المجلة العراقية
لبحوث السوق وحماية المستهلك

المجلد (11) العدد (2)
لسنة 2019

DOI: http://dx.doi.org/10.28936/jmracpc11.2.2019.(8)

تأثير الكثافات النباتية في نمو وحاصل زهرة الشمس *Helianthus annuus* L.

أروى عبد الكريم توفيق
مدرس دكتور، قسم علوم الحياة، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد، بغداد، العراق. arwaati@yahoo.com

الاستلام 5/ 8/ 2018، القبول5/ 11/ 2018، النشر 31/ 12/ 2019

هذا العمل تحت سياسية ترخيص من نوع CCBY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الخلاصة

أجريت تجربة حقلية في الحديقة النباتية للبحوث التابعة الى كلية العلوم، جامعة بغداد لغرض دراسة تأثير الكثافة النباتية في نمو وحاصل صنفين محليين من زهرة الشمس (شموس وسن الذيب)، واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وكانت الكثافات المستخدمة 4.4 و8.8 نبات/م^2، وأظهرت النتائج تباين الصنفين في صفات نمو النباتات والحاصل الناتج عنها، وقد حدثت زيادة معنوية في ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية بزيادة الكثافة النباتية في حين انخفض قطر القرص وعدد البذور فيه والمساحة الورقية، ولكن التأثير الأهم كان في زيادة الحاصل والحاصل البيولوجي بزيادة الكثافة النباتية فقد حصلت الزيادة بنحو 72% و58% في الحاصل و79% و82 % في الحاصل البيولوجي لصنفي سن الذيب وشموس على التوالي، وكانت زيادة الحاصل ناجمة عن زيادة أعداد النباتات في المتر المربع وليس عن زيادة عدد البذور في القرص أو وزنها، وان هذه الزيادة تأثرت بالصنف والكثافة.

الكلمات المفتاحية: كثافات نباتية، زهرة الشمس، صفات زراعية، حاصل.

DOI: http://dx.doi.org/10.28936/jmracpc11.2.2019.(7)

EFFECT OF PLANT DENSITIES ON THE GROWTH AND YIELD OF SUNFLOWER *Helianthus annuus* L.

Arwa Abdul-Kareem Tawfiq
Lec. Dr., Department of Biology, College of Science for Women, University of Baghdad, Baghdad, Iraq. arwaati@yahoo.com

Received 5/ 8/ 2018, Accepted 5/ 11/ 2018, Published 31/ 12/ 2019

This work is licensed under a CCBY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ABSTRACT

A field experiment was conducted at the experimental field of botanical garden, faculty of science, university of Baghdad, in order to study the effect of plant density on growth and yield of two local cultivars of sunflower (Sin Althieb and Shumose). The densities used were 4.4 and 8.8 plant/m^2. The results showed difference between cultivars in their agronomic traits and their yields. There was a significant increase in plant height and leaf area index by increasing the plant density, while head diameter, number of seeds and leaf area decreased. But the most significant effect was the increasing in yield and biological yield by increasing the plant density. There was an increase by 72% and 58% in the yield and 79% and 82% in the biological yield for Sin Althieb and Shumose, respectively. The increase was due to the increase in the number of plants per square meter and not to increase the number of seeds in the heads or seeds weight. The increase in these traits was density and sunflower genotype dependent.

Keywords: Plant densities, sunflower, agronomic traits, yield.

المقدمة INTRODUCTION

إن الزيادة في أعداد السكان تتطلب زيادة في مصادر التغذية وخاصة المحاصيل الأساسية منها، ومن المتوقع أن تصل الزيادة في أعداد السكان التي تبلغ حاليا 7.2 لنحو 9.2 بليون شخص بحلول 2050 وهذا يتطلب زيادة في إنتاج الأغذية بنسبة تقدر بحوالي 60%-70% **(Dias, 2015)**، والتي قد تتأثر بالعديد من العوامل منها ما يتعلق بالبيئة ومنها ما يتعلق بالنبات وتعد عوامل التربة والمناخ من أهم العوامل البيئية المؤثرة فضلا عن الأصناف المستخدمة وطرق الزراعة **(Ion *et al*., 2015)**.

تعد زهرة الشمس من المحاصيل الزيتية المهمة التي تنتشر زراعتها في مناطق عديدة من العالم وتتحمل ظروف بيئية مختلفة **(Gayithri *et al*., 2017 ; Canavar *et al*., 2010)**، وقد كانت من المحاصيل الرئيسية التي تزرع في العراق، ولكن تناقص المساحة المزروعة بها منذ عام 2010 وحتى ألان أدى إلى انخفاض كبير في الحاصل، وتشير الإحصائيات إلى انخفاض المساحة المزروعة من 22600 دونم (اثنان وعشرون ألف وستمائة) عام 2010 الى 1100 دونم (الف ومائة) عام 2017 وهذا أدى إلى انخفاض الإنتاج المتحقق من 7500 طن (سبعة الاف وخمسمائة) عام 2010 الى 500 طن (خمسمائة) عام 2017 **(CSO, 2016 & 2018)**، ويعزى سبب انخفاض المساحة والإنتاج لمحصول زهرة الشمس إلى قلة الحصة المائية للمحافظات التي تزرع هذا المحصول، وان زراعته تركزت في الأعوام الأخيرة على محافظة بغداد وما حولها.

يحتم هذا الانخفاض الكبير في الحاصل إيجاد بدائل لرفع الإنتاج والاستفادة من عوامل البيئة المختلفة كالتربة والماء والضوء والأسمدة وغيرها، ويعد أسلوب توزيع النباتات في وحدة المساحة من الأساليب الفعالة في الاستفادة من التربة وعوامل البيئة المختلفة **(Ion *et al*., 2015 ; Barros *et al*., 2004)**، كما إن المسافة بين النباتات لها تأثير كبير في كمية ونوعية الحاصل وخاصة بالنسبة لمحصول زهرة الشمس، وذلك لكون النبات قائم لا يمتلك تفرعات أو أغصان متشابكة، لذا يمكن الاستفادة من زراعته بكثافات مختلفة **(Gayithri *et al*., 2017)**، إن الناتج النهائي لمحصول زهرة الشمس في الحقل يكون محصلة لعدة عوامل من إنبات ونمو وتطور النبات حتى مرحلة الحصاد **(McMaster *et al*., 2012)**، وقد أشارت العديد من الدراسات إلى إن زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة أدت إلى زيادة حاصل البذور مع توفر الظروف الملائمة الأخرى، ولكن بعد تجاوز الكثافة المثلى يحدث انخفاض في حاصل البذور لان معدل عدد النباتات في وحدة المساحة لن يعوض النقص في حاصل النبات الواحد **(AL-Amery, 2001)**، وتشير نتائج التجارب إلى أن اختلاف أنماط أو أساليب الزراعة ممكن أن يؤدي إلى زيادة كبيرة في الحاصل ولكن ليس دائما **(Zarea *et al*., 2005)**، وان المسافات الضيقة بين خطوط الزراعة تجعل نباتات زهرة الشمس أكثر كفاءة في استخدام مصادر الغذاء وأشعة الشمس والماء ومعادن التربة ولكن هذا أيضا يتأثر بعوامل بيئية أخرى، ولأجل رفع مستوى إنتاجية محصول زهرة الشمس في العراق، أجريت هذه الدراسة التي تهدف إلى تقييم ناتج زراعة صنفين من هذا المحصول عند تغير الكثافة النباتية، وتأثير هذه الكثافات في النمو والحاصل ومكوناته.

المواد وطرائق العمل MATERIALS AND METHODS

نفذت تجربة حقلية في الحديقة النباتية التابعة لكلية العلوم/ جامعة بغداد خلال الموسم الربيعي لعام 2016 لتقييم استجابة صنفين محليين من زهرة الشمس لتغير مسافات الزراعة والكثافة النباتية، وتضمنت التجربة زراعة صنفين من زهرة الشمس (سن الذيب وشموس) بكثافتين نباتية (4.4 و 8.8 نبات/ م^2) ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبواقع أربع مكررات، وكما موضح توزيعها الحقلي في (الجدول، 1).

جدول (1): التوزيع الحقلي للنباتات في المتر المربع والهكتار حسب الكثافتين المستخدمة في التجربة.

الكثافة النباتية (نبات/م^2)	المسافة بين خط واخر (سم)	المسافة بين نبات واخر (سم)	المساحة التي يشغلها النبات الواحد (سم^2)	الكثافة النباتية (نبات/هـ)
4.4	75	30	1.125	44444
8.8		15	2.250	88888

تمت الزراعة في تربة مزيجيه غرينيه طينية، وأجريت عمليات الحراثه والتنعيم والتعديل ثم قسم الحقل إلى ألواح بإبعاد 4×4م، بعدها زرعت بذور الصنفين سن الذيب وشموس في الألواح على خطوط المسافة بين خط وآخر 75سم وبمسافة 15 و30سم بين جورة وأخرى لتحقيق الكثافات النباتية المطلوبة وبمعدل 2-3 بذرة في الجورة،وبعد اكتمال البزوغ خفت النباتات الى نبات واحد، أضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 %46) وسماد اليوريا (46% نيتروجين) حسب التوصيات **(Alsaadawi *et al*., 2011)**، وكانت الألواح تروى دوريا وفي نفس الوقت وحسب الحاجة، واخذت القياسات عند وصول النبات الى مرحلة النضج الفسيولوجي (120 يوم من الزراعة) حيث اختيرت خمس نباتات عشوائيا من الخطوط الوسطية لدراسة الصفات الحقلية والتي شملت:

1. ارتفاع النبات (سم).
2. قطر القرص (سم).
3. عدد الأوراق في النبات.
4. المساحة الورقية: تم حسابها عن طريق المعادلة:
المساحة الورقية = الطول×أقصى عرض×0.65 **(Elsahookie & Eldabas, 1982)**.
5. دليل المساحة الورقية: تم حسابه من قسمة المساحة الورقية للنبات على المساحة التي يشغلها النبات.
6. عدد البذور في القرص.
7. وزن 1000 بذرة (غم).
8. حاصل البذور (طن/هكتار): الحاصل= متوسط حاصل النبات الواحد×الكثافة النباتية.
9. الحاصل البيولوجي (طن/هكتار): يمثل حاصل البذور مع المادة الجافة.

تم تحليل البيانات إحصائيا باستخدام البرنامج الإحصائي (Genstat)، وقورنت المتوسطات الحسابية للمعاملات باستعمال اختبار اقل فرق معنوي L.S.D على مستوى 5% **(Steel *et al*., 1997)**.

النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION

ارتفاع النبات (سم) Plant height (cm)

أثرت زيادة الكثافة النباتية معنويا في ارتفاع النبات والذي بلغ أعلى قيمة عند الكثافة 8.8 نبات/م^2 ولكلا الصنفين (الجدول، 2)، كما اختلف الصنفان فيما بينهما، وكان صنف شموس الأكثر ارتفاعا وبلغ أعلى طول للنبات 223سم عند الكثافة 8.8 نبات/م^2 فيما بلغ صنف سن الذيب 196سم عند نفس الكثافة.

على الرغم من إن صفة ارتفاع النبات ليست من مكونات الحاصل أو من الصفات ذات التأثير المباشر في حاصل النبات، إلا إن لها تأثير في الحاصل من خلال ارتباطها المباشر مع المساحة الورقية التي تؤثر بالحاصل بدرجة كبيرة **(Rathey, 2005)**، وهي من الصفات شديدة التأثر في اختلاف الكثافة النباتية، إذ إن من المعروف إن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى المنافسة بين النباتات للحصول على أشعة الشمس مما يدفع النبات الى النمو الخضري ومن ثم زيادة ارتفاع النبات.

عدد الأوراق في النبات والمساحة الورقية ودليل المساحة الورقية
Leaves number in plant, leaf area and leaf area index

يتضح من (الجدول، 2) إن الصنفين لم يختلفا معنويا في عدد الأوراق مع اختلاف الكثافة النباتية، ولكنهما اختلفا معنويا في المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية وفي كلا الكثافتين، فقد انخفضت المساحة الورقية عند زيادة عدد النباتات في المتر المربع ولكن قيمتها كانت أعلى في صنف شموس وانخفضت فيه من 0.737 الى 0.411، أما في صنف سن الذيب فقد انخفضت من 0.628 الى 0.387، أما دليل المساحة الورقية فقد كان التأثير معنويا بين الأصناف باختلاف الكثافات، ففي صنف سن الذيب كانت الزيادة بنحو 35% في دليل المساحة الورقية عند الكثافة 8.8 نبات/م^2 و31% الزيادة في صنف شموس، وان أعلى قيمة سجلت للصنف شموس عند الكثافة العالية والتي بلغت 4.161.

تمثل الورقة الجزء الأساس في النبات المسؤول عن عملية التركيب الضوئي وهي العملية الرئيسية التي تؤثر في معدل النمو والحاصل وتتأثر بعدد ومساحة الأوراق **(Karadogan & Akgun, 2009)**، وقد ترتبط الزيادة في المساحة الورقية بزيادة مقدرة الصنف على إنتاج كمية اكبر من مواد البناء الضوئي وتحويلها إلى المصبات في وقت مبكر من دورة حياة المحصول **(Subedi & Ma, 2005)**، اما دليل المساحة الورقية فهو مقياس للمساحة الكلية للأوراق لكل وحدة من مساحة الأرض التي يشغلها النبات، ويعد مؤشرا لجاهزية سطح الأوراق لامتصاص الضوء، كما يوضح كفاءة البناء الضوئي بدلا من تقييم المساحة الورقية التي تختلف تبعا للكثافة النباتية وتوزيع النباتات وغيرها، إن زيادة دليل المساحة الورقية بسبب زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة، يعني زيادة في اعتراض الإشعاع الشمسي ومن ثم زيادة معدل صافي البناء الضوئي إلى الحد الذي لا يسبب تظليل الأوراق السفلى **(Essa, 1990)**.

جدول (2): تأثير الكثافة النباتية في بعض صفات النمو الحقلية لصنفي زهرة الشمس سن الذيب وشموس.

الصنف	الكثافة النباتية (نبات/م^2)	الارتفاع (سم)	عدد الاوراق في النبات	المساحة الورقية	دليل المساحة الورقية
سن الذيب	4.4	172	24	0.628	2.653
	8.8	196	22	0.387	3.569
شموس	4.4	204	21.6	0.737	3.174
	8.8	223	20.6	0.411	4.161
أ.ف.م ≤ 0.05		24	NS	0.087	0.491

قطر القرص وعدد البذور في القرص ووزن 1000 بذرة

Head diameter, seed number per head and 1000 seed weight

سببت الزيادة في الكثافة النباتية انخفاضا في قطر قرص زهرة الشمس وكان الفرق معنويا بين الكثافات ولكلا الصنفين (الجدول، 3)، فقد انخفض القطر من 16.8 سم الى 14.8 سم في سن الذيب ومن 18.7سم الى 17 سم في شموس، وقد انعكس هذا الانخفاض سلبا على عدد البذور في القرص ووزنها وان كان تأثر وزن البذور غير معنويا، وانخفض عدد البذور بنحو 10% و13% في صنفي سن الذيب وشموس على التوالي عند الكثافة 8.8 نبات/م^2.

يعود الانخفاض في عدد البذور الى الانخفاض في قطر الاقراص مع زيادة كثافة النباتات في وحدة المساحة، وان انخفاض قطر القرص من المحتمل ان يعود الى زيادة المنافسة بين النباتات على مصادر الغذاء والماء والضوء والهواء وهذا ما أدى إلى أن تكون الرؤوس اصغر حجما وبذورها اقل وزنا **(Ali *et al*., 2007 ; Esechie *et al*., 1996)**.

جدول (3): تأثير الكثافة النباتية في الحاصل ومكوناته لصنفي زهرة الشمس سن الذيب وشموس.

الصنف	الكثافة النباتية (نبات/م^2)	قطر القرص (سم)	عدد البذور بالقرص	وزن 1000 بذرة (غم)	الحاصل (طن/هـ)	الحاصل البايولوجي (طن/هـ)
سن الذيب	4.4	16.8	845	91.5	3.242	8.475
	8.8	14.8	758	83	5.575	15.148
شموس	4.4	18.7	1128	90	4.540	9.944
	8.8	17	976	87	7.161	18.051
أ.ف.م ≤ 0.05		1.5	174.5	NS	0.693	1.730

الحاصل والحاصل البيولوجي Yield and biological yield

إن زيادة الكثافة النباتية من 4.4 الى 8.8 نبات/م^2 أدت إلى زيادة معنوية في حاصل البذور والحاصل البيولوجي في كلا الصنفين (الجدول، 3)، وقد كانت زيادة الحاصل بنحو 72% و58% لصنفي سن الذيب وشموس على التوالي، اما الحاصل البيولوجي فقد ازداد بنحو 79% و82% للصنفين على التوالي.

تعود الزيادة الحاصلة في حاصل البذور إلى زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة والتي زادت معها المساحة الورقية وحاصل المادة الجافة، كذلك فان الزيادة في كثافة النباتات أدت إلى صعوبة منافسة الأدغال للنباتات النامية فكان نموها (الأدغال) اقل واضعف عند الكثافات العالية مما وفر بيئة مناسبة لاستثمار عوامل النمو المختلفة من قبل نباتات زهرة الشمس وتحقيق حاصل أعلى **(Tawfiq & Alsaadawi, 2014 ; Harker & Blackshaw, 2009)**.

يرتبط حاصل البذور بمكونات الحاصل والتي تمثل المحصلة النهائية لمقدرة النوع النباتي على إنتاج اكبر كمية من مواد البناء الضوئي وتحويلها إلى المصبات في وقت مبكر من دورة حياة المحصول **(Hamood, 2010)**، ومن ثم فان جميع العوامل المؤثرة في مكونات الحاصل سوف تنعكس بشكل مباشر على حاصل البذور، وتعد صفة حاصل البذور (طن/هكتار) أهم قياس حقلي يعطي التقييم النهائي للعمليات الزراعية للخروج بتوصيات عن الإنتاج ويعتمد على عدد البذور بالقرص ووزن البذرة وعدد النباتات في وحدة المساحة، لذلك تعد الكثافة النباتية واحدة من أهم العمليات الزراعية التي تؤثر في هذه الصفة **(Rathey, 2005)**، وقد أشارت بعض الدراسات إلى أن زيادة المسافة بين النباتات تؤدي إلى حاصل جيد فيه عدد البذور ووزنها وحجمها اكبر نتيجة قلة المنافسة بين النباتات **Ibrahim (2012)** و **Gayithri *et al*. (2017)**، وان انخفاض حاصل البذور ووزنها يكون مع المسافات الاقل بين النباتات **Nel *et al*. (2000)** و **Mojiri & Arzani (2003)**، فيما ذكرت دراسات اخرى زيادة في حاصل البذور وحاصلها الجاف عند الكثافات الاعلى بين النباتات **El-Tabbakh (1994)** و**Basha (2000)** و**Zarea *et al*. (2005)**، وكانت الزيادة الحاصلة في حاصل النبات في هذه الدراسة ناتجة عن زيادة عدد النباتات في المتر المربع وليس عن زيادة قطر القرص أو عدد البذور ووزنها والتي انخفضت قيمها عند زيادة كثافة النباتات، فقد ادت المنافسة بين النباتات على مصادر الغذاء والضوء وغيرها من عوامل التربة الى ان يكون حاصل النبات الواحد اقل مما عليه في الكثافات الاقل نتيجة صغر حجم القرص، وهذا يتفق مع ما أشار إليه **Legha & Giri (1999)** و **Diepenbrock *et al*. (2001)** من ان انخفاض حاصل النبات الواحد تعوضه الزيادة في عدد النباتات ولكن الى حد معين يمثل الكثافة المثلى وهي النقطة التي يتساوى فيها معدل الزيادة والنقصان في الحاصل، بعدها تؤدي زيادة الكثافة الى انخفاض حاصل الحبوب الكلي لان زيادة النباتات في وحدة المساحة لا يمكنها تعويض الاختزال في حاصل النبات الواحد.

الاستنتاجات CONCLUSIONS

إن زيادة عدد النباتات في المتر المربع اي زيادة الكثافة النباتية قد أدت إلى زيادة في ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية فضلا عن زيادة الحاصل والحاصل البيولوجي، فيما انخفض كل من قطر القرص وعدد البذور ووزنها، وهذا يعود إلى المنافسة بين النباتات حول مصادر التغذية والحصول على مساحة اكبر وكمية إضاءة كافية تخترق النباتات لغرض

الحصول على تركيب ضوئي أكثر كفاءة، وان زيادة الحاصل ناتجة عن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة وليس زيادة حاصل النبات الواحد، وان أفضل وزن وحجم للبذور كان في الكثافات النباتية الأقل.

REFERENCES

i. AL-Amery, M. M. (2001). *Growth and Yield Variation of Corn (Zea Mays L.) and Sunflower (Helianthus annuus L.) as Affected by Genotype and Population Density*. MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Baghdad. Baghdad, Iraq.

ii. Ali, A., Tanveer, A., Nadeem, M. A., Tahir, M. & Hussain, M. (2007). Effect of varying planting pattern on growth, achene yield and oil contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44, 449-453.

iii. Alsaadawi, I. S., Khaliq, A., Al-Temimi, A. A. & Matloob, A. (2011). Integration of sunflower (*Helianthus annuus* L.) residues with a pre-plant herbicide enhances weed suppression in broad bean (*Vicia faba* L.) fields. *Planta Danninah*, 29, 849-859.

iv. Barros, J. F. C., De Carvalho, M. & Basch, G. (2004). Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 21, 347-356.

v. Basha H. A. (2000). Response of two sunflower cultivars to hill spacing and nitrogen fertilizer levels under sandy soil conditions. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 27, 617-633.

vi. Canavar, O., Ellmer, F. & Chimeileski, F. M. (2010). Investigation of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the ecological conditions of Berlin (Germany). *Helia*, 33, 117–130.

vii. CSO-Central Statistical Organization of Iraq. (2016). *Paddy and Sunflower Production for 2015*. Ministry of Planning. Iraq.

viii. CSO-Central Statistical Organization of Iraq. (2018). *Paddy and Sunflower Production for 2017*. Ministry of Planning. Iraq.

ix. Dias, J. C. S. (2015). Plant breeding for harmony between modern agriculture production and the environment. *Agricultural Sciences*, 6, 87-116.

x. Diepenbrock, W., Lang, M. & Feil, B. (2001). Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. *Die Bodenkultur*, 52, 29-36.

xi. Elsahookie, M. M. & Eldabas, E. E. (1982). One leaf dimension to estimate leaf area in Sunflower. *Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 151, 199-204.

xii. El-Tabbakh S. S. (1994). Sunflower cultivars performance as influenced by nitrogen fertilizer and distance between hills. *Monofiya Journal of Agricultural Research*, 19, 1731-1745.

xiii. Esechie, H. A., Elias S., Rodriguez V. & Al-Asmi H. S. (1996). Response of sunflower (*Helianthus annuus*) to planting patterns and population density in a desert climate. *Journal of Agricultural Science*, 126(4), 455-461.

xiv. Essa, T. A. (1990). *Physiology of Crop Plants*. Ministry of Higher Education and Scientific Research. University of Baghdad, Iraq.

xv. Gayithri, M., Nagarantha, T. K. & Praveen, H. G. (2017). Influence of increased source size on seed set and productivity in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Agricultural Sciences*, 9(12), 4045-4049.

xvi. Hamood, J. A. (2010). *Performance of Maize under Skip Irrigation and Planting Depth*. MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Baghdad. Baghdad, Iraq.

xvii. Harker, K. N. & Blackshaw, R. E. (2009). Integrated cropping systems for weed management. *Prairie Soils Crops*, 5, 52-63.

xviii. Ibrahim, H. M. (2012). Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. *APCBEE Procedia*, 4, 175-182.

xix. Ion, V., Dicu, G., Basa, A. G., Dumbrava, M., Temocico, G., Epure, L. I. & State, D. (2015). Sunflower yield and yield components under different sowing conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 44-51.

xx. Karadogan, T. & Akgun, I. (2009). Effect of leaf removal on sunflower yield and yield components and some quality characters. *Helia*, 32,123-134.

xxi. Legha, P. K. & Giri. G. (1999). Effect of date of sowing and planting geometry on spring sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agronomy*, 44, 404-407.

xxii. McMaster, G. S., Buchleiter, G. W. & Bausch, W. C. (2012). Relationships between sunflower plant spacing and yield: importance of uniformity in spacing. *Crop Science*, 52, 309-319.

xxiii. Mojiri, A. & Arzani, A. A. (2003). Effects of nitrogen rate and plant density on yield and yield components of sunflower. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 7, 115-125.

xxiv. Nel, A. A., Loubser, H. L. & Hammes, P. S. (2000). The effect of plant population on the quality of sunflower seed for processing. *South African Journal of Plant and Soil*, 17, 6-9.

xxv. Rathey, K. N. (2005). *Response of Sunflower Hybrids to Different Levels from Plant Population*. MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Baghdad. Baghdad, Iraq.

xxvi. Steel, R. G. D., Torrie, J. H. & Dickey, D. (1997). *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw Hill Book Co. Inc., New York, USA. pp. 172-177.

xxvii. Subedi, K. D. & Ma, B. L. (2005). Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. *Crop Science*, 45, 746-747.

xxviii. Tawfiq. A. A. & Alsaadawi, I. S. (2014). Allelopathic effect of root exudates of two sunflower cultivars on companion weeds. *Iraqi Journal of Science*, 55(4), 1509-1516.

xxix. Zarea, M. J., Ghalavand, A. & Daneshian, J. (2005). Effect of planting patterns of sunflower on yield and extinction coefficient. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 513-518.