـوث الزراعيـة والمـوارد المائية 8 : 81-91.

10.Abbas , G.; G. Hassan ; M. A. Ali ; M. Asam and Abbas Z .2010. Response of wheat to different doses of $ZnSO_4$ under that desert environment. Pak .J. Bot., 42 (6):4079–4085.

11.Ali , N.S.; J.K.Al-Uqaili and Al-Ameri B.H .2001. Efficiency of Some zinc fertilizers in calcareous soil . Iraqi J.Agric . Sci.,32(6)147–204.

12.Alloway ,B.J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition :International Zinc Association. Brussels , Belgium

13.AL-Samerrai ,I.K. ; and M.K.Abbas. 1989 .The effect of nitrogen and zinc interaction on zinc movement and transport from root

to shoot of subterranean clover (*Trifoliumsub terrancum* L.CV) .seaton park). Proc. .Sth Sci .Conf .LSRC ., .Baghdad –Iraq.133- 141.

14.Al-Uqaili , J.K.; A.K.A. Jarallah and Al-Rashidi R.K.1999. Urea and sulfur – coated urea effects on wheat use efficiency in salt – effected soils . Iraqi J. Agric . Sci ., 30(1):615–624.

15.Arora , S.,and M. Singh .2004. Interaction effect of zinc and nitrogen on growth and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) on typic ustipsamments . Asian J. Plant Sci ., 3(1):101–103.

16.Arshad ,M.;G. Murtaza ; M.A.Ali ; M.Shafiq ;C.Dumat and Ahmed N. .2011. Wheat groth and phytoavailability of copper and zinc as affected by soil texture in saline .sodic conditions .Pakistan J. of Botany 43(5):2433–2439 .

17.Barker, A.V. ,and D.J Pilbeam .2007. Handbook of plant Nutrition CRC press, Boca Raton, FL.USA.

18.Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil, 302: 1 – 17.

19.Campillo , R.; C. Jobet and Undurraga P. 2010. Effects of nitrogen on productivity

, grain quality , and optimal nitrogen rates in winter wheat CV. Kumpa . INIA in

andisols of southern chile Chilean. J. Ayric .Res., 70 (1):122–131.

20.Erenoglu , E.B.; U.B.Kutman ; Y. Ceylan ; B. Yildiz and Cakmak I .2011. Improved nitrogen nutrition enhances root uptake , root – to–shoot translocation and re mobilization of zinc (Zn^{65}) in wheat .New Phytologist 189:438–448 .

21.Fageria ,N.K.2009. The Use of Nutrients in Crop Plants .CRC press , Boca Raton ,FL.USA.

22.Guo , J.H.; X.J.Liu ; Y.Zhang ; J.L. Shen ; W.X.Han ; W.F.Zhang ; P. Christie ; K.W.T.Goulding ; P.M.Vitousek and Zhang F.S. 2012. Significant acidification in major Chinese croplands. Science, 327:1008–1010.

23.Hussain, I.; M.A.Khan and Khan E.A.2006 .Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels .J.of Zhejiang Univ. Sci., 7(1):70–78.

24.Jackson, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis . Prentice-Hall, Inc., Englewood, Cliffs, N. J.USA.

25.Kumar , V.V;S.Ahalawat and Antil R.S.1985. Interaction of N and Zn in pearl millet.I. Effect of Nand Zn levels on dry matter yield and concentration and uptake of N and Zn in pearl millet . Soil Sci.,134 :351–356.

26.Kumar , M. , and F.M. Qureshi .2012 . Dynamics of zinc fractions availability to wheat (*Triticum aestivum* L.) and residual effect on succeeding maize (*Zea mays* L.) in Inceptisols Journal of Agricultural Science. 4(6):236–245 .

27.Kutman ,U.B., B.yildiz , and Cakmak, I . 2011. Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentration both in the whole grain and the endosperm fraction of wheat . Journal of Cereal Science 53:118–125.

28.Lindsay , W.L., and W.A.Norvell .1978. Dvevlopment of a DTPA soil test for zinc , iron , manganese and copper . Soil Sci. Soc. Am.J.,42:421–428.

29.Liu , D.; and Y.Shi .2013. Effect of different nitrogen fertilizer on quality and yield in winter wheat .Adv .J.Food Sci. Techno.,5(5):646-649.

30.Maqsood, M. A.; Rahmatullah ; S Kanwal ; T. Aziz and Ashraf M.2009. Evaluation of Zn distribution among grain and straw of twelve indigenous wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pak .J.Bot., 41(1):225–231.

31.Mohammadi, A.; M. Rezvani ; S. Zakernezhad and Karamzadeh H. 2012. Effect of nitrogen rate on yield and yield components of wheat in wild oat infested condition . Intl . J. Agric : Res & Rev 2(4) : 496–503.

32.Nezami , M.T; and G.Vafaei .2012. Effect of zinc and nitrogen application on agronomic traits and qualitative characteristic of sunflower in saline condition . Afr.J.Biotechnol., 11(36):8848–8858.

33.Nye .P.H.1986 Changes of pH across the rhizosphere induced by root Plant and Soil,61:7–26 .

34.Obata , H. ;and M.Umebayashi .1988 .Effect of zinc deficiency on protein systhesis in cultured tobacco plant cells soil sci .Plant Nutr.,34:351–357 .

35.Page, A. L. (ed.). 1982. Methods of Soil Analysis . Part 2. Chemical and Microbiological Properties . Am. Soc. Agron. Madison, WI.USA.

36.Rahman , A.; M. Yasin; M.Akram and Awan Z.I.2002. Reponse of rice to zinc . application and different N – sources in calcareous soil. Quarterly Science Vision, 8(1):100–104.

37.Shi , R.;Y. Zhang ; X. Chen ; O. Sun ; F. Zhang ; V.Romheld and Zou C. 2010. Infuence of long – term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). J. of Cereal Sci., 5(1):165–170.

38.Tarighi , H.; M.Majidian ; A.H.Baghaie and Gomarian M.2012. Zinc availability of two wheat cultivars in soil amended with arganic and inorganic Zn sources . African J.Biotechnology, 11(2):436–443.

39.Westerman, R.L.; R. J. Ohanlon ; G.L. Fox and Miter D.L.1983. Nitrogen fertilizer efficiency in Bermuda grass production. Soil Sci. Soc. Am. J., 47: 810 – 817.

40.Xue , Y.F.; S. C. Yue ; Y. Q . Zhang ; Z . L . Cui ; X.P. Chen ; F.C .Yang ; I. Cakmak ;S.P.MeGrah ; F-S.Zhang and Zou C.Q.2012. Grain and shoot zinc accumulation in winter wheat affected by nitrogen management. Plant and Soil, 361:153–-163.

مجلــة الكوفــة للعلــوم الزراعيــة 8 (2) : (191 – 215) 2016

The efficiency of nitrogen and zinc fertilizers use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) response and their content in different soil textures

Abbas Khudhair Abbas Jarallah* Hala Jawad Amin Al-Amedy** Sabah Kadar Ahmed**

* Department of Desertification Control - College of Agriculture - University of Baghdad - Republic of Iraq.

** Department of Soil and Water Resources - College of Agriculture - Al- Qasium Green University - Republic of Iraq.

Abstract

A pot experiment was conducted to study the effect of addition of nitrogen and zinc fertilizers and their interaction in content, and response and fertilizers efficiency of wheat (var. *Mexipak* L.) in two different soil textures. Experiment consisted of 5 levels of N (i.e., 0, 50, 100, 150 and 200 mg Kg^{-1}) and 5 levels of Zn (i.e., 0, 5, 10, 15 and 20 mg Kg^{-1}) and two soils (Clay loam S1 and Sandy S2). Wheat was used as an indictor plant. A factorial experiment was used in a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. The results showed that the addition of N and Zn significantly increased all parameters and 200 mg N Kg^{-1} level gave highest values of N content for both straw and grains of wheat and they were 9.74, 17.55 mg N Kg^{-1} dry matter respectively. Highest values of Zn content (72.52 , 76.80 mg Zn Kg^{-1} dry matter) for both straw and grains respectively were obtained at level 20 mg Zn Kg^{-1}.

Results also showed also that the 100 mg N Kg^{-1} level gave highest values for response percentage and nitrogen use efficiency while 10 mg Zn Kg^{-1} level gave highest value for response percentage, However 20 mg Zn Kg^{-1} level gave highest value for zinc use efficiency. Interaction between N and Zn significantly increased all parameters and interaction treatment (N100, Zn10) was superior by giving the highest value for N and Zn use efficiency. All parameters in Clay loam soil significantly increased as compared with sandy soil. Regression technique confirmed that curvilinear trends were found between plant parameters and both N and Zn level addition.

Keyword : Nitrogen. Zinc. Wheat. Fertilizer use efficiency.

*Part of M.Sc thesis of the second author.