مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (3) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (3) 2009

استجابة بعض الصفات الفسيولوجية لمحصول الفول (*Vicia faba* L.) للتسميد البوتاسي وموعد التطويش (c)

الدكتور محمد عبد العزيز*

(تاريخ الإيداع 12 / 11 / 2008. قبل للنشر في 2009/7/6)

□ ملخّص □

نفذ البحث لدراسة تأثير أربعة معدلات من السماد البوتاسي. (0، 20، 40، 60 كغ/ K_2O/هـ)، وثلاثة مواعيد للتطويش (شاهد بدون تطويش، تطويش عند إزهار 50% من النباتات، تطويش عند تشكل 50% من القرون)، في بعض المؤشرات الفسيولوجية لنبات الفول، طبق تصميم القطاعات العشوائية المنشقة لمرة واحدة بثلاثة مكررات. شغلت الأسمدة البوتاسية القطع الرئيسة، وشغلت مواعيد التطويش القطع المنشقة. أظهرت الدراسة إن إضافة معدلات بوتاسية من 20 . 60 كغ K_2O/هـ سبب زيادة معنوية في جميع الصفات المدروسة ووصلت الزيادة عند المعدل 60 كغ K_2O/هـ إلى 20.95% في دليل المساحة الورقية، و71.58% في المادة الجافة، و50.30% في الغلة من القرون الجافة، و51.34% في الغلة من البذور الجافة، و39.21% في دليل الحصاد، و57.04% في دليل المحصول، و7.58% في دليل البذور بالمقارنة مع الشاهد. تفوق التطويش عند 50% إزهار، و50% تشكل قرون على الشاهد بدون تطويش في جميع الصفات المذكورة أعلاه باستثناء دليل البذور الذي لم تكن الفروق معنوية فيه بين موعدي التطويش. وسبب التطويش عند تشكل 50% من القرون زيادة معنوية في جميع المؤشرات الفسيولوجية المذكورة، وقدرت الزيادة بالمقارنة مع الشاهد بنحو 6.71%، 13.54%، 21.99%، 37.58%، 19.66%، 18.97%، 4.4% على التوالي. أعطى التداخل بين المعدلات البوتايسة وموعد التطويش تأثيراً معنوياً في جميع الصفات المذكورة، وحقق المعدل 60 كغ K_2O/هـ، والتطويش عند تشكل 50% من القرون أفضل النتائج، ووصلت الزيادة في دليل البذور 6.22%.

الكلمات المفتاحية: تسميد بوتاسي، تطويش، دليل البذور، فول.

* أستاذ – قسم المحاصيل الحقلية– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (3) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (3) 2009

The Response of Some Physiological Traits of Faba Bean (*Vicia faba* L.) to Potassium Fertilization and Plants Topping (c)

Dr. M.A. Abd El Aziz *

(Received 12 / 11 / 2008. Accepted 6/7/2009)

□ ABSTRACT □

The research was carried out to study the effect of 4 rates of potassium fertilizer, (0, 20, 40, and 60 kg K_2O/ha^1) and 3 times of plant topping, (control, topping at 50% flowering, and topping at 50% podding) on some Physiological Traits. A split- plot arrangement with a randomized complete black design of 3 replications was used. Results showed that the application of potassium fertilizer from 20 to 60 kg K_2O/ha^1 significantly increased all Physiological Traits. The application of 60 kg K_2O/ha^1 gave significant effects. The increase reached to in 20.95% leaf area index, 71.58% in dry matter, 50.30% in dry pods, 51.34% in dry seeds, 39.21% in harvest index, 57.04% in yield index, and 7.58% in seed index in comparison to the control**.** Topping plants at 50% flowering and 50% podding significantly increased all studied parameters as compared to the control, except the seed index. Toping plants at 50% podding caused significant effects in all the above-mentioned Physiological Traits compared to the control, while the increase reached to 6.71%, 13.54%, 21.99%, 37.58%, 19.66%, 18.97% and 4.4% constantly in the physiological traits. There were no significant differences between the two times of topping. The interaction between rates of potassium and times of topping gave better results at rate 60 kg K_2O/ha^1 and potting time after 50% podding which increased seed index to 6.22%.

Kew words: Potassium fertilization, Topping, Seed index, Faba bean.

***Professor, Department of Crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

يعد صنف الفول البلدي أحد الأصناف التي تزرع في الساحل السوري منذ فترة طويلة، ويلقى قبولاً من المستهلك لكبر حجم بذوره وارتفاع نسبة التصافي فيه، بيد أنه لا يزال يزرع عشوائياً وفي دورات زراعية غير منتظمة ودون اعتبار لكميات الأسمدة المضافة وفي كثير من الحالات لا يضاف شيئاً وإنما ينمو على ما توفره التربة من بعض العناصر الأساسية المضافة للمحصول السابق، ما يترتب عليه عدم استقرار المساحة المزروعة وتدني في كمية المحصول في وحدة المساحة. وتعد الأسمدة البوتاسية أحد العناصر الأساسية التي نادراً ما تضاف في الزراعات السورية على اعتبار أن التربة تحوي ما يكفي لنمو النبات وتشكل المحصول.

تشير المراجع العلمية أنه على الرغم من ارتفاع المحتوى الكلي للبوتاسيوم في التربة إلا أن الجزء المتاح لايزيد عن 1 . 2% (Mengel and Kirkby, 2001). ويؤدي الاستثمار المكثف للترب الزراعية إلى استنزاف البوتاسيوم من التربة بعد سنوات عدة ما يستدعي إضافة الأسمدة لاستعادة خصوبة التربة إن لم يكن علاج مشاكل نقص الأسمدة. وبين (Xiying and Chi, 2002) أن البوتاسيوم المدمص لا يزيد عن 1% من البوتاسيوم الكلي في التربة عند استخلاصه من التربة بمحلول نظامي من خلات الأمونيوم، ويمكن للبوتاسيوم المدمص على المواقع السطحية والجانبية لمعادن الطين أن يتحرر إلى محلول التربة لتعويض الفاقد نتيجة امتصاص النبات له (Sharpley, 1990). ويشير (Tisdale *et al*., 1985) إن تركيز 8.7 جزء بالمليون كان كافياً للحصول على إنتاج أعظمي من الفاصولياء. كما نوّه (Magdoff and Bartlett, 1980) أن PH التربة المنخفض يمنع تحرر البوتاسيوم من مواقع الادمصاص المتخصصة به. وحصل (Yang, 2001) على زيادة معنوية في نسبة البروتين والزيت والآزوت والبوتاس عند التغذية البوتاسية بمعدل 60كغ K_2O/هـ بالمقارنة مع الشاهد ومع المعدلات الأقل من 60كغ/هـ. وحصل (Zheng, 2002) على زيادة في الإنتاجية وصلت إلى 17.6% في فول الصويا و35.8% في الشعير بالمقارنة مع الشاهد التي تعاني تربته من نقص البوتاسيوم. وأشارت دراسة (Dyer, 2007) أن للبوتاسيوم دور نوعي في حماية مخزون الدهون في فلقتي الفول السوداني.

وسجل (عبد العزيز، 2007 a) زيادة معنوية في نسبة البروتين والزيت واللب عند التغذية البوتاسية من 20 . 80 كغ K_2O/هـ بالمقارنة مع الشاهد بدون تغذية بوتاسية، وأثبت (عبد العزيز ومحمد 2008) وجود زيادة معنوية في إنتاجية قرون وبذور الصويا عند استخدام الأسمدة البوتاسية مقارنة بالشاهد بدون تغذية.

يشير (Cakmak *et al*., 1994) إلى أن نقص البوتاسيوم في الترب الفقيرة وعدم توفره بشكلٍ كاف يعرض النباتات للذبول السريع وتنخفض مقاومتها للجفاف ويتراكم السكروز في أوراقها. وفي مجال التطويش على الفول (قطف القمة النامية أو الشرنقة) أشار (Hodgson and Blackman, 1975) إلى زيادة غلة بذور الفول عند إجراء عملية التطويش، في حين سجل (Gihriger and Keller, 1980) انخفاض في إنتاجية بذور الفول عند إجراء التطويش، وذكر كلٍ من (العيبان، 2001) أن إجراء عملية التطويش سببت زيادة في إنتاجية البذور وصلت إلى 220 كغ/هـ، وعند إجرائها على محصول القطن سببت زيادة في وزن الجوزة، ونسبة تفتح الجوزات وإنتاجية النبات (الحسن، 2003). وبينت دراسة (Dai, 2004) وجود زيادة معنوية في المساحة الورقية للنبات، وعدد النورات الزهرية، وعدد الأزهار، وعدد القرون/نبات عند إجراء عملية التطويش في بداية مرحلة تشكل القرون، ما انعكس إيجاباً على إنتاجية وحدة المساحة. وتوصل (عبد العزيز، 2007 b) إلى زيادة معنوية في نبات الفول ومكونات الغلة عند إجراء التطويش عند 50 % إزهار و 50 % تشكل قرون لصنف الفول القبرصي بالمقارنة مع الشاهد بدون تطويش. ويؤكد (Vavilov *et*

(*al.*, 1986) تحسّن في مكونات المحصول عامة عند إجراء التطويش في الموعد المناسب لكل صنف، يتضح مما سبق أن الاختلاف في النتائج قد يعود إلى الاختلاف في موعد عملية التطويش، وإلى طبيعة نمو الصنف المزروع فيما إذا كان محدود النمو أم غير محدود.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة عدة معدلات من السماد البوتاسي وموعد إجراء عملية التطويش في بعض المؤشرات الفسيولوجية للفول. وتحديد معدل التسميد البوتاسي الأمثل وموعد التطويش الأنسب اللذين يعطيان أفضل تشكل لهذه المؤشرات. تكمن أهمية البحث في الوقوف على الحالة الإنتاجية لنبات الفول تحت تأثير هذين العاملين.

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2005/2004 . 2006/2005، في مزرعة كلية الزراعة، بجامعة تشرين، باللاذقية، وطبق تصميم القطاعات العشوائية المنشقة لمرة واحدة، بمعدل ثلاثة مكررات لدراسة تأثير 4 معدلات من السماد البوتاسي (0، 20، 40، 60 كغ K_2O/هـ)، وثلاثة مواعيد للتطويش (شاهد بدون تطويش، تطويش عند إزهار 50% من النباتات وتطويش عند تشكل 50% من القرون)، والتفاعل المتبادل بين هذين العاملين. فيكون عدد القطع التجريبية 36 قطعة. طول القطعة (3) م مكونة من (6) خطوط، وتمت الزراعة بالأبعاد 40 سم × 20سم × 1 نبات، بحيث تحقق كثافة نظرية قدرها 125 ألف نبات/هـ، فتكون مساحة القطعة الواحدة (3 × 2.4 = 7.2م^2) تمت الزراعة في الموسم الأول بتاريخ 2005/11/21 وفي الموسم الثاني بتاريخ 2006/11/25. بزراعة بذور صنف الفول البلدي بالطريقة المبتلة، مصدر البذور، مؤسسة إكثار البذار باللاذقية، اعتمد في الري على مياه الأمطار. والمساحة الكلية 259 م^2 باستثناء ممرات الخدمة بمسافة 40 سم في كافة الاتجاهات. تمت إضافة الأسمدة الفوسفاتية بمعدل 80 كغ P_2O_5/هـ مع الأسمدة البوتاسية عند الحراثة الأساسية، وتمت إضافة الأسمدة الآزوتية بمعدل 50 كغ يوريا 46% أضيفت كاملاً عند الزراعة لمدِّ النباتات باحتياجاتها من الآزوت ريثما يتم تشكل العقد البكتيرية الفعالة في تثبيت الآزوت الجوي. تم إجراء بعض التحاليل لتربة الموقع، كما في (الجدول 1)

الجدول (1) نتائج تحليل التربة

pH	Ece عجينة مشبعة	كربونات الكالسيوم (%)	كلس فعال (%)	مادة عضوية (%)	بوتاس متبادل (ملغ/كغ)	فوسفور متبادل (ملغ/كغ)	آزوت كلي (%)
7.68	0.17	30.6	.	1.04	175	4.5	0.47

المؤشرات المدروسة:

- دليل المساحة الورقية = مساحة المسطح الورقي للنبات/المساحة التي يشغلها من التربة (في مرحلة تشكل القرون القصوى) وهذه الطريقة حسب (Beadle, 1989).
- دليل الحصاد% = (المحصول الاقتصادي/المحصول البيولوجي) × 100

- دليل المحصول% = (المحصول الاقتصادي/محصول القش) × 100
- دليل البذور (غ) = (وزن مائة بذرة. .w seed 100غ) بمعدل 10 عينات من كل قطعة ثم قدرت المتوسطات
- المادة الجافة (غ/نبات): تمت بقطع 20 نبات من كل قطعة في المرحلة القصوى لتشكل القرون ثم جففت على درجة 70مْ لمدة 24 ساعة وقدرت المتوسطات.
- قدرت إنتاجية النبات من البذور الجافة بقطاف كل قطعة بشكل منفرد على دفعتين ثم قسمت كمية الإنتاج على عدد النباتات الفعلية في القطعة.
- أخذ متوسط الموسمين، وتم إجراء التحليل الإحصائي وفق برنامج Stat view واختيار تحليل التباين Anova factorial. وتقدير قيمة LSD عند مستوى المعنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

1 . استجابة دليل المساحة الورقية للتسميد البوتاسي وعملية التطويش:

أ . استجابة دليل المساحة الورقية للتسميد البوتاسي:

تبين نتائج (الجدول 2) وجود زيادة معنوية في دليل المساحة الورقية مع زيادة معدلات السماد البوتاسي من 20 إلى 60 كغ K_2O/هـ بالمقارنة مع الشاهد. وبلغت الزيادة 9.46 %، 16.22 %، 20.95 % على التوالي معدلات التسميد البوتاسي. كما تفوق المعدل 60كغ K_2O/هـ على المعدلين 20 و40 كغ/هـ بـ 10.49% و4.07% على التوالي. تعود الزيادة في دليل المساحة الورقية إلى دور البوتاسيوم في نمو وانقسام القمم المرستيمية، ما يساعد على انقسام الخلايا وزيادة عددها وحجمها ووزنها من خلال دور البوتاسيوم في التعديل الحلولي واستطالة الخلايا (Mengel and Kirkby, 2001)، إن هذا التطاول في الخلايا يتم في جميع خلايا النبات ومنها الأوراق مما ترتب عليه زيادة مساحة الورقة الواحدة وبالتالي زيادة مساحة المسطح الورقي للنبات الذي يؤثر بشكلٍ مباشر في دليل المساحة الورقية الذي يعكس كفاءة النبات في تغطية مساحة معينة من الأرض والتي بدورها تؤثر في كفاءة عملية التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة في النبات.

الجدول (2) استجابة دليل المساحة الورقية للتسميد البوتاسي وعملية التطويش

معدلات K_2O (كغ/هـ)	موعد التطويش			المتوسط
	شاهد	50 % إزهار	50% تشكل القرون	
0	1.40	1.49	1.57	1.48
20	1.56	1.60	1.71	1.62
40	1.64	1.70	1.83	1.72
60	1.72	1.77	1.90	1.79
المتوسط	1.58	1.64	1.75	
LSD (5 %)	للبوتاس 0.06،	للتطويش 0.04،	للتداخل 0.03.	

ب . استجابة دليل المساحة الورقية لموعد عملية التطويش:

يتضح من نتائج (الجدول 2) أن لموعد عملية التطويش تأثيراً معنوياً في دليل المساحة الورقية، وبلغت الزيادة قرابة 3.79% عند التطويش عند إزهار 50% من النباتات، ونحو 10.76% عند تشكل 50% من القرون على النباتات بالمقارنة مع الشاهد. كما تفوق موعد التطويش عند تشكل 50% من القرون على موعد التطويش عند تشكل

50% من الإزهار بنسبة 6.71%. تعود الزيادة في دليل المساحة الورقية إلى أنّ عملية التطويش أوقفت السيادة القمية للساق الرئيس (Hewitt, 1963)، ما يعني أمرين الأول: توجيه قسم كبير من البوتاسيوم الذي تستقطبه القمة النامية للنمو والانقسام، والثاني: إتاحة كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لنمو الأوراق، يضاف إلى ذلك أن للبوتاسيوم علاقة وثيقة بالنظام المائي، فهو يؤدي دوراً مهماً في التعديل الحلولي للخلية بسبب تراكيزه العالية فيها، ويساعد في تسحين مقدرة الخلية على الاحتفاظ بالماء، وبالتالي تمتع النبات بكفاءة أعلى على امتصاص الماء. فقد بينت أبحاث (Scherer *et al*., 1982) ضعف النمو في بادرات القمح الفقيرة بالبوتاسيوم بسبب انخفاض احتفاظ البادرات بالماء، حيث أصبح النمو تحت الحد الحرج اللازم لقيام النبات بالعمليات الفيزيولوجية والحيوية، ومنها انقسام الخلايا واستطالتها بشكلٍ عام، أي صغر وانخفاض مساحة المسطح الورقي الذي انعكس سلباً على دليل المساحة الورقية كما في معاملة الشاهد مثلاً التي استمرت فيها سيطرة قمة النمو للساق الرئيسة على مقومات النمو والانقسام في الأوراق وبعض أجزاء النبات الأخرى، فضلاً عن نقص البوتاسيوم والنواتج العضوية لعملية التمثيل الضوئي. وحصل (عبد العزيز، 2007 b) على زيادة معنوية في عدد النورات الزهرية وعدد الأزهار ما انعكس إيجاباً على عدد البذور في القرن وعلى إنتاجية النبت. وبالمقارنة بين موعدي عملية التطويش نجد تفوق موعد التطويش عند تشكل 50% من القرون بنسبة 6.71% على موعد التطويش عند إزهار 50% من النباتات، الذي حدَّ النمو الخضري للنبات بشكلٍ مبكر.

ج . تأثير التفاعل المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وعملية التطويش في دليل المساحة الورقية:

تظهر متوسطات النتائج في الجدول (2) وجود فروق معنوية للأثر المتبادل بين الأسمدة البوتاسية وموعد عملية التطويش، وقد حقق المعدل البوتاسي 60كغ K_2O/هـ وموعد التطويش عند تشكل 50% من القرون أعلى زيادة معنوية قدرت بنحو 12.85%، وبلغت أقل نسبة 1.22% للأثر المتبادل عند المعدل 20 كغ K_2O/هـ وموعد التطويش عند إزهار 50% من النباتات.

2 . استجابة تراكم المادة الجافة (غ/نبات) للتسميد البوتاسي وعملية التطويش:

أ . استجابة تراكم المادة الجافة للتسميد البوتاسي:

أدت زيادة معدل التسميد البوتاسي من 20 . 60 كغ/هـ إلى زيادة وزن المادة الجافة في النبات بالمقارنة مع الشاهد وقدرت الزيادة بنحو 42.29%، 57.33%، 71.58% على التوالي لمعدلات التسميد البوتاسي. تعود الزيادة إلى دور البوتاسيوم في تشكل هرمونات النمو مثل السيتوكنين وحمض الأندول بيوتريك أستيك، وحمض الجبريلين (Mengel and Kirkby, 2001)، وجميع هذه الهرمونات مسؤولة عن نمو القمم المرستيمية في أطراف الساق والفروع والجذور والأوراق والبراعم، ما يترتب عليه زيادة انقسامها ونموها وتضاعف عددها وبالتالي زيادة حجمها وارتفاع المادة الجافة فيها من جهة، وسببت زيادة معدلات التسميد البوتاسي زيادة معنوية في دليل المساحة الورقية، ما يعني قدرته على تغطية مساحة أكبر من سطح الأرض واعتراض كمية أكبر من الطاقة الشمسية ما يترتب عليه زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة تراكم المادة الجافة في النبات من جهة ثانية. وبالمقارنة بين المعدلات البوتاسية وبعضها نجد تفوق المعدل 60 كغ K_2O/هـ على المعدلين 20 و40 كغ/هـ بـ 20.57%، و9.18% على التوالي. تشير نتائج أبحاث (Talbott and Zeiger, 1996) إلى الكفاءة المائية العالية للنباتات التي تكون في حالة تغذية بوتاسية جيدة، وذلك من خلال دوره في التحكم الدقيق في فتح وإغلاق المسامات حيث يعمل كمنظم للخلايا الحارسة، ويشير الباحث نفسه إلى أنّ معدلات التمثيل الضوئي العالية متعلقة بوفرة الماء، وهذا يتوافق لحد كبير مع المعدل

60 كغ K_2O/هـ إذا اعتبرنا أن جميع ظروف التجربة واحدة وعامل الاختلاف هنا هو كمية الأسمدة البوتاسية التي حققت أعلى معدل تصنيع للمادة الجافة. ويؤكد (Greenwood and Stone, 1998) أن الدور الذي يؤديه البوتاسيوم في فتح وإغلاق المسامات لا يمكن أن يستبدل بعنصر آخر مثل الصوديوم إلا عند عدد قليل من النباتات، وذكر (Vavilov *et al.*, 1986) أن كمية البوتاسيوم في النبات تكون مكافئة تقريباً لكمية الآزوت، ما يعني ارتفاع نسبة البوتاسيوم في أنسجة النبات وهذا يسهل دوره لتكوين الأحماض الأمينية والبروتينات من أيونات الأمونيوم، لأن نقص البوتاسيوم يوقف تركيب البروتين على الرغم من توافر الآزوت في الوسط الغذائي بصورة جيدة (بو عيسى وعلوش، 2006)، ومعروف للجميع دور البروتينات الأساس في تشكل خلايا بنائية جديدة (الجدول 3).

الجدول (3) استجابة تراكم المادة الجافة (غ/نبات) للتسميد البوتاسي وعملية التطويش

معدلات K_2O (كغ/هـ)	موعد التطويش			المتوسط
	شاهد	إزهار 50%	تشكل القرون 50%	
0	33.82	40.34	45.63	39.96
20	46.88	58.07	65.50	56.82
40	54.51	62.69	71.04	62.75
60	58.74	68.38	78.40	68.51
المتوسط	48.49	57.37	65.14	
LSD (5 %)	للبوتاس 4.61 ، للتطويش 5.11 ، للتداخل 2.08			

ب . استجابة تراكم المادة الجافة لعملية التطويش:

تبين النتائج في (الجدول 3) أن لموعد عملية التطويش تأثيراً إيجابياً في كمية المادة الجافة في النبات، وقد تمثل ذلك بزيادة في كمية المادة الجافة بنسبة مقدارها 18.31% عند التطويش عند إزهار 50% من النباتات، و34.34% عند التطويش عند تشكل 50% من القرون مقارنة مع الشاهد. وتفوق موعد التطويش عند تشكل 50% من القرون بنسبة 13.54% على موعد التطويش عند إزهار 50% من النباتات. وتعزى الزيادة في وزن المادة الجافة إلى زيادة معدل النمو الكلي في النبات الذي يتطلب امتصاص كميات أكبر من البوتاسيوم لقيام المناطق النشطة والنموات الحديثة والجانبية بوظائفها الفسيولوجية (Glass and Perley, 1980)، التي تحفزت بعد إلغاء السيادة القمية، وشجعت النمو الجانبي والثمري وتشكل الأوراق ما ترتب عليه زيادة معنوية في وزن المادة الجافة في النبات. يتوافق تأثير عملية التطويش في زيادة المادة الجافة مع (Supong and Dahiya, 1990) و (Gehriger and Keller, 1980).

ج . تأثير التفاعل المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وعملية التطويش في تراكم المادة الجافة:

أعطى التأثير المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وموعد التطويش تأثيراً معنوياً في زيادة تراكم كمية المادة الجافة، وقدرت أكبر زيادة عند المعدل 60 كغ K_2O/ هـ وموعد التطويش عند تشكل 50% من القرون بحوالي 36.75%، بينما كانت أقل نسبة 0.95% عند المعدل البوتاسي 20 كغ K_2O/ هـ، وموعد التطويش عند إزهار 50% من النباتات.

3 . استجابة وزن القرون الجافة ووزن البذور الجافة للتسميد البوتاسي وموعد التطويش:

أ . استجابة وزن القرون الجافة والبذور الجافة (غ/نبات) للتسميد البوتاسي:

أدت زيادة معدلات التغذية البوتاسية إلى زيادة معنوية في وزن القرون الجافة ووزن البذور الجافة مقارنة مع الشاهد، وبلغت الزيادة 29.06%، 37.82%، 50.32% في وزن القرون الجافة، و18.49%، 38.73%، 51.34% في البذور الجافة على التوالي معدلات التسميد البوتاسي 20، 40، 60 كغ K_2O/هـ. (الجدول 4).

الجدول (4) استجابة وزن القرون الجافة والبذور الجافة غ/نبات للتسميد البوتاسي وعملية التطويش

معدلات K_2O (كغ/هـ)	وزن القرون الجافة غ/نبات			المتوسط
	موعد التطويش			
	شاهد	50% إزهار	50% تشكل القرون	
0	26.05	29.33	31.53	28.97
20	31.80	38.91	41.50	37.40
40	36.33	40.69	42.71	39.91
60	38.58	45.86	46.20	43.55
المتوسط	33.19	38.69	40.49	
LSD (5 %)	للبوتاس 2.21 ، للتطويش 1.56 ، للتداخل 1.01			
	وزن بذور النبات/غ			
	شاهد	50% إزهار	50% تشكل القرون	المتوسط
0	12.77	16.80	19.56	16.38
20	15.08	19.16	24.00	19.41
40	18.18	22.00	28.33	22.84
60	20.16	24.00	30.20	24.79
المتوسط	16.55	20.49	22.77	
LSD (5 %)	للبوتاس 1.99 ، للتطويش 2.11 ، للتداخل 1.66			

تعزى الزيادة في وزن القرون الجافة ووزن البذور الجافة إلى دور البوتاسيوم في زيادة دليل المساحة الورقية (الجدول،2) وتحسين عملية التمثيل الضوئي، لأنه يشجع تشكل أنزيمات PEP كربوكسيلاز وبالتالي رفع معدلات تثبيت CO_2 ما يترتب عليه زيادة معدلات نواتج عملية التمثيل الضوئي (Demming and Gimmler, 1983) الذي أثبت أن احتواء الجسيمات الخضراء على تركيز 100 مليمول من البوتاسوم قد زاد نواتج عملية التمثيل الضوئي مرتين مقارنة بالجسيمات الخضراء التي تحتوي 10 ميلمول، أضف إلى ذلك أن البوتاسيوم يشجع على تحميل ونقل مركبات التمثيل الضوئي الحديثة في النسغ الكامل باتجاه القرون والبذور، ويشجع حركة البروتينات في الأوراق القديمة مع النسغ الكامل إلى البذور، ما ترتب عليه زيادة معنوية في وزن القرون الجافة والبذور الجافة بالمقارنة مع الشاهد.

ب . استجابة وزن القرون الجافة ووزن البذور الجافة (غ/نبات) لعملية التطويش

يتضح من متوسطات (الجدول، 4) أن لموعد إجراء عملية التطويش تأثير معنوي في وزن القرون الجافة والبذور الجافة عند موعدي التطويش بالمقارنة مع الشاهد. وقدرت الزيادة في وزن القرون الجافة بنحو 16.57% عند إجراء التطويش عند إزهار 50% من النباتات، و21.99% عند إجراء التطويش عند تشكل 50% من القرون، وبلغت الزيادة في وزن البذور الجافة 23.81% و37.58% على التوالي لموعدي التطويش. وبالمقارنة بين موعدي التطويش

نجد زيادة معنوية في وزن القرون الجافة قدرت بنحو 4.65% وزيادة في وزن البذور الجافة قدرت بنحو 11.13% عند التطويش في مرحلة تشكل 50% من القرون.

تعود الزيادة في المؤشرين المذكورين إلى أن عملية التطويش عملت على توفير البوتاسيوم الذي تستهلكه القمم النامية اللازم لتفعيل أنزيم تشكل النشاء (الأميليز) وتحويل السكريات إلى نشاء أيضاً، وتنشيط أنزيم البروتيناز الذي يحول الأحماض الأمينية إلى البروتينات، وتنشيط أنزيم NRA – ATPase. (Mengel and Kerkby, 2001). فضلاً عن دور البوتاسيوم في رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي من خلال التحسن المعنوي في دليل المساحة الورقية وبالتالي رفع معدلات تصنيع المادة الجافة والمساهمة في نقلها إلى القرون والبذور ما انعكس إيجاباً على زيادة هذين المؤشرين أثبت (Supong and Dahiya, 1990) وجود زيادة معنوية في عدد البذور/القرن وعن وجود زيادة في إنتاجية النبات من البذور الجافة، عند إجراء عملية التطويش بعد 110 يوماً من الزراعة.

ج . تأثير التفاعل المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وموعد عملية التطويش في وزن القرون الجافة، ووزن البذور الجافة (غ/نبات):

أظهر التحليل المشترك لتأثير الأسمدة البوتاسية وعملية التطويش تأثيراً معنوياً في هاتين الصفتين عند كافة المعاملات المدروسة، وحقق التفاعل بين معدل السماد البوتاسي 60 كغ K_2O/ هـ، وموعد التطويش عند 50% من القرون أعلى نسبة تأثير قدرت بنحو 26.16% في وزن القرون، و38.93% في وزن بذور النبات.

4 . استجابة دليل الحصاد (%) ودليل المحصول (%) للتسميد البوتاسي وموعد عملية التطويش:

أ . استجابة دليل الحصاد ودليل المحصول للتسميد البوتاسي:

يتضح من نتائج (الجدول 5) أن زيادة معدلات التسميد البوتاسي أدت إلى زيادة معنوية في دليل الحصاد ودليل المحصول، وبلغت الزيادة في دليل الحصاد 26.72%، 34.06%، 39.21%، وفي دليل المحصول 37.82%، 56.01%، 57.04% على التوالي بالمقارنة مع الشاهد. وبالمقارنة بين المعدلات البوتاسية نجد تفوق المعدل 60 كغ K_2O/هـ على المعدل 20 كغ/هـ بـ 9.87% في دليل الحصاد، و13.94% في دليل المحصول. وعلى المعدل 40 كغ/هـ 9.32%، 3.33% على التوالي دليل الحصاد والمحصول. بينما أدت الإضافات البوتاسية المتزايدة إلى رفع تركيز البوتاسيوم في النسغ الناقص المتجه إلى الأوراق وبالتالي مساهمته في عملية الاستقلاب وتبادل الآزوت ضمن النبات ورفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة معدل التركيب الضوئي الذي انعكس إيجاباً على تراكم المادة الجافة في النبات ومنها القرون والبذور ما ترتب عليه زيادة معنوية في دليل الحصاد ودليل المحصول من خلال دور البوتاسيوم في حمل ونقل المدخرات العضوية مع النسغ الكامل إلى جميع أجزاء النبات (Marschner *et al.*, 1997).

ب . استجابة دليل الحصاد ودليل المحصول لموعد عملية التطويش:

ازداد دليل الحصاد ودليل المحصول مع إجراء عملية التطويش بالمقارنة مع الشاهد (الجدول، 5). وبلغت الزيادة في دليل الحصاد 8.03% وفي دليل المحصول 8.58 % عند إجراء التطويش عند إزهار 50 % من النباتات، و19.66%، و28.97% في دليل الحصاد ودليل المحصول عند تشكل 50% من القرون، وبالمقارنة بين موعدي عملية التطويش، لوحظ تفوق موعد التطويش عند تشكل 50% من القرون على موعد التطويش عند إزهار 50% بحوالي 10.76% في دليل الحصاد، و18.72% في دليل المحصول.

الجدول (5) دليل الحصاد ودليل المحصول للتسميد البوتاسي وعملية التطويش

معدلات K_2O (كغ/هـ)	دليل الحصاد %			
	موعد إجراء عملية التطويش			
	شاهد	50 % إزهار	تشكل 50 % قرون	المتوسط
0	23.46	27.29	30.19	26.98
20	32.17	33.75	36.64	34.19
40	33.55	35.09	39.88	36.17
60	34.32	37.29	41.07	37.56
المتوسط	30.88	33.36	36.95	
LSD (5 %)	للبوتاس 1.11،	للتطويش 2.20،		للتداخل 0.41.
	دليل المحصول %			
0	29.83	37.53	44.72	37.36
20	47.42	49.24	57.33	51.49
40	50.00	54.05	69.69	56.79
60	52.26	54.07	59.64	58.67
المتوسط	44.87	48.72	57.84	
LSD (5 %)	للبوتاس 2.16،	للتطويش 3.08،		للتداخل 0.77.

تعزى الزيادة في هذين المؤشرين إلى أن عملية التطويش التي أوقفت السيادة القمية كما ذكرنا سابقاً في هاتين المعاملتين ما ساعد على توفير البوتاسيوم الذي كانت تستقطبه هذه القمم في النسغ الكامل توجه إلى الأوراق مع النسغ الناقص لممارسة دوره في عملية التمثيل الضوئي، وعندما تكون الحاجة للبوتاسيوم عالية في الأوراق نتيجة زيادة قيم مساحة المسطح الورقي للنبات (Suping and Dahyia, 1990) والتي ترتب عليها تحسن في قيم دليل المساحة الورقية كما في (الجدول، 2) إن تحرك البوتاسيوم من الأوراق مع النسغ الكامل يكون بتراكيز منخفضة، لأن نمو المجموع الخضري وقوته تحت تأثير عملية التطويش ومعدلات رجوع البوتاسيوم من الأوراق إلى الجذور هي التي تنظم آلية امتصاص البوتاسيوم (Mengel and Kirkby, 2001). هذه الآلية في حركة البوتاسيوم تعطيه أهميته ودوره الفيزيولوجي في النبات بحيث يتواجد حيث تتطلبه الأنسجة النباتية شرط توافره أو إتاحته في التربة.

ج . تأثير التفاعل المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وعملية التطويش في دليل الحصاد ودليل البذور:

وجدت فروق معنوية في دليل الحصاد ودليل المحصول نتيجة تأثير الفعل المتبادل بين الأسمدة البوتاسية وموعد التطويش، وقدرت هذه الزيادة بحوالي 27.61% في دليل الحصاد، و29.47% في دليل المحصول، عند معدل التسميد البوتاسي 60 كغ K_2O/ هـ، والتطويش عند تشكل 50% من القرون. وقدرت أقل قيمة لتأثير التفاعل المتبادل عند المعدل 20 كغ K_2O/ هـ وموعد التطويش عند إزهار 50% عند النباتات بحدود 2.89% في دليل الحصاد، و5.38% في دليل المحصول.

5 . استجابة دليل البذور للتسميد البوتاسي وعملية التطويش:

أ . استجابة دليل البذور للتسميد البوتاسي:

يعد دليل البذور مؤشراً اقتصادياً مهماً في محاصيل الحبوب والبقول. ويتأثر بعوامل عدة متعلقة بالظروف البيئية وعمليات الخدمة الزراعية. تظهر نتائج (الجدول، 6) وجود فروق معنوية في دليل البذور مع زيادة معدلات التسميد البوتاسي من 20 إلى 60 كغ K_2O/هـ. بالمقارنة مع الشاهد وبلغت الزيادة في دليل البذور 5.21%، 7.58%، 8.85% على التوالي معدلات التسميد البوتاسي.

تعزى الزيادة في دليل البذور إلى الزيادة المعنوية التي طرأت على دليل المساحة الورقية (الجدول، 2) وعلى دلائل المؤشرات الإنتاجية (الجداول، 3، 4، 5)، ما انعكس إيجاباً على دليل البذور نتيجة كبر حجم البذور وامتلائها بالمدخرات العضوية، التي أسهم البوتاس في تصنيعها ونقلها إلى البذور مع النسغ الكامل (Marschner *et al.*, 1997) في صورة أحماض عضوية وأمينية... الخ وأثبت (Zheng, 2002) زيادة في إنتاجية الفول السوداني وصلت إلى 26.4 % بالمقارنة مع الشاهد، وفسر السبب إلى زيادة حجم البذور وامتلائها وارتفاع نسبة الأحماض الدهنية فيها. يتوافق تأثير الأسمدة البوتاسية على زيادة الإنتاجية مع (عبد العزيز وآخرون، 2008) على الفول السوداني.

ب . استجابة دليل البذور لعملية التطويش:

تبين متوسطات (الجدول، 6) زيادة معنوية في دليل البذور نتيجة اختلاف موعد عملية التطويش، وبلغت الزيادة 3.06% عند إجراء التطويش عند إزهار 50% من النباتات، و4.44% عند تشكل 50% من القرون على النباتات مقارنة مع الشاهد بدون تطويش. ولم تلحظ فروق معنوية في دليل البذور بين موعدي التطويش عند 50% إزهار، و50% تشكل القرون، عند مستوى المعنوية 5%.

تعود الزيادة في دليل البذور عند معاملتي التطويش بالمقارنة مع الشاهد إلى أن النمو الخضري والثمري في هاتين المعاملتين كانا أكثر توازناً بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي استمرت فيها السيادة القمية حتى نهاية موسم النمو، لأن صنف الفول البلدي المزروع من الأصناف غير محدودة النمو. ومعلوم أن انقسام وتطور هذه القمم يحتاج كمية كبيرة من نواتج عملية التمثيل الضوئي، بينما استطاعت معاملتي التطويش وخاصة عند تشكل 50% من القرون أن تحقق وفرة في المواد العضوية وتوجهها إلى البذور ما ترتب عليه امتلائها ونضجها بشكل جيد بالمقارنة مع الشاهد. ومع معاملة التطويش عند إزهار 50% من النباتات الذي حد من النمو الخضري للنبات بشكلٍ مبكر فانخفضت نواتج التمثيل الضوئي وانخفض وزن دليل البذور مقارنة مع التطويش عند تشكل 50% من القرون على النباتات (الجدول، 6).

ج . تأثير التفاعل المتبادل بين معدلات التسميد البوتاسي وموعد عملية التطويش في دليل البذور:

أظهر التداخل بين عاملي التجربة تأثيراً معنوياً وإيجابياً في زيادة دليل البذور قدرت بنحو 6.22% عند معدل التسميد البوتاسي 60 كغ K_2O/ هـ وموعد التطويش عند تشكل 50% من القرون، وكان أقل تأثير عند المعدل 20 كغ K_2O/ هـ والتطويش عند إزهار 50% من النباتات حيث قدر بنحو 0.88%.

الجدول (6) استجابة دليل البذور في الفول للتسميد البوتاسي وعلمية التطويش

معدلات K_2O	موعد التطويش	المتوسط

المدروسة كغ/هـ	شاهد	50% إزهار	50% تشكل القرون	
0	125.30	129.00	133.60	128.97
20	132.33	136.60	138.00	135.64
40	135.71	139.66	140.88	138.75
60	137.81	141.12	142.25	140.39
المتوسط	132.79	136.85	138.68	
LSD (5 %)	للبوتاس 1.86 ،	للتطويش 2.01 ،	للتداخل 1.51	

يتوافق تأثير عملية التطويش في زيادة إنتاجية الفول مع (Supong and Dahyia, 1990) والذي فسر زيادة الإنتاجية بسبب زيادة عدد القرون/النبات، وزيادة وزن البذرة الواحدة.

6 . دراسة الارتباط بين مختلف الصفات الفسيولوجية تحت تأثير الأسمدة البوتاسية وعملية التطويش:

الجدول (7) علاقة الارتباط بين الصفات الفسيولوجية تحت تأثير الأسمدة البوتاسية

	1	2	3	4	5	6	7
	دليل المساحة الورقية	وزن المادة الجافة (غ/نبات)	وزن القرون (غ/نبات)	وزن البذور (غ/نبات)	دليل الحصاد (%)	دليل المحصول (%)	دليل البذور (غ)
1		0.988	0.987	0.818	0.969	0.973	0.989
2			0.798	0.765	0.994	0.993	0.997
3				0.790	0.990	0.986	0.993
4					0.697	0.686	0.740
5						0.998	0.994
6							0.996

يتضح من الجدول (7) وجود علاقة ارتباط إيجابية وعالية المعنوية بين مختلف الصفات الفسيولوجية المدروسة وبلغت أقصى علاقة ارتباط بين المادة الجافة ودليل البذور (0.988)، وأدنى علاقة بين وزن البذور ودليل المحصول (0.740).

الجدول (8) علاقة الارتباط بين الصفات الفسيولوجية تحت تأثير مواعيد عملية التطويش

	1	2	3	4	5	6	7
	دليل المساحة الورقية	وزن المادة الجافة (غ/نبات)	وزن القرون (غ/نبات)	وزن البذور (غ/نبات)	دليل الحصاد (%)	دليل المحصول (%)	دليل البذور (غ)
1		0.978	−0.497	0.936	0.998	0.998	0.927
2			−0.969	0.988	0.989	−0.728	0.984
3				0.995	0.924	0.873	0.997
4					0.959	0.914	0.999
5						0.992	0.949
6							0.903

يتضح من الجدول (8) وجود علاقة ارتباط إيجابية وعالية المعنوية بين معظم الصفات الفسيولوجية المدروسة وبلغت أقصى علاقة ارتباط بين وزن البذور/النبات ودليل البذور (0.999)، كانت علاقة الارتباط سلبية بين وزن المادة الجافة/النبات ووزن القرون/النبات (0.969−) في حين بلغت (0.728−) بين المادة الجافة ودليل المحصول. وجدت أدنى علاقة ارتباط بين دليل المساحة الورقية ووزن القرون الجافة/النبات.

لا يمكن للانتخاب أن يؤدي دوراً فاعلاً ما لم تتوافر تباينات وراثية يمكن التعامل معها، فضلاً عن أهمية علاقات الارتباط بين مختلف الصفات المدروسة، إذ يمكن الانتخاب غير المباشر لإحداها من خلال الانتخاب للصفة الأخرى.

يتضح من خلال الجدول (7) أن الانتخاب المباشر لصفة دليل المساحة الورقية يتوقع منه الحصول على فاعلية في عملية الانتخاب لصفتي دليل المحصول ودليل البذور، كون العلاقة الارتباطية بين كل منهما وبين المساحة الورقية إيجابية قوية وعالية المعنوية وذلك تحت تأثير معدلات التسميد البوتاسي المدروسة.

يتضح من الجدول (8) أن فعالية الانتخاب تحت تأثير عملية التطويش عند تشكل 50% من القرون لصفة دليل البذور يتوقع منها أن تكون عالية عند الانتخاب لأي صفة من الصفات الفسيولوجية المدروسة.

الاستنتاجات والتوصيات:

1 . أدت زيادة معدلات التسميد البوتاسي إلى زيادة معنوية في وزن المادة الجافة، والقرون الجافة، والبذور الجافة، مقارنة مع الشاهد. كما أدت إلى زيادة معنوية في الدلائل الفيزيولوجية كدليل الحصاد، ودليل المحصول، ودليل البذور بالمقارنة مع الشاهد.

2 . تفوقت عملية التطويش عند 50% إزهار، وعند 50% تشكل قرون على الشاهد (بدون تطويش) في وزن المادة الجافة، وفي وزن القرون الجافة، وفي وزن البذور الجافة. كما تفوقت عملية التطويش معنوياً في الدلائل الفيزيولوجية لنبات الفول في دليل المساحة الورقية، وفي دليل الحصاد، ودليل المحصول، وفي دليل البذور.

3 . تفوق موعد التطويش عند تشكل 50% من القرون على موعد التطويش عند تشكل 50% إزهار في جميع الدلائل الإنتاجية والفيزيولوجية المدروسة باستثناء دليل البذور.

4 . أعطى التداخل بين معدل التسميد 60 كغ K_2O/هـ وموعد التطويش عند تشكل 50% من القرون تفوقاً معنوياً في جميع الدلائل المدروسة.

المراجع:

1 . الحسن، فاطمة عبد الله حكمت. *تأثير التسميد الآزوتي وعملية التطويش في نمو وإنتاجية صنف القطن دير 22*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة الثانية بدير الزور، جامعة حلب، 2003، 110.

2 . العيبان، طلال سلوم. *إنتاج محاصيل الحبوب والبقول*. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة الثانية بدير الزور، سوريا، 2001، 240.

3 . بوعيسى، عبد العزيز حسن؛ علوش، غياث أحمد. *الخصوبة وتغذية النبات*. منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة، 2006، 423.

4 . عبد العزيز، محمد. ديناميكية التغير في التركيب الكيميائي لبذور الفول العادي تحت تأثير التغذية البوتاسية وموعد الحصاد. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 29 ،5، 9 . 24.

5 . عبد العزيز، محمد. تأثير التغذية البوتاسية وموعد التطويش في نمو وإنتاج الفول العادي. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 29 ،5، 23 . 40

6 . عبد العزيز، محمد؛ يوسف محمد. تأثير التسميد البوتاسي على إنتاجية الصويا وعلى التركيب الكيميائي للأوراق والبذور. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 29 ،3، 45 . 61.

7 . عبد العزيز، محمد؛ مهنا أحمد؛ صقر، صباح حسن. استجابة طرازين من الفول السوداني لمعدلات مختلفة من السماد البوتاسي. مجلة جامعة البعث لبحوث العلوم الهندسية، 30 ،12، 171 . 184.

8- BEADLE, L. C. *Techniguse in Bioproductivtiy and photsynthesis*. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, 1989.

9- CAKMAK, I.; KURZ, H.; MARSCHNER, H. *Changes in phloem transport of sucrose in leaves in response to phosphorus, potassium, and magnesium deficiency in bean plant*. J. Expt. Botany. 45, 1994, 1951-1257.

10- DAI, Z. *Experiments with topping faba bean cultural*. China, Jiangsu Agric. Sci. 5, 2004, 216 – 218.

11- DEMMING, B; GIMMLER, H. *Properties of the isolated intact chloroplast at cytoplasmic K^+ concentrations. I. Lightinduced cation uptake into intact chloroplasts is driven by an electrical potential differences*. Plant Physiol. 73, 1983, 169-174.

12- DYER, H. J. *Influence of potassium on metabolism of peanut cotyledons during seedling growing*. Virginia, U. S. A. Botanical Gazette, 108 ,4, 2007, 570 – 581.

13- GLASS, A. D. M.; PERLEY, J. E. *Varietal difference in potassium uptake by barley*. Plant physiology. 56, 1980, 160-168.

14- GREENWOOD, D. J.; STON, D. A. *Prediction and measurement of the decline in critical-k and total cation plant concentration during the growth of fieled vegetable crops*. Annals. of Bot. 82, 1998, 871-881.

15- GIHRIGER, W.; Keller, E. R. *Influence of topping of faba bean on their growth and on supply of the flowers with ^{14}C*. FABIS Newsletter, 2, 1980, 33.

16- HODGSON, G. L.; BLACKMAN, G. E. *An analysis of the influence of plant density on the growth of (Vicia faba L.)*. J. of Exper. Botany 7, 1975, 147-185.

17- HEWITT, E. J. *The essential nutrients: regiments and interaction in plant. In F. C. Stewar, ed, plant physiology*. New York. 1963, 325.

18- MAGDOFF, F. R.; BARTLETT, R. J. *Effect of liming acid soils on potassium availability.* Soi. Sci. 129, 1980, 12-14.
19- MARSCHNER, H.; KIRKBY, E. A.; EMGLES. *Importance of cycling of mineral nutrients within plants for growth and developments.* Bot. Acta 110, 1997, 265-273.
20- MENEGEL, K.; KIRKBY, E. A. *Principle of plant nutrition kluwer Academic publisher, Dordrecht*. The Nether lands. 2001, 410.
21- SHARPLEY, A. N. *Reaction of fertilizer potassium in soils of different mineralogy.* Soil Sci. 149, 1990, 44-51.
22- SCHERER, H. W.; SCHUBERT, S.; MENGEL, K. *The effect of potassium nutrition on growth rate carbohydrate content, and water retention in young wheat plants.* Z. Pflanzenervahr. Bodenk. 145, 1982. 237-245.
23- SUPONG, K.; DAYIYA, D. R. *Effect of Time of harvesting and topping on yield of faba bean*. FABIS. Newsletter, 26, 1990, 18-20.
24- TALBOTTI, L.D.; ZEIGER, E. *General role of potassium and sucrose in guard–cell osmoregultion. plant physiology*. 111, 1996, 1051-1057.
25- TESDAL, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, D. S. *Soil fertility and fertilizer*. Macmillan pub. Company. New York, U. S. A. 1985.
26- VAVILOV, P.P.; GRITSEKO, V.V.; KYZNETSON, V.C.; TRETIAKOV, N.N.; SHATILOV, I.C. *Crops production.* Agropromat. Mosscow. 41, 1986, 512.
27 - XIYING, H.; CHI, C. : *Effect of 25 annual cattle manure application on soluble and exchangeable cations in soil*. Soil Sci. 167, 2002, 126-134.
28- YANG, S.H. *Relations between potassium deficiency and content of N and P in the faba bean plant*. Yunnan Agric. Sci and Technology, 6, 2001, 16 – 17.
29 - ZHENG, S.H. *Effect of potassium application on upland soils of Hunan province. China*. soil and fertilizer Inst. Hunan Acad of Agric. Sci. 13 ,2, 2002, 120-133.