Synergistic effect of spraying potassium and kinetin on growth and some nutrient elements content of lentil (*Lens culinaris* Medic.)

التأثير ألتآزري للرش بالبوتاسيوم و الكاينتين في النمو ومحتوى بعض العناصر الغذائية لنبات العدس(*Lens culinaris* Medic.)

ا.م.حسن عبد الرزاق علي السعدي* ا.د.عباس جاسم حسين الساعدي** م.أمل غانم محمود القزاز**
م. مختبر سهاد سعد يحيى** م. مختبر رغد حامد ناصر**
*كلية العلوم/الجامعة المستنصرية **كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم/ جامعة بغداد

الخلاصة:

نفذت تجربة في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم الحياة/كلية التربية للعلوم الصرفة-ابن الهيثم/جامعة بغداد، لدراسة تاثير رش ثلاثة تراكيز من البوتاسيوم (200، 400 و 600)ملغم.لتر$^{-1}$ وتركيزين من الكاينتين (75 و150)ملغم.لتر$^{-1}$ فضلا عن التداخل بين سائر تراكيز البوتاسيوم وتراكيز الكاينتين، اضافة الى معاملة السيطرة التي رشت بالماء المقطر فقط، وبواقع رشتين في بعض الصفات المظهرية(ارتفاع النبات، عدد التفرعات ونسبة المادة الجافة) ومحتوى بعض العناصر الغذائية(النتروجين، الفسفور،البوتاسيوم،الكالسيوم و المغنسيوم) في المجموع الخضري لنبات العدس(*Lens culinaris* Medic. نفذ البحث كتجربة عامليه بتصميم تام التعشية(Complete Random Design(C.R.D.وبثلاث مكررات وقورنت المتوسطات باستعمال اقل فرق معنوي وعند مستوى احتمال 0.05 وأظهرت النتائج كالأتي:

1-أدى رش النباتات بتركيز البوتاسيوم 600ملغم.لتر$^{-1}$ الى زيادة معنوية في معظم الصفات المدروسة، آذ اعطت أعلى متوسط لارتفاع النبات، عدد التفرعات ومحتوى النتروجين، البوتاسيوم والكالسيوم، بينما أعطت النباتات المرشوشة بتركيز البوتاسيوم 400ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لنسبة المادة الجافة ومحتوى الفسفور و المغنسيوم مقارنة بأدنى القيم التي نتجت من نباتات السيطرة.

2- أدى رش النباتات بتركيز الكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ الى زيادة معنوية في متوسط جميع الصفات المدروسة.

3- كان للتداخل بين عاملي الدراسة تأثيرا معنويا وكانت المعاملة المؤلفة من تركيز البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين150ملغم.لتر$^{-1}$ هي الافضل عن بقية المعاملات وفي جميع الصفات المدروسة باستثناء صفة التفرع.

Abstract:

The experiment was conducted in greenhouse of Biology Department, Education College for pure sciences/Ibn Al-Haithium, Baghdad University, to study the effect of spraying with three concentrations of potassium(200, 400 and 600)mg.L^{-1}, two concentrations of kinetin(75and150)mg.L^{-1} and their interaction, meanwhile-the control transplants sprayed with distilled water with two sprayings times on some morphological characteristics(plant height, number of branches and dry matter percentage) and some nutrient elements content(N, P, K, Ca and Mg) of lentil shoot (*Lens culinaris* Medic.).

The experiment was conducted as a factorial experiment. Completely Randomized Design (C.R.D.) was used with three replicates. Lest Significant Difference(L.S.D.) was used at probability of 0.05 to compare between means.

Results showed that:

1-Spraying plant with potassium at concentration 600mg.L^{-1} increased significantly some studied characteristics which gave the highest mean of plant height, number of branches and N, K and Ca contents, but concentration 400mg.L^{-1} gave the highest mean of dry matter percentage, P and Mg contents, compared with the lowest values which produced from the plants of control treatment.

2-Spraying plant with kinetin at concentration 150mg.L^{-1} increased significantly all studied characteristics.

3-The interaction between two factors studied was significant and treatment (400mgK.L^{-1} +150mgKin.L^{-1}) was superior to all treatments in all characteristics except the number of branches.

المقدمة:

العدس(*Lens culinaris* Medic.) نبات حولي عشبي ينتمي الى العائلة البقولية Fabaceae، جذوره وتدية قليلة التفرع حاوية على عقد، سيقانه قائمة يتراوح ارتفاعها من30-70سم، أوراقه ريشية مركبة ذات11وريقة أخيره منها متحورة الى محلاق صغير، أزهاره فراشية الكأس صغيرة وثماره قرنية متطاولة حاوية على بذرة او بذرتين محدبة الوجهين يختلف لونها حسب الصنف(1). يعد نبات العدس من المحاصيل الاقتصادية المهمة في تغذية الإنسان نظرا لاحتواء بذوره على 55.8%كربوهيدرات، 25%بروتين، 11.2% ماء، 10%دهون،3.7%ألياف،3.3%رماد وقليل من فيتامين AوB وعناصر مختلفة(2).

يعد عنصر البوتاسيوم العنصر السابع الأكثر وفرة في القشرة الأرضية وبكميات تقدر0.5-2.5% معظمه بهيئة معادن مثبتة(3)، اما في الترب العراقية فان 83% منها هي ذات خزين منخفض الى متوسط نسبيا من ألصوره غير المتبادلة للبوتاسيوم وكذلك سرعة تحرره بطيئة تقدر بحوالي500ملغم. كغم. يوم$^{-1}$(4) وهي لاتفي في الغالب لسد حاجة المحاصيل ذات المتطلبات العالية من البوتاسيوم ومنها البقوليات ولاسيما نبات العدس، لذلك جاءت الحاجة لاستخدام الأسمدة الحاوية على البوتاسيوم ومنها سماد كبريتات البوتاسيوم أكثر شيوعا نظرا لاحتوائه على البوتاسيوم43% والكبريت16%(5). يتأثر النمو والحالة الغذائية لنبات العدس بالعديد من العوامل لاسيما التسميد البوتاسي، اذ وجد ان التسميد البوتاسي الورقي قد حقق اختلافا معنويا في نمو وحاصل نبات العدس صنفMasur-93 مقارنة بمعاملة السيطرة(6)، ووجدت أيضا فروق معنوية بين مستويات السماد البوتاسي الورقي(4500، 5000 و5500)ملغم.لتر$^{-1}$ في نمو وحاصل نبات الباقلاء(7)، كما لوحظ تفوق معنوي في ارتفاع النبات، عدد التفرعات، الوزن الجاف وتركيز العناصر لنباتات الحمص المسمدة بمستوى من السماد البوتاسي60كغم.هـ$^{-1}$ مقارنة بالنباتات المسمدة بمستوى التسميد30كغم.هـ$^{-1}$(8)، كذلك لوحظت زيادة معنوية في مؤشرات النمو الظاهرية والحالة الغذائية لنبات ألماش بزيادة مستويات التسميد البوتاسي(0،20،40،60،80،100و120)كغم.هـ$^{-1}$(9)، نتائج مماثلة أخرى وجدت في بعض نباتات العائلة النجيلية كالحنطة(10) و الشعير(11).

تستعمل منظمات النمو في تحسين نمو النبات وزيادة امتصاصه للعناصر الغذائية وتخليصه من الاجهادات البيئية كالإجهاد المائي، الملحي ودرجات الحرارة المنخفضة والعالية وغيرها، ومن هذه المنظمات هي السايتوكينات ومثالها الكاينتين(6-Furfurylaminopurine)الذي لم يكتشف وجوده في النباتات لحد الآن بالرغم من احتمال وجوده بصورة طبيعية في النبات كناتج انحلالي كجزء من تحولات حامض DNA، وقد تم تحضره صناعيا من مخلوط كحول فيرفوريل والأدنين في الاوتوكليف(12)، آذ أدى رش الكاينتين بتراكيز 0، 10،20،30و40ملغم.لتر$^{-1}$ زيادة معنوية في عدد التفرعات، وزن المادة الجافة ومكونات الحاصل لنبات العدس صنفGiza-9(13)،كذلك حقق رش الكاينتين بتركيز200ملغم.لتر$^{-1}$ فرقا معنويا في النمو والمحتوى الكيميائي لنبات العدس صنفDimitraمقارنة بمعاملة السيطرة(14)،كما وجد تفوق معنوي لنباتات الحمص المرشوشة بتركيز من الكاينتين 10^{-6}مولاري في النمو وتثبيت النتروجين في العقد الجذرية ومحتواه في النبات مقارنة بنباتات السيطرة(15)،فيما أدى رش الكاينتين بتراكيز0،50،75،100ملغم.لتر$^{-1}$ زيادة معنوية خطية في ارتفاع النبات، عدد التفرعات، الوزن الجاف ومحتوى بعض المواد الكيميائية لنبات الباقلاء(16)، نتائج مماثلة أخرى وجدت في بعض نباتات العائلة النجيلية كالحنطة(17) والذرة(18). ونظرا لأهمية محصول العدس وقلة أنتاجه في القطر مقارنة بالإنتاج العالمي لذا وضعت خطة البحث الى تحسين نموه وحالته الغذائية باستعمال تراكيز متزايدة من البوتاسيوم و الكاينتين والتداخل بينهما مع تحديد التركيز الأمثل لهما.

المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة عامليه في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم الحياة/كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة بغداد باستعمال تصميم تام التعشية، آذ اشتملت على 36 وحدة تجريبية، ان هذا العدد ناتج من ثلاثة تراكيز من البوتاسيوم(مصدره سماد كبريتات البوتاسيوم)(200،400و600)ملغم.لتر$^{-1}$ وتركيزين من الكاينتين(مستورد من شركة Merck الألمانية)(75و150)ملغم.لتر$^{-1}$، فضلا عن معاملة السيطرة التي رشت بالماء المقطر فقط مع ثلاثة مكررات لكل معاملة. ان كل وحدة تجريبية هي عبارة عن أصيص بلاستيكي مبطن من داخل كيس بلاستيكي، تم وضع في كل أصيص 7000غم من التربة مأخوذة من الحديقة النباتية التابعة للقسم بعد تنظيفها وتجفيفها هوائيا وإمرارها بمنخل قطر فتحاته2ملم ليتم تقدير بعض الصفات الفيزيائيةوالكيميائية في مختبرات قسم التربة/الهيأة العامة للبحوث الزراعية في ابوغريب والموضحة في الجدول(1).

جدول(1) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة.

الصفة	الكمية	الصفة	الكمية
طين	144غم/كغم تربة	المادة العضوية	22غم/كغم تربة
غرين	488غم/كغم تربة	معادن الكربونات	245غم/كغم تربة
رمل	408غم/كغم تربة	النتروجين	7.84ملغم/كغم تربة
ألنسجه	مزيجيه	الفسفور	6.80ملغم/كغم تربة
E.C.	3.34 ديسيسمينز/م	البوتاسيوم	9.00ملغم/كغم تربة
pH	7.53		

اجريت عملية البذار لعشرة بذور من نبات العدس صنف بركة*Lens culinaris* Medic. cv. Baraka بتاريخ 2010/12/5وأجريت عمليات الري بحيث يتم إيصال رطوبة التربة الى حدود 50%من السعة الحقلية، وبعد مرور14يوما من تاريخ البذار، تم عملية الخف الى ستة نباتات في كل أصيص مع أجراء عمليات الري وإزالة الأدغال لحين موعد انتهاء التجربة. اجريت عملية رش البوتاسيوم والكاينتين بالتراكيز المذكورة انفأ مرتين بعد مرور53 و67 يوما من تاريخ البذار وذلك عند الصباح الباكر باستخدام مرشة يدوية ذات حجم واحد لتر مع اضافة مادة ناشرة(محلول تنظيف)بتركيز0.03% لتقليل الشد السطحي للماء وإحداث البلل التام على الأجزاء الخضرية ومن ثم زيادة كفاءة محاليل الرش في الامتصاص، وبعد مرور91 يوما من تاريخ البذار تم دراسة الصفات أدناه للجزء الخضري فقط.

1-ارتفاع النبات(سم.نبات$^{-1}$): تم قياس ارتفاع النبات من سطح التربة ولغاية أعلى نقطة من النبات.

2-عدد التفرعات(فرع.نبات$^{-1}$): تم حساب عدد الأفرع الرئيسية من الفرع الرئيسي.

3- نسبة المادة الجافة(%): تم تسجيل الوزن الطري للعينات الخضرية بوساطة ميزان حساس، بعد ذلك تم تجفيف العينات في فرن كهربائي بدرجة حرارة65م° ولمدة 48ساعة ولحين ثبات الوزن ليتم تقدير الوزن الجاف، وتم حساب نسبة المادة الجافة(%) استنادا الى المعادلة الآتية:

نسبة المادة الجافة(%)= الوزن الجاف/الوزن الطري×100

4- محتوى عناصر النتروجين، الفسفور، البوتاسيوم، الكالسيوم و المغنسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$): تم اخذ وزن معلوم من الوزن الجاف وهضم باستعمال حامض الكبريتيك المركز وبمساعدة بيروكسيد الهيدروجين(19)، وتم تقدير محتوى عنصر النتروجين(20)، الفسفور(21)، البوتاسيوم(22) والكالسيوم و المغنسيوم(23).اجري التحليل الإحصائي للنتائج حسب التصميم المذكور اعلاه وبموجب اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D.)Lest Significant Difference عند مستوى احتمالية 0.05 لإيجاد الفروق المعنوية بين متوسطات المعاملات(24).

النتائج والمناقشة:

ارتفاع النبات(سم.نبات$^{-1}$): تعد هذه الصفة مهمة لعلاقتها باعتراض الضوء فالنباتات الطويلة تستقبل اكبر قدر من الطاقة الشمسية مما يؤدي إلى زيادة كفاءة البناء الضوئي ومن ثم زيادة الحاصل(25)، آذ اتضح من نتائج الجدول(2) ان الرش بعنصر البوتاسيوم له دور ايجابي في زيادة ارتفاع نبات العدس، فقد تفوقت تراكيز البوتاسيوم على معاملة السيطرة بصوره معنوية وان التركيز600ملغم.لتر$^{-1}$ سجل أعلى متوسط لارتفاع النبات45.57سم.نبات$^{-1}$ ولم يختلف معنويا عن التركيز400ملغم.لتر$^{-1}$ الذي أعطى متوسط ارتفاع للنبات 45.23سم.نبات$^{-1}$ مقارنة بمعاملة السيطرة التي اعطت متوسط ارتفاع للنبات40.87 سم.نبات$^{-1}$. ان الزيادة في ارتفاع النبات ناتجة عن دور البوتاسيوم في عملية الانقسام الخلوي بفعل التمدد المثالي للجدار الخلوي وزيادة قابلية الخلية على الانتفاخ وزيادة حجمها، اذ ان استطالة الخلية يتم السيطرة عليها بعمليات متعددة منها التغيرات المنسقة في الصفات الميكانيكية لجدار الخلية، الايض الخلوي والتعبير الجيني، وان البوتاسيوم يعمل على ارتخاء جدار الخلية، كذلك لوحظ ان البوتاسيوم ينشط الأنزيمات المسؤولة عن بناء المركبات الداخلة في هيكل النبات ومنها أنزيمات صنع البروتينات proteases وأنزيمات الطاقة kinases ودوره أيضا في عملية التوازن الهرموني وكفاءتها في عملها(26)، آذ أشارت الدراسات الى دور البوتاسيوم في تطور العناصر الميكانيكية والحزم الوعائية للنبات مما يزيد من ثبات السيقان وتحملها للانحناء والسقوط وزيادة صلابتها، وان نقصه تصبح رخوة وغير صلبة(27). هذه النتائج جاءت مطابقة مع(6)و(8) في دراستهم على نباتي العدس والحمص بالتتابع.

اشارت نتائج الجدول(2) أيضا ان رش نبات العدس بالكاينتين له دور ايجابي في زيادة ارتفاع النبات، اذ تفوقت تراكيز الكاينتين 75و150ملغم.لتر$^{-1}$ على معاملة السيطرة معنويا في متوسط ارتفاع النبات وبنسبة زيادة 7.54و9.24% بالتتابع. تفسر هذه الزيادة في ارتفاع النبات نتيجة لعمل الكاينتين في حث الجينات المسؤولة عن بناء الأحماض النووية والبروتينات ومشاركته أيضا في انقسام الخلوي ليزداد بذلك النشاط المرستيمي للانسجه وكذلك أحداث تحورات في الجدار الخلوي وزيادة مرونته وهذا ينعكس بمحصلته لاحقا على زيادة ارتفاع النبات(28). هذه النتائج جاءت مطابقة مع(14)و(16) في دراستهم على نباتي العدس و الباقلاء بالتتابع.

أظهرت نتائج التداخل بين تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين تأثيرا معنويا في ارتفاع النبات، اذ اعطت النباتات المرشوشة بتركيز البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$والكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى ارتفاع 46.40سم.نبات$^{-1}$، بينما اعطت معاملة السيطرة أدنى ارتفاع 37.00سم.نبات$^{-1}$ وتدرجت بقية المعاملات بينهما. ان معنوية التداخل بين عاملي الدراسة تشير الى انعكاس وتظافر تأثيرهما الانفرادي في تحسين هذه الصفة.

جدول(2):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في ارتفاع النبات(سم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	ارتفاع النبات(سم.نبات$^{-1}$)				
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	0	200	400	600	
0	37.00	42.00	44.00	45.50	41.13
75	42.00	43.40	45.30	46.20	44.23
150	43.60	44.70	46.40	45.00	44.93
L.S.D. 0.05	3.19				1.60
متوسط البوتاسيوم	40.87	43.37	45.23	45.57	
L.S.D. 0.05	1.84				

عدد التفرعات(فرع.نبات$^{-1}$): تتحدد نسبة التفرعات بصوره رئيسية بتجهيز المغذيات فضلا عن العوامل الأخرى كالسيطرة الهرمونية والعوامل الوراثية والبيئية، آذ لوحظ من نتائج الجدول(3) ان تراكيز البوتاسيوم عملت على زيادة معنوية في عدد التفرعات، وأعطى التركيز 600ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى متوسط في هذه الصفة 5.22فرع.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية62.11% قياسا بمعاملة السيطرة. ان هذه الزيادة ناتجة عن دور البوتاسيوم في حثه على الانقسام الخلايا المرستيمية كون هذه العملية تنشا من غشاء البلازما الحاوي ATPase الذي يضخ ايونات الهيدروجين خارج السايتوبلازم الى Apoplast ينتج عنها تراخي مادة جدار الخلية وكذلك تنشيط أنزيمات Hydrolysis المسببة تراخي مادة جدار الخلية وهي خطوة مهمة لتوسع الخلية، آذ ان تحرر ايونات الهيدروجين تعتمد على ايونات البوتاسيوم في Apoplast(29). وهذه النتيجة مشابه مع (6)و(8) في دراستهم على نباتي العدس والحمص بالتتابع.

كما لوحظ من نتائج جدول(3) أيضا ان للكاينتين له تاثير ايجابي في صفة التفرع، آذ أظهرت النباتات المرشوشة بتركيز من الكاينتين 75و150ملغم.لتر$^{-1}$ اختلافا معنويا في عدد التفرعات مع النباتات التي رشت بالماء المقطر(السيطرة)وبنسبة زيادة 17.87و26.67% بالتتابع، تفسر هذه الزيادة نتيجة لدور الكاينتين في تضاده Antagonism effectsمع فعل الاوكسين المتراكم في البرعم الطرفي من خلال تثبيط انزيم اوكسيديز حامض ألخليك IAA-Oxidase مما أدى الى التغلب على السيادة القمية Apical dominance وكسر السكونDormancyوتكشف أنسجة الأوعية الخشبية بين البراعم الابطية والساق الرئيسية، الأمر الذي يقود الى زيادة التفريع في النبات اويحتمل فعل الكاينتين في تحفيز سرعة انتقال المغذيات والفيتامينات الى البراعم (30). وهذه النتائج متوافقة مع نتائج(13)و(16) أثناء دراستهم على نباتي العدس و الباقلاء بالتتابع.

اما بالنسبة لتأثير التداخل تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين في صفة التفرع فقد كان معنويا، وأظهرت النتائج ان النباتات المرشوشة بتركيز من البوتاسيوم600ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين75ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى قيمة لعدد التفرعات 5.67فرع.نبات$^{-1}$ مقارنة بأدنى قيمة لعدد التفرعات2.33فرع.نبات$^{-1}$ نتجت من النباتات المرشوشة بالماء المقطر(السيطرة)، ان معنوية التداخل تعزى الى دور التازري بين البوتاسيوم ومنظم النمو(الكاينتين) في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها الأمر الذي يودي الى زيادة التفريع في النبات.

جدول(3):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في عدد التفرعات(فرع.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	عدد التفرعات(فرع.نبات$^{-1}$)				
	تراكيز البوتاسيوم (ملغم.لتر$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	0	200	400	600	
0	2.33	3.33	4.33	5.00	3.75
75	3.33	4.00	4.67	5.67	4.42
150	4.00	4.67	5.33	5.00	4.75
L.S.D. 0.05	1.02				0.51
متوسط البوتاسيوم	3.22	4.00	4.78	5.22	
L.S.D. 0.05	0.59				

نسبة المادة الجافة(%): تعد المادة الجافة الكلية مقياساً حقيقيا للتعبير عن كفاءة الكساء الخضري للمحصول في اعتراض الضوء خلال موسم النمو وتتأثر بعوامل عديدة منها وفرة المغذيات السمادية، اذ اشارت النتائج المعطاة في جدول(4) الى زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة بزيادة تراكيز البوتاسيوم، فعند رفع التركيز من 0 الى 600 ملغم.لتر$^{-1}$ ازداد متوسط الصفة اعلاه بنسبة 9.95%. وقد يبرر ذلك مجموع تأثيرات البوتاسيوم في تحفيز80 أنزيما تنظم العمليات الايضية(البناء الضوئي، التنفس، نقل الكاربوهيدرات، بناء البروتين وامتصاص الماء والمغذيات)وتأخيره لفترة شيخوخة الأوراق، فضلا عن كونه المسؤول عن

الموازنة الأيونية ونفاذية الأغشية الخلوية، كذلك يعمل البوتاسيوم في النباتات الحية على المحافظة على الدرجة المثلى لانتفاخ غرويات البلازما والأغلفة الحيوية بمساعدة ايونات الأخرى(المغنسيوم، الامونيوم والصوديوم)والذي ينعكس بصورة ايجابية في النظام المائي وانتفاخ النباتات راجعا بذلك على تراكم المادة الجافة(31). هذه النتائج جاءت مطابقة مع (8)و(11) في دراستهم على نباتي الحمص والشعير بالتتابع.

كما اشارت نتائج الجدول(4) أيضا وجود تاثير معنوي لرش الكاينتين على النبات في متوسط نسبة المادة الجافة، اذ سجل أقصى متوسط لهذه الصفة عند التركيز من الكاينتين 150 ملغم.لتر$^{-1}$ مقداره 28.00% وأدناه لمعاملة السيطرة مقداره23.86%. وقد يرجع سبب هذه الزيادة الى دورالكاينتين في حث أنزيمات البناء الضوئي وعمليات الأخرى على رفع نسبة الكاربوهيدرات والبروتينات وزيادة ومعدل انتقالها وتشجيع انقسام الخلايا، كذلك الحفاظ على نسبة الكلوروفيل ومنع تساقط الأوراق ومن ثم تراكم في المادة الجافة(30). هذه النتائج جاءت مطابقة مع (13)و(18) في دراستهم على نباتي العدس والذرة بالتتابع.

كما كان لتأثير التداخل معنويا، وأعطت معاملة التداخل(400ملغم.لتر$^{-1}$ من البوتاسيوم و150ملغم.لتر$^{-1}$ من الكاينتين)أعلى قيمة لنسبة المادة الجافة بلغت 31.33% ومتفوقة بذلك على معظم معاملات التداخل وبنسبة زيادة مقدارها 44.51% مقارنة بمعاملة السيطرة.

جدول(4):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في نسبة المادة الجافة(%)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	نسبة المادة الجافة(%)				
	تراكيز البوتاسيوم (ملغم.لتر$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	0	200	400	600	
0	21.68	22.90	24.32	26.52	23.86
75	23.67	22.87	27.03	26.73	25.08
150	27.04	27.27	31.33	26.53	28.00
L.S.D. 0.05	1.14				0.55
متوسط البوتاسيوم	24.13	24.35	27.56	26.53	
L.S.D. 0.05	0.67				

محتوى النتروجين(ملغم.نبات$^{-1}$): يعد محور التحليل الكيميائي للأنسجة النباتية واحدا من المحاور المهمة في تحديد محتوى العناصر الغذائية في هذه الأنسجة والذي يعد هذا المحتوى ممثلا لحالة العنصر في النبات وعليه فأي عامل يؤثر إيجابا في امتصاص العنصر الغذائي من قبل النبات يؤثر أيضا في محتوى هذا العنصر في النسيج النباتي وهذا ما أكدته الدراسة الحالية، آذ بينت النتائج في جدول(5) ان رش البوتاسيوم على المجموع الخضري قد حقق زيادة معنوية في متوسط محتوى النتروجين وبجميع تراكيز البوتاسيوم 200،400 و600ملغم.لتر$^{-1}$ وبنسبة 19.63، 51.86و52.48%بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم الرش(السيطرة). تحتاج البقوليات الى عنصري النتروجين والبوتاسيوم عن بقية العناصر الأخرى كالفسفور، المغنسيوم و الكبريت، آذ تمتصها بمقدار4-10مرات، وأظهرت الدراسات دور البوتاسيوم في زيادة تركيز النتروجين من خلال أولا تحفيز الأنظمة الإنزيمية مثل peptidase و protease المهمة في بناء البروتين ودوره في فصل البروتين عن الرايبوسومات ومن ثم أتاحه الفرصة لبناء بروتين جديد، آذ ان في حالة نقص البوتاسيوم يتجمع النتروجين بشكل أمينات سامه مثل Putrescine و Agmatine التي توثر سلبا في نمو النبات، ثانيا يشترك البوتاسيوم في عملية فتح وغلق الثغور وزيادة المساحة الورقية يتبعه زيادة في البناء الضوئي وتراكم الكربوهيدرات التي تنتقل الى مناطق العقد في الجذر مما يشجع التجمعات البكتيرية وزيادة معدل تثبيت وتركيز النتروجين في النبات فضلا عن كون البوتاسيوم مهم في تحفيز الأنزيمات ATPase، Nitrogenase و Glutamine synthetase المهمة في اختزال النتروجين الى ايون النترات وتحسين نمو المجموع الجذري وزيادة عدد العقد وتطورها، ثالثا يعمل البوتاسيوم(ايون الموجب)على حمل ايون النترات(ايون السالب) ونقله الى الأعلى عبر اللحاء بهيئة نترات البوتاسيوم بدلا عن ايون المالات(ايون السالب)الى الأسفل عبر اللحاء أيضا(31). هذه النتائج مشابهه لما توصل إليه(7)و(10) في نباتي الباقلاء والحنطة بالتتابع.

اتضح من نتائج جدول(5)أيضا ان لزيادة تركيز الكاينتين تاثير معنويا في متوسط محتوى النتروجين في النبات، آذ أزداد هذا التأثير كلما زاد تركيز الكاينتين وصولا الى التركيز الأخير(150ملغم.لتر$^{-1}$) الذي أعطى نسبة زيادة مقدراها 51.44% مقارنة بمعاملة السيطرة، وقد يبرر ذلك الى قدرة الكاينتين الى إحداث تغيرات في المسارات الايضية وتنشيط الفعالية الإنزيمية منها Amylase، Nitrate reductase، Ribonuclease،Catalase و Protein alkinase وزيادة في صنع الكربوهيدرات والبروتين مما يتطلب سحب النتروجين من التربة وزيادة تراكمه في النبات(30)، او ربما انتقال الكاينتين المرشوش على المجموع الخضري الى الجذور مسببا زيادة في الانقسام خلايا مما يودي الى زيادة في العقد الجذرية فضلا عن مساعدته في دخول الماء والمغذيات الى هذه العقد وزيادة أوزانها الطرية ومن ثم تضخيمها وهذا يصب بشكل ايجابي في عملية تثبيت النتروجين، اذ وجدت علاقة خطية بين كمية النتروجين المثبت وحجم العقد الجذرية، كذلك يعمل الكاينتين في داخل الجذورعلى زيادة تركيز

الفلافونويدات التي تساعد على اجتذاب بكتريا تثبيت النتروجين الجوي(32). هذه النتائج مشابهه لما توصل إليه(14)و(15) في نباتي العدس والحمص بالتتابع.

يتضح من الجدول ذاته هناك فروق معنوية بين تداخلات العاملين(البوتاسيوم الكاينتين) وأعطت المعاملة للنباتات المرشوشة بتركيز البوتاسيوم 400ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى محتوى للنتروجين 60.12ملغم.نبات$^{-1}$ وبتفوق معنوي على جميع المعاملات المدروسة في حين اعطت معاملة السيطرة أدنى محتوى للنتروجين 12.10ملغم.نبات$^{-1}$.

جدول(5):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في محتوى النتروجين(ملغم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	محتوى النتروجين(ملغم.نبات$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				
	0	200	400	600	
0	12.10	20.87	36.84	48.29	29.53
75	21.94	24.66	44.20	48.73	34.88
150	33.87	38.98	60.12	45.90	44.72
L.S.D. 0.05	1.74				0.87
متوسط البوتاسيوم	22.64	28.17	47.03	47.64	
L.S.D. 0.05	1.05				

محتوى الفسفور(ملغم.نبات$^{-1}$): ان رش البوتاسيوم على نبات العدس له اثر ايجابي في ارتفاع محتوى الفسفور، وهذا ما اشارت أليه نتائج الجدول(6) الى وجود فروق معنوية بين تراكيز البوتاسيوم في متوسط محتوى الفسفور، وأحرز التركيز 400ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لمحتوى هذا العنصر 6.83 ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية79.27%مقارنة بمعاملة السيطرة، وتعزى هذه الزيادة الى تحفيز البوتاسيوم لأنزيمات البناء الضوئي ومنها(Rubisco)Ribulose diphosphate carboxylase المسؤول عن تمثيل CO2 في النبات وزيادة نواتجها و ATPase المسؤول عن تحفيز بناء ATP لتحميل هذه النواتج مع زيادة في معدلات الفسفرة الضوئيةPhotophosphorylation والانتقال الالكترونيElectron transport مما يتطلب امتصاص الفسفور من التربة تلبية للعمليات التي ذكرت مسبقا، كذلك دور البوتاسيوم في تحسين نمو الجذور وتعمقها في التربة وزيادة كفاءتها في امتصاص العناصر الغذائية ومنها الفسفور(33)، وهذا ينسجم مع ما توصل إليه(34) من ان رش البوتاسيوم على نبات العدس قد زاد معنويا في امتصاص الفسفور.

اما الكاينتين فقد آدت أضافته الى زيادة واضحة ومعنوية في محتوى الفسفور(جدول 6)، وتفوقت النباتات المرشوشة بتركيز من الكاينتين 75و150ملغم.لتر$^{-1}$ على نباتات المرشوشة بالماء المقطر معنويا في متوسط محتوى الفسفور وبنسبة زيادة 18.75و84.50%بالتتابع. ان زيادة الفسفور في النبات تعود الى دور الكاينتين في استحداث الجينات المؤثرة في أنتاج الأنزيمات الناقلة للسكريات مما زاد من وتيرة أنتاج الكربوهيدرات وزيادة عمليات الفسفرة وإنتاج مركبات الطاقة وهذا ما يتطلب سحب كمية كبيرة من الفسفور، كذلك لوحظ ان السايتوكينات تعطي نمو جذريا أكثر كثافة مما يزيد من كفاءة امتصاص العناصر ومنها الفسفور (35). تتشابه نتائج هذه الصفة مع ما ذكره(14)و(17)في نباتي العدس و الحنطة بالتتابع.

كان لتداخل تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين تأثيرا معنويا في محتوى الفسفور، وأعطت المعاملة المؤلفة من تركيز البوتاسيوم 400ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى محتوى للفسفور بلغ 10.61ملغم.نبات$^{-1}$ وبتفوق معنوي على جميع المعاملات المدروسة في حين اعطت معاملة السيطرة أدنى محتوى للفسفور بلغ 2.67ملغم.نبات$^{-1}$.

جدول(6):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في محتوى الفسفور(ملغم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	محتوى الفسفور(ملغم.نبات$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				
	0	200	400	600	
0	2.67	3.46	4.44	5.44	4.00
75	3.62	4.02	5.44	5.92	4.75
150	5.15	6.79	10.61	6.97	7.38
L.S.D. 0.05	0.80				0.40
متوسط البوتاسيوم	3.81	4.76	6.83	6.11	
L.S.D. 0.05	0.46				

محتوى البوتاسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$):اشارت نتائج جدول(7) ان التسميد البوتاسي الورقي له اثر ايجابي في محتوى البوتاسيوم وزاد هذا التأثير معنويا مع زيادة تركيز السماد، آذ بلغ متوسط محتوى البوتاسيوم عند التراكيز200،400 و600ملغم.لتر$^{-1}$ هو 39.86، 52.81 و56.27ملغم.نبات$^{-1}$ بالتتابع مقارنة بمعاملة السيطرة التي اعطت29.54ملغم.نبات$^{-1}$، وهذه الزيادة ناتجة عن زيادة تراكيز البوتاسيوم التي تصل الى النبات بصورة أسرع وهذه دلالة على القابلية العالية لامتصاص البوتاسيوم وتراكمه في الأنسجة النباتية مقارنة بالتسميد الأرضي، آذ وجد ان النبات يستفاد من العنصر المضاف مزجا مع التربة بنسبة محدودة بسبب عوامل التثبيت، الفقد والتنافس مع الايونات الأخرى مقارنة بأضافته بطريقة الرش فان النبات يمتصه بصورة سهلة وبكميات اكبر من سطح الورقة(36). وهذه النتائج تشابه نتائج كل من(7)و(9)على نباتي الباقلاء و ألماش بالتتابع.

أدى الرش النباتات بالكاينتين(جدول7) الى تاثير ايجابي في متوسط محتوى البوتاسيوم، فعند رفع التركيز الكاينتين من 0 الى 75ملغم.لتر$^{-1}$ ازداد معنويا متوسط محتوى البوتاسيوم من 30.11 الى 40.63ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة34.93%، وعند رفع التركيز الكاينتين من 0 الى150ملغم.لتر$^{-1}$ ازداد معنويا متوسط محتوى البوتاسيوم من 30.11 الى 63.13ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة 109.66%. تلعب السايتوكينات دورا حيويا في تنشيط حركة وانتقال العناصر من الأجزاء المسنة الى الأجزاء الفتية نتيجة لاحتواء الاخيره على تراكيز من السايتوكينات تعمل على جذب العناصر إليها وتسهل عملية امتصاصها ونقلها وتوزيعها في عصارة الأوعية الناقلة في الأنسجة أللحائية ومنها البوتاسيوم(37). وهذه النتائج تشابه نتائج كل من(14)و(16)على نباتي العدس و الباقلاء بالتتابع.

أوضحت نتائج الجدول(7) أيضا وجود فروق معنوية بين تداخل تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين في محتوى البوتاسيوم، وأعطت النباتات المرشوشة بتركيز البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$ و الكاينتين150ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى محتوى للبوتاسيوم 79.03ملغم.نبات$^{-1}$ مقارنة بأدنى محتوى للبوتاسيوم16.21ملغم.نبات$^{-1}$ ناتج من النباتات المرشوشة بالماء المقطر(السيطرة).

جدول(7):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في محتوى البوتاسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	محتوى البوتاسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				
	0	200	400	600	
0	16.21	25.71	35.18	43.34	30.11
75	23.61	32.45	44.21	62.24	40.63
150	48.80	61.43	79.03	63.25	63.13
L.S.D. 0.05	4.21				2.11
متوسط البوتاسيوم	29.54	39.86	52.81	56.27	
L.S.D. 0.05	2.43				

محتوى الكالسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$): اشارت النتائج في جدول(8) ان رش السماد البوتاسي له تاثير معنوي في متوسط محتوى الكالسيوم، آذ أعطى التركيز الأخير من البوتاسيوم(600ملغم.لتر$^{-1}$) أعلى متوسط لمحتوى الكالسيوم73.12ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية 77.73% مقارنة بمعاملة السيطرة، واختلف معنويا عن بقية تراكيز البوتاسيوم الأخرى. يعمل البوتاسيوم على زيادة النمو الخضري والمحافظة على النشاط الفسيولوجي وتأخير مرحلة الشيخوخة وإطالة تكوين المواد المصنعة فيها مما يتطلب امتصاص العناصر ومنها الكالسيوم، كذلك للبوتاسيوم دور في تكوين الخلايا السكلرينيكمية مما يزيد من دعامة وصلابة النبات وهذا يتطلب امتصاص الكالسيوم الذي يشترك في بناء الصفيحة الوسطى والجدران الخلوية بهيئة بكتات الكالسيوم(38). وهذا مشابه لما أوجده(6)و(11)على نباتي العدس و الشعير بالتتابع من ان التسميد البوتاسي زاد معنوياً من محتوى الكالسيوم.

كان لرش الكاينتين تأثيرا معنويا في متوسط محتوى الكالسيوم(جدول8)، آذ اعطت النباتات التي رشت لها الكاينتين تركيزه 150ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى متوسط لمحتوى الكالسيوم 73.36ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية مقدراها54.38% مقارنة بالنباتات التي رشت بالماء المقطر(السيطرة)التي اعطت أدنى متوسط لمحتوى الكالسيوم 47.52ملغم.نبات$^{-1}$. يعمل الكاينتين الى تشجيع الانقسام الخلوي وزيادة عدد الخلايا واتساعها وفي بناء الخلايا السكلرينيكمية مما يتطلب سحب الكالسيوم من التربة، كذلك يعمل الكاينتين على زيادة تركيز الكالسيوم في السايتوبلازم من خلال تسهيل عمليه ضخه وربطه مع بروتينCalmodulin(28). هذه النتائج منسجمة مع نتائج (14)و(16)على نباتي العدس و الباقلاء.

أوضحت النتائج في جدول(8) أيضا على حصول تداخل معنوي بين تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين في محتوى الكالسيوم، وأعطت النباتات المرشوشة بتركيز البوتاسيوم 400ملغم.لتر$^{-1}$والكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ اكبر محتوى للكالسيوم بلغ 93.60 ملغم.نبات$^{-1}$، في حين اعطت النباتات المرشوشة بالماء المقطر(السيطرة) اصغر محتوى للكالسيوم بلغ 27.75 ملغم.نبات$^{-1}$.

جدول(8):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في محتوى الكالسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	محتوى الكالسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)				
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	0	200	400	600	
0	27.75	41.61	53.55	67.16	47.52
75	38.06	46.91	65.96	75.69	56.66
150	58.10	65.25	93.60	76.50	73.36
L.S.D. 0.05	2.43				1.21
متوسط البوتاسيوم	41.14	51.26	71.04	73.12	
L.S.D. 0.05	1.40				

محتوى المغنسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$): أكدت نتائج جدول(9) ان رش البوتاسيوم له تاثير معنوي في زيادة متوسط محتوى المغنسيوم في المجموع الخضري، آذ سجل التركيز من البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى متوسط لمحتوى المغنسيوم20.59ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية 77.04% مقارنة بمعاملة السيطرة، ولم يختلف معنويا عن تركيز البوتاسيوم600ملغم.لتر$^{-1}$الذي أعطى متوسط لمحتوى المغنسيوم20.05 ملغم.نبات$^{-1}$. ان زيادة تراكيز البوتاسيوم في الأوراق سيما في الخلايا الحارسة سبب فتح الثغور وزيادة التبادل الغازي مما يترب على ذلك رفع كفاءة البناء الضوئي وزيادة في بناء الكلوروبلاست لينتج عنها زيادة تركيز في صبغة الكلوروفيل مما يتطلب سحب عنصر المغنسيوم وانتقاله الى الأوراق، آذ ان 20% من المغنسيوم الكلي في النبات يدخل في بناء صبغة الكلوروفيل(39). تتفق هذه النتائج مع ما أوجده(8)و(9) على نباتي الحمص و ألماش بالتتابع.

بينت نتائج جدول(9) أيضا وجود فروق معنوية بين تراكيز الكاينتين في متوسط محتوى المغنسيوم، آذ أعطى التركيز من الكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى متوسط لمحتوى المغنسيوم 21.05ملغم.نبات$^{-1}$ وبنسبة زيادة معنوية57.21% مقارنة بمعاملة السيطرة التي اعطت اقل متوسط لمحتوى المغنسيوم 13.39ملغم.نبات$^{-1}$.

يعد الكاينتين من هرمونات الصبا Juvenileفي النبات كونه يحافظ على الكلوروبلاست بحجمها الطبيعي من خلال تحفيز انزيم NADH protochlorophyllid reductaseالمسؤول عن بناء صبغة الكلوروفيل وتثبيط انزيمChlorophyllase المسؤول عن تحليل هذه الصبغة، وزيادة اتساع الخلايا دون انقسامها(بناء RNAدون زيادة DNA)وجعلها أماكن جذب للعناصر كالمغنسيوم والمواد الأخرى كالسكريات والأحماض الامينية وهذا ما يدعى بالظاهرة Phytogerontologyالتي تحافظ على الأوراق بلونها الأخضر، كذلك وجد ان للكاينتين دور في تثبيط نشاط انزيم Dehydrogenase الخاص بدورة Pentose phosphate وأنزيمRibonuclease اللذان يرتفعان تركيزهما عند دخول الورقة عمر الشيخوخة Senescence(40).تشابهه هذه النتائج مع ما أوجده(16)و(18) على نباتي الباقلاء و الذرة بالتتابع.

اما التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان تأثيره معنويا في محتوى المغنسيوم، وأعطت النباتات المرشوشة بتركيز من البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$ و الكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ اعلى محتوى للمغنسيوم 26.84ملغم.نبات$^{-1}$ بينما كان أدنى محتوى للمغنسيوم 6.67ملغم.نبات$^{-1}$ تم الحصول عليه من النباتات التي لم ترش بكلأ العاملين (السيطرة).

جدول(9):تاثير تراكيز البوتاسيوم و الكاينتين وتداخلهما في محتوى المغنسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)لنبات العدس.

تراكيز الكاينتين (ملغم.لتر$^{-1}$)	محتوى المغنسيوم(ملغم.نبات$^{-1}$)				
	تراكيز البوتاسيوم(ملغم.لتر$^{-1}$)				متوسط الكاينتين
	0	200	400	600	
0	6.67	11.78	16.22	18.87	13.39
75	11.61	14.07	18.70	20.54	16.23
150	16.60	20.02	26.84	20.74	21.05
L.S.D. 0.05	1.37				0.69
متوسط البوتاسيوم	11.63	15.29	20.59	20.05	
L.S.D. 0.05	0.79				

ان تفوق المعاملة المؤلفة من تركيز البوتاسيوم400ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين 150ملغم.لتر$^{-1}$ في ارتفاع النبات ونسبة المادة الجافة ومحتوى العناصر الغذائية مقارنة بالمعاملات الأخرى كان نتيجة حصول اتزان بين عاملي الدراسة، اذ عمل الكاينتين على خلق بيئة جيدة لنمو النبات(حث العمليات الحيوية) تتطلب امتصاص العناصر بصورة كبيرة ساندە البوتاسيوم في نقل هذه العناصر وتوزيعها في النبات وتحفيزه للعديد من الأنزيمات التي ذكرت مسبقا. نستنتج من نتائج التجربة ان هناك علاقة توافق بين التسميد البوتاسي الورقي والرش بالكاينتين فقد حسن معنويا صفات النمو الخضري والحالة الغذائية لاسيما المعاملة المؤلفة من تركيز البوتاسيوم 400ملغم.لتر$^{-1}$ والكاينتين150ملغم.لتر$^{-1}$، وعليه نوصي باستخدامهما في محاصيل أخرى او إجراء دراسات يستعمل بها منظمات نمو أخرى مع البوتاسيوم في نمو نبات العدس.

المصادر:

1-Parsa,M. and Bagheri, A.R. (2008). Bean. Mashhad university, pp: 528.

2-Singh,G.; Wade, L.J.; Singh, R.K. and Singh, V.P. (2001). Nutrient management in semi-deepwater (30-50cm) rice (*Oryza sativa*) and its effect on succeeding lentil (*Lens culinaris*) crop. Indian J. Agron., 46(1):12-16.

3-Sparks, D. L. (2000). Bioavailability of Soil Potassium. In: Handbook of soil walcolml summered. Press New York.

4-AL-Zubaidi, A.H. (2001). Potassium status in Iraqi soils. Regional workshop on potassium and water management in west Asia and North Africa IPI. Amman (Jordan).

5-Havlin, J. L.; Beaton, J.D.; Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. (1999). Soil Fertility and Fertilizer. Six edition Prentice Hall. New Jersey.

6-Hamayun, M.; Khan, S.A.; Khan, A.; Shinwari, Z.K.; Ahamd, N.; Kin, Y. and Lee, I. (2011). Effect of foliar and soil application of nitrogen, phosphorus and potassium on yield components of lentil. Pak. J.Bot., 43(1): 391-396.

7-محمد، حسين عزيز.(2014). تاثير الري التكميلي والرش بالبوتاسيوم و البورون على الصفات الكمية و النوعية لنبات الباقلاء. مجلة الزراعية للعلوم ديالى، 6(1):187-201

8-Gang,N.; Singh, R.K.; Singh, R.P.; Choudhury, S.K. and Upadhyay, P.K. (2014). Effect of potassium level and foliar application of nutrients on growth and yield of late snow chickpea (*Cicer arietinem* L.). Environment and Ecology, 32(1A):273-275.

9- Kumar, P.; Kumar, P.; Singh, T.; Singh, A.K. and Yadav, R.I. (2014). Effect of different potassium levels on mungbean under custard apple based agri-horti system. Afr. J. Res., 9(8):728-734.

10-Ali, T.S.; Samira, S.; Shakeri, E. and Mirjalili, M.R. (2014). Effect of different levels of potassium sulphate on yield, yield components and protein content of wheat cultivars. Appl. Mathematics in Engineering, Management and Technology, 2 (3):119-123.

11-الزبيدي، صبا علي و التميمي، محمد صلال. (2014). التأثير المتداخل للفسفور والبوتاسيوم في بعض صفات نمو نبات الشعير. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 6(1):126-134.

12-Taiz, L. and Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. Fifth Edition, Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts.

13-Khalil, S.; EL-Saeid, H.M. and Shalaby, M. (2006). The role kinetin in flower abscission and yield of lentil plant. J. of Appl. Sci. Res., 2(29):587-591.

14-Giannakoula, A.E.; Illas, I.F.; Dragisic, J.J.; Masksimaric, V.M. and Zivanovic, B.D. (2012). The effects of plant growth regulators on growth, yield, and phenolic profile of lentil plants. J. of Food Composition and Analysis, 28:46-53.

15-Fatima, Z.; Bano, A.; Sail, R. and Aslam, M.(2008). Response of chickpea to plant growth regulators on nitrogen fixation and yield. Pak. J. Bot., 40(5):2005-2013.

16-Sadak, M. Sh.; Dawood, M.G.; Bakry, B.A. and El-Karamany, M.F. (2013). Synergistic effect of indole acetic acid and kinetin on performance, some biochemical constituents and yield of Faba Bean plant grown under newly reclaimed sandy soil. World J. Agric. Sci., 9 (4):335-344.

17-محمد،هناء حسن. (2013). ارتباط إنتاجية ونوعية الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي و الكاينتين. مجلة العلوم الزراعية، 44(2):206-219.

18-Babakhaain,S.; Nasri, M. and Oveysi, M. (2013). Effect of cytokine hormone spray and water stress on the yield and yield components of corn (*Zea mays* var. saccharata.). Annals of Biological Research, 4(4): 130-133.

19-Agiza, A.H.; El-Hineidy, M.T. and Ibrahim, M.E. (1960). The determination of the different fractions of phosphorus in plant and soil, Bull., FAO. , Agric., Cairo Univ., 121.
20-Chapman, H.D. and Pratt, F.P. (1961). Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Univ., Calif., Div., Agric., Sci., 161-170.
21-John, M.K. (1970).Calorimetric determination of phosphorus in soil and plant materials with ascorbic acid. Soil Sci., 109:214-220.
22-Page, A.L., Miller, R.H. and Kenney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological properties. Agronomy. Series No.9 ASA. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, USA.
23-Wimberly, N.W. (1968). The Analysis of Agriculture Material. MAFF. , Tech., Bull., London.
24-SAS. (2012). Statistical Analysis System', User's Guide Statistical Version 9.1th ed., SAS. Institute Inc. Cary N.C., USA.
25-ستوسكوف، نيل. (1989). فهم إنتاج المحاصيل. الجزء الأول(كتاب مترجم) د.حاتم جبار عطية و كريمة محمد وهيب، دار الحكمة للطباعة والنشر، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
26-IPI, International Potash Institute. (2000). Potassium in plant production. Basel, Switzerland.
27-Verma, V. (2009).Textbook of Plant Physiology .Ane Book. Offset. PVT. LTD., India.
28-Lambers, H.; Chapin, F.S. and Pons, T.L.(2008). Plant Physiological Ecology. Second Edition, New York, USA.
29- مينكل، ك و كيربي، ي.آ.(2000). مبادئ تغذية النبات(كتاب مترجم). د.سعد الله نجم عبد الله ألنعيمي، الطبعة الثانية، مؤسسة دار الكتاب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.
30-الشحات، نصر أبو زيد.(2000). الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية، الطبعة الثانية. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ص681.
31-Marschner, P. (2012). Mineral Nutrition of Higher Plant. Academic Press. Third Edition, INC. London.
32-السنوسي، محمد مراد و كريكر، سولاف.(2007). تاثير الإجهاد الهرموني في تطور العقد البكتيرية لثلاث أصناف من الحمص المزروعة بالجزائر. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 23(1):39-52.
33-Prajpati, K. and Modi, H.A. (2012). The importance of potassium in plant growth –A review. Indian J. of Plant Sci., 1:177-186.
34-EL-Sayed, A.A.; Fawzi, A. and Khalifa, K.E. (2000). Balanced nutrition of lentil: Role of potassium and micronutrients foliar spray. proc. of the 2nd Int. work shop of foliar fertilization. Bangkok, Thailand, 210-227.
35-Dobbelaere, S.; Vanderleydena, J.; Okon, Y. (2003). Plant growth -promoting effects of diaztrophs in the reviews in plant. Sciences. 22:107-149.
36-EL-Fouly, M.M. and Abo EL- Nour, E. A. A. (1995). Registration and use of foliar fertilizers in Egypt. pub. N.R.C. Cairo:1-5.
37-Wierzbowska, J. and Bowszys, T. (2008). Effect of growth regulators applied together with different phosphorus fertilization levels on the content and accumulation of potassium, magnesium and calcium in spring wheat. J. of Elemental. 13(3):411-422.
38-Barker, A.V. and Pilbeam, D.J. (2007). Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton, London, 234-367.
39-Johnston, A.E. and Milford, G.F.J. (2008). Potassium and nitrogen interactions in crops. Potash Development Association. PO Box 697, York, 32 5WP, UK, 2-16.
40-إدريس، محمد حامد. (2007). فسيولوجيا النبات. مركز سوزان مبارك العلمي، جمهورية مصر العربية، ص 264.