Effect of foliar nutrition with P and K on the growth and yield of wheat

تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في صفات نمو وحاصل الحنطة

علي حسين جاسم كاظم محمد حسون حيدر محسن راشد
كلية الزراعة – جامعة القاسم الخضراء

المستخلص

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الشتوي 2014- 2015 في مزرعة خاصة في قضاء الهاشمية الواقعة (20 كم جنوب مركز محافظة بابل) ، لدراسة تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في صفات النمو الخضري لمحصول الحنطة. استعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بتجربة عامليه بثلاث مكررات وتضمنت ثلاثة تراكيز لكل من البوتاسيوم K_2O هي K1 وK2 وK3 (رش 1000 و 2000 و 3000 ملغم.لتر$^{-1}$ على الترتيب) ، و الفسفور P_2O_5 هي P1 وP2 وP3 (رش 1000 و 2000 و 3000 ملغم.لتر$^{-1}$ على الترتيب) ، بالإضافة الى معاملة المقارنة (رش ماء مقطر فقط) و. تمت زراعة الصنف اباء 99 في 15/ 11 /2014 ، واخذت القراءات وحللت حسب التصميم المتبع واختبرت المتوسطات حسب اختبار اقل فرق معنوي ، وتتلخص أهم النتائج بما يلي: ادى رش كل من البوتاسيوم والفسفور بتركيز 2000 ملغم K.لتر$^{-1}$ الى زيادة معنوية في ارتفاع النبات و المساحة الورقية و طول السنبلة وحاصل الحبوب. كما تفوق رش الفسفور بتركيز 1000 ملغم P .لتر$^{-1}$ بإعطاء اعلى معدل في الوزن الجاف للجذر . وكان للتداخل بين العاملين تأثير معنوي في جميع الصفات المدروسة.

Abstract

Factorial field experiment was carried out during 2014/2015 season in a private farm located in Al-Hashemia (20 km south of Hilla city), to study the response of wheat to phosphorus and potassium as foliar nutrition on vegetative growth and yield. Randomized complete block design (RCBD) with three replications was used, which included three concentrations of potassium (K_2O), K1, K2, and K3 (1000, 2000 and 3000) mg.l^{-1} respectively as well as the control K0(sprayed with distilled water only), and three concentrations of phosphorus (P_2O_5) , P1, P2 and P3 (1000, 2000 and 3000) mg.l^{-1} respectively as well as the control P0 (sprayed with distilled water only) . Wheat (IPA 99 variety) was seeded at 15/11/2014. Data were analyzed and the averages were compared according to the least significant difference(LSD). The results showed that spraying potassium and phosphorous at (2000 mg K_20.l^{-1} and P_2O_5.l^{-1}), respectively caused significant increases in most vegetative growth traits (plant height, leaf area and spike length) and grain yield. Spraying phosphorus at 1000 mg P_2O_5.l^{-1} (P1) was superior by giving highest rate of dry root weight. The interaction between these two factors had a significant effect on all studied traits.

المقدمة

يشكل محصول الحنطة.*Triticum aestivum* L قيمة غذائية مهمة تتمثل بالموازنة الجيدة في حبوبه بين البروتينات والكربوهيدرات بالإضافة إلى احتوائها على كميات من الدهون والفيتامينات (B1 وB2) وبعض الأملاح المعدنية [1]، ولغرض تحسين النمو والحاصل لابد من الاعتناء بعمليات خدمة التربة والمحصول .وتعد المغذيات من اهم العوامل المؤثرة في ذلك، **و** يعد الفسفور من العناصر الغذائية الضرورية في نمو وتغذية النبات و يطلق عليه مفتاح الحياة (The key of life) وذلك لدوره المباشر في العديد من العمليات الفسلجية في النبات [2] ، كما يدخل في تركيب الأغشية الحيوية مثل غشاء البلازما والمايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء وغشاء الفجوة [3] . أما فيما يخُص البوتاسيوم فانه يؤدي دورا مهما في عملية التوازن الهرموني في النبات وذلك من خلال دوره في زيادة كفاءة عمل منظمات النمو النباتية [4] ، فضلاً على دوره المباشر في تحسين نقل المواد (السكروز) عبر الأنابيب ألمنخليه من أماكن تصنيعها (source) إلى مواقع الخزن (sink)، [5] ،ونظرا لطبيعة أغلب الترب العراقية التي تمتاز بكونها تربةً كلسية فإن المحاصيل المزروعة تعاني من نقص في معظم العناصر الغذائية ولاسيما الفسفور والبوتاسيوم ، وان سبب ذلك لا يعود الى المحتوى الكلي من هذه العناصر بل الى قلة الجاهز منها [6] ، لذا اتجهت الدراسات الى الاضافة الورقية للعناصر الغذائية كعملية مكملة للإضافة الارضية لتامين المستوى المناسب من هذه المغذيات الضرورية للنبات .

ونظرا لأهمية هذين العنصرين في نمو وإنتاج الحنطة فإن هذه الدراسة تهدف إلى معرفة تأثير الإضافة الورقية للفسفور والبوتاسيوم على الصفات الخضرية لنباتات الحنطة النامية تحت ظروف هذه التجربة.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية أثناء الموسم الشتوي 2014 - 2015 في قضاء الهاشمية على بعد 20 كم جنوب مركز محافظة بابل في تربة طينية غرينيه (جدول 1) بهدف دراسة تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في صفات النمو الخضري لمحصول الحنطة. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، كتجربة عامليه بثلاث مكررات ، اذ تضمنت اربعة تراكيز من البوتاسيوم هي ماء مقطر فقط (معاملة المقارنة) و رش 1000 و 2000 و 3000 ملغم K.لنر$^{-1}$ والتي رمز لها K0 وK1 وK2 وK3 على الترتيب ، وتداخلها مع اربعة تراكيز من الفسفور هي ماء مقطر فقط (معاملة المقارنة) و رش 1000 و 2000 و 3000 ملغمP .لنر$^{-1}$ والتي رمز لها P0 وP1 وP2 وP3 على الترتيب . زرعت حبوب الحنطة (الصنف اباء 99) في 27 تشرين الثاني 2014 نثرت البذور في الواح التجربة ، أضيف سماد سوبر فوسفات الكالسيوم بكمية 100 كغم.هـ$^{-1}$ قبل الزراعة كما اضيف االيوريا (N%46) بمعدل 200كغم نيتروجين.هكتار$^{-1}$ وبدفعتين متساويتين الأولى عند الزراعة والثانية بعد50 يوما من الزراعة تمت عملية الرش في موعدين الاول في مرحلة الاشطاء والموعد الثاني في مرحلة البطان . تم قلع حجم تربة يضم جذور النباتات باستعمال اسطوانة معدنية طولها 0.4 م وقطرها 0.3م ثم نزعت التربة على مشبك معدني ناعم وسلط عليها عمود ماء لفصل الجذور عن التربة وأخذ قياس طول الحزمة الكثيفة منها والتي تمثل العمق الفعال للمجموع الجذري ، ثم جففت الجذور في فرن كهربائي بدرجة 65 مْ لمدة 72 ساعة ثم وزنت بعد ذلك، وارتفاع النبات قيس من مستوى سطح التربة الى نهاية السفا لسنبلة الساق الرئيس [7]. و مساحة ورقة العلم قيست حسب المعادلة الآتية: طول الورقة × عرض الورقة عند المنتصف × 0.835 [8] وكذلك طول السنبلة والمدة من الزراعة إلى التسنبل وذلك بحساب عدد الايام من تاريخ الزراعة الى بزوغ 50% من السنابل ،حللت النتائج وقورنت حسب التصميم المتبع وقورنت المتوسطات حسب اختبار اقل فرق معنوي.

جدول 1: بعض خصائص تربة حقل التجربة

الصفـــة		القيمة والوحدة	الخاصيـــة	القيمة والوحد
مفصولات التربة	الرمل	101 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	نيتروجين الجاهز	35.13 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
	الغرين	534 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	الفسفور الجاهز	13.80 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
	الطين	365 غم. كغم.$^{-1}$ تربـة	البوتاسيوم الجاهز	217.6 ملغم.كغم$^{-1}$. تربـة
صنف النسجة		مزيجة طينية رملية	التوصيل الكهربائي	4.6 ديسيمنز. م$^{-1}$
الأس الهيدروجيني		7.4		

النتائج والمناقشة

تبين النتائج في الجدول 2 وجود فروق معنوية بين تراكيز رش الفسفور اذ أعطى التركيز (P1) أعلى معدل للوزن الجاف للجذر بلغ 1.10غم بينما أعطى التركيز(P0) ادنى معدل بلغ 1.06 غم . قد يعود سبب ذلك الى زيادة تركيز الفسفور في الجذور الامر الذي يشجع على تكوين مركبات الطاقة مثل (ADP و ATP) وبهذا يساعد على انقسام خلايا الجذر فيؤدي الى زيادة نمو ونشاط مجموعة جذرية كثيفة وبالتالي زيادة تراكم المادة الجافة في الجذور مما ينعكس على وزنها [9] . كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود فروق معنوية بين تراكيز رش البوتاسيوم اذ أعطى التركيز(K2) أعلى معدل للوزن الجاف للجذر بلغ 1.09 غم بينما أعطى التركيز(K0) ادنى معدل بلغ 1.07 غم. يمكن ان يعزى سبب ذلك الى دور البوتاسيوم في زيادة اغلب الصفات الخضرية كارتفاع النبات التي ترافقت مع زيادة طول الجذر مؤثرة بذلك على تراكم المادة الجافة بالجذر وبالتالي زيادة وزنه [10]، وهذا يتفق مع نتائج [11]. كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود تداخل معنوي بين تراكيز الفسفور وتراكيز البوتاسيوم اذ اعطت التوليفة P1K2 اعلى معدل للوزن الجاف للجذر بلغ 1.11 غم بينما اعطت التوليفة P0K0 ادنى معدل بلغ 1.04 غم .

جدول 2 : تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في الوزن الجاف الجذر (غم)

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط تراكيز البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	1.04	1.10	1.07	1.08	1.07
K1	1.05	1.10	1.08	1.08	1.08
K2	1.07	1.11	1.10	1.08	1.09
K3	1.06	1.09	1.07	1.07	1.07
متوسط تراكيز الفسفور	1.06	1.10	1.08	1.08	
أ.ف.م 0.05	0.01 =P		0.02 =K*P		0.01 = K

تبين النتائج في الجدول 3 وجود فروق معنوية بين تراكيز رش الفسفور اذ أعطى التركيز (P2) أقل معدل للمدة من الزراعة الى 50 % تزهير بلغ 108.04 يوم بينما أعطى التركيز(P0) اعلى معدل بلغ 115.81 يوم . ربما يعود هذا الى دور الفسفور في عملية التنفس وبذلك يزيد من انتاج بيروكسيد الهيدروجين الذي يعمل على زيادة الأثلين في النبات والذي يساعد على شيخوخة الأوراق من خلال منعه انتقال الاوكسين من نصل الورقة الى قاعدتها فينتج التدرج الاوكسيني في منطقة الانفصال وتتكون منطقة الانفصال [12]. كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود فروق معنوية بين تراكيز رش البوتاسيوم اذ أعطى التركيز(K2) أدنى معدل للمدة من الزراعة الى 50 % تزهير بلغ 111.22 يوم بينما أعطى التركيز(K0) اعلى معدل بلغ 112.44 يوم . يمكن ان يعزى سبب ذلك الى دور البوتاسيوم في تحسين ظروف النمو من خلال تحقيق حالة أمداد غذائي مستمر بهذه المغذيات دفع إلى التسارع في العمليات الفسلجية داخل النبات مما ادى الى تقليل المدة من الزراعة الى 50 % تزهير بالشكل الذي أدى الى حدوث تحسن في اغلب صفات النمو [13] . كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود تداخل معنوي بين تراكيز الفسفور وتراكيز البوتاسيوم اذ اعطت التوليفة P2K2 ادنى معدل للمدة من الزراعة الى 50 % تزهير يلغ 107.87 يوم بينما اعطت التوليفة P0K0 اعلى معدل بلغ 117.55 يوم.

جدول3: تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط تراكيز البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	117.55	109.42	106.44	116.35	112.44
K1	117.08	110.22	109.10	115.92	113.08
K2	113.98	111.62	107.87	111.43	111.22
K3	114.64	114.18	108.77	115.00	113.14
متوسط تراكيز الفسفور	115.81	111.36	108.04	114.67	
أ.ف.م 0.05	P= 0.56		K*P= 1.13		K = 0.56

تبين النتائج في الجدول 4 وجود فروق معنوية بين تراكيز رش الفسفور في معدل ارتفاع النبات اذ أعطى التركيز (P2) أعلى معدل بلغ 102.70 سم بينما أعطى التركيز(P0) ادنى معدل بلغ87.45 سم .ربما يرجع ذلك الى دور الفسفور في زيادة نمو وتطور وانقسام الخلايا وبالتالي زيادة نشاط العمليات الحيوية وتنظيم مستوى الهرمونات النباتية [14]، وهذا يتفق مع نتائج [15]. كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود فروق معنوية بين تراكيز رش البوتاسيوم في معدل ارتفاع النبات اذ أعطى التركيز(K2) أعلى معدل بلغ 98.86 سم بينما أعطى التركيز(K0) ادنى معدل بلغ 92.81 سم . يمكن ان يعزى سبب ذلك الى دور البوتاسيوم المهم في زيادة معدل ارتفاع النبات من خلال تأثيره الايجابي في عملية انقسام وتوسع الخلايا بفعل توفيره لتمدد مثالي للجدار الخلوي الضروري لعمليتي النمو والانقسام [16] ، وهذا يتفق مع نتائج [15]. و [17] عند رش نباتات الحنطة بـ 1.5 او 3% من K_2O و [18] عند رش نباتات الحنطة بالبوتاسيوم (1000 ملغم.لتر$^{-1}$). كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود تداخل معنوي بين تراكيز الفسفور وتراكيز البوتاسيوم اذ اعطت التوليفة P2K2 اعلى معدل لارتفاع النبات بلغ 108.57 سم بينما اعطت التوليفة P0K0 ادنى معدل بلغ 83.98 سم ، وهذا يتفق مع نتائج [15] بزيادة ارتفاع النبات معنويا عند رش الحنطة بالسمادين الفوسفاتي والبوتاسي.

جدول 4 : تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في ارتفاع النبات (سم)

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط تراكيز البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	83.98	93.49	99.83	93.97	92.81
K1	87.71	95.75	101.75	94.50	94.92
K2	88.14	92.55	108.57	106.18	98.86
K3	90.00	95.44	100.68	95.88	95.00
متوسط تراكيز الفسفور	87.45	94.30	102.70	97.63	
أ.ف.م 0.05	P= 0.44		K*P= 0.89		K = 0.44

تبين النتائج في الجدول 5 وجود فروق معنوية بين تراكيز رش الفسفور في معدل المساحة الورقية اذ أعطى التركيز (P2) أعلى معدل بلغ 30.43 سم2 بينما أعطى التركيز(P0) ادنى معدل بلغ 26.59 سم2 .ربما يرجع ذلك لاهمية الفسفور في نمو وتطـور وانقسام الخلايا وفي تكوين الاحماض النووية DNA و RNA المهمة في تكوين البروتين وبشكل عام زيادة نمو النبات [19] كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود فروق معنوية بين تراكيز رش البوتاسيوم اذ أعطى التركيز(K2) أعلى معدل للمساحة الورقية بلغ 30.09 سم^2 بينما أعطى التركيز(K0) ادنى معدل بلغ 27.12 سم2 .

جدول 5 : تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في المساحة الورقية (سم^2)

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط تركيز البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	25.36	26.98	29.11	27.02	27.12
K1	25.80	25.30	30.01	29.00	27.53
K2	27.23	29.98	32.10	31.05	30.09
K3	27.97	29.11	30.50	28.42	29.00
متوسط تراكيز الفسفور	26.59	27.84	30.43	28.87	
أ.ف.م 0.05	P= 0.30		K*P= 0.61		K = 0.30

ويعود سبب ذلك الى دور البوتاسيزم في تحسين عمل منظمات النمو النباتية التي تدخل مباشرةً في نمو وتوسع واستطالة الخلاياهذا فضلاً عن دور البوتاسيوم في زيادة محتوى الكلوروفيل كل هذا ربما عمل على زيادة مساحة ورقة العلم [20] ، وهذا يتفق مع ما وجده [17]عند رش نباتات الحنطة بـ 1.5 او 3% من K_2O. وكان للتداخل بين تراكيز الفسفور وتراكيز البوتاسيوم تأثير معنوي ، اذ اعطت التوليفة P2K2 اعلى متوسط للمساحة الورقية يلغ 32.10 سم^2 بينما اعطت التوليفة P0K0 ادنى معدل بلغ 25.35 سم^2

تبين النتائج في الجدول 6 وجود فروق معنوية بين تراكيز رش الفسفور اذ أعطى التركيز (P2) أكبر معدل لطول السنبلة (11.06 سم) بينما أعطى التركيز(P0) ادنى معدل (8.81 سم). قد يرجع ذلك الى دور الفسفور في زيادة نمو النبات لا سيما عند توفره في المراحل الأولى من النمو اذ ان السنبلـة تتكـون فـي المراحـل الأولـى لنمو نبات الحنطة [21].كما تبين النتائج وجود تأثير معنوي لتراكيز رش البوتاسيوم اذ أعطى التركيز(K2) أعلى معدل لطول السنبلة بلغ 10.99سم بينما أعطى التركيز(K0) ادنى معدل (8.81 سم). يمكن ان يعزى سبب ذلك الى وقت إضافة البوتاسيوم الذي تزامن مع مراحل نشوء وتطور السنبلة والتي تمتد من مرحلة التفرعات إلى مرحلة البطان [22] وهذا يرجع الى ان رش البوتاسيوم يشجع على نقل الكربوهيدرات والمغذيات في انسجة النبات وان نقصه يؤدي الى تقزم النبات وتقليل مكونات الحاصل [23] ، وهذا يتفق مع ما وجده [17]عند رش نباتات الحنطة بـ 1.5 او 3% من K_2O و [18] عند رش نباتات الحنطة بالبوتاسيوم (1000 ملغم.لتر$^{-1}$). كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود تداخل معنوي بين تراكيز الفسفور وتراكيز البوتاسيوم اذ اعطت التوليفة P2K2 اعلى متوسط لطول السنبلة بلغ 12.04سم بينما اعطت التوليفة P0K0 ادنى معدل (7.91سم) .

جدول 6 : تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في طول السنبلة (سم)

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	7.91	8.56	10.12	8.66	8.81
K1	8.77	9.50	10.81	9.75	9.71
K2	9.53	10.52	12.04	11.88	10.99
K3	9.05	10.16	11.30	9.69	10.05
متوسط تراكيز الفسفور	8.81	9.69	11.06	9.99	
أ.ف.م 0.05	P= 0.25		K*P= 0.50		K = 0.25

يتبين من الجدول 7 ان تراكيز رش الفسفور كان لها تأثير معنوي في زيادة حاصل الحبوب اذ أعطى التركيز (P2) أعلى معدل لحاصل الحبوب بلغ 4.148 طن /هكتار ولم تختلف معنويا عن المعاملة (P3) ، بينما أعطى التركيز(P0) ادنى معدل بلغ 3.741 طن /هكتار. قد تعزى الزيادة الحاصلة في حاصل الحبوب الى ان الفسفور يعمل على زيادة النمو نتيجة لدوره المباشر في انقسام الخلايا و نمو الجذور ومعظم العمليات الحيوية ، فضلاً عن دوره في تكوين الفوسفولبيدات التي تدخل في تكوين الاغشية الحيوية ، كمـا يسهم في تكوين الاحماض النووية والمركبات الغنية بالطاقة ، وله دور في نقل السكريات من اماكن تكوينها الى البذور وهذا انعكس على زيادة الحاصل [24]. وهذا يتفق مع نتائج [25]. كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود فروق معنوية

بين تراكيز رش البوتاسيوم اذ أعطى التركيز(K2) أعلى معدل لحاصل الحبوب بلغ 4.167 طن.هكتار$^{-1}$ ولم تختلف معنويا عن التركيز (K3) ، بينما أعطى التركيز(K0) ادنى معدل بلغ 3.616 طن.هكتار$^{-1}$. ويعزى السبب في ذلك بان للبوتاسيوم يؤدي الى زيادة انقسام ونمو الخلايا مما نتج عنه زيادة المجموع الجذري (جدول 3) وزيادة المساحة الورقية (جدول 6) وبالتالي زيادة فعالية البناء الضوئي و زيادة نقل المغذيات من المصدر للمصب [26] مما ادى الى زيادة حاصل الحبوب [18]. كما تبين النتائج في الجدول نفسه وجود تداخل معنوي بين رش الفسفور و رش البوتاسيوم اذ اعطت التوليفة P2K1 اعلى معدل لحاصل الحبوب بلغ 4.350 طن /هكتار بينما اعطت التوليفة P0K0 ادنى معدل بلغ 3.147 طن.هكتار$^{-1}$.

جدول 7 : تأثير التغذية الورقية بالفسفور والبوتاسيوم في حاصل الحبوب (طن/هكتار)

المعاملات	تراكيز الفسفور				متوسط تراكيز البوتاسيوم
تراكيز البوتاسيوم	P0	P1	P2	P3	
K0	3.147	3.620	3.950	3.627	3.611
K1	3.413	3.927	4.350	4.123	4.003
K2	4.113	4.087	4.193	4.273	4.167
K3	4.290	4.100	4.100	4.030	4.130
متوسط تراكيز الفسفور	3.741	3.933	4.148	4.088	
أ.ف.م 0.05	0.10 =P		0.21 =K*P		0.10 = K

المصادر

1. اليونس، عبدالحميد احمد. 1992. إنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.
2. النعيمي، سعد الله نجم عبد الله .1999. الاسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي و البحث العلمي. جامعة الموصل.
3. Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. 3rd ed. International. Potash. Institute. Bern. Switzerland.
4. Wakhloo, J.L. 1975. Interaction between foliar potassium, GA3 and 6-furfuryl amino purine. J. Exp. Botany. 26. pp.440.
5. عيسى، طالب احمد.1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد (مترجم).
6. Tisdale, S. L.; Nelson, W.L. and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. McMillian Publish Company. New York.
7. Donaldson , E. 1996 . Crop traits for water stress tolerance. Amer. J. Alter. Agric., 11, 89-94.
8. Miralles DJ and Slafer GA. 1991. A simple model for non-destructive estimates of leaf area in wheat. Cereal Research Communications 19: 439-444
9. Khalil, S.K. ; Khan, S. ; Rahman, A.; Khan, A.Z. 2010. Seed priming and phosphorus application enhance phenology and dry matter production of wheat. . J. Bot., 42(3): 1849-185.
10. Barraclough, P. B and J. Haynes. 1996. The effect of foliar supplements of potassium nitrate and urea on the yield of winter wheat. Fertilizer Research 44: 217-223.
11. Baque, M.A.; M.A. Karim, A. Hamid and H. Tetsushi. 2006. Effect of fertilizer potassium on growth, yield and nutrient uptake of wheat under water stress conditions. South Pacific Stud., 27(1): 25-35.
12. Rodriguez,D. ; F.H. Andrade & S. Goudriaan.1999. Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. Plant & Soil 209:283-295.
13. Pongsakul , P. S. and S.Ratanart . 2001 . An over view of foliar fertilization for rice and field crops in Thailand. Aust. J. Exp. Agric., 41 (7) : 132 – 138 .
14. Alwan, A.H., Al-Anbari, M.A., & Al-Aamry, A.A. 2009. Effect of sowing date and phosphorus fertilizer on growth and yield of wheat (Triticum aestivum L). J. Kerbala Univ.,7(3):34-41.
15. Shabbir, R.N.; M.Y. Ashraf; E.A. Waraich; R. Ahmed and M. Shahbaz. 2015. Combined effects of drought stress and NPK foliar spray on growth , physiological processes and nutrient uptake in wheat. Pak. J. Bot., 47(4):1207-1216.
16. Mengel, K; and W. W. Arneke. 1982. Effect of potassium on the water potential. The pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of *Phasealus vulgaris*. Plant Physiol.,54 :402-408.

17. El-Bady, M.I. ; S. Seadh ; A. El-Ward ; A. Ibrahim and A. El-Emam 2009. Irrigation withholding and potassium foliar application effects on wheat yield and quality. Int. J. Sustain. Crop Prod. 4(4): 33-39.
18. Hamouda, H.A.; El-Dahshouri, M.F. ; Manal, F.M. and Thalooth, A.T. 2015. Growth, yield and nutrient status of wheat plants as affected by potassium and iron foliar application in sandy soil. Int. J. Chem. Tech. Res., 8(4):1473-1481.
19. Davis,J.G., & Westfall, D.G.2009. Fertilizing winter wheat. Colorado State University, Extension,3/96.
20. Wakhloo, J.L. 1975. Interaction between foliar potassium and applied gibberellic acid and 6-furfuryl amino purine. J. Exp. Bot., 26. pp.440.
21. Khan, M. I. ,R. Ullah, S. Kaleem and M. Ahmed. 2010. Effect of different phosphatic fertilizers on growth attributes of wheat (Triticum aestivum L.). J. Amer. Sci., 6(12) :1256-1262.
22. Klepper, B. ;R. W. Rickman ; S. Waldman and P. Chevalier .1998 . The physiological life cycle of wheat: It' s use in breeding and crop management. Euphytica, 100: 341 – 347 .
23. George, R. and M. Schmitt . 2002. Potassium for crop production. Minn Ext 800, 863-876.
24. Kalem, S., Ansar, M., Ali, M.A., Sher, A., Ahmad, G., & Rashid, M.2009. Effect of phosphorus on the yield and yield components of wheat variety " INQLAB-91" under rainfed conditions. Sarhad J. Agric., 25(1), 21-24.
25. Mcbeath, T.M., M.J. McLaughlin, and S.R. Noack. 2011. Wheat grain yield response to the translocation of foliar applied phosphorous . Crop & Pasture Sci., 62(1): 58-65.
26. El-Sabbagh, A.A., Abdel-Hafez, S.A. El-Bably, A.Z. and Abou-Ahmed , E.I. 2002. Response of wheat crop to irrigation intervals and foliar application of potassium. J. Agric. Res. Tanta Univ., 28(4):525-538.