تأثير أضافة المولبيدنم في نمو ومكونات حاصل فول الصويا

عباس خضير عباس جارالله

كلية الزراعة-جامعة بابل

الخلاصة

أجريت تجربة تحت الظروف الحقلية في تربة مزيجة طينية غرينية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وباربعة مكررات لتقييم خمس مستويات من المولبيدنم هي 0 و1و2 و3 و4 كغم هكتار$^{-1}$(هـ) في نمو ومكونات حاصل فول الصويا.

أظهرت النتائج وجود أستجابة معنوية عند مستوى $p\leq0.05$ في زيادة عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف وحاصل المادة الجافة ومكونات الحاصل وحاصل البروتين وامتصاص كل من النتروجين والمولبيدنم أذ أدت زيادة مستوى الاضافة من 0 الى 2 كغم هـ$^{-1}$ الى زيادة حاصل كل من المادة الجافة والحبوب والبروتين وامتصاص كل من النتروجين والمولبيدنم بمقدار 89 و 55 و72 و38 و810% على التوالي كما أكدت النتائج وجود علاقة منحنى خطي Curvilinear بين مؤشرات النبات مع أضافة عنصر المولبيدنم اذ بلغ المستوى الامثل من الاضافة 2 كغم هـ$^{-1}$ في أعطاء اعلى زيادة لتلك المؤشرات. يستنتج من هذه الدراسة وجود استجابة لنبات فول الصويا للتسميد بعنصر المولبيدنم وان اضافة 2 كغم هـ$^{-1}$ كافية لرفع كفاءته في تثبيت النتروجين حيويا وزيادة انتاجية فول الصويا.

Abstract

Field experiment was conducted in silty clay loam soil using a randomized complete design with four replicates. The objective of this study was to evaluate the addition of molybdenum fertilizer on soybean. The treatments consisted five rates of Mo fertilizer (i.e., 0, 1, 2, 3 and 4 Kg Mo ha^{-1}) and their effects on growth and yield components.

Results showed that applied of Mo statically enhancing soybean potentiality and Mo and N absorption. Increasing the level of Mo from 0 to 2 Kg ha^{-1} significantly increased dry matter yield, grain yield, protein content, N and Mo uptake by 89, 55, 72, 38 and 810% respectively. The results of the regression technique confirmed that curvilinear trends were found between plant parameters and Mo fertilizer. The optimum level for improving yield potentially was 2 Kg Mo ha^{-1}. We conclude that addition of 2 Kg Mo ha^{-1} was enough to increase the efficiency of biological nitrogen fixation and production of soybean.

المقدمة

يعد المولبيدنم من المغذيات الصغرى الاساسية للنبات وتأتي اهميته من خلال دخوله في تركيب بعض الانزيمات المهمة كالنتروجينيز Nitrogenase (يسهم في عملية تثبيت النتروجين حيويا للنباتات البقولية) وأختزال النترات Nitrate reductase (له دور في العمليات الحيوية لبناء البروتين) اضافة الى مساهمته في نشاط عدد من الانزيمات هي: Xanthine oxidase وAldehyde oxidase وSulphate oxidase (Lombin,1985; Mendel&Haensch,2002 ; Williams & Silva, 2002 Nicholas,1975 ; Mengel&Kirkby,1982).

يوجد المولبيدنم في التربة اما على صورة معادن اولية (المولبيدبنت Molybdenite والفيومولبيايت Ferrimolybdite والولفينايت Wulenite) او مرتبط مع اكاسيد الحديد والالمنيوم او مرتبط بالمادة العضوية ومنه المتبادل والممتز والذائب (Mortvedt *et al.*,1972 ; Havlin et al.,1999). ويتراوح مداه في الترب الزراعية من 0.2 الى 5.0 وبمتوسط 2.0 ملغم كغم$^{-1}$ بينما يشكل الجاهز منه 12% من محتواه الكلي (Havlin *et al.*,1999) فقد وجد ان محتواه الجاهز والمستخلص باوكزالات الامونيوم يتراوح من 0.07 الى 2.02 ملغم كغم$^{-1}$ في بعض ترب الهند (Rawat & Mathpal,1981). اما في الترب العراقية فقد وجد ان محتواه الكلي يتراوح من 5.8 الى 23.8 بينما بلغ الجاهز والمستخلص باوكزالات الامونيوم من 0.4 الى 1.4 ملغم كغم$^{-1}$ (جمال,1980).

تتأثر جاهزية المولبيدنم بعدة عوامل اهمها : درجة تفاعل التربة pH ومحتوى المادة العضوية ومحتوى ونوع معادن الطين ومعادن الكربونات والكاسيد الحديد والالمنيوم (Karimian ; Jenne,1977 ; Chapman & Pratt,1961 ; Smith *et al.*,1997 ; Smith *et al.*,1987 ; Reddy *et al.*,1997 ; Lindsay,1979 ; & Cox,1978).

يبلغ الحـد الحـرج لمحتوى المولبيدنم الجـاهز والمستخـلص باوكزالات الامونيوم 0.2 ملغـم كغم$^{-1}$ (Tandon,1998) بينما يبلغ محتواه الحرج في النبات 0.1 ملغم كغم$^{-1}$ مادة نباتية جافة اذ يتراوح محتواه في النبات من 0.1 الى 5.0 ملغم كغم$^{-1}$ مادة نباتية جافة (Havlin *et al.*,1999) ويسبب نقصه اعراض مشابهة لاعراض نقص النتروجين كاصفرار الاوراق وتقزمها وتجعدها وانخفاض محتوى كل مـن البروتين وفيتامين C (McCaule,2003 ; Hochmuth *et al.*,2004).

لقـد اشارت عـدد مـن الدراسات الى وجـود استجابـة للمولبيدنم مـن قبل المحاصيل الاقتصاديـة (Sharma *et* ; Sharma & Minhas,1986 ; Rhodes & Kpaka,1982 ; O'Connor *et al.*,2001 *al.*,1987). اما في العراق فلاتزال الدراسات التي تركز اهتمامها على التسميد بعنصر المولبيدنم محدودة فقد وجد عبد الرضا(1997) ان اضافة المولبيدنم بمستوى 1كغم هـ$^{-1}$ ادت الى زيادة حاصل المادة الجافة والحبوب لمحصول فول الصويا بمقدار 147 و 110% على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة ، بينما وجد في دراسة اخرى ان اضافة المولبيدنم بمستوى 0.64 ملغم كغم$^{-1}$ ادت الى زيادة حاصل الحبوب لمحصول فول الصويا بمقدار 16% مقارنة بمعاملة السيطرة (0Mo) (عمادي,1994).

وتأتي أهمية المولبيدنم بدرجة كبيرة للنباتات البقولية التي تسد احتياجاتها من عنصر النتروجين من خلال عملية التثبيت الحيوي له في العقد الجذرية ، ويعد نبات فول الصويا من أهم المحاصيل البقولية الحساسة لنقص المولبيدنم (Katyal & Randhawa,1983) اذ يتراوح محتـواه من عنصر المولبيدنم من 1.0 الى 5.0 ملغم كغم$^{-1}$ (Havlin et al.,1999).

ونظرا لاهمية هذا العنصر المغذي ولقلة الدراسات المتعلقة باستجابة المحاصيل للتسميد به لذا هدفت الدراسة الى تقييم كفاءة استعمال عدة مستويات من المولبيدنم على نبات فول الصويا.

المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة حقلية في حقل دائرة البحوث الزراعية وتكنولوجيا الغذاء في موقع التويثة للموسم الزراعي 2005 - 2006 في تربة مزيجة طينية غرينية Silty clay loam أذ تم تحضير الارض بحراثتين متعامدتين ثم التنعيم والتسوية بعد ذلك قسمت الالواح بمساحة 1120 م^2 (بطول 40 وعرض 28 م) ثم قسم كل لوح الى 40 مرز بطول 40 وعرض 0.4 م بعد ترك مسافة 0.3 م بين مرز واخر. أخذت نماذج للتربة ممثلة للحقل قبل الزراعة عند عمق 0–30 م خلطت ومزجت جيدا وقـدرت الخصائص الفيزيائيـة والكيميائيـة تبعـا للطرائق المستخدمة فـي (Page *et al.*,1982) جـدول (1). أستخـدم مركب مولبيـدات الامـونيوم [$(NH_4)_6MoO_7O_{24}H_2O$] (54% Mo) كمصدر للمولبيدنم وبخمس مستويات هي 0 و1 و 2 و 3 و 4 كغم Mo هـ$^{-1}$ اذ تم مزج بذور فول الصويا (صنف طافة 2) مع السماد بعد اذابته بالماء المقطـر ثـم مزجـت البذور باللقـاح البكتيري الخاص بفـول الصويا *Rhizobium japonicum* (تم الحصول عليه من مركز الهندسة الوراثية التابع لدائرة البحوث الزراعية وتكنولوجيا الغذاء). زرعت 3 – 4 بذرة في كـل جورة ، المسافة بين جورة واخرى 20 سم . بعد الانبات تـم خف النباتات الى نبات واحد لكل جورة واجريت عمليات

التعشيب والسقي مرتين في الأسبوع وحسب حاجة النبات ، أضيف السماد النتروجيني على شكل يوريا (46%) بمستوى 80 كغمN هـ$^{-1}$ وبثلاث دفعات عند الزراعة وبعد شهر من الزراعة وعند مرحلة التزهير كما اضيف السماد الفوسفاتي على شكل سوبير فوسفات الثلاثي (TSP) (P_2O_5 %45) بمستوى 100 كغم P هـ$^{-1}$ وبدفعة واحدة عند الزراعة. عند النضج الكامل تم حصاد النبات وجفف في الفرن (Oven) عند درجة حرارة 65°م ولمدة 48 ساعة. تم تقدير حاصل القش والحبوب ووزن 1000 حبة كما تم تقدير عدد ووزن العقد الجذرية ، تم طحن وزن معلوم من كل من القش والحبوب وغربل بمنخل قطر فتحاته 0.5 ملم وقدر النتروجين الكلي فيهما تبعا لاطرق الموصوفة في (Page et al.,1982) وقدر المولبيدنم بعد هضم النبات باستخدام مزيج من الاحماض الثلاثة H_2SO_4 و$HClO_4$ وHNO_3 وباستخدام الطريقة اللونية تبعا لاطريقة الموصوفة في (Chapman & Pratt,1961) كما قدر محتوى الزيت في البذور باستعمال جهاز Foss-let density apparatus وفقا للطريقة المتبعة من قبل (Usher et al.,1973) ، قدر محتوى البروتين في البذور تبعا للمعادلة (محتوى البروتين = نسبة النتروجين % X 5.8). أستخدم في التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) أذ تضمنت خمسة مستويات للمولبيدنم باربعة مكررات ،حللت النتائج المتحصل عليها أحصائيا كما استخدم اختبار دنكن متعدد الحدود DMRT عند مستوى 0.05 لفحص متوسطات المعاملات المختلفة تبعا لـ (Steel & Torrie,1980).

جدول 1 . بعض خصائص تربة الحقل .

الخاصية (Character)	القيمة (Value)
مفصولات التربة (غم كغم$^{-1}$)	
الرمل	180.0
الغرين	440.0
الطين	380.0
نسجة التربة	مزيجة طينية غرينية
* درجة تفاعل التربة pH	7.42
* التوصيل الكهربائي (ديسي سمنز م$^{-1}$)	3.42
المادة العضوية (غم كغم$^{-1}$)	16.10
النتروجين العضوي (غم كغم$^{-1}$)	1.02
محتوى العناصر الغذائية (ملغم كغم$^{-1}$)	
النترات NO_3-N	30.50
الامونيوم NH_4-N	16.2
الفسفور ($NaHCO_3$)	8.72
البوتاسيوم (NH_4OAc)	266.40
محتوى المولبيدنم (ملغم كغم$^{-1}$)	
المولبيدنم الكلي	3.70
المولبيدنم الجاهز	0.65

* قدرتا في مستخلص عجينة التربة المشبعة.

النتائج والمناقشة

العقد الجذرية

اوضحت النتائج وجود تاثير معنوي عند مستوى $P<0.05$ في عدد والوزن الجاف للعقد الجذرية نتيجة لاضافة المولبيدنم جدول (2) ، لقد ادى زيادة مستوى الاضافة من 0 الى1 و 2 و 3 و 4 كغم هـ$^{-1}$ الى زيادة عدد العقد الجذرية من 12 الى 22 و 38 و 21 و19 عقدة نبات$^{-1}$ وبنسب زيادة بلغت 83 و217 و75 و 58% على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة (0Mo) كما ازداد الوزن الجاف من 46.7 الى 122.3 و 151.7 و 108.5 و 116.8 ملغم نبات$^{-1}$ وبنسب زيادة بلغت 161 و 255 و 132 و 150%.

لقد ادى زيادة مستوى اضافة المولبيدنم من 0 الى 4 كغم هـ$^{-1}$ الى زيادة عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف الا ان نسبة الزيادة انخفضت عند المستويين 3 و4 كغم هـ$^{-1}$ ويعزى زيادة عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف نتيجة لاضافة المولبيدنم الى كونه يدخل في تركيب انزيم النتروجينيز مما يؤدي الى زيادة نشاطه في تكوين العقد الجذرية وزيادة عددها ووزنها وهذا يتفق مع ما وجده كل من (عبد الرضا،1997 ; Rhodes & Wankhade et al.,1992 ; Kpaka,1982).

لقد تفوق المستوى الثالث (2كغم Moهـ$^{-1}$) في اعطاء اعلى نسبة زيادة في كل من من عدد ووزن العقد بينما انخفضت نسبة الزيادة عند المستويين الاخيرين ويعزى ذلك ربما الى كون هذين المستوين من المولبيدنم لهما تأثير مثبط او سمي لنشاط انزيم النتروجينيز ممـا انعكس ذلك على عـدد ووزن العقـد وهذا ما اكده ايضا كل من (عبد الرضا ، 1997 ; Wankhade et al.,1992).

أظهرت نتائج تحليل الانحدار وجود علاقة منحنى خطي Curvilinear بين وزن العقد مع مستوى الاضافة جدول (5) اذ بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد (R) 0.886 مما يؤكد على ان التسميد بعنصر المولبيدنم ادى الى رفع كفاءة التثبيت الحيوي للنتروجين.لقد حصل عبد الرضا (1997) على علاقة مشابهة في دراسته.

مكونات الحاصل

اشارت النتائج الموضحة في جدول (2) وجود تأثير معنوي في مكونات الحاصل (حاصل المادة الجافة وعدد القرنات وحاصل الحبوب ووزن 1000 حبة) بين مستويات المولبيدنم المضاف مع معاملة المقارنة (0Mo) أذ ادت اضافته من 0 الى 2 كغم هـ$^{-1}$ الى زيادة تلك المؤشرات من 3.072 الى 5.805 طن هـ$^{-1}$ لحاصل المادة الجافة ومن 49 الى 88 قرنة نبات$^{-1}$ ومن 1157.2 الى 1798.6 كغم هـ$^{-1}$ لحاصل الحبوب ومن 91.0 الى 127.5 غم لوزن 1000 حبة أذ بلغت نسب الزيادة 89 و 80 و 55 و 40% للمؤشرات على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة. ان الزيادة الحاصلة في مكونات الحاصل نتيجة لاضافة المولبيدنم تؤكد حصول الاستجابة لاضافته على الرغم من ان محتواه الجاهز اعلى من الحد الحرج (0.2 ملغم كغم$^{-1}$) وفقا لـ (Tandon,1998) وربما يعزى ذلك لقلة جاهزيته بسبب تعرضه لتفاعلات الامتزاز بفعل معادن الكربونات والطين.

جدول 2. تأثير مستويات المولبيدنم في العقد الجذرية ومكونات حاصل فول الصويا.

مستوى اضافة Mo كغم هـ$^{-1}$	العقد الجذرية		مكونات الحاصل		
	العدد نبات$^{-1}$	الوزن نبات$^{-1}$	حاصل المادة الجافة (طن هـ$^{-1}$)	حاصل الحبوب (كغم هـ$^{-1}$)	وزن 1000 حبة (غم)
0	12 a*	46.7 a	3.072 a	1157.2 a	91.0 a
1	22 b	122.3 b	5.081 c	1530.5 c	111.0 c
2	38 c	151.7 c	5.805 d	1798.6 d	127.5 d
3	21 b	108.5 b	4.432 b	1436.2 b	108.2 c
4	19 b	116.8 b	4.210 b	1326.1 b	99.2 b

* المتوسطات التي لاتشترك بحرف غير معنوية وفقا لاختبار دنكن متعدد الحدود DMRT عند مستوى 0.05.

جدول 3. تأثير مستويات المولبيدنم في حاصلي البروتين والزيت وامتصاص النتروجين لنبات فول الصويا.

مستوى اضافة Mo كغم هـ$^{-1}$	البروتين	الزيت	امتصاص النتروجين كغم هـ$^{-1}$
	كغم هـ$^{-1}$		
0	392.9 a*	387.7 a	96.5 a
1	561.4 c	363.1 a	108.5 b
2	674.6 d	348.6 a	132.7 c
3	526.0 c	377.3 a	113.0 b
4	472.9 b	396.4 a	100.8 b

* المتوسطات التي لاتشترك بحرف غير معنوية وفقا لاختبار دنكن متعدد الحدود DMRT عند مستوى 0.05.

أن زيادة تلك المؤشرات نتيجة التسميد بهذا العنصر يعزى الى دوره في رفع كفاءة التثبيت الحيوي للنتروجين والعمليات الحيوية لتكوين النتروجين من خلال مساهمته في زيادة نشاط انزيمي النتروجينيز واختزال النترات وهذا ما وجدته عدد من الدراسات (جمال، 1980 ;عمادي ، 1994 ; Jat & Rathore1994 ; Sharma & Minhas,1986,1987 ;O'Connor *et al.*,2001).

ان المستوى 2 كغم Mo هـ$^{-1}$ اعطى اعلى نسبة زيادة في مكونات الحاصل على الرغم من حصول الزيادة في المستويين الاخيرين وقد يعزى ذلك لكون تلك المستويين كانتا اكثر من حاجة الانزيمات مما ساهم في خفض مكونات الحاصل وهذا ما وجد ايضا كل من (عبد الرضا ، 1997 ; Wankhade et al.,1992)

بينت نتائج تحليل الانحدار وجود علاقة من الدرجة الثانية بين مستوى اضافة المولبيدنم وحاصل المادة الجافة وحاصل الحبوب ووزن 1000 حبة جدول (5) اذ بلغت قيم معامل الارتباط 0.895 و0.906 و0.926 على التوالي ان هذه العلاقة تؤكد على ان التسميد بعنصر المولبيدنم ادت الى حصول الاستجابة لنبات فول الصويا.

يمكن استخدام معادلة الدرجة الثانية للتنبؤ بالمستوى الامثل من سماد المولبيدنم لتحقيق اعلى انتاجية حبوب فأستجابة حاصل الحبوب لاضافة المولبيدنم اتبعت المعادلة التالية جدول (5).

$$Y = 1172.83 + 480.72X - 114.09X^2 \quad , \quad R = 0.906$$

فالمستوى الامثل تحقق عند 2.1 كغم هـ$^{-1}$ فان زيادة مستوى الاضافة بواقع 1 كغم Mo هـ$^{-1}$ ادى الى زيادة طردية في حاصل الحبوب بمقدار 480.72 كغم هـ$^{-1}$ لحد المستوى الامثل للاضافة 2.1 كغم هـ$^{-1}$. ان هذا النوع من المعادلات ومعادلات ومودیلات بايولوجية اخرى تم استخدامها لوصف العلاقة بين الانتاجية او مؤشرات النبات مع مستوى العنصر المضاف. (عبد الرضا،1997 ; Mombiela & Nelson,1981 ; Havlin *et al.*,1999).

حاصل البروتين ومحتوى الزيت

أظهرت النتائج ان التسميد بعنصر المولبيدنم ادى الى زيادة معنوية في حاصل البروتين جدول (3) أذ ادت زيادة مستوى الاضافة من 0 الى 2 كغم Mo هـ$^{-1}$ الى زياد حاصل البروتين من 392.9 الى 674.6 كغم هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 62%. ويعزى زيادة حاصل البروتين نتيجة لاضافة المولبيدنم الى دوره في النبات كما ذكر آنفا وهذا ما أكدته عدد من الدراسات (عبد الرضا،1997 ;عمادي ، 1994 ; Sharma & Minhas,1986). لقد ازداد حاصل البروتين من المستوى 0 الى 1 و 2 زيادة طردية بينما انخفضت نسبة الزيادة عند المستويين 3 و4 كغم Mo هـ$^{-1}$ وهذا يعني ان المستوى الثالث من الاضافة (2 كغم هـ$^{-1}$) حقق اعلى زيادة في حاصل البروتين.

كما بينت النتائج عدم وجود تاثير معنوي للتسميد بعنصر المولبيدنم في محتوى الزيت جدول (3) ويظهر على العكس من ذلك بان اضافة المولبيدنم ادت الى خفض محتوى الزيت مقارنة بمعاملة المقارنة وقد يعزى ذلك ربما الى ان اضافة المولبيدنم ادت الى رفع كفاءة التثبيت الحيوي للنتروجين وزيادة امتصاصه مما اسهم في رفع كفاءة العمليات الحيوية لبناء البروتين والذي أثر سلبا على العمليات الحيوية المسؤولة عن تكوين الزيت وادى الى خفض محتواه وهذا ما وجده عدد من الباحثين في دراساتهم (عمادي،1994 ; Wankhade et al.,1992).

وجدت علاقة منحنى خطي بين حاصل البروتين ومستوى اضافة المولبيدنم جدول (5) ان هذه العلاقة تؤكد ان التسميد بهذا العنصر ادت الى زيادة امتصاص النتروجين مما ادى الى زيادة حاصل البروتين .

امتصاص النتروجين

لوحظ من النتائج جدول (3) وجدود فروق معنوية في امتصاص النتروجين عند زيادة مستوى اضافة المولبيدنم فقد ادت اضافته من 0 الى 2 كغم هـ$^{-1}$ الى زيادة امتصاص النتروجين من 96.5 الى 132.7 كغم هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة 38% بينما بلغت نسب الزيادة عند المستويين 3 و 4 كغم Moهـ$^{-1}$ 17 و 5% على التوالي.

ان التسميد بعنصر المولبيدنم ادى الى زيادة امتصاص النتروجين وهذا يعود الى زيادة جاهزيته نتيجة لرفع كفاءة التثبيت الحيوي له ، لقد اشارت النتائج الى ان المستوى 2 كغم Mo هـ$^{-1}$ كان الامثل لتفوقه على بقية المستويات في تحقيق اعلى زيادة في امتصاص النتروجين وهذا ما اكدته دراسات الباحثين (عمادي،1994 ; Jat & Rathore,1994 ; Sharma & Minhas,1986).

بينت النتائج وجود علاقة من الدرجة الثانية بين امتصاص النتروجين واضافة المولبيدنم جدول (5). ان اضافة هذا العنصر بمستوى 1 كغم هـ$^{-1}$ سبب زيادة خطية في امتصاص النتروجين بمقدار 27.68 كغم هـ$^{-1}$

ولحد مستوى2 كغم Mo هـ$^{-1}$ ان أستخدام هذا النوع من المعادلات البايولوجية يبدو جيدا في وصف العلاقة بين مؤشرات النبات مع العنصر المضاف.وهذا ما وجده ايضا (عبد الرضا،1997) .

محتوى وامتصاص المولبيدنم

أوضحت النتائج وجود فروق معنوية في محتوى وامتصاص المولبيدنم بين مستويات الاضافة جدول (4) أذ ازداد محتوى المولبينم من 0.7 الى 4.3 ومن 0.5 الى 2.7 مايكروغرام غم$^{-1}$ لكل من الجزء الخضري والحبوب وبنسبة زيادة مقدارها 6.1 و 5.4 مرة على التوالي عند زيادة مستوى الاضافة من صفر الى 4 كغم هـ$^{-1}$ اما الامتصاص الكلي فقد زاد من 2.73 الى 24.84 غم Mo هـ$^{-1}$ عند زيادة مستوى الاضافة من صفر الى 2 كغم Mo هـ$^{-1}$ أذ بلغت نسبة الزيادة 9.1 مرة وعلى خلاف ذلك فقد انخفضت عند المستويين الثالث والرابع من الاضافة بمقدار 7.6 و 7.9 مرة وهذا يعود الى انخفاض حاصل المادة الجافة عند هذين المستويين.

لقد زاد محتـوى وامتصاص المولبيدنم بزيادة مستوى الاضافة وقـد يعزى ذلك الى زيادة جاهزيته في التربة بالرغـم من ان محتواه الجاهز اصلا هو اعلـى من الحـد الحرج (0.2 ملغم كغم$^{-1}$) (Smith *et al.*,1997) الا ان التسميد بهذا العنصر ادى الى زيادة محتواه وامتصاصه وحصول استجابة في مؤشرات النبات وهذا يعود الى حاجة نبات فول الصويا لهذا العنصر اضافة الى تعرض العنصر الى تفاعلات الامتزاز والترسيب بفعل معادن الكربونات (محتوى معادن الكربونات 300 ملغم كغم$^{-1}$) والطين مما ساهم في خفض جاهزيته وهذا يتفق مع ما حصل عليه عدد من الباحثين (جمال،1980 ; عمادي،1994 ; O'Connor *et al.*,2001 ; Sharma & Minhas,1987 ; Smith *et al.*,1987).

جدول 4. تأثير مستويات المولبيدنم في محتوى وامتصاص المولبيدنم لنبات فول الصويا.

مستوى اضافة Mo كغم هـ$^{-1}$	محتوى المولبيدنم (مايكروغرام غم$^{-1}$)		امتصاص Mo الكلي (غم هـ$^{-1}$)
	الجزء الخضري	الحبوب	
0	0.7 a	0.5 a	2.73 a
1	2.8 b	1.5 b	16.52 b
2	3.6 c	2.2 c	24.84 d
3	3.9 c	2.4 c	20.72 c
4	4.3 d	2.7 d	21.68 c

* المتوسطات التي لاتشترك بحرف غير معنوية وفقا لاختبار دنكن متعدد الحدود DMRT عند مستوى 0.05.

جدول 5. العلاقة بين اضافة المولبيدنم (X) ومؤشرات النبات (Y).

مؤشر النبات	معادلة الدرجة الثانية	*معامل الارتباط (R)
عدد العقد الجذرية	$Y = 11.66 + 17.59X - 4.07X^2$	0.826
وزن العقد الجذرية	$Y = 54.32 + 71.84X - 14.80X^2$	0.886
المادة الجافة	$Y = 3.258 + 2.037 - 0.4685X^2$	0.895
حاصل الحبوب	$Y = 1172.83 + 480.72X - 114.09X^2$	0.906
وزن 1000 حبة	$Y = 91.26 + 28.16X - 6.70X^2$	0.926
حاصل البروتين	$Y = 399.93 + 213.89X - 50.36X^2$	0.919
حاصل الزيت	$Y = 395.53 - 91.30X + 23.61X^2$	0.734
امتصاص النتروجين	$Y = 94.49 + 27.68X - 6.59X^2$	0.888
امتصاص المولبيدنم	$Y = 3.44 + 15.06X - 2.72X^2$	0.967

* قيمة R الجدولية عند مستوي 0.05 و 0.01 هي 0.878 و 0.959 على التوالي.

لوحظ من النتائج وجود علاقة من الدرجة الثانية بين امتصاص المولبيدنم ومستوى الاضافة جدول (5) مما يدل على ان التسميد بهذا العنصر ساهم في زيادة جاهزيته وامتصاصه.

الاستنتاجات

يستنتج من هذه الدراسة مايلي:

1 . وجود استجابة للتسميد بعنصر المولبيدنم.

2. ان المستوى الامثل لاضافة المولبيدنم هو 2 كغم هـ$^{-1}$ وهي كافية لزيادة نمو وانتاجية فول الصويا تحت ظروف هذه الدراسة.

المصادر

جمال ، محمد علي. 1980. مستوى صور المولبيدنم والنحاس وجاهزيتهما في بعض الترب الرسوبية والكلسية في العراق. رسالة ماجستير. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

عبد الرضا ، حسن علي. 1997. تأثير الحديد والمولبيدنم في كفاءة بكتريا الرايزوبيا وفي نمو وحاصل فول الصويا. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

عمادي ، طارق حسن. 1994 . استجابة محصول فول الصويا للمولبيدنم في ظروف الترب الكلسية في وسط العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد (1) 25 : 18 – 24 .

Chapman, H. D., and P. F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Div. of Agric. Sci. University of California, Calif.

Goldberg, S., and H. S. Forster. 1998. Factors affecting molybdenum adsorption by soils and minerals. Soil Sci. 163: 109 – 114.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale, and W. L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient management. Prentice – Hall, Inc., N. J.

Hochmuth, G. D., D. Maynard, C. Vavrina, E. Harlon, and E. Simonne. 2004. Plant Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida. IFAS Extension, University of Florida. Florida.

Jat, R. L., and P. S. Rathore. 1994. Effect of sulphur, molybdenum and Rhizobium inoculation on green gram (*Phaseolus radiatus*). Indian J. Agron. 39(4) :651 – 654.

Jenne, E. A. 1977. Trace element sorption by sediments and soils. In : R. F. Gould (ed.). Molybdenum in the Environment. New York, N. Y. Marcel Dekker.

Karimian, N.,and F. L. Cox. 1978. Adsorption and extractability of molybdenum in relation to some chemical properties of soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 42 : 757 – 760.

Katyal, J. C., and N. S. Randhawa. 1983. Micronutrients (molybdenum). FAO, Fert. Plant Nutr. Bull. 7 :69 – 76.

Lindsay, W. L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wilt & Sons. Inc., N. Y.

Lombin, G.1985. Evaluation of the micronutrient fertility of Nigeria's semi-arid savanna soils : Boron and molybdenum. Soil Sci. Plant Nutr. 31(1) : 13 – 25.

McCaule, A. 2003. Plant Nutrient Functions and Deficiency and toxicity Symptoms. Nutrient Management No. 9. Montana Stat University.

Mendel, K., and R. Haensch. 2002. Molybdonenzymes and molybdenum cofactor in plants. J. Experimental Botany. 53 : 1689 – 1698.

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

Mombiela, F. A., and L. A. Nelson. 1981. Relationships among some biological and empirical fertilizer response models and use of the power of transformations to identify an appropriate model. Agron. J. 73 : 353 – 356.

Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, and W. L. Lindsay. 1972. Miconutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., Madison, WI.

Nicholas, D. J. D. 1975. The Function of Trace Elements in Plant. *In* : D. J. D. Nicholas and A. R. Edam (eds), Trace Elements in Soil – Plant – Animal Systems. New York, USA. PP. 191–198.

O'Connor,G. A., T. C. Granato, and N. T. Bsata. 2001. Bioavailability of biosolids molybdenum to soybean grain. J. Environ. Qual. 30 : 1653 – 1658.

Page, A. L. (ed.). 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. Agrron. Madison, WI.

Rawat, P. S., and K. N. Mathpal. 1981. Micronutrient status of some soils of U. P. Hills. J. Indian Soc. Soil Sci. 29(2) : 208 – 214.

Reddy, K.., L.C. Munn, and L. Wang. 1997. Chemistry and Mineralogy of Molybdenum in Soils. *In* : U. C. Gupta (ed.). Molybdenum in Agriculture. Cambridge University. Cambridge.

Rhodes, E. R.,and M. Kpaka. 1982. Effects of nitrogen, molybdenum and cultivar on cowpea growth and yield on an Oxisol. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 13(4) : 279 – 283.

Sharma, C. M., and R. S. Minhas. 1986. Effect of molybdenum application on the yield and uptake by soybean grain in an Alfisol. J. Indian Soc. Soil Sci. 34 : 314 – 316.

Sharma, C. M., and R. S. Minhas. 1987. Evaluation of extractants for available molybdenum in some acide soils of Himachal Pradesh. J. Indian Soc. Soil Sci. 35 : 329 – 330.

Smith, C., K. W. Brown, and L. E. Deuel.,Jr. 1987. Plant availability and uptake of molybdenum as influenced by soil type and competing ion. J. Environ. Qual. 16(4). (Abstract).

Smith, K. S., L. S. Balistrieri, S. S. Smith, and R. C. Severson. 1997. Distribution and mobility of molybdenum in the terrestrial environment. *In* : U. C. Gupta (ed.). Molybdenum in Agriculture. Cambridge University. Cambridge.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw – Hill, Inc., N. Y.

Tandon, H. 1998. Methods of Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilizers. Fertilizers Development and Consultation Organization, New Delhi, Indian.

Usher, C. D., C. J. Green, and C. A. Smith. 1973. The rapid estimation of fat in various foods using the Foss-let density apparatus. Fd. Technol. 8 : 429 – 437.

Wankhade, S.Z., W. M. Dabre, B. K. Ianjewar, P. Y. Sontakey, and S. C. Takzure. 1992. Effect of seed inoculation with Rhizobium culture and molybdenum on yield of groundnut (*Arachis hypogaes*). Indian J. Agron. 37(2) : 384 – 385.

Williams, R. J. P., and F. de Silva.,Jr. 2002. The involvement of molybdenum in life. Biochemical & Biophysical Research Communications 292 : 293 – 299.