doi.org/10.52866/esj.2020.07.16.05

تأثير رش الورقي للحديد والبورون في نمو فول الصويا

سجى ظاهر عبد اللطيف النعيمي ، جاسم محمد عباس الجميلي
جامعة بغداد / كلية علوم الهندسة الزراعية - قسم المحاصيل الحقلية

الخلاصة :

نفذت التجربة في حقل قسم المحاصيل الحقلية – كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد / الجادرية خلال الموسم الصيفي لعام 2018 لمعرفة تأثير رش الحديد والبورون في مراحل مختلفةالنمو فول الصويا. طبقت التجربة بترتيب الألواح المنشقة وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات، إذ مثلت الألواح الرئيسة مواعيد الرش في مرحلة خمسة أوراق على النبات (V5) ومرحلة بداية التزهير (R1) ومرحلة بداية تكوين القرنات(R3) والمراحل (V5 + R1 + R5)، ومثلت الألواح الثانوية معاملات التغذية الورقية (رش الحديد بالتركيز 150 ملغملتر$^{-1}$ ورش البورون بالتركيز200 ملغملتر$^{-1}$ ورش الحديد بالتركيز 150 ملغملتر$^{-1}$ + البورون بالتركيز 200 ملغملتر$^{-1}$) فضلاً عن معاملة السيطرة (رش النباتات بالماء المقطر فقط). اظهرت النتائج أن معاملة رش الحديد + البورونتفوقت معنويا بإعطائها أعلى متوسطلعدد الأفرع في النبات (8.31 فرع نبات$^{-1}$) والمساحة الورقية ودليلها (49.43 سم^2 و3.295) بالتتابع ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (35.48 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب) وعدد الأيام حتى النضج التام (161.00 يوما) وحاصل بذور النبات الواحد (57.23 غم نبات$^{-1}$)، بينما اعطى رش الحديد أعلى متوسط لارتفاع النبات (116.94 سم).حققت معاملة رش العناصر الغذائية في ثلاث مراحل نمو (V5 + R1 + R3) أعلى متوسط لارتفاع النبات (107.31 سم) وعدد الأفرع في النبات (7.28 فرع نبات$^{-1}$) والمساحة الورقية ودليلها (48.31 دسم2 و3.221) بالتتابع ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (35.03 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب) وعدد الأيام حتى النضج التام (160.00 يوما) وحاصل بذور النبات الواحد (53.44 غم نبات$^{-1}$) ولم تختلف معنويا عن معاملة رش العناصر الغذائية في مرحلة النمو الخضري (V5) في الصفات المذكورة جميعها.كانتأثيرالتداخلبين عاملي الدراسة معنويافيالصفات قيد الدراسة جميعها، فقد اعطت معاملة رش الحديد في مرحلة النمو الخضري أعلى قيمة لارتفاع النبات (121.30 سم)، بينما حققت معاملة رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضريأعلى القيم لعدد الأفرع في النبات (10.07 فرع نبات$^{-1}$) وحاصل بذور النبات الواحد (62.43 غمنبات$^{-1}$)، في حيناعطت معاملة رش الحديد+ البورون في ثلاث مراحل أعلى قيمة للمساحة الورقية ودليلها (54.25 دسم^2 و3.617) ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (38.04 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب) وعدد الأيام حتى النضج التام (164.33 يوما).

* **كلمات مفتاحية** : فول الصويا ، حديد ، كلوروفيل ، بورون .
* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول .

The effect foliar sprayof Ironand Boronon soybean growth

Saja Dh. A. Al-Nuaimi*Jasim M. A. Al-Jumaily
Univ. of Baghdad / Coll. of Agricultural Engineering Sci. - Field Crops Dept.

Abstract:

A field experiment was carried out during summer season of 2018 at research Station of Field Crops Department - College of Agricultural Engineering Sciences- University of Baghdad / Jadriyah in order to determine the effect of different concentrations of iron and boron at different growth stages of soybean. Randomized complete block design (RCBD) arranged according to split plots used at three replicates. The main plots include spraying stage (V5, R1, R3 and V5 + R1 + R3), while the sub-plots include foliar nutrient (Fe sprayed at 150 mg Fe L^{-1}, Boron sprayed at 200 mg B L^{-1} and Fe sprayed at 150 mg Fe L^{-1} +Boron sprayed at 200 mg B L^{-1}) in comparingwith control treatment (distilled water sprayed). The results showed that the sprayed of Fe + B gave highest means of No. of branches (8.31 branch $plant^{-1}$), leaf area (49.43 dcm^2), LAI (3.295), leaves contain of chlorophyll (35.48 mg gm^{-1} fresh weight), days to maturity (161.00 days) and plant seed yield (57.23gm $plant^{-1}$), whereas Fe sprayed gave highest means of plant height (116.94 cm). The sprayed plant at three growth stages (V5 + R1 + R3) were significant effect on most of characters and gave highest means of plant height (107.31 cm) No. of branches (7.28 branch $plant^{-1}$), leaf area (48.31 dcm^2), LAI (3.221), leaves contain of chlorophyll (35.03 mg gm^{-1} fresh weight), to maturity (160.00 days) and plant seed yield (51.44 gm $plant^{-1}$) without significant difference with sprayed plant at V5. The interaction between two factors was significantly effect on all characters. However, Fe sprayed at the vegetative growth stage (V5) gave highest mean of plant highest, while Fe + B sprayed at the vegetative growth stage (V5) gave highest means of No. of branches and plant seed yield. Also, Fe + B sprayed at the three growth stage gave highest means of leaf area, LAI, leaves contain of chlorophyll andmaturitydays.

* **Keywords** : SOYBEAN, Iron , Chlorophyll , Boron
* Part of M.Sc. thesis of the first author.

المقدمة

يعد محصول فول الصويا (*Glycine max* (L) (Merrill) ذو أهمية غذائية وصناعية في معظم دول العالم، ويأتي الاهتمام به لكونه المحصول الوحيد الذي تحتوي بذوره على كافة الأحماض الأمينية الأساسية لنمو الإنسان والحيوان، وتحتوي بذوره على نسبة بروتين تتراوح بين30–50 ٪ والزيت بنسبة 14–24 ٪ (Vahedi, 2011). فول الصويا محصول حساس للظروف البيئية وطبيعة جاهزية العناصر الغذائية في التربة، وفيما يخص الترب العراقية فإنها تميل إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني (pH) والذي يؤدي إلى انخفاض جاهزية معظم العناصر الغذائية الصغرى الموجودة أصلاً في التربة ومن ضمنها عنصري الحديد والبورون اللذين يتأثران بهذه الظروف نتيجة لتعرضهما إلى عمليات التثبيت والترسيب وانخفاض جاهزيتهما ومن ثم تقليل امتصاصهما فلا يستفيد منهما النبات بالقدر الكافي الذي يلبي حاجته (علي وآخرون، 2014). تكمن أهمية عنصري الحديد والبورون للنبات من خلال دورهما المؤثر في العمليات الحيوية التي تجري داخل الأنسجة النباتية، إذ يعمل الحديد على تنشيط العمليات الأنزيمية داخل النبات من خلال دخوله فيتركيب مركب Ferrodoxin الهام في سلسلة الانتقال الإلكتروني وفي بناء جزيئة الكلوروفيل، فضلاً عن دخول الحديد في تركيب أنزيم النتروجينيز (النعيمي، 1999). لم يكن الحديد لوحده ضروريا لنمو النبات، لكن هناك عناصر أخرى منها البورون الذي له دوراً كبيراً في زيادة نشوء الأزهار والانقسام الخلوي وإنتاج حبوب اللقاح وزيادة عملية الاخصاب وتقليل نسبة الاجهاض، ويساعد على زيادة انتقال المركبات الكربوهيدراتية إلى المناطق الفعالة من النمو ولاسيما في المراحل التكاثرية للنبات مما يؤدي إلى زيادة حاصل البذور (Allen و2006 ,Pilbeam)، فضلاً عن دوره في تكوين البروتين خلال تثبيت النتروجين الجوي بالرايزوبيا المتخصصة في التربة (Shaaban, 2010 وBonilla وآخرون، 2009). تختلف استجابة فول الصويا لإضافة المغذيات بحسب مراحل النمو المختلفة، ففي مرحلة النمو الخضري يكون النبات في أعلى نشاط للعمليات الحيوية والفسلجية، إذ يزداد فيها نشاط أنزيمات وهرمونات النمو في المناطق الفعالة والمسؤولة عن انقسام الخلايا وتوسعها وتشكل أعضاء النبات في المراحل التي تتبعها ومنها مرحلة التزهير التي لها أهمية كبيرة في تحديد مكونات الحاصل ولاسيما القرنات في النبات، فكلما زاد تلقيح الأزهار واخصابها زاد عدد القرنات ومن ثم زيادة حاصل البذور، ولهذا تكمن أهمية اضافة العناصر الغذائية في هذه المراحل لضمان انتقال المركبات الأيضية المنتجة إلى هذه المصبات ومن ثم زيادة حاصل ونوعية بذور فول الصويا. بناءً على ذلك هدفت الدراسة إلى معرفة تأثير رش الحديد والبورون في مراحل نمو مختلفة في نمو وحاصل بذور فول الصويا.

المواد وطرائق العمل

نفذت التجربة في حقل قسم المحاصيل الحقلية- كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد / الجادرية خلال الموسم الصيفي لعام 2018 في تربة مزيجية طينية رملية، لمعرفة تأثير رش الحديد والبورون في مراحل نمو مختلفة في نمو وحاصل بذور فول الصويا. طبقت التجربة بترتيب الألواح المنشقة وفق تصميم القطاعات

الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات، إذ مثلت الألواح الرئيسة مواعيد الرش في مرحلة خمسة أوراق على النبات (V5) ومرحلة بداية التزهير (R1) ومرحلة بداية تكوين القرنات(R3) و(V5 + R1 + R3)، ومثلت الألواح الثانوية معاملات التغذية الورقية (رش الحديد بالتركيز 150 ملغملتر$^{-1}$ ورش البورون بالتركيز200 ملغملتر$^{-1}$ ورش الحديد بالتركيز 150 ملغملتر$^{-1}$ + البورون بالتركيز 200 ملغملتر$^{-1}$) فضلا عن معاملة السيطرة (رش النباتات بالماء المقطر فقط). استعملت مرشة ظهرية لرش الحديد والبورون واضيف 0.15 مل لتر$^{-1}$ من مادة الزاهي كمادة ناشرة لتقليل الشد السطحي للماء وضمان البلل التام للأوراق فضلاً عن زيادة كفاءة محلول الرش في اختراق السطح الخارجي للورقة. تم تهيئة أرض التجربة من حراثة وتنعيم وتسوية وتمريز ثم قسمت أرض التجربة إلى وحدات تجريبية أبعادها2.5 م × 2.5 م التي احتوت على 3 مروز المسافة بين مرز وآخر 75 سم في الوحدة التجريبية، زرعت بذور فول الصويا صنف جيزة 35 بكثافة نباتية 66666 نبات هـ$^{-1}$ (الجميلي وسرحان،2010) بتاريخ 15/ 5/ 2018 على عمق 2-3 سم بواقع 2 بذرة في الجورة ثم خفت إلى نبات واحد بعد أسبوعين من الزراعة. سمدت أرض التجربة بالسماد النتروجيني على هيئة يوريا (46 ٪ نتروجين) وبكمية 160كغمN هـ$^{-1}$ على دفعتين متساويتين الأولى عند الزراعة والثانية في مرحلة التزهير، واضيف سماد سوبر الفوسفات الثلاثي (P_2O_5 ٪ 46) بواقع 80كغم P_2O_5 هـ$^{-1}$ دفعة واحدة قبل الزراعة (Ali،2012). اجريت عمليات خدمة المحصول من ري وتعشيب كلما تطلب ذلك، وحصدت النباتات عند مرحلة النضج التام بتاريخ 15/ 10/ 2018.

تحضير تراكيز العناصر الغذائية

الحديد : تم تحضير تركيز الحديد المطلوب في مختبر قسم المحاصيل الحقلية – كلية علوم الهندسة الزراعية– جامعة بغداد بأخذ 0.632 ملغم من كبريتات الحديدوز ووضعت في قنينة حجمية واضيف إليه 50 مل من كحول الإيثانول واكمل الحجم إلى 1 لتر بإضافة الماء المقطر للحصول على التركيز 150 ملغم حديد لتر$^{-1}$.

البورون : تم تحضير تركيز البورون المطلوب في مختبر قسم المحاصيل الحقلية – كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد بأخذ 1.144 ملغم من حامض البوريك ووضع في قنينة حجمية واضيف إليه 50 مل من كحول الإيثانول واكمل الحجم إلى 1 لتر بإضافة الماء المقطر للحصول على التركيز 200 ملغم بورون لتر$^{-1}$.

الصفات المدروسة .. عند وصول النبات إلى النضج التام اخذت خمسة نباتات بشكل عشوائي من المرز الوسطي واجريت عليها الدراسات الآتية:

1. **ارتفاع النبات (سم)**: تم قياس ارتفاع النبات من العقدة عند سطح التربة للساق الرئيسة الى نهاية القمة النامية في النبات.

2. **عدد الأفرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$)**: تم حساب متوسط عدد الأفرع الثمرية على الساق الرئيس للنبات.

3. **المساحة الورقية (دسم^2)**: قيست المساحة الورقية عند اكتمال التزهير وبداية تكوين القرنات وفق معادلة Wiersma وBailey (1975) ثم حولت إلى دسم^2:

$$LA = 0.624 + (0.723)(L \cdot W)$$

إذ أن: LA = مساحة الوريقة (سم^2).

L = طول الوريقة (سم).

W = أقصى عرض للوريقة (سم).

4. **دليل المساحة الورقية (LAI)**: حسب من قسمة مساحة الأوراق للنبات على مساحة الأرض التي يشغلها النبات.

5. **محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب)**: تم اخذ 0.2 ملغم من العينة النباتية واضيف إليها الأسيتون بتركيز 80 ٪ ثم هرست لمدة 3دقائق ووضعت في أنابيب معتمة بعدها عرضت على طول موجي 645-663 نانومتر بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer.

6. **عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام (يوم)**: حسب عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام لكل وحدة تجريبية.

7. **حاصل النبات الواحد (غم نبات$^{-1}$)**: وزنت بذور النباتات الخمسة وحسب متوسط النبات الواحد.

بعد جمع وتبويب البيانات جرى تحليلها احصائيا باستخدام برنامج GneState , واستخدم اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى احتمالية 0.05على وفق التصميم المذكور، وحسب معامل الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة جميعها (Steel و1980 ,Torrie).

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات (سم)

تشير نتائج الجدول (1) إلى وجود تأثير معنوي لمعاملات التغذية الورقية في متوسط ارتفاع نبات فول الصويا، إذ اعطت النباتات التي رشت بالحديد أعلى متوسط لارتفاع النبات بلغ 116.94 سم قياسا بمعاملات التغذية الورقية الأخرى ومعاملة السيطرة (رش النباتات بالماء المقطر فقط) التي اعطت أقل متوسط لارتفاع النبات بلغ 89.34 سم، وقد يعزى سبب تفوق النباتات التي رشت بالحديد إلى دور هذا العنصر في الكثير من العمليات الكيموحيوية التي تجري داخل الأنسجة النباتية، فهو يعد جزءً تركيبياً في تركيب المكونات الأساسية للخلية النباتية كالسايتوكرومات المسؤولة عن نقل الإلكترونات في نظام الانتقال الالكتروني في عملية التمثيل الضوئي، كما يدخل في تركيب مركب الفيردوكسين (Ferrodoxin) المهم جدا في سلسلة الانتقال الإلكتروني (Havlin وآخرون، 2005). تتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه كل من Mahadev (2017) الذي اشار إلى وجود تأثير معنوي للتغذية الورقية بالحديد في ارتفاع نبات فول الصويا. اثرت مرحلة رش العناصر الغذائية معنويا في متوسط ارتفاع النبات، فقد حققت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) أعلى متوسط للصفة بلغ 107.31 سم ولم تختلف معنوياً عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري (105.37 سم) في حين حققت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 102.10 سم ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في بداية مرحلة التزهير (103.34 سم)، وهذا يوضح أهمية رش العناصر الغذائية لا سيما الصغرى منها كالحديد والبورون في المراحل المبكرة من نمو النبات نتيجة لدورها التكاملي في تنشيط نمو النبات إذ يعمل الحديد على زيادة نشاط العديد من الأنزيمات مثل أنزيم NO_2-reductase وNO_3-reductase وCatalase وPeroxidase فضلا عن دوره في تكوين العديد من المركبات المهمة في عملية التمثيل الضوئي ومن ثم رفع كفاءة هذه العملية الأمر الذي سينعكس إيجاباً على زيادة

النواتج الأيضية المتمثلة عنها (النعيمي، 1999)، أما البورون فله دوراً هاماً في نقل المركبات الأيضية إلى مناطق النمو الفعالة كالأنسجة المرستيمية والتي تساهم في زيادة انقسام الخلايا واستطالتها مما ينعكس ايجاباً في زيادة ارتفاع النبات (الدليمي وآخرون، 2007).كان تأثير التداخل بين عاملي الدراسة معنوياً في متوسط ارتفاع النبات، فقد اعطت النباتات التي رشت بالحديد في مرحلة النمو الخضري أعلى قيمة للتداخل بلغت 121.30 سم ولم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد في مرحلة بداية التزهير (119.33 سم) ومعاملة رش الحديد في ثلاث مراحل نمو (116.40 سم) قياساً بالتوليفات الأخرى، وهذا يؤكد دور الحديد في زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتحفيز صفات النمو الخضري للنبات مما ادى إلى زيادة النمو باتجاه ارتفاع النبات .

جدول (1). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في ارتفاع النبات (سم)

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	89.63	100.13	121.30	110.40	105.37
بداية التزهير R1	90.83	97.53	119.33	105.67	103.34
بداية تكوين القرنات R3	86.00	102.80	110.73	108.87	102.10
V5+R1+R3	90.90	106.67	116.40	115.27	107.31
أ.ف.م0.05	5.82				3.45
المتوسط	89.34	101.78	116.94	110.05	
أ.ف.م 0.05	**2.91**				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي ، B: بورون ، Fe : حديد ، كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات

عدد الأفرع في النبات (فرع نبات$^{-1}$)

يلاحظ من نتائج الجدول (2) وجود تأثير معنوي لمعاملات التغذية الورقية في متوسط عدد الأفرع في النبات، فقد حققت معاملة رش الحديد+ البورون أعلى متوسط للصفة بلغ 8.31 فرع نبات$^{-1}$ قياساً بمعاملة رش الحديد أو البورون كل على انفراد ومعاملة السيطرة التي حققت أقل متوسط لعدد الأفرع في النبات بلغ 3.57 فرع نبات$^{-1}$. ربما يعود السبب إلى أن الحديد يدخل في مركبات الخلية النباتية، أما البورون فإنه يؤثر في انقسام الخلايا وتشكل البراعم الخضرية والزهرية ويساعد على نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى المناطق الفعالة للنمو وهذا انعكس على زيادة عدد الأفرع في النبات، وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من الجميلي (2014) وReshma وآخرون (2018) الذين اشاروا إلى وجود تأثير معنوي للتغذية الورقية بالبورون والحديد في عدد الأفرع في نبات فول الصويا. اثرت مرحلة رش العناصر الغذائية معنويا في متوسط عدد الأفرع في النبات، إذ اعطت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) أعلى

متوسط للصفة بلغ 7.28 فرع نبات$^{-1}$ ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري (6.85 فرع نبات$^{-1}$) بينما اعطت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 4.85 فرع نبات$^{-1}$ ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في بداية مرحلة التزهير (5.71 فرع نبات$^{-1}$). قد يعزى سبب زيادة عدد الأفرع في النباتات التي رشت بالبورون والحديد بصورة مجتمعة إلى دور التغذية الورقية عند رشها في المرحلة المناسبة من نمو النبات في زيادة جاهزية العناصر داخل النبات وتقليل استهلاك الطاقة اللازمة لانتقالها (Martin، 2002)، فضلاً عن دور كلا العنصرين في رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي بإضافة الحديد وزيادة النواتج المتمثلة عنها وتوزيعها بإضافة البورون بشكل متوازن بين أجزاء النبات المختلفة والانعكاس الإيجابي لذلك في زيادة الانقسام الخلوي ومن ثم زيادة نمو النبات باتجاه نمو الأفرع في النبات (Mengel و1982 ،Kirkby و1993 ,Tandon).اثر التداخل بين العاملين معنويا في متوسط عدد الأفرع في النبات، إذ اعطت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري أعلى قيمة للتداخل بلغت 10.07 فرع نبات$^{-1}$، وهذا قد يؤكد دور الحديد في زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي، ودور البورون في زيادة نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى مناطق النمو الفعالة والانعكاس الإيجابي لذلك في زيادة النمو الخضري للنبات ومن ضمنها عدد الأفرع في النبات التي تتشكل في مرحلة النمو الخضري.

جدول (2). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في عدد الأفرع في النبات

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	3.93	5.53	7.87	10.07	6.85
بداية التزهير R1	3.63	834.	6.00	8.37	5.71
بداية تكوين القرنات R3	3.30	4.23	5.80	6.07	4.85
V5+R1+R3	3.43	7.43	9.53	8.73	7.28
أ.ف.م0.05	1.34				1.33
المتوسط	3.57	5.51	7.30	8.31	
أ.ف.م0.05	0.67				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات .

المساحة الورقية (دسم^2)

تشير نتائج الجدول (3) إلى وجود تأثير معنوي لمعاملات التغذية الورقية في متوسط المساحة الورقية للنبات، إذ اعطت معاملة رش الحديد + البورون أعلى متوسط للصفة بلغ 49.43 دسم^2 ولم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد بمفرده التي

اعطت 48.42 دسم^2 قياساً بمعاملة رش البورون ومعاملة السيطرة التي اعطت أقل متوسط للصفة بلغ 41.46 دسم$^{-2}$. إن الزيادة المتحققة في المساحة الورقية عند التغذية الورقية بالحديد + البورون ربما يعود إلى الدور الحيوي الذي يؤديه رش كلا العنصرين في زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة نمو النبات نتيجة لزيادة انقسام الخلايا وتوسعها وزيادة عددها (Allen و،Pilbeam 2006)، وكذلك فإن معاملة التغذية الورقية بالحديد+ البورون تفوقت بأعلى متوسط لعدد الأفرع في النبات (الجدول 2) الذي ربما ادى إلى زيادة عدد الأوراق في النبات ومن ثم زيادة المساحة الورقية. أما سبب عدم اختلافها المعنوي عن معاملة رش الحديد بمفرده فقد يعود إلى أن الحديد يعد جزءً تركيبياً في المركبات المهمة كالسايتوكروم المسؤول عن نقل الإلكترونات في نظام الانتقال الالكتروني في عملية التمثيل الضوئي والفيردوكسين المهم جدا في سلسلة الانتقال الإلكتروني (Havlin وآخرون، 2005) مما ينعكس إيجاباً على رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة النمو الخضري ومن ضمنها المساحة الورقية للنبات. تتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه كل من Mahadev (2017) وTimotiwu وآخرون (2018) الذين اشاروا إلى وجود تأثير معنوي للتغذية الورقية بالحديد والبورون في المساحة الورقية لنبات فول الصويا. اثرت مرحلة رش العناصر الغذائية معنويا في متوسط المساحة الورقية، فقد تميزت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) بأعلى متوسط للصفة بلغ 48.31 دسم2 إلا أنها لم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري التي اعطت 48.03 دسم^2 بينما اعطت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 42.30 دسم^2، وقد يعزى سبب تفوق معاملة التغذية الورقية في مرحلة النمو الخضري بأعلى مساحة ورقية إلى استجابة النباتات لرش العناصر الصغرى في المراحل المبكرة للنمو الأمر الذي ادى إلى زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وانتقال نواتجها إلى الأجزاء المتكونة حديثاً مما وفر خزين غذائي عالي قلل من حالة التنافس بين الأجزاء النباتية المختلفة مما وفر فرصة أفضل لزيادة نمو النبات كزيادة ارتفاع النبات وعدد الأفرع في النبات (الجدول 1 و2) والانعكاس الإيجابي لذلك في زيادة عدد الأوراق ومن ثم زيادة المساحة الورقية. تتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه الصبيحي (2010) الذي اشار إلى أن مرحلة رش العناصر الغذائية اثرت معنوياً في المساحة الورقية لنبات فول الصويا. أما بالنسبة التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان تأثيره معنويا في متوسط المساحة الورقية، فقد حققت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في ثلاث مراحل (V5 + R1 + R3) أعلى قيمة للتداخل بلغت 54.25 دسم^2 ولم تختلف معنوياً عن النباتات التي رشت بالحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري التي حققت 51.54 دسم^2، ويتضح من هذه النتائج أن رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري كانت أكثر كفاءة في زيادة فعالية عملية التمثيل الضوئي وما ينتج عنها من زيادة في نمو النبات ومن ثم زيادة المساحة الورقية.

جدول (3). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في المساحة الورقية (دسم^2)

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	42.04	47.77	50.75	51.54	48.03
بداية التزهير R1	42.01	44.68	47.55	47.83	45.52
بداية تكوين القرنات R3	40.21	41.19	43.74	44.08	42.30
V5+R1+R3	41.56	45.81	51.63	54.25	48.31
أ.ف.م0.05	3.02				2.20
المتوسط	41.46	44.86	48.42	49.43	
أ.ف.م0.05	1.51				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات

دليل المساحة الورقية

يلاحظ من نتائج الجدول (4) وجود تأثير معنوي لمعاملات التغذية الورقية في متوسط دليل المساحة الورقية، فقد تميزت معاملة رش الحديد + البورون بأعلى متوسط للصفة بلغ 3.295 إلا أنها لم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد بمفرده التي اعطت 3.228 في حين حققت معاملة السيطرة أقل دليل مساحة ورقية بلغ 2.764، وأن الزيادة المتحققة في دليل المساحة الورقية عند التغذية الورقية بالحديد + البورون قد يعود إلى تفوق المعاملة نفسها بأعلى متوسط لعدد الأفرع في النبات الذي ربما ادى إلى زيادة عدد الأوراق في النبات ومن ثم زيادة المساحة الورقية (الجدول 2 و3). أما سبب عدم اختلافها المعنوي عن معاملة رش الحديد بمفرده فقد يعود إلى عدم اختلافهما المعنوي في المساحة الورقية (الجدول 3)، إذ يمثل دليل المساحة الورقية النسبة بين مساحة الأوراق إلى المساحة التي يشغلها النبات، وفي ظروف هذا البحث فإن أي زيادة في المساحة الورقية سيؤدي بالنتيجة إلى زيادة دليلها لكون أن المساحة التي يشغلها النبات من الأرض ثابتة. تتفق هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليه كل من الجميلي (2014) والسعدون وآخرون (2011) الذين اشاروا إلى وجود تأثير معنوي للتغذية الورقية بالبورون والحديد في دليل المساحة الورقية لنبات فول الصويا. تشير نتائج الجدول نفسه إلى أن مرحلة رش العناصر الغذائية اثرت معنويا في متوسط دليل المساحة الورقية، فقد اعطت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) أعلى متوسط للصفة بلغ 3.221 ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري التي اعطت 3.202 بينما اعطت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 2.820 ، وقد يعزى سبب تفوق معاملة التغذية الورقية في مرحلة النمو الخضري بأعلى دليل مساحة ورقية إلى تفوقها في عدد الأفرع في النبات والمساحة الورقية (الجدول 2 و3). كان تأثير التداخل بين العاملين

معنويا في متوسط دليل المساحة الورقية، إذ حققت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في ثلاث مراحل (V5 + R1 + R3) أعلى قيمة للتداخل بلغت 3.617 ولم تختلف معنوياً عن النباتات التي رشت بالحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري، وهذا يشير إلى أن توليفة رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري كانت أكثر كفاءة في توجيه عوامل النمو باتجاه زيادة مؤشرات النمو الخضري والانعكاس الإيجابي لذلك في زيادة دليل المساحة الورقية.

جدول (4). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في دليل المساحة الورقية

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	2.803	3.184	3.384	3.436	3.202
بداية التزهير R1	2.801	2.978	3.170	3.189	3.035
بداية تكوين القرنات R3	2.681	2.746	2.916	2.938	2.820
V5+R1+R3	2.771	3.054	3.442	3.617	3.221
أ.ف.م0.05	0.202				0.147
المتوسط	2.764	2.991	3.228	3.295	
أ.ف.م0.05	0.101				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات

محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب)

يظهر من نتائج الجدول (5) أن معاملات التغذية الورقية اثرت معنويا في متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل، إذ تميزت أوراق النباتات التي رشت بالحديد + البورون بأعلى محتوى للكلوروفيل بلغ 35.48 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب إلا أنها لم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد بمفرده التي حققت 35.15 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب في حين حققت معاملة السيطرة أقل متوسط للصفة بلغ 29.62 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب. قد يعود سبب تفوق النباتات التي رشت بالحديد + البورون إلى الدور الحيوي لكلا العنصرين في زيادة نمو النبات، فالحديد يدخل كعامل مساعد ومنشط لتفاعلات تكوين الصبغة الخضراء عبر سلسلة من المركبات تنتهي بتكوين جزيئة الكلوروفيل وأن اصفرار الأوراق الناتج عن نقص الحديد يعكس أهمية هذا العنصر في عملية تكوين الكلوروفيل في النبات (Focus, 2003)، أما البورون فيؤدي دوراً مهماً في نمو النبات إذ يوثر في انقسام الخلايا وتشكل براعم الأوراق ونمو الجذور فضلاً عن زيادة امتصاص العناصر الغذائية وزيادة تركيزها داخل الأنسجة النباتية ولاسيما النتروجين الذي يسهم في تكوين حلقات البورفرين (Porphyrin) التي تدخل في تكوين جزيئة الكلوروفيل (Havlin وآخرون، 2005)، أما سبب عدم اختلافها عن معاملة رش الحديد بمفرده فقد يعود إلى عدم اختلافهما في المساحة الورقية الجدول(3). اثرت مرحلة رش

العناصر الغذائية معنوياً في متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل، فقد تميزت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) بأعلى متوسط للصفة بلغ 35.03 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري التي اعطت 33.79 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب بينما اعطت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 30.65 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب. قد يعود سبب تفوق معاملة التغذية الورقية في مرحلة النمو الخضري بأعلى محتوى للكلوروفيل في الأوراق إلى زيادة جاهزية الحديد والبورون داخل الأنسجة النباتية مما اثر وبشكل إيجابي في زيادة نمو النبات ومن ثم زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل. أما بالنسبة التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان تأثيره معنويا في متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل، إذ حققت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في ثلاث مراحل (V5 + R1 + R3) أعلى قيمة للتداخل بلغت 38.04 ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب إلا أنها لم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري، وتؤكد هذه النتائج دور رش الحديد سواء بمفرده أو بصورة مجتمعة مع البورون في مرحلة النمو الخضري في زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل نتيجة لدخوله كعامل مساعد ومنشط في التفاعلات الكيموحيوية التي تنتهي بتكوين جزيئة الكلوروفيل في الخلايا النباتية.

جدول (5). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ملغم غم$^{-1}$ وزن رطب) ، عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	28.55	32.94	36.54	37.11	33.79
بداية التزهير R1	29.85	31.79	34.54	35.08	32.82
بداية تكوين القرنات R3	30.21	29.59	31.11	31.69	30.65
V5+R1+R3	29.86	33.37	38.84	38.04	35.03
أ.ف.م0.05	2.50				1.85
المتوسط	29.62	31.92	35.26	35.48	
أ.ف.م0.05	1.25				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات .

يلاحظ من نتائج الجدول (6) وجود تأثير معنوي لمعاملات التغذية الورقية في متوسط عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام، فقد استغرقت النباتات التي رشت بالحديد + البورون أياما أكثر حتى النضج التام بلغت 161.00 يوما ولم تختلف معنوياً عن النباتات التي رشت بالحديد

التي استغرقت 160.33 يوما بينما استغرقت معاملة السيطرة التي أياما من أقل حتى النضج التام بلغت 151.25 يوماً، وربما يعود السبب إلى دور التغذية الورقية بالحديد والبورون في تشجيع النمو واطالة المدة للوصول إلى النضج التام (Mengel و Kirkby، 1982). اثرت مرحلة رش العناصر الغذائية معنوياً في متوسط عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام، فقد تطلبت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) أياما أكثر بلغت 160.00 يوما إلا أنها لم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري 157.92 يوما في حين تطلبت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل عدد أيام حتى النضج التام بلغت 154.67 يوماً. قد يعود السبب إلى دور عنصر الحديد والبورون في زيادة مدة مرحلة النمو الخضري وبقية مراحل النمو من خلال زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتوزيع نواتجها على المناطق الفعالة في نمو النبات. كان تأثير التداخل بين عاملي الدراسة معنوياً في متوسط عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام، إذ حققت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في ثلاث مراحل (V5 + R1 + R3) أعلى قيمة للتداخل بلغت 164.33 يوما ولم تختلف معنوياً عن معاملة رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري، ويتبين من هذه التوليفة أهمية الحديد والبورون في نمو وتشكل أعضاء النبات ومن ثم اطالة المدة اللازمة للنضج التام.

جدول (6). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في عدد الأيام من الزراعة حتى النضج التام (يوم)

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B 200 ملغم لتر$^{-1}$	Fe 150 ملغم لتر$^{-1}$	Fe + B 150+200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	152.33	154.67	161.33	163.33	157.92
بداية التزهير R1	150.33	157.00	162.00	159.00	157.08
بداية تكوين القرنات R3	150.00	156.33	155.00	157.33	154.67
V5+R1+R3	152.33	160.33	163.00	164.33	160.00
أ.ف.م0.05	3.28				2.80
المتوسط	151.25	157.08	160.33	161.00	
أ.ف.م0.05	1.64				

أ.ف.م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات .

حاصل بذور النبات الواحد (غم نبات$^{-1}$)

يظهر من نتائج الجدول 7 وجود فروق معنوية بين معاملات التغذية الورقية في متوسط حاصل بذور النبات الواحد، فقد حققت معاملة رش الحديد + البورون أعلى متوسط للصفة بلغ 57.23 غم نبات$^{-1}$ قياساً بمعاملات التغذية الورقية الأخرى ومعاملة السيطرة التي حققت أقل متوسط للصفة بلغ 41.63 غم نبات$^{-1}$، وقد يعزى سبب

تفوق معاملة رش الحديد والبورون إلى تفوقها في عدد الأفرع في النبات والمساحة الورقية (الجدول 2 و3) مما انعكس وبشكل إيجابي على زيادة عدد القرنات في النبات وعدد البذور في القرنة (لم تعرض البيانات) ومن ثم زيادة حاصل بذور النبات. تتفق هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها كل من El-Haggan (2014) وMahadev (2017) الذين اشاروا إلى وجود تأثير معنوي لرش الحديد والبورون في حاصل النبات الواحد من البذور. اثرت مرحلة رش العناصر الغذائية معنوياً في متوسط حاصل بذور النبات الواحد، إذ اعطت النباتات التي رشت في ثلاث مراحل نمو (مرحلة النمو الخضري V5 + بداية التزهير R1 + بداية تكوين القرنات R3) أعلى متوسط للصفة بلغ 53.44 غم نبات$^{-1}$ ولم تختلف معنويا عن النباتات التي رشت في مرحلة النمو الخضري (52.67 غم نبات$^{-1}$) بينما اعطت النباتات التي رشت في مرحلة بداية تكوين القرنات أقل متوسط للصفة بلغ 43.46 غم نبات$^{-1}$. قد يعزى سبب زيادة حاصل بذور النباتات التي رشت بالعناصر الغذائية في مرحلة النمو الخضري إلى تفوقها في عدد الأفرع في النبات الجدول (2) فضلاً عن اعطاءها أعلى النتائج لمكونين من مكونات الحاصل هما عدد القرنات في النبات وعدد البذور في القرنة (لم تعرض البيانات). كان تأثير التداخل بين رش العناصر الغذائية ومرحلة رشها معنويا في حاصل بذور النبات الواحد، فقد اعطت النباتات التي رشت بالحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري أعلى قيمة للتداخل بلغت 62.43 غم نبات1- ولم تختلف معنويا عن معاملة رش الحديد + البورون في ثلاث مراحل (V5 + R1 + R3). يظهر من النتائج أن رش الحديد + البورون عند مرحلة النمو الخضري ادى إلى نمو أفضل ومن ثم الحصول على مكونات حاصل أعلى ولاسيما عدد القرنات في النبات مما ادى إلى زيادة حاصل بذور النبات تحت هذه التوليفة.

جدول (7). تأثير رش البورون والحديد ومرحلة الرش في حاصل بذور النبات الواحد (غم نبات$^{-1}$)

مرحلة الرش	التغذية الورقية (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	السيطرة	B	Fe	Fe + B	
		200 ملغم لتر$^{-1}$	150 ملغم لتر$^{-1}$	150 +200 ملغم لتر$^{-1}$	
النمو الخضري V5	41.70	51.85	54.69	62.43	52.67
بداية التزهير R1	41.50	46.19	52.00	59.09	49.70
بداية تكوين القرنات R3	40.88	43.08	40.54	49.35	43.46
V5+R1+R3	42.42	53.63	59.65	58.03	53.44
أ.ف.م0.05	5.20				2.98
المتوسط	41.63	48.69	51.72	57.23	
أ.ف.م0.05	2.60				

أ. ف. م. : أقل فرق معنوي / B: بورون ، Fe : حديد / كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاث مكررات

موجز **Summary**

من خلال النتائج المتوصل إليها بالتجربة الميدانية نستنتج أن دور الحديد في زيادة كفاءة عملية التمثيلالضوئي وتحفيز صفات النمو الخضري للنبات مما ادى الى زيادة النمو باتجاه ارتفاع النبات ودور البورون في زيادة نقل نواتج التمثيل الضوئي الى مناطق النمو الفعالة

نستنتج أن رش الحديد + البورون في مرحلة النمو الخضري ينتج عنها زيادة في نمو النبات ومن ثم زيادة المساحة الورقية ودليلها وبالتالي زيادة محتوى الاوراق من الكلوروفيل ولأهمية الحديد والبورون في نمو وتشكل اعضاء النبات ومن ثم إطالة المدة اللازمة للنضج التام مما ادى الى زيادة حاصل بذور النبات الواحد

أهم مرحلة تحتاج فيها نباتات فول الصويا رش العناصر الصغرى هي مرحلة النمو الخضري لزيادة نشاط الفعاليات الفسلجية وزيادة انتاج المادة الجافة.

المصادر

الجميلي، إسماعيل أحمد سرحان. 2014. نمو وحاصل ونوعية أصناف من فول الصويا بتأثير السايكوسيل والتغذية الورقية بالنتروجين والبورون. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. ع. ص. 163.

الجميلي، جاسم محمد عباس وإسماعيل أحمد سرحان. 2010. تأثير الكثافات النباتية وتجزئة اضافة السماد البوتاسي على دفعات في نمو وحاصل ونوعية صنفين من فول الصويا (*Glycin max* L. Merrill). مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 8(4) (عدد خاص): 373-393.

الدليمي، بشير حمد عبدالله ، رسمي محمد الدليمي وعماد محمود البدراني. 2007. استجابة صنفين من فول الصويا ((L.) *Glycine max* (Merril للتغذية الورقية بالبورون والتسميد النايتروجين. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 5(2):44 –65.

السعدون، سامي نوري ، نعيم عبد الله مطلك وإسماعيل أحمد سرحان. 2011. تأثي رالرش بتوليفتين من كبريتات الحديدوز والمنغنيز في صفات النمو الخضري لثلاثة أصناف من فول الصويا. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 9(3): 203-214.

الصبيحي، نعيم مطلك ثاني. 2010. تأثير مستويات الفسفور ومواعيد رش كبريتات الحديدوز والمنغنيز في نمو وحاصل صنفين من فول الصويا ((L. *Glycine max*][Merrill. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الأنبار. ع. ص. 74.

علي، نور الدين شوقي ، حمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر. 2014. خصوبة التربة. دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة العربية الأولى. ع. ص. 307.

النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. 1999. خصوبة التربة وتغذية النبات. الطبعة الثانية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل. ع. ص: 381.

Ali, N. S. 2012. Technical of Fertilizers and Their Using. Coll. of Agric. Scientific Research and High Education, Iraq. pp. 203.

Allen, V. B. and D. J. Pilbeam. 2006. Plant Nutrition. Department of Plant Sci. Unin. of Massa-Chusetts. p. 293 - 328.

Bonilla, I.; D. Blevins and L. Bola. 2009. Boron Functions in Plants: Looking Beyond the Cell Wall. Essay 5.2. A Companion to Plant Physiology. 4thEdn. p. 77.

El-Haggan, E. A. L. M. A. 2014. Effect of micronutrients foliar application on yield and quality traits of soybean cultivars. Intl. J. Agric., Crop Sci. 7(11): 908 - 914 .

Tandon, L. H. S. Methods of Analysis of Soils ,Water and Fertiliser. 1993. Fertiliser Development and Consultation Organization .20 4 -204 A BhauotCorrner, 12- Pamposh Enclave, New Delhi.

Timotiwu, P. B.; A. Agustiansyah;E. Ermawati and S. Amalia. 2018. The effects of foliar boron and silica through the leaves on soybean growth and yield. J. Agric. Studies. 6 (3): 34 - 48 .

Vahedi, A. 2011. The effects of micronutrient application on soybean seed yield and on seed oil and protein content. J. Amer. Sci. 7(6): 44 - 49.

Wiersma, J. V. and T. B. Bailey. 1975. Estimation of leaflet, trifoiolate and total leaf area of soybean. Agron. J. 67: 26 - 30 .

Focus, J. 2003. The importance of micronutrients in the region and fertilization. Agro-chemicals Report. 111(1): 15 - 22.

Havlin, J. L.; S. L. Tisdale; W. L. Nelson and J. D. Beaton. 2005. Soil Fertility and Fertilizers, 5thEdn. USA.

Mahadev, G. J. 2017. Effect of Secondary and Micronutrient Application on Growth, Yield and Quality of Soybean (Glycine Max L.). MSc. Thesis, Coll. of Agric.,India. pp. 85.

Martin, P. 2002. Micro-nutrient deficiency in Asia and the Pacific. Regional Conf. for Asia and the Pacific, Singapore.

Mengel, K. and E. A. Kirby .1982. Principles of Plant Nutrition. Intern. Potash Inst., Bern, Switzerland. pp. 776.

Reshma, S. B.; R. B. Nazirkar; R. S Thakare and N. B. Kondvilkar. 2018. Effect of foliar spray of zinc, iron and seed priming with molybdenum on growth and yield attributes and quality of soybean in the rain fed condition of Vertisol. Inter. J. Chem. Studies. 6 (1): 828 - 831 .

Shaaban, M. M. 2010. Role of boron in plant nutrition and human health. Amer. J. Plant Physiol. 5(5): 224 - 240.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Abiometrical Approach. 2ndEdn. McGraw Hill, Book Co., INC. p. 481.