مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

تحليل النمو في الفول العادي تحت تأثير الكثافة النباتية (a)

الدكتور محمد عبد العزيز*

(تاريخ الإيداع 15 / 10 / 2008. قبل للنشر في 2009/1/7)

□ الملخّص □

نفذ هذا البحث في مزرعة كلية الزراعة لدراسة تأثير 5 كثافات هي 8.30، 10.0، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م^2 على نمو صنف الفول الدوماني، صممت التجربة بالطريقة العشوائية الكاملة في أربعة مكررات، بينت الدراسة النتائج الآتية: أدت زيادة الكثافة النباتية من 8.3 إلى 25 نبات/م^2 إلى زيادة معنوية في المساحة النسبية للأوراق، ومعدل نمو المحصول والكفاءة التمثيلية خلال مرحلتي النمو 35 . 70 يوماً و 70 . 105 أيام. انخفض بالمقابل المسطح الورقي والمادة الجافة ومعدل النمو النسبي، وفترة بقاء الأوراق على كفاءتها خلال المرحلتين المذكورتين أعلاه، انخفض معدل المساحة النسبية للأوراق، ومعدل النمو النسبي عند جميع الكثافات خلال الفترة من 70 . 105 أيام بالمقارنة مع الفترة 35 . 70 يوماً، بينما ارتفع معدل نمو المحصول خلال الفترة 70 . 105 أيام بالمقارنة مع الفترة 35 . 70 يوماً بعد الزراعة خلال الموسمين. أعطت الكثافة 16.7 نبات/م^2 أفضل القيم في الكفاءة التمثيلية خلال مرحلتي النمو بالمقارنة مع جميع الكثافات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: فول، كثافات، دلائل النمو.

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (1) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

Growth Analysis of Faba Bean (*Vicia faba L.*) under the Influence of Plant Density (a)

Dr. M. Abd Elaziz*

(Received 15 / 10 / 2008. Accepted 7/1/2009)

□ ABSTRACT □

This research was carried out on the Faculty of Agriculture. Farm in order to study the density effect of 5 plants: 8.3, 10.0, 12.5, 16.7 and 25 plants/m^2 on the growth of Domane variety faba bean. The experiment was randomly designed using 4 replicas. The results showed the following: increased plant density from 8.3 to 25 plants/m^2 resulted in a significant increase in leaf area rate (LAR), and in crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) during both stages of growth 35 – 70 and 70 – 105 days after planting. However, leaf area, weight of dry matter, relative growth rate (RCR), and leaf area duration (LAD decreased) during the above-mentioned stages. The leaf area rate (LAR) and relative growth rate (RGR) per all densities decreased during 70 – 105 day in comparison with 35 – 70 days after planting when the crop growth rate increased during 70 – 105 days compared with stages 35 – 70 days after planting during the two seasons. Compared to all studies plant densities, the density 16.7 plant/m^2 gave a better value (NAR) during the two research seasons.

Keywords: faba bean, densities, growth.

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

مقدمة:

يتأثر نمو نبات الفول العادي (*Vicia faba L.*) بعوامل بيئية وزراعية ووراثية، وقد حظي كل عامل من هذه العوامل بدراسات مختلفة ومتباينة من قبل الباحثين، تبعاً للمناطق والظروف التي نفذت فيها الأبحاث، لكنها تصب جميعاً في زيادة إنتاجية هذا المحصول عن طريق تحسين أو رفع كفاءة دلائل النمو لهذا النبات باستخدام معادلات خاصة لتحليل النمو في مرحلة أو مراحل النمو المختلفة التي يمر فيها نبات الفول عادةً.

تشير المراجع العلمية إلى ارتفاع معنوي في دليل المساحة الورقية لنبات الفول عند زراعته بالكثافات من 12.5 . 200 نبات/م^2 (Singh, *et al*, 1988) خلال موسمي البحث، كما أثبت الباحث نفسه زيادة معنوية في معدل النمو النسبي في الموسم الأول فقط، بينما كانت الفروقات غير معنوية في الموسم الثاني، كما أثبت (Ishag, 1973) زيادة في إنتاجية بذور الفول في وحدة المساحة مما انعكس إيجاباً على دليل المحصول وعلى الكفاءة التمثيلية للنبات وسجل (Kolomiets, 1999) زيادة في المساحة النسبية للأوراق نتيجة زيادة مساحة المسطح الورقي للنبات الذي انعكس على كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتحسن المادة الجافة في النبات عند زراعة الفول بالكثافتين 15 و30 نبات/م^2 بالمقارنة بالكثافتين 45 و55 نبات/م^2، وأثبت (Ibrahim, 2000) زيادة في المساحة النسبية للأوراق عند زراعة الفول بالكثافات 25، 30، 35 نبات/م^2، والرش بكبريتات الزنك بالمقارنة مع الكثافات الأقل، وتوصل (Shalaby, Mohemed, 1978) إلى زيادة في ادخار المادة الجافة عند كثافة 12.5 نبات/م^2 مما ترتب عليه زيادة في قيم الكفاءة التمثلية خلال المرحلة الأولى 35 . 70 يوماً من الزراعة، بينما حصلت أعلى قيم الكفاءة التمثيلية عند كثافة 50 نبات/م^2 مقارنة مع الكثافتين 12.5 و100 نبات/م^2، وذكر (Ishag, 1973) وجود زيادة في معدل نمو المحصول بحوالي 30% عند زراعة الفول بالكثافة 57نبات/م^2 بالمقارنة مع الكثافة 35 نبات/م^2، وتوصل (Shaalan, *et al*. 1997) إلى أن زيادة الكثافة النباتية أدت إلى زيادة إنتاجية القرون الجافة في وحدة المساحة، وهذا انعكس إيجاباً على دليل المحصول وعلى الكفاءة التمثيلية للنبات، وذكر (Singh, *et al*, 1988) أن زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة أدت إلى ارتفاع المساحة الورقية للنبات LA مما ترتب عليه تحسين في المساحة النسبية للأوراق LAR، نتيجة قدرة المسطح الورقي على اعتراض الأشعة الضوئية وامتصاصها لاستمرار عملية التمثيل الضوئي على أكمل حاله.

وأشار (Trokova, 1970) إلى أن قياس الوزن الجاف للنبات، كمحصلة للفرق بين عملية البناء الضوئي وعملية التنفس، يعد دليلاً واقعياً، ويعطي قيماً تمثل الكفاءة التمثيلية أو صافي البناء الضوئي (NAR) لوحدة المساحة من المسطح الورقي في وحدة الزمن، ومن جهة ثانية أعلن (Tarkovesk, 1980) أن فترة بقاء الأوراق خضراء وفعالة في عملية التمثيل الضوئي (LAD) كانت مؤشراً واضحاً لقياس صافي التمثيل الضوئي وذلك من خلال تسيب كمية المحصول الاقتصادي/طن إلى فترة بقاء الأوراق/أسبوع التي أظهرت تأثيراً معنوياً على هذا المؤشر، وأشار (Salih, 1987) على حصوله على أعلى كمية من البذور عند كثافة 49.9 نبات/م^2 مقارنة مع الكثافات الأقل مما انعكس على زيادة المحصول البيولوجي للنبات.

وسجل كل من (Attia, 1985; Kandel, *et al*. 1987 ; Sorour and Attia, 1988) عدم وجود تأثير معنوي للكثافة النباتية في معدل البناء الضوئي أثناء تجاربهم على محصول عباد الشمس، بينما سجل (EL-Kady, 1981) وجود اختلاف في معدل البناء الضوئي حتى على مستوى الصنف.

تعد دراسة (Berg, 1990) والتي استمرت لمدة 6 سنوات درس خلالها مؤشرات النمو الفيزيولوجية على الفول

العادي مستخدماً صنفين من الفول، وكثافات متباينة 40، 50، 60، 80، 100 نبات/م^2 فوجد أن معدل نمو المحصول لكلا الصنفين قد حافظ على قيمه المرتفعة مع زيادة الكثافة النباتية، كما زادت قيم هذا المؤشر مع تقدم النبات في العمر، وبلغت 10.11، 12.82، 13.42، 14.61 غ/م^2/يوم، بينما سلك معدل النمو النسبي اتجاهاً معاكساً لكلا الصنفين، وبلغت أعلى قيم له في مراحل النمو الأولى لتعود وتنخفض ثانية في مراحل النمو المتقدمة 0.144، 0.151، 0.161، 0.166 غ/غ/يوم.

وتوصل (Singh, *et al*, 1992) إلى انخفاض عدد القرون/الفرع، وعدد القرون/النبات، وعدد الفروع/النبات، وعدد العقد/النبات مع ارتفاع الكثافة النباتية حتى 100 نبات/م^2 مقارنة مع الكثافات الأقل مما يعني انخفاض وزن المادة الجافة للنبات، وبالتالي انخفاض معدل نمو المحصول. وأثبت (Penny; Stowe, 2004) في تجاربه على الفول التي استخدم فيها معدلات سمادية وأصنافاً وكثافات نباتية، فوجد أن تفاعل المعدل السمادي × الكثافة أهم من تفاعل المعدل السمادي منفرداً على فترة بقاء الأوراق على كفاءتها، وعلى معدل نمو المحصول.

أهمية البحث وأهدافه:

تعود أهمية البحث إلى أن زراعة الفول العشوائية ما تزال سائدة حتى الآن دون اعتماد طريقة أو كثافة محددة لكل صنف تبعاً لمواصفاته المورفولوجية ودرجة تفرعه، وانعكاسها سلباً على مؤشرات النمو. لذلك يهدف البحث إلى دراسة:

* تأثير كثافات نباتية عدة على دلائل النمو في الفول في مرحلتين من مراحل نمو النبات بعد 35 . 70 يوماً من الزراعة وبعد 70 . 105 أيام من الزراعة.

* تحديد الكثافة النباتية التي تعطي أفضل القيم لهذه الدلائل.

طرائق البحث ومواده:

نفذ البحث خلال الموسمين الزراعيين 2004 . 2005 / 2005 . 2006 في مزرعة كلية الزراعة، وتم إجراء بعض الاختبارات لتربة الموقع من 0 . 30 سم للوقوف على الحالة الخصوبية للتربة، بينت التحاليل النتائج الآتية (جدول، 1).

الجدول /1/ نتائج التحليل الميكانيكي والكيميائي للتربة

تحليل ميكانيكي %		تحليل كيميائي						
		ppm			%		Ec ملموس سم	PH
رمل	10	آزوت معدني	فوسفور متبادل	بوتاس متبادل	مادة عضوية	كربونات كالسيوم		
سلت	19.5							
طين	69.5	3.8	3.9	470	0.40	33	1.22	7.01

يتضح من الجدول أن التربة طينية فقيرة بالفوسفور والآزوت وغنية بالبوتاسيوم ومعتدلة، ذات توصيل كهربائي عادي. أضيفت الأسمدة الفوسفاتية بمعدل 90 كغ P2O5 عند الحراثة الأساسية، ولم تضف الأسمدة البوتاسية، أضيفت الأسمدة الآزوتية بمعدل 40 كغ N/هـ في موعدين: الأول عند ظهور الورقة الحقيقية الثانية، والموعد الثاني في

بداية مرحلة الإزهار وقبل العقد. تمت الزراعة في الموسم الأول 2004/11/8 وفي الموسم الثاني 2005/11/10 وتمت الزراعة بالطريقة المبتلة، بزراعة بذور الصنف المحلي (الدوماني) واستخدمت 5 كثافات نباتية هي:

40 × 30 × 1 بحيث تحقق كثافة نباتية قدرها 83333 نبات/هـ.

40 × 25 × 1 بحيث تحقق كثافة نباتية قدرها 100000 نبات/هـ.

40 × 20 × 1 بحيث تحقق كثافة نباتية قدرها 125000 نبات/هـ.

40 × 15 × 1 بحيث تحقق كثافة نباتية قدرها 166666 نبات/هـ.

40 × 10 × 1 بحيث تحقق كثافة نباتية قدرها 250000 نبات/هـ.

استخدمت 4 مكررات، فيكون عدد القطع التجريبية (20) قطعة، كل قطعة مكونة من (5) خطوط، طول الخط (4) م، المسافة بين الخطوط 40 سم فتكون مساحة القطعة الواحدة 8 م^2 والمساحة الكلية للتجربة 180 م^2. باستثناء ممرات الخدمة بين القطع والمكررات بعرض 50 سم، وطبق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في أربعة مكررات.

القراءات: قدرت اختبارات التربة بطريقة (Hesse, 1971)، وتم تقدير المسطح الورقي، والمادة الجافة لـ 20 نبات من كل قطعة في موعدين الأول بعد (35 . 70) يوماً من الزراعة، والثاني بعد (70 . 105) أيام من الزراعة لجميع المعاملات بمكرراتها الثلاثة ثم قدرت المتوسطات:

* قدر المسطح الورقي للنبات بطريقة (Tshernikova, 1981).
* قدرت المادة الجافة بالتجفيف على درجة حرارة (105) مْ لمدة 24 ساعة.
* قدرت المساحة النسبية للأوراق بطريقة (Watson, 1937; Hunt, 1978).
* قدر معدل نمو المحصول بطريقة (Watson, 1952).
* قدر معدل النمو النسبي بطريقة (Radford, 1967) و(Pearce, et *al*. 1969).
* قدرت فترة بقاء الأوراق على كفاءتها في عملية التمثيل الضوئي (LAD) بطريقة (Trokova,1970).
* قدرت الكفاءة التمثيلية للنبات عن (حسانين، 1993).

النتائج والمناقشة:

1 . تأثير الكثافة النباتية في المسطح الورقي للنبات سم^2:

يعد المسطح الورقي الذي يشكله النبات مقياساً مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمسافات الزراعة أو المساحة التي يشغلها النبات من التربة، وله دور هام في تشكل المحصول كنتيجة لدوره الأساس في عملية التمثيل الضوئي.

تبين نتائج (الجدول، 2) انخفاضاً معنوياً في مساحة المسطح الورقي مع زيادة الكثافة النباتية من 8.3 نبات م^2 إلى 25 نبات/م^2، وقدر الانخفاض كمتوسط للموسمين خلال الفترة 35 ـ 70 يوماً من الزراعة بحوالي 6.97%، 10.53%، 11.18%، 47.37% على التوالي الكثافات 10، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م^2 بالمقارنة مع الشاهد 8.31 نبات/م^2 وخلال الفترة الثانية 70 . 105 أيام قدر الانخفاض بـ 8.16%، 11.39%، 22.13%، 48.09% على التوالي الكثافات المدروسة.

يعود الانخفاض في مساحة المسطح الورقي للنبات مع زيادة الكثافة النباتية إلى انخفاض عدد الأوراق على النبات، وانخفاض عدد الفروع الجانبية التي نتجت عن الكثافة العالية، ومنعت تحفيز ونمو البراعم الجانبية الموجودة في آباط الأوراق القريبة من سطح التربة على النمو وتشكل نموات خضرية جانبية (عبد العزيز، 2007)، بعكس الكثافات

المنخفضة التي ملأت الفراغات الموجودة بينها الأفرع الجانبية والأوراق مما انعكس إيجاباً على ارتفاع المسطح الورقي للنبات. تتفق هذه النتيجة مع (Singh, et al, 1992) الذي حصل على أعلى عدد للفروع الجانبية عند كثافة 12.5 نبات/م^2، مما سبب زيادة في مساحة المسطح الورقي للنبات ومع (Salih, 1989) الذي وجد أعلى نسبة للنباتات الفعلية في الحقل عند كثافة 49.9 نبات/م^2 انعكست على زيادة المسطح الكلي على مستوى الحقل، وكلتا الحالتين منطقية وتتطابق مع نتائج (الجدول، 2) لأن المسطح الورقي على مستوى الحقل قد يكون الأهم لارتباطه بدليل المساحة الورقية.

الجدول /2/ تأثير الكثافة النباتية في مساحة المسطح الورقي للنبات/سم^2 كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م^2	تاريخ القراءة			
	بعد 35 . 70 يوماً من الزراعة	النقص عن الشاهد %	بعد 70 . 105 أيام من الزراعة	النقص عن الشاهد %
8.3 (شاهد)	760.00	.	1541.00	.
10.0 (شاهد)	707.00	6.97	1415.25	8.16
12.5 (شاهد)	680.00	10.53	1365.48	11.39
16.7 (شاهد)	675.00	11.18	1200.00	22.13
25.0 (شاهد)	400.00	47.37	800.00	48.09
LSD 5 %	28.12		41.32	

2 . تأثير الكثافة النباتية في وزن المادة الجافة للنبات/بالغرام:

تعد المادة الجافة في النبات محصلة نتاج كفاءة المسطح الورقي في اعتراض الأشعة الشمسية واستخدامها خلال موسم النمو في عملية التمثيل الضوئي. ولكي يكون ادخار المادة الجافة في أحسن حالاته، لا بد من توافر شروط متعلقة بموعد الزراعة، وأبعاد الزراعة، والتسميد والري للمحافظة على الأوراق خضراء أطول فترة ممكنة.

تظهر نتائج (الجدول، 3) انخفاضاً معنوياً في وزن المادة الجافة للنبات مع ارتفاع الكثافة النباتية في وحدة المساحة، وقدرت وسطياً خلال الفترة من 35 . 70 يوماً بـ 13.41%، 17.07%، 20.61%، 51.25% على التوالي، الكثافات 10.0، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م^2 بالمقارنة مع الشاهد 8.3 نبات/م^2. وقدرت خلال الفترة من 70 . 105 أيام 8.90%، 16.16%،16.37%، 56.19% على التوالي، كما انخفض وزن المادة الجافة معنوياً عند الكثافة 25 نبات/م^2 مقارنة مع جميع الكثافات خلال مرحلتي النمو، بينما لم توجد فروق معنوية بين الكثافة 10 و12.5 نبات/ م^2.

يعود الانخفاض في المادة الجافة مع زيادة الكثافة النباتية إلى منافسة النباتات لبعضها على الغذاء والماء والضوء، حيث انخفض نصيب النبات الواحد من هذه المتطلبات البيئية والزراعية، إضافة أن الكثافة العالية سببت حجب الأشعة الضوئية عن الجزء السفلي للنبات ما انعكس سلباً على انخفاض معدل البناء الضوئي وما نتج عنها من انخفاض في تراكم المادة الجافة في النبات.

الجدول /3/ تأثير الكثافة النباتية في وزن المادة الجافة للنبات/غ كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م^2	تاريخ القراءة			
	بعد 35 . 70 يوماً من الزراعة	النقص عن الشاهد %	بعد 70 . 105 أيام من الزراعة	النقص عن الشاهد %

8.3 شاهد	82.00	.	150.66	.
10.0 شاهد	71.00	13.41	137.25	8.90
12.5 شاهد	68.00	17.07	126.32	16.16
16.7 شاهد	65.10	20.61	126.00	16.37
25.0 شاهد	40.00	51.25	66.00	56.19
LSD 5 %	10.01		12.11	

3 . تأثير الكثافة النباتية في المساحة النسبية للأوراق (LAR) د يسم^2/غ/يوم:

تعد المساحة النسبية للأوراق قيمة عددية تبين النسبة بين الأنسجة النباتية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي والأنسجة التي تقوم بعملية التنفس، وتتأثر هذه النسبة بالظروف البيئية المحيطة، حرارة ضوء.. وعوامل متعلقة بعمر النبات ومسطحه الورقي، ونوع هذا المحصول. لذلك تقدر كنسبة لمساحة مسطح أوراق النبات إلى الوزن الجاف البيولوجي/نبات.

تظهر النتائج في (الجدول، 4) أن زيادة الكثافة النباتية من 8.3 نبات/م^2 إلى 25 نبات/م^2 أدى إلى زيادة المساحة النسبية للأوراق LAR بعد 35 ـ 70 يوماً من الزراعة، وبلغت هذه الزيادة 6.45%، 7.53%، 11.00%، 0.0% على التوالي الكثافات النباتية 10، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م مقارنة مع الكثافة 8.3 نبات/م^2 وفي الفترة الثانية من 70 . 105 أيام أخذت المساحة النسبية للأوراق الاتجاه نفسه؛ أي زادت مع زيادة عدد النباتات في الـ 1 م^2. وقدرت الزيادة بـ 1.08%، 6.45%، 15.05%، 3.23% على التوالي الكثافات المدروسة بالمقارنة مع الكثافة 8.3 نبات/م^2. وبالنظر في قيم المساحة النسبية للأوراق خلال الفترتين من 35 . 70 يوماً و70 . 105 أيام نجد أن الكثافة النباتية 16.7 نبات/م^2 حققت أعلى قيم لدليل المساحة الورقية وتفوقت معنوياً على جميع الكثافات المدروسة.

تفسر الزيادة في قيم المساحة النسبية للأوراق مع زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة إلى انخفاض مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد، والتي انعكست على ادخار المادة الجافة الكلية (المحصول البيولوجي = المادة الجافة + المحصول الاقتصادي)، حيث حققت الكثافة 16.7 نبات/م^2 أفضل قيم للمساحة النسبية للأوراق خلال الفترتين التي تم فيهما أخذ قراءة هذا المؤشر.

الجدول /4/ تأثير الكثافة النباتية في المساحة النسبية للأوراق LAR دسم^2/غ/يوم كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م2	تاريخ القراءة			
	بعد فترة 35 . 70 يوماً من الزراعة	الزيادة عن الشاهد %	بعد 70 . 105 أيام من الزراعة	الزيادة عن الشاهد %
8.3	0.93	.	0.93	.
10.0	0.99	6.45	0.94	1.08
12.5	1.00	7.53	0.99	6.45
16.7	1.04	11.00	1.07	15.05
25.0	0.93	00.00	0.96	3.22
LSD 5 %	0.03		0.07	

بمعنى آخر أن نسبة الأنسجة التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي عند الكثافة النباتية 16.7 نبات/م^2 إلى الأنسجة التي تقوم بعملية التنفس كانت هي الأفضل، لأن هذه الكثافة أتاحت ظروفاً محيطة بالنبات من الإضاءة ودرجة حرارة

النبات وحركة الهواء بين النباتات وتوفر الرطوبة المناسبة التي انعكست إيجاباً على دليل المساحة النسبية للأوراق. يتفق تأثير زيادة الكثافة النباتية على المساحة النسبية للأوراق مع (Singh, *et al*. 1988) الذي درس كثافات نباتية من 12.5 . 200 نبات/م^2 ومع (Salih, 1987).

4 . تأثير الكثافة النباتية في معدل نمو المحصول CGR:

يعد معدل نمو المحصول دليلاً هاماً للإنتاجية الزراعية، ويعبر عنه بوزن المادة الجافة المتراكمة للنبات في وحدة معينة من الزمن لكل وحدة من مساحة الأرض التي شغلها النبات.

تظهر نتائج (الجدول، 5) أن زيادة الكثافة النباتية من 8.3 نبات/م^2 إلى 25.0 نبات/م^2 أدت إلى وجود زيادة طردية في معدل نمو المحصول خلال الفترة الزمنية المحددة التي تم فيها أخذ هذه القراءة، وبلغت الزيادة كمتوسط للموسمين خلال الفترة من 35 . 70 يوماً حوالي 4.10 %، 2.00 %، 58.97 %، 46.67 % على التوالي الكثافات 10، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م^2 بالمقارنة مع الكثافة 8.3 نبات/م^2.

وفي الفترة الثانية من 70 . 105 أيام بلغت الزيادة 9.49 %، 15.92 %، 68.16 %، 31.56 % على التوالي الكثافات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد. وبالنظر في معدل نمو المحصول خلال هذه الفترة نجد أنها استمرت في الزيادة حتى الكثافة 16.7 نبات/م^2 لتعود وتنخفض عند الكثافة 25.0 نبات/م^2 بنسبة 8.39 % خلال الفترة 35 . 70 يوماً، و27.81% خلال الفترة 70 . 105 أيام بالمقارنة مع الكثافة 16.7 نبات/م^2 بينما تفوقت على الكثافات الأخرى.

تعود الزيادة المعنوية والطردية في الفترة من 35 . 70 يوماً إلى أن هذه المرحلة من حياة النباتات يتداخل فيها النمو الخضري والزهري والثمري (Trokova, 1980) ومع ذلك لم يكتمل نموها وتتشابك فروعها. بينما كانت الفترة الثانية من 70 . 105 أيام استمراراً للنمو الخضري بفاعليته وادخار المادة الجافة في النبات، وهذا لا يتحقق إلا بتوافر عوامل النمو التي تعتبر واحدة من حيث الظروف البيئية والحيوية المحيطة بالنبات باستثناء التي استطاعت مساحة الأرض التي يشغلها النبات أن تؤمن متطلبات النمو حتى الكثافة 16.7 نبات/م^2.

الجدول /5/ تأثير الكثافة النباتية في معدل نمو المحصول CGR غ/م^2 / يوم كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م2	تاريخ القراءة			
	بعد فترة 35 . 70 يوماً من الزراعة	الزيادة عن الشاهد %	بعد فترة 70 . 105 أيام من الزراعة	الزيادة عن الشاهد %
8.3	1.95	.	3.58	.
10.0	2.03	4.10	3.92	9.49
12.5	2.34	21.00	4.15	15.92
16.7	3.10	58.97	6.02	68.16
25	2.86	46.67	4.71	31.56
LSD 5 %	0.09		0.28	

وتنخفض هذه المتطلبات عند كثافة 25 نبات/م^2 مما سبب انخفاضاً في معدل نمو المحصول معنوياً خلال الفترتين التي تم فيهما أخذ معدل النمو هذا لعدم قدرة مساحة تغذية النبات المقدرة بـ 400 سم^2 والتي أضيفت إليها كمية واحدة من العناصر السمادية ومياه الري المطري مقارنة مع الكثافة 16.7 نبات/م^2 والتي قدرت فيها مساحة التغذية بـ 600 سم^2، مما جعل المسطح الورقي للنبات يحقق أعلى مساحة نسبية للأوراق (الجدول، 4) مما انعكس إيجاباً على

زيادة ادخار المادة الجافة في النبات بالمقارنة مع الكثافات الأخرى، وما يؤكد ذلك هو ارتفاع معدل نمو المحصول في (الجدول، 5) عند الكثافة 16.7 نبات/م^2، والتي وصلت إلى 3.10 في الفترة الأولى، و6.06 في الفترة الثانية.

ذكر (Jin; Zhuang, 1986) أن محتوى الأوراق من الكلورفيل يتغير بين مرحلة ظهور البراعم الزهرية وحتى مرحلة امتلاء القرون، وهذه تتوافق مع المرحلتين اللتين تم فيهما تسجيل القراءات، ومنها معدل نمو المحصول الذي تضاعف خلال الفترة 70 . 105 أيام كمتوسط للموسمين من 1.83 . 1.88 مرة. عند جميع الكثافات المدروسة، مما يدل على دور الكثافة النباتية في وحدة المساحة في تحديد مسار النمو ونوعيته في فترة زمنية معينة من حياة النبات، وتأثيره من خلال مساهمتها في التوازن بين عوامل وسط النمو... ومنها ما يتعلق بالنبات ذاته كالكلورفيل في الأوراق، لأن الفترة بين تلك المرحلتين احتوت على أكبر كمية من الآزوت حسب المرجع نفسه، والآزوت مكون أساسي للبروتين الذي تتركب منه حبيبات الكلورفيل، وبالتالي فكل ما يعيق توفر الآزوت نتيجة زيادة عدد النباتات على سبيل المثال يكبح تشكل البروتين، ويخفض في كمية الكلورفيل في النبات. يتوافق تأثير زيادة الكثافة النباتية على معدل نمو المحصول مع (Penny; Stowe, 2004) على الفول، ومع (EL-Hity, *et al*. 1994) على عباد الشمس.

5 . تأثير الكثافة النباتية في معدل النمو النسبي (RGR) غ/غ/يوم:

يتأثر معدل النمو النسبي لنباتات المحاصيل الحقلية بالظروف البيئية كالإضاءة ودرجة تركيز CO_2 المحيط بالنباتات، وبمحتوى التربة للرطوبة، ودرجة خصوبتها وتوافر العناصر الغذائية فيها، إضافة إلى التداخل بين هذه العوامل، وما قد يدخله الإنسان من عوامل كالكثافة النباتية في وحدة المساحة موضوع دراستنا. ويعبر عن معدل النمو النسبي (RGR) لمحصول ما بالوزن الجاف المتراكم لهذا المحصول، لكل وحدة من الوزن الأصلي خلال فترة زمنية معينة. تبين نتائج (الجدول، 6) أن زيادة الكثافة النباتية من 8.3 نبات/م^2 إلى 25.0 نبات/م^2 أدى إلى انخفاض تدريجي في معدل النمو النسبي للنبات كمتوسط لموسمي البحث. وبلغت نسبة الانخفاض خلال الفترة 35 . 70 يوماً بالمقارنة مع كثافة 8.3 نبات/م^2 9.34%، 12.50%، 12.50%، 34.38% على التوالي، الكثافات المدروسة 10.0، 12.5، 16.7، 25.0 نبات/م^2 وخلال الفترة الثانية من 70 . 105 أيام قدرت نسبة الانخفاض 3.44%، 10.34%، 13.79% عند الكثافات 10.0، 12.05، 25.0 نبات/م^2 بينما زاد معدل النمو النسبي عند الكثافة 16.7 نبات/م^2 حيث تفوقت هذه الكثافة في المرحلة 70 . 105 أيام على جميع الكثافات وحافظت خلال الفترة الأولى 35 . 70 يوماً على نسبة انخفاض مقبولة وغير معنوية مقارنة مع الكثافة 8.30 نبات/م^2. وبالنظر في متوسطات معدل النمو النسبي خلال فترتي القراءة نجد زيادة عند الكثافة 8.3 نبات/م^2 على جميع الكثافات، لأن انخفاض عدد النباتات في وحدة المساحة أعطى لها نصيب أكبر من وسط النمو، مما جعل عملية التمثيل الضوئي أكثر فعالية على مستوى النبات الواحد، وبالتالي زيادة تراكم المادة الجافة فيها، التي انعكست إيجاباً على معدل النمو النسبي (الجدول، 6).

الجدول /6/ تأثير الكثافة النباتية في معدل النمو النسبي RGR غ/غ/ يوم كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م^2	تاريخ القراءة			
	بعد فترة 35 . 70 يوماً من الزراعة	الانخفاض عن الشاهد %	بعد فترة 70 . 105 أيام من الزراعة	الانخفاض عن الشاهد %
8.3	0.032	.	0.029	.

3.44	0.028	9.34	0.029	10.0
10.34	0.026	12.50	0.028	12.5
3.45+	0.030	12.50	0.028	16.7
13.79	0.025	34.38	0.021	25.0
	0.001		0.002	LSD 5 %

لكن نظراً لاعتبار معدل النمو النسبي لجميع النباتات في الحقل والذي يرتبط بعلاقة وثيقة بالكثافات المدروسة، تطرح مسألة أهمية الكثافة النباتية التي تحقق أكبر معدل نمو نسبي على مستوى المحصول ككل. وهذا ما ستبينه النتائج اللاحقة. لأن كثافة 8.3 نبات/م^2 حققت أعلى معدل نسبي على مستوى النبات الواحد، لكن على مستوى النباتات في الحقل هو الأهم.

يتفق تأثير الكثافة النباتية على معدل النمو النسبي في الفترة الأولى 35 . 70 يوماً مع (Shalaby; Mohemed, 1978) على الفول العادي ومع (Adamov, 1986) على فول الصويا، ومع (Kristkalne, 1999) على الشوندر.

6 . تأثير الكثافة النباتية في فترة بقاء الأوراق على فاعليتها LAD م^2 / أسبوع:

تعد فترة بقاء الأوراق خضراء وقادرة على التقاط الضوء لأكبر فترة ممكنة لقيامها بعملية التمثيل الضوئي مؤشراً فيزيولوجياً في غاية الأهمية، ويتوقف ذلك على قدرة التربة على إمداد النباتات بالعناصر الغذائية والرطوبة، لاستمرار نموها، وتشكل أوراق جديدة تقوم بدورها مع الأوراق الأقدم عمراً في استمرار المسطح الورقي على القيام بوظيفته أثناء فترة نمو المحصول، وكفاءة هذا المسطح في اعتراض الأشعة الشمسية. ولكي تتحقق هذه الكفاءة يجب أن تصل الأشعة الضوئية إلى كافة الأوراق حتى الموجودة في أسفل النباتات، وهنا يظهر دور الكثافة النباتية، وتفرع النباتات جانبياً، وتظليل نهايات الأفرع الجانبية بما تحمله من أوراق للفروع والأوراق الموجودة في الجزء السفلي من النبات.

تظهر نتائج (الجدول، 7) انخفاضاً تدريجياً في بقاء الأوراق على كفاءتها Leaf Area Duration في عملية التمثيل الضوئي مع زيادة الكثافة النباتية من 8.3 نبات/م^2 إلى 25 نبات/م^2. وأظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الكثافات من 8.3 حتى 16.7 نبات/م^2 بالرغم من زيادة عدد النباتات إلى الضعف عند الكثافة 16.7 نبات/م^2 لتنخفض قيمة LAD بشدة عند الكثافة 25 نبات/م^2 من 1.81 إلى 11.03 لأن هذه الكثافة العالية عملت أوراقها العلوية مع تزاحم النباتات على تغطية الجزء السفلي منها ما جعلها أقل فرصة لاستقبال الأشعة الضوئية وعدم قدرة الجزء العلوي من النباتات على إمدادها مما سرّع من شيخوختها واصفرارها ثم تساقطها، لأن النموات الثمرية (القرون) أصبحت تستقطب كمية كبيرة.

الجدول /7/ تأثير الكثافة النباتية في فترة بقاء الأوراق على فاعليها (LAD) م^2 /أسبوع كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م^2	فترة بقاء الأوراق على فاعليتها بعد 15 أسبوع	النقص عن الشاهد	النقص عن الشاهد %
8.30	23.03	.	.
10.0	21.22	1.81	7.86
12.5	20.45	2.58	11.20
16.7	18.75	4.28	18.58
25.0	12.00	11.03	47.89

LSD 5 %	6.26		

من نواتج عملية التمثيل الضوئي لتشكل المحصول الاقتصادي، الذي تشكل في الجزء العلوي من النباتات لاستمرار فترة حياة الأوراق فترة أطول وانتقال المدخرات العضوية إلى القرون الموجودة في هذه المنطقة، بينما تساقطت أغلب الأزهار الموجودة في الجزء السفلي منذ بداية العقد وقبل تشكل القرون عند الكثافة العالية 25 نبات/م^2. وبالنظر في النسبة المئوية لانخفاض طول فترة بقاء الأوراق على كفاءتها، نلاحظ انخفاضاً حدياً ومعنوياً جداً عند الكثافة 25.0 نبات/م^2 بالمقارنة مع جميع الكثافات حيث وصلت نسبة الانخفاض إلى 56.25% بالمقارنة مع الكثافة 16.7 نبات/م^2 و76.83 . 70.42% عند الكثافتين 10.0 و12.5 نبات/م^2 على التوالي.

تشير المراجع العلمية إلى أن فترة بقاء الأوراق على كفاءتها في عملية التمثيل الضوئي كان مهماً لكثير من محاصيل الحقل، وكانت أهم من معدل صافي التمثيل الضوئي (الكفاءة التمثيلية) للتنبؤ بكمية المحصول الاقتصادي لمحاصيل تمت دراستها، ومنها القمح والشعير والشوندر السكري والتي ذكر نتائجها (حسانين، 1993). يتفق تأثير الكثافة النباتية على فترة بقاء الأوراق على كفاءتها في عملية التمثيل الضوئي مع (Adamov, 1986) ومع (Watson, 1937) على فول الصويا.

7 . تأثير الكثافة النباتية في الكفاءة التمثيلية (NAR):

تعد الكفاءة التمثيلية مقياساً للزيادة في الوزن الجاف للنبات، والتي هي محصلة الفرق بين البناء الضوئي والتنفس، بمعنى أنه كلما كانت الزيادة في المادة الجافة في النبات جيدة خلال فترة زمنية محددة، كلما كانت الكفاءة التمثيلية للنبات عالية، لأن ناتج عملية البناء الضوئي أكبر من الكمية التي يستهلكها النبات بعملية التنفس.

تظهر نتائج (الجدول، 8) أن زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة من 8.3 نبات/م^2 إلى 25 نبات/م^2 أدت إلى زيادة معنوية في الكفاءة التمثيلية للنبات كمتوسط لموسمي البحث.

وبالمقارنة بين الكثافات من 10 ـ 25 نبات/م^2 وجدت بينها فروق معنوية وتفوقت جميع الكثافات معنوياً على الشاهد 8.3 نبات/م^2 باستثناء الكثافة 10.0 نبات /م^2، كما تفوقت المعاملة 16.7 نبات/م^2 على جميع الكثافات. تعود الزيادة في الكفاءة التمثيلية إلى أن زيادة الكثافة النباتية أدت إلى زيادة معنوية لكلٍ من المساحة النسبية للأوراق (LAR) خلال الفترتين من (35 . 70) يوماً من الزراعة و(70 . 105) أيام وزيادة معدل النمو المحصولي خلال الفترة (70 . 105) أيام حتى الكثافة 16.7 نبات/م^2 التي بلغت عندهما الكفاءة التمثيلية أعلى قيمة لها، وبلغت نسبة الزيادة 107.69 % لتنخفض بعد ذلك عند الكثافة 25.0 نبات/م^2 بفروق معنوية بالمقارنة مع الكثافة 16.7 نبات/م^2.

يمكن أن يُفسّر الانخفاض في الكفاءة التمثيلية عند الكثافة العالية 25 نبات/م^2 إلى أن الفاقد الذي استهلكته النباتات أكبر من ناتج معدل البناء الضوئي، لأسباب متعلقة بدرجة الحرارة، لأن الكثافات العالية تخفض درجة حرارة الوسط المحيط بالنبات لتظليل الأوراق والفروع المتجاورة لبعضها على الجزء الوسطي والسفلي للنباتات، وكذلك انخفاض الأشعة الضوئية الساقطة على هذين الجزأين من النباتات، وبالتالي انخفاض الكمية الممتصة أو الملتقطة منها من قبل المسطح الورقي، وعدم قدرة التربة على إمداد النباتات بالعناصر المغذية اللازمة لارتفاع عدد النباتات في الـ م^2 مما يعني انخفاض نصيب أو حصة النبات الواحد من جميع عوامل الوسط اللازمة للقيام بالبناء الضوئي على أكمل وجه. وقد يصل الأمر إلى انخفاض محتوى أوراق النبات من الكلورفيل خلال مراحل النمو مع زيادة الكثافة النباتية (Lang, et al, 1993) مما يعني نقصاً في معدلات البناء الضوئي، وزيادة التنفس الضوئي والظلامي، مما ينعكس سلباً على

الكفاءة التمثيلية للنبات عند الكثافة 25.0 نبات/م^2، كما في (الجدول، 8). يتوافق تأثير زيادة الكثافة النباتية على الكفاءة التمثيلية مع (Singh, *et al*, 1988) و (Shalaby; Mohemed) على الفول العادي ومع (Adamov, 1986) على فول الصويا، ومع (EL-Hity, et *al*. 1994) على عباد الشمس.

الجدول /8/ تأثير الكثافة النباتية في الكفاءة التمثيلية غ/د يسم^2 / يوم كمتوسط للموسمين

الكثافة النباتية نبات/م^2	متوسط الموسمين	الزيادة عن الشاهد %
8.30	0.104	.
10.0	0.125	20.19
12.5	0.154	44.83
16.7	0.207	99.04
25.0	0.195	87.50
LSD 5 %	0.035	

الاستنتاجات والتوصيات:

1 . اختلفت قيم دلائل النمو للنبات حسب مراحل النمو بغض النظر عن الكثافة النباتية.

2 . أدت زيادة الكثافة النباتية إلى انخفاض المسطح الورقي والمادة الجافة للنبات.

3 ـ أدت زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة إلى زيادة في معدل المساحة النسبية للأوراق، ومعدل نمو المحصول.

4 . انخفضت المساحة النسبية للأوراق مع تقدم النباتات بالعمر، زاد بالمقابل معدل نمو المحصول.

5 . زاد معدل النمو النسبي والكفاءة التمثيلية مع زيادة الكثافة حتى 16.7 نبات/م^2 لتعود وتنخفض عند الكثافة 25 نبات/م^2.

6 ـ انخفضت فترة بقاء الأوراق على فاعليتها في عملية البناء الضوئي مع زيادة الكثافة النباتية حتى الكثافة 16.7 نبات/م^2 بفروق غير معنوية لتصبح الفروق معنوية عند الكثافة 25 نبات/م^2 مقارنة بجميع الكثافات.

7 . حققت الكثافة 16.7 نبات/م^2 أفضل قيم في الكفاءة التمثيلية والإنتاجية لصنف الفول الدوماني.

8 . ينصح بزراعة صنف الفول الدوماني بالأبعاد 40 × 15 × 1 الذي يحقق كثافة نباتية قدرها 16.7 نبات/م^2.

المراجع:

1 . حسانين، عبد الحميد محمد. *فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية*. كلية الزراعة، جامعة الأزهر، مصر، إصدار المكتبة الأكاديمية، 1993، 311.

2 . عبد العزيز، محمد. *تأثير الكثافة النباتية والتسميد الفوسفاتي في نمو وإنتاجية صنف الفول الدوماني. (Vicia faba L.)*. مجلة البحوث والتنمية الزراعية بجامعة المنيا، مصر، 27 (1)، 2007، 135 . 150

3- ADAMOV, O. P.: *The estimation of leaf area and Net assimilation Rate duration in field crops* J. of Agric. Sci. Riga. 5 ,2, 1986, 227-236.

4- ATTIA, S. A. : *Effect of some cuttural treatment on sunflower*. Ph. D. Thesis. Agric. Fac. AL-

Azhar Univ. 1985, 146.

5- BERG, N. S. : *Effect of plant densities on some parameters faba bean varieties (Vicia faba L.)* Rev. romaine bio. Ser. Bot. 10, 1990, 6.

6- EL-KADY. M. *Effect of growth regulators on sunflower varieties.* MSc. Thesis, Fac. of Agric., kafr El-sheikh, Tanta Univ, 1981, 86.

7- EL-HITY, M. A.; ZAHRQN, M. ; EL-AISHY, S. M.; EL-ZAYAT, M. : *Effect of population density and nitrogen rate on two sunflower cultivars, (growth and analysis I).* Tanta Univ. Agric. Res. 20 ,3, 1994, 470-479.

8- HESSE, P. R. : *A text book of soil chemical analysis*. Job Marry, U. K. 1971, 561.

9- HUNT, R. : *Plant growth analysis. London*: Edward Arnold 1978, 326.

10- IBRAHIM, E. S. : *Analysis of growing faba bean (Vicia faba L.) under plant density and spray Zn and Iron cheated in region west UKR.* J. Crops production, 18, ,3,2000, 61-68.

11- ISHAG, H. M. : *Physiology of seed yield in field beans (Vicia faba L.) I. Yield and yield components*. J. of Agric. Sci. Cambridge 80, 1973, 181-189.

12- JIN, H, ; ZHUNG, Q. : *Preliminary investigation of some reproduction index in faba bean*. J. of Shanghi Argic. College 4 ,2, 1986, 121-128.

13-KANDEL.; EL-HATTAB, A. H.; EL-SAIDI, M. T.; MEKKI, B. B. : *Effect of different levels of water supply and plant population on growth, yield and yield components in sunflower*. J. Agric. Res. Tanta Univ. 13,1,1987, 63-78.

14- KOLOMETS, H. : G: *Physiology and biochemistry plants. Scientific works, Minsk,* 1999. 218.

15- KRISTKALNE, C. H. : *Photosynthesis and productivity plant sugear beat (Beta vulgaris L.)* Riga. 1999. 311.

16- LANG, L. J.; Yu, Z. H.; ZHENG, Z. J.; XU; M. S.; YING, H. Q. : *Faba bean in china:* State – of – the art review- ICARDA, 1993, 144.

17- PENNY, D; STOWE, B. B. : *Faba bean growing under effect different condination, Rub Kathy. Univ.* J. Agric. Sci. 6, 2004 28-37.

18- PEARCE, R. B.; CARLSON, G. E.; BARNES, D. K.; HOST, R. H.; HANSON, C. H. : *Specific leaf weight an photosynthesis in alfafa*. Crop Sci. 9, 1969, 423-426.

19- RADFORD, P. J. : *Growth analysis formulae their use and abuse*. crops Sci. 39 ,3, 1967, 181-189.

20- SALIH, F. A. : *Effect of nitrogen application and plant population per hill on faba bean (Vicia faba L.) yield*. FABIS, Newsletter ,7, 1987, 27-30.

21- SALIH, F. A. : *Effect of sowing date and plant population on faba bean (Vicia faba L.)* FABIS, Newsletter, 23, 1989, 15-19.

22- SHAALAN, M. I.; SOROUR, F. A.; SGEIR, K.; YOUSEF, M. F. : *The effect of row spacing*

and phosphorus level on growth and yield of broad (Vicia faba L.) Lybian J. of Agric. 6 (1), 1997, 97-103.

23- SHALABY, Y. Y.; MOHEMED, L. K. : *Variation in growth analysis of field bean due to plant density and phosphate fertilization at different planting dates.* Egyptian J. of Agron, 31 ,1, 1978, 1-11.

24- SINGH, S. P.; SINGH, N. P.; PANDEY, R. K. : *Performance of faba bean varieties as different plant densities*. FABIS, Newsletter, India, 30, 1992, 29-31.

25- SINGH, S. P; SINGH, N. P.; DANDEY, R. K. : *Growth analysis in faba bean (Vicia faba L.)*, FABIS, Newsletter 22, 1988, 25-29.

26- SOROUR, SOBHY, GH. G.; ATTIA. S. A. M.: *Response of sunflower to som planting density and nitrogen levels*. Proc 3ed Egyptian Conf. Agron. 2, 1988, 315 – 323.

27- TROKOVA, N. S. : *Plant physiology*. Pub. Mosscow Univ. Part. 6, 1970, 653.

28- TARKOVESK, L. N. : *Effect of plant density and mineral fertilizer on chlorophyll content in leaves (Vicia faba L.) and (Pissum sativum L)* (in book plant physiology, part. 6. 1980. 563.

29- TROKOVA, N. S. : *plant physiology*. Pub. Moscow Univ. 1980, 611.

30- TSHERNIKOVA, E. A.: *Methods of measuring plant growth parameters.* Tashkent. Tash. Agric. Inst. 1981, 101.

31- WATSON, D. J. : *The physiological basis of variation in yield.* Adv. Agron. 4, 1952, 101-145.

32- WATSON, D. J. : *The estimation of leaf area in field crops*. J. of Agric. Sci. Cambridge 77, 1937, 474-483.