Effect of Levels of Phosphors and Zinc on Vegetative Growth of Wheat plant (*Triticum aestivum* L.)

تاثير مستويات من الفسفور والزنك في النمو الخضري لنبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.)

ا.م. حسن عبد الرزاق علي السعدي ا.د.عباس جاسم حسين الساعدي م. مختبر رغد حامد ناصر
قسم علوم الحياة/كلية العلوم/ الجامعة المستنصرية
قسم علوم الحياة/كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة بغداد

الخلاصة :

اجريت تجربة في أصص بلاستيكية البيت الزجاجي بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) Random Complete Block Design وبثلاث مكررات باستخدام نبات الحنطة (Triticum aestivum L.) وتم إضافة مستويات متزايدة من كل الفسفور وبثلاثة مستويات (300,150,0 كغم/هـ)على صورة سماد فوسفات الامونيوم DAP والزنك بثلاثة مستويات (10,5,0 كغم/هـ)على صورة سماد كبريتات الزنك, تم جمع عينات من النباتات (الجزء الخضري) بعد 46 يوما من الإنبات وقدر ارتفاع النبات, المساحة الورقية, وزن المادة الجافة, تركيز المواد العضوية (الكلوروفيل, البروتين و الكربوهيدرات) وتركيز العناصر(K,P,N) .

بينت النتائج ان إضافة مستويات السماد الفوسفاتي أدى الى زيادة في جميع الصفات اعلاه , بينما لوحظ ان زيادة مستويات سماد كبريتات الزنك أدى الى زيادة في بعض الصفات , أشارت النتائج أيضا الى ان التداخل بين عاملي الدراسة كان معنويا وأعلى قيمة كانت عند التوليفة المركبة من300 كغم فسفور/ هـ+5كغم زنك/ هـ) ولجميع الصفات المدروسة .

الكلمات المفتاحية : الحنطة , الفسفور , الزنك .

Abstract :

Plastic pots experiment was performed in greenhouse with Random Complete Block Design(RCBD) with three replications by using wheat plant (*Triticum aestivum* L.). Increase levels of phosphors fertilizer at a level of (0,150,300kg/ha.) as di-ammonium phosphate and zinc fertilizer at a level of (0,5,10kg/ha.) as zinc sulfate were added. Plant samples(vegetative part) were collected after 46days of germination. Plant height, leaf area, dry weight, concentration of organic materials (chlorophyll, protein and carbohydrate) and concentration of some elements (N,P,K) were determined.

Results showed that the application of phosphors fertilizer caused a significant increase in all parameters mentioned above, but zinc sulfate application caused a significant increase in some of them. The interaction between two fertilizers was significant and the highest value of all studied parameters were found at treatment (300kgP/ha.+5kgZn/ha.).

Key words : Wheat , Phosphor , Zinc .

المقدمة :

تعد الحنطة *Triticum aestivum* L. احدى اهم محاصيل الحبوب في العالم ، وهي ذات أهمية غذائية مؤثرة في اقتصاد وسياسة معظم بلدان العالم ، إذ يعتمد حوالي 35% من سكان العالم في غذائهم على هذا المحصول والذي يشكل مع محاصيل الحبوب الأخرى 65% من الإنتاج العالمي الكلي من الحبوب والبروتين و بلغ حجم الإنتاج السنوي حوالي 600 مليون طن حسب إحصائيات منظمة الغذاء والزراعة الدولية , ويصنع من طحين الأصناف الناعمة الخبز بأنواعه والذي يمثل جزءً رئيسياً من غذاء الإنسان ولاسيما في البلدان النامية، كل هذا جعل من الحنطة محصولاً إستراتيجيا مماً يجب العمل كل ما من شأنه في زيادة إنتاجيتها وتحسين نوعية حبوبها (1), لذلك استعملت الأسمدة الكيميائية ومنها الحاوية على الفسفور لتلبية حاجة النبات من هذا العنصر وذلك لأهميته البالغة في نمو الجذور وزيادة تفرعاتها فضلا عن اشتراكه في بناء الأغشية الخلوية و الأحماض النووية ومركبات الطاقة وكذلك في بناء مركب phitin في البذور المهم في عملية الإنبات (2), حيث لوحظ زيادة معنوية في نمو و تراكيز العناصر K,P,N بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي لنبات الحنطة صنف أباء 99 (3) وصنف8498 HI (4), كذلك لوحظ ان التسميد الفوسفاتي الأرضي 60كغم/هـ والورقي 6000ملغم/لتر أدى الى تحسين في نمو وزيادة امتصاص العناصر في نبات الذرة الصفراء صنف بحوث 106(5), إلا ان جاهزية هذا العنصر تتأثر بعوامل عديدة منها : نسجة ودرجة تفاعل التربة, محتوى

الكربونات, المادة العضوية, الأحياء المجهرية الموجودة في التربة والتداخل ألتضادي مع العناصر الأخرى كالزنك مثلا , حيث ان المستويات العالية منه تسبب في تقليل جاهزية الفسفور في التربة وانخفاض امتصاصه ونقله في النبات مما ينعكس سلبا في نمو النبات (6), حيث وجد ان المستويات المتزايدة من سماد كبريتات الزنك (30,20,10,0كغم/هـ) تقلل من امتصاص العناصر الغذائية لاسيما عنصر الفسفور في نبات الحنطة صنف Sardari (7), كذلك وجد ان المستويات العالية من الزنك 20كغم/هـ سبب انخفاض في محتوى المادة العضوية الحالة الغذائية في نبات الحنطة صنف الفتح (8), بينما لوحظ ان المستوى 10كغم/هـ سبب انخفاض في نمو وامتصاص العناصر الغذائية في ثلاثة أصناف من نبات الذرة الصفراء-Os87 and Os89-35 ,Os86-39) (24)(9).

لذا يهدف البحث لمعرفة تاثير التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك في محصول الحنطة صنف أباء 97 مع تحديد المستوى الأمثل للزنك المضاف الى السماد الفوسفاتي .

المواد وطرائق العمل :

نفذت تجربة بايولوجية في البيت الزجاجي التابع الى قسم علوم الحياة /كلية العلوم /الجامعة المستنصرية في الموسم الشتوي 2010-2009, استعمل فيها أصص بلاستيكية معبأة ب4000غم من التربة (بعد تحضيرها من حديقة الكلية ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2ملم), لغرض دراسة تاثير مستويات من عنصري الفسفور (مصدره سماد فوسفات الامونيوم الثنائية)DAP(P%22) (300,150,0كغم/هـ) والتي تساوي(600,300,0ملغم/أصيص)على الترتيب والزنك (مصدره سماد كبريتات الزنك)(Zn%21) (10,5,0كغم/هـ) والتي تساوي(20,10,0ملغم/أصيص)على الترتيب وتداخلهما في بعض الصفات المظهرية و الفسلجية لنبات الحنطة صنف أباء 97 وبموجب تجربة عامليه ذات تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات وبذلك اصبح عدد الأصص27.

لقد تم إضافة مستويات الأسمدة اعلاه الى أصص التجربة قبل الزراعة وبدفعة واحدة وتم زراعة بذور الصنف أباء 97 بتاريخ 2009/12/9 وبواقع 20بذرة لكل أصيص , وبعد مرور أسبوعين من تاريخ الزراعة خفت الى12 نبات في كل أصيص , ورويت الأصص بالماء الى 75% من السعة الحقلية على أساس الوزن, وتم متابعة التجربة من عمليات الري وإزالة الأدغال يدويا كلما دعت الحاجة الى ذلك , وبعد مرور 46يوما من تاريخ الزراعة تم اخذ ستة نباتات لدراسة بعض صفات النمو المتمثلة بارتفاع النبات(سم), المساحة الورقية(سم2) حسب معادلة McKee الآتية (10): المساحة الورقية(سم2)=1.25(3/3.14) x طول الورقة(سم) x عرضها(سم) وزن المادة الجافة(غم)(بعد تجفيف العينات في مجفف لمدة 48 ساعة وعلى درجة حرارة 65م), تركيز الكلوروفيل الكلي (ملغم/غم وزن طري) حسب طريقة Mac-Kinney(11) وتركيز الكاربوهيدرات(%) حسب طريقة الفينول حامض الكبريتيك وبواسطة جهاز المطياف الضوئي عند الطول الموجي 488 نانوميتر (12). بعد ذلك تم اخذ وزن جاف مقداره 0.2غم ليتم هضمه بإضافة 5مل من H2SO4(98%) وبمساعدةH2O2 (13) لتقدير تركيزN(%) بواسطة جهاز مايكرو كلدال Microkjeldahl(14) وعنصرP(%) بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer (15) وعنصرK(%) بواسطة جهاز قياس اللهب Flame photometer (16), بعد ذلك تم حساب تركيز البروتين (%) وذلك بضرب تركيز N(%) في ثابت 6.25. اجري التحليل للنتائج حسب التصميم المتبع وباستعمال اقل فرق معنوي (Least Significant Difference (LSD للمفاضلة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات وبمستوى معنوية 0.05 (17).

النتائج والمناقشة :

أشارت النتائج في الجدول (1) الى وجود فروق معنوية في صفات النمو الخضري المتمثلة بارتفاع النبات, المساحة الورقية ووزن المادة الجافة بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي آذ أعطى المستوى 300كغم/هـ أعلى معدل للصفات اعلاه وكانت نسبة الزيادة هي (62.50,41.70,33.99%) على الترتيب مقارنة بعدم التسميد . وتعزى هذه الزيادة نتيجة لدور الفسفور الى زيادة تفرعات الجذور وبذلك تزداد الكفاءة الامتصاصية في سحب العناصر الغذائية من التربة , واشتراك هذا العنصر في بناء مركبات الطاقة والأحماض الامينية والنووية ليزداد بذلك بناء البروتينات والكاربوهيدرات مما يسهم في غزارة النمو وزيادة في الصفات المدروسة اعلاه (2), هذه النتائج تتفق مع نتائج (3) و (4) في دراستهم على نبات الحنطة .

كذلك أشارت النتائج في الجدول ذاته ان نمو نبات الحنطة(صفات المدروسة اعلاه) ازداد معنويا بزيادة عنصر الزنك حيث أعطى المستوى10كغم/هـ زيادة معنوية في ارتفاع النبات والمساحة الورقية فقط (26.24,8.05%) على الترتيب مقارنة بعدم التسميد. وتعزى هذه الزيادة الى دور عنصر الزنك في تنشيط انزيم Tryptophan synthetase المسؤول عن بناء حامض التربتوفان الذي يعد السلف لهرمون أندول حامض ألخليك المسبب في تحفيز عمليات الاستنساخ الجيني والترجمة ومن ثم تخليق RNA جديد وزيادة تركيز البروتين في الخلايا وبذلك يؤدي الى نمو الأنسجة المرستيمية لينعكس بذلك زيادة في ارتفاع النبات وتوسيع مساحة الأوراق (18). هذه النتائج تتفق مع نتائج (19) أثناء دراسته على نبات الحنطة .

جدول(1): تاثير مستويات التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك (كغم/ هـ) في بعض الصفات المظهرية لنبات الحنطة.

P / Zn	ارتفاع النبات(سم)				المساحة الورقية(سم2)				وزن المادة الجافة(غم)			
	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل
0	24.05	32.55	34.36	30.32	7.76	9.44	11.84	9.68	0.36	0.56	0.65	0.52
5	26.18	34.19	39.59	33.32	9.80	12.57	15.08	12.48	0.41	0.55	0.79	0.58
10	29.13	36.94	32.38	32.82	10.64	12.99	13.04	12.22	0.43	0.66	0.51	o.53
المعدل	26.45	34.56	35.44		9.40	11.67	13.32		0.40	0.59	0.65	
LSD %5	1.81 =P 1.81=Zn 2.39 =ZnXP				=P 0.52=Zn 0.97=ZnXP				0.12 =P N.S. =Zn N.S.=ZnXP			

اما بالنسبة لتأثير التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان معنويا في صفتي ارتفاع النبات والمساحة الورقية فقط وازدادت قيم الصفات المدروسة بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك, وقد أعطت التوليفة المركبة من300كغمP/هـ+ 5كغمZn/هـ أعلى ارتفاع للنبات بلغ 39.59سم وأفضل مساحة ورقية بلغت 15.08سم2 , ولكن بزيادة مستويات الزنك أدى الى انخفاض قيم هذه الصفات لاسيما في التوليفة المركبة 300كغمP/هـ+10كغمZn/هـ حيث اعطت ارتفاع نبات 32.38سم ومساحة ورقية 13.04سم2 وزن مادة جافة 0.51غم, هذه النتائج تتفق مع نتائج (6) و (8) إثناء دراستهم على نباتي الحنطة والذرة الصفراء , على الترتيب .

اظهر التحليل الإحصائي للتجربة وجود فروق معنوية في تركيز الكلوروفيل, البروتين والكاربوهيدرات بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي (جدول 2), حيث عند رفع المستوى من 0 الى300 كغمP/ هـ ازداد معدل الكلوروفيل, البروتين والكاربوهيدرات بنسبة زيادة معنوية (71.01,44.55,37.14%) على الترتيب .

ان الزيادة في تركيز المادة العضوية قد تعود الى دور الفسفور في تنشيط إنزيمات عديدة في بناء المواد المذكورة اعلاه كالأنزيم Chlorophyll synthetase المسؤول عن بناء مادة الكلوروفيل وأنزيم Nitrate reductase المسؤول عن بناء البروتين وأنزيم Starch synthetase المسؤول عن استهلاك السكريات ومن جهة أخرى دوره في زيادة المساحة الامتصاصية للجذور في امتصاص العناصر الغذائية الداخلة في بناء هذه المواد (20) .

كذلك يلاحظ في النتائج في جدول (2) بوجود زيادة معنوية في تركيز الكلوروفيل, البروتين والكاربوهيدرات بزيادة مستويات سماد كبريتات الزنك, حيث عند رفع المستوى من 0 الى 10 كغمZn/هـ ازداد معدل تركيز المواد المذكور اعلاه بنسبة زيادة معنوية (16.79,19.60,18.02%) على الترتيب, وتأتي هذه الزيادة نتيجة لدور الزنك في تحفيزه لعدد من الأنزيمات المسؤولة عن بناء هذه المواد في النبات منها أنزيم Carbonic anhydrase الذي يعمل كمنظم بفري في اغشية الستروما ليحافظ على الكلوروفيل من التحلل وأنزيمات Peptidase , Ribonuclease و DNA/RNA polymerase المسؤولة عن بناء البروتين وأنزيمات Enolase, Aldolase و PEP carboxylase المسؤولة عن بناء وتنظيم الكاربوهيدرات (21) .

جدول(2): تاثير مستويات التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك (كغم/ هـ) في تركيز بعض المواد العضوية لنبات الحنطة.

P / Zn	الكلوروفيل(ملغم/غم وزن طري)				البروتين(%)				الكاربوهيدرات(%)			
	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل
0	0.88	1.11	1.35	1.11	9.63	11.25	15.25	12.04	2.68	4.22	5.61	4.17
5	1.07	1.36	1.72	1.38	10.69	11.94	19.44	14.02	3.21	4.52	6.70	4.18
10	1.19	1.51	1.24	1.31	13.00	16.69	13.50	14.40	4.25	5.33	5.02	4.87
المعدل	1.05	1.33	1.44		11.11	13.29	16.06		5.38	4.69	5.78	
LSD %5	0.10 =P 0.10= Zn 0.19 =ZnXP				0.13= P 0.13=Zn 0.18=ZnXP				0.16 =P 0.16=Zn 0.27=ZnXP			

اما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة فقد كان معنويا وازداد تركيز المواد اعلاه بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك, وقد اعطت التوليفة المركبة من300كغمP/هـ+ 5كغمZn/هـ أعلى تركيز الكلوروفيل بلغ 1.72ملغم/غم وزن طري وأفضل تركيز بروتين بلغ 19.44% واكبر تركيز الكاربوهيدرات بلغ 6.70%. ان زيادة النمو في التوليفة المركبة السابقة ربما ناتجة عن حدوث اتزان غذائي بين عنصري الفسفور والزنك مع استثمار لعوامل الأخرى مما انعكس إيجابا على صفات النمو قيد الدراسة وتركيز المادة العضوية .

يلاحظ أيضا من النتائج المعطاة في الجدول (2) ان زيادة مستويات الزنك أثرت سلبا في تركيز المادة العضوية , حيث بدا الانخفاض بشكل ملحوظ في تركيزها عند التوليفة المركبة 300كغمP/هـ+10كغمZn/هـ, ويرجع السبب الى ان زيادة الزنك تمنع امتصاص عنصر الفسفور والعناصر الأخرى المسؤولة عن بناء هذه المواد نتيجة لأعاقتها في طبقة البشرة او الخلايا السطحية لأنسجة الخشب في الجذور او حدوث معقدات بين العناصر وعنصر الزنك في التربة او في أنسجة الجذر تمنع وصول العناصر الى الأوراق او حدوث اضطراب في المسارات الايضية في خلايا النبات ناتج عن عدم الاتزان الغذائي بين عنصري الفسفور والزنك ومن ثم ينخفض نشاط عملية البناء الضوئي في أنتاج مثل هذه المواد في النبات (6) . هذه النتائج تتفق مع نتائج (8) في دراستهم على نبات الحنطة .

تشير النتائج في الجدول (3) الى وجود زيادة معنوية في معدل تراكيز عناصر النتروجين ,الفسفور والبوتاسيوم بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي حيث أعطى المستوى300كغمP/هـ زيادة معنوية لتراكيز العناصر اعلاه بنسبة (42.13,103.13,44.38%) على الترتيب مقارنة بال النباتات سيطرة. تعزى هذه الزيادة في تراكيز العناصر اعلاه نتيجة لدور الفسفور الايجابي في نمو الجذور وزيادة معدل امتصاص العناصر لاسيما عنصر الفسفور, كذلك يحتوي سماد فوسفات الامونيوم الثنائية على 18% من النتروجين مما يسهم في زيادة جاهزيته في التربة وزيادة امتصاصه من قبل النبات, وان زيادة تركيز هذين العنصرين في النبات يسهمان في بناء المواد العضوية (البروتين و الكربوهيدرات) و تراكمهما في أنسجة الجذور ممل يتطلب زيادة في معدل امتصاص عنصر البوتاسيوم لنقل هذه المواد الى أمكان خزنها وهذا ما يدعى بالامتصاص التازري Syngrasim absorptionوالذي يعرف على انه امتصاص عنصر معين يحفز على امتصاص عنصر آخر (18). هذه النتائج تتفق مع نتائج (3)على نبات الحنطة و(5) على نبات الذرة الصفراء .

كذلك يلاحظ من نتائج جدول (3) الى وجود زيادة معنوية في معدل تركيز عنصري النتروجين والبوتاسيوم بزيادة مستويات سماد كبريتات الزنك ,حيث عند رفع مستوى السماد الأخير من 0 الى 10كغمZn/ هـ ازداد معدل تركيز عنصري اعلاه بنسبة زيادة معنوية (13.24,19.17%)على الترتيب . تعزى هذه الزيادة في تركيز النتروجين والبوتاسيوم بزيادة مستويات سماد كبريتات الزنك نتيجة لدور الزنك في تحفيز الأنزيمات المسؤولة عن بناء المواد العضوية (جدول2) ومن ثم يتطلب سحب اكبر كمية من عنصري النتروجين والبوتاسيوم تلبية لبناء هذه المواد ويرافقه أيضا أنتاج حوامل الطاقة Carriers ليزداد كفاءة الامتصاص الحيوي كالنقل الفعال في امتصاص هذه العناصر (21) .

جدول(3): تاثير مستويات التسميد الفوسفاتي وعنصر الزنك (كغم/ هـ) في تركيز بعض العناصر لنبات الحنطة.

P / Zn	النتروجين (%)				الفسفور (%)				البوتاسيوم (%)			
	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل	0	150	300	المعدل
0	1.54	1.80	2.44	1.93	0.26	0.51	0.78	0.52	1.59	1.79	2.57	2.04
5	1.71	1.91	3.11	2.24	0.31	0.59	0.69	0.53	1.83	2.35	2.68	2.29
10	2.08	2.67	2.16	2.30	0.40	0.61	0.47	0.49	1.92	2.67	2.35	2.31
المعدل	1.78	2.13	2.57		0.32	0.57	0.65		1.78	2.33	2.53	
LSD %5	P= 0.15 Zn 0.15= ZnXP= 0.26				P=0.11 Zn= N.S. ZnXP=0.19				P= 0.14 Zn=0.14 ZnXP=0.24			

اما بالنسبة لتأثير التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان معنويا , حيث ازداد تركيز العناصر اعلاه بزيادة مستويات التسميد الفوسفاتي وسماد كبريتات الزنك, وقد اعطت التوليفة المركبة من300كغمP/هـ+ 5كغمZn/هـ أعلى تركيز لعنصري النتروجين والبوتاسيوم (2.68,3.11%)على الترتيب, بينما اعطت التوليفة المركبة من300كغمP/هـ+ 0كغمZn/هـ أعلى تركيز لعنصر الفسفور 0.78%, ولكن بزيادة مستوى الزنك لاسيما في التوليفة المركبة 300كغمP/هـ+10كغمZn/هـ آذ انخفض تراكيز العناصر اعلاه نتيجة لحصول اختلال في الاتزان بين عنصري الفسفور والزنك مما ساهم إخلال في عمل المسارات الايضية و العضيات الخلوية والفعالية الأنزيمية وتقليل كفاءة الجذور في امتصاص العناصر الغذائية مما اثر سلبا في نمو النبات, او ربما حدوث حصول تخفيف في تراكيز العناصر نتيجة للنمو الغزير لنبات الحنطة كما في الجدول (1) كزيادة في ارتفاع النبات والمساحة الورقية من قبل الزنك والذي يوثر سلبا في الحاصل في المستقبل (6).

نستنتج من نتائج هذه التجربة أن هناك تأثير معنوي بزيادة تراكيز كل من النتروجين والزنك في نمو محصول الحنطة لاسيما في التوليفة المركبة من300كغمP/هـ+ 5كغمZn/هـ .

المصادر:

1-F.A.O.(1996).Improving nitrogen use efficiency for cereal production.FAO State,www,FAO Org.

2- النعيمي ، سعدالله نجم عبدالله (1999). الاسمدة وخصوبة التربة . موسسة دار الكتب للطباعة والنشر , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي, جامعة الموصل .

3- المعموري ، عبد الباقي داود سلمان (2004). تاثير السماد الفوسفاتي ونسجة التربة ومصدر ماء الري في بعض صفات الكيميائية والخصوبية ونمو نبات الحنطة . رسالة ماجستير, كلية الزراعة ، جامعة بغداد, العراق .

4-Chaturvedi, I. (2003). Effect of phosphorus levels alone or in combination with phosphate–solubilizing Bacteria and farmyard manure on growth ,yield and nutrient uptake of wheat .J.of Agriculture and Social Science, 2 (2):106-217.

5- التميمي , علي جاسم هادي (2009). تأثير مستويات الفسفور المضاف الى التربة وبالرش في نمو وحاصل ونوعية الذرة الصفراء رسالة ماجستير. كلية الزراعة ، جامعة بغداد, العراق .

6-Marschner, H. (1986). Mineral Nutrition of Higher Plant. Academic Press. INC. London, 61-74.

7-Feizial, V. and Valizadeh, Gh. R. (2004) Effect of phosphorus and zinc fertilizer applications on nutrient concentrations in plant and grain yield in cv. Sardari (*Triticum aestivum* L.) under dry land condtions. Iranin J. of Crop Science,6(3) (Abstract).

8- العاشور , امت عبد اللطيف محمود (2006).تاثير تداخل الزنك والفسفور في نمو وحاصل القمح في الترب الجبسية , رسالة ماجستير, كلية التربية (ابن الهيثم), جامعة بغداد, العراق .

9-Bukuic, G. ; Antunovic, M. ; Popovic, S. and Rastija, M. (2003). Effect of phosphorus and zinc fertilizition on biomass, yeild and its uptake by maize lines. Plant Soil Enviro., 49(11): 505-51.

10-McKee, G.W. (1961). A cofficient for computing leaf area in hybrid corn . Agron. J., 56(2): 240-241.

11-Mac-Kinny,G. (1941).Absorption of light by chllorophyll solutions. J.Biol. Chem., 140: 315-322.

12-Herbert, D, Philips, P. J., and Strange, R. E. (1971).Methods in Microbiology. Acad. Press, London.

13-Agiza, A.H.; Hineidy, M.T. and Ibrahim, M.E. (1960).The determination of the different fraction of phosphorus in plant and soil. Bull. FAO. Agric. Cairo Univ., 121-129.

14-Schaffalen, A.C.; Miller, A. and Van Schouwenbury, J. C. H. (1961).Quick test for soil and plant analysis used by small lab. Neth. J. Agric. Sci., 9: 2-16.

15-Matt, K. J. (1970).Colorimetric determination of phosphorus soil and plant materials with ascorbic acid, Soil Sci., 109:214-220.

16-Page, A. L.; Miller, R.H. and Kenney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis. Part (2) 2nd ed. ASA. INC. Madison Wisconsin. USA.111-120.

17- Little, T. M. and Hills, F.J. (1978).Agricultural Experimentation Design and Analysis. John Wiley and Sons , New York , 64-78.

18-Lambers, H. ; Chapin, F.S. and Pons, T.L. (2008).Plant Physiological Ecology. Second Edition, New York , USA, 189-201.

19- عباس ، رياض سلمان (2005). تاثير مستوى ومصدر وطريقة اضافة الزنك في نمو وحاصل صنفين من الحنطة رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد, العراق .

20-Hopkins, W. G. and Huner, N. P. A. (2004).Introduction to Plant Nutrition. 3rd ed. edition, Wiley international edition. USA. , 167-184 .

21-Barker, A. V. and Pilbeam, D.J. (2007).Handbook of Plant Nutrition . CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton, London, 234-367.