مجلة الزراعة العراقية مجلد13 عدد2 ص53-62 تموز/2008

تأثير طرق إضافة الموليبدينم في كفاءة الرايزوبيا في تثبيت النتروجين الجوي وحاصل الجت

كاظم حسن هذيلي* عبد المهدي صالح الأنصاري* منذر محمد علي المختار**

الملخص

نفذت هذه التجربة في كلية الزراعة – جامعة البصرة لاختبار تأثير إضافة الموليبدينم بمستويات 0 أو 0.2 أو 0.4 ملغم Mo/كغم تربة بطرائق إضافة مختلفة (الإضافة للتربة أو رشاً على المجموع الخضري أو الإضافة مع البذور) والتداخل بينهما في كفاءة الرايزوبيا *Sinorhizobium meliloti* المتخصصة بتثبيت النتروجين الجوي في نباتات ألجت *Medicago sativa* باستخدام تربة ذات ملوحة 8.3 ديسي سيمنز/م في الأصص وتحت ظروف الحقل المكشوف. بينت النتائج حدوث زيادات معنوية في عدد العقد الجذرية وكمية النتروجين المثبتة (كمية الاستيلين المختزلة) والوزن الجاف للجزء الخضري ومحتواه الكلي من النتروجين بمقدار 12، 20، 15 و20% على التوالي باستخدام 0.4ملغم Mo/كغم تربة مقارنة مع عدم إضافة الموليبدينم، ولم يختلف مستوى الإضافة 0.2ملغم Mo/كغم تربة معنوياً عن المستوى 0.4 ملغم Mo/كغم في معظم الصفات المدروسة. وقد تفوقت طريقة إضافة العنصر مع البذور في إعطاء أعلى القيم لمعظم الصفات المدروسة ولكنها لم تختلف معنوياً عن طريقة الإضافة الأرضية في صفات عدد العقد ووزنها الجاف وتركيز النتروجين ومحتواه الكلي والوزن الجاف للأجزاء الخضرية.

اثر التداخل بين مستويات Mo وطريقة إضافته معنوياً في كمية الاستيلين المختزلة ومحتوى النتروجين الكلي من خلال إضافة 0.4ملغم Mo/كغم تربة مع البذور.

المقدمة

يعد الموليبدينم أحد ألعناصر المغذية الصغرى المهمة للبكتريا والطحالب الخضراء والفطريات والنباتات الراقية باعتباره مكوناً اساسياً في العديد من الأنزيمات المهمة فضلاً عن وظائفه وأهميته غير المباشرة وغير التخصصية في أيض النبات (23)، وقد أشار Stout (24) إلى أن النبات يحتاج هذا العنصر بكميات صغيرة جداً لكن تأثيره كبير جداً.

إن للموليبدينم حالات تأكسدية عديدة والشائع منها (+6، +5 و+4) وهذه تتضمن جهداً واطئاً يجعله يشارك في العديد من الأنزيمات التي تتميز بكونها بروتينات ناقلة للالكترونات ذات مراكز متعددة يكون دور الـ Mo فيها عنصراً رابطاً للمواقع وفي الوقت نفسه كموقع لكسب ومنح الالكترونات (23).

تختلف النباتات في احتياجاتها من هذا العنصر اعتماداً على نوع النبات، وبصورة عامة فان أكثر النباتات حساسية لنقص الموليبدينم هي النباتات البقولية كون هذا العنصر يشكل مع الحديد البنية الأساسية في بروتين معقد إنزيم الداينتروجينيز المسؤول المباشر عن اختزال النتروجين الجوي الجزيئي (N_2) وتحويله إلى أمونيا داخل العقد الجذرية للبقوليات ومن ثم تكوين الحوامض الأمينية والبروتينات، فضلاً عن دخوله في تركيب العديد من الأنزيمات الأخرى مثل إنزيم اختزال النترات وإنزيم اختزال الزانثين، وأكسدة السلفايت، كما أن للـ Mo دوراً في زيادة إنتاج الكلوروفيل، وفي نشاط حامض النيكوتينيك الذي يؤدي دوراً مهماً في تحولات الطاقة (26).

جزء من رسالة دكتوراه للباحث الأول.

* كلية الزراعة–جامعة البصرة – البصرة، العراق.

** كلية الزراعة – جامعة بغداد – بغداد، العراق.

تاريخ تسلم البحث: نيسان/2007.

تاريخ قبول البحث: ت2/2007.

وفي النباتات البقولية فان للـ Mo دور مهم في نشوء العلاقة التعايشية وفي وظيفة العقدة الجذرية وتثبيت النتروجين الجوي، فقد أشارت العديد من الدراسات إلى أهميته في تكوين العقد الجذرية وفي زيادة عددها ووزنها ووظيفتها التي تنعكس على زيادة نمو المحصول وحاصل المادة الجافة (2، 3،13).

إن مصادر الموليبدينم السمادية قليلة مقارنة بالمغذيات الصغرى الأخرى وتختلف طرائق إضافة واستعمال هذه الأسمدة باختلاف الظروف الحقلية ونوع المحصول والوسائل المتوفرة، ومن اهم هذه الطرائق الإضافة المباشرة للتربة نثراً أو خلطاً مع التربة أو على الخطوط أو رشاً على سطح التربة كمحاليل ذائبة (19)، أو يخلط مع الأسمدة الفوسفاتية أو المركبة NPK (وهذا يضمن لها تجانساً أفضل عند إضافتها الى التربة). وهناك طريقة الرش الورقي التي يمكن استخدامها لمعالجة النقص الحاصل في أثناء موسم النمو، كذلك معاملة البذور بمركبات الموليبدينم، وهي أكثر الطرائق شيوعاً في الاستخدام لغرض معالجة نقص الـ Mo، إذ تضمن هذه الطريقة إضافة متجانسة للعنصر بشكل اكبر في الحقل، وان كمية الـ Mo التي تغطي البذور كافية لتجهيز ما يحتاجه النبات، وتوجد عدة أساليب لمعاملة البذور بمركبات الموليبدينم بإضافتها إما بطريقة الغبار (dusting) بوجود لواصق خاصة مثل الصمغ العربي، أو بطريقة تلطيخها بمحلول كثيف القوام (Slurry) أو من خلال نقعها (Soaking) في محلول يحوي مركبات الـ Mo بتراكيز معينة (18).

وبالنظر الى أهمية محصول ألجت الذي يعد من بين أهم محاصيل البقول العلفية بسبب قيمته الغذائية العالية وإنتاجه العالي المستمر لمواسم عديدة، واحتوائه على اكبر كمية من البروتين في وحدة المساحة (16)، فضلاً عن دوره المهم في إدامة وتحسين خصوبة التربة ونظراً الى قلة الدراسات حول تأثير الموليبدينم في تثبيت النتروجين الجوي في نباتات الجت في المناطق الجنوبية من العراق ذات الترب الكلسية الملحية فقد أجريت هذه الدراسة لبيان تأثير إضافة مستويات مختلفة من الموليبدينم وبطرائق إضافة مختلفة في كفاءة رايزوبيا ألجت في تثبيت النتروجين الجوي في هذه المناطق.

المواد وطرائق البحث

جلبت كميات من التربة من احدى المزارع في ناحية شط العرب، محافظة البصرة وبعد أن جففت، طحنت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم. تم تحليل بعض صفات التربة الموضحة في جدول (1) حسب الطرائق الموصوفة من قبل Page وجماعته (20).

عبئت التربة في أصص بلاستيكية بمعدل 5 كغم/أصيص. أضيف السماد الفوسفاتي والبوتاسي إلى التربة بكميات ثابتة وبما يعادل 40 كغم فسفور/هكتار على هيئة سوبر فوسفات ثلاثي و40 كغم بوتاسيوم/هكتار على هيئة كبريتات البوتاسيوم.

أضيف الموليبدينم بشكل موليبدات الصوديوم $Na_2MoO_42H_2O$ (40% موليبدينم) بثلاثة مستويات: 0 أو 0.2 أو 0.4 ملغم/كغم تربة (أو ما يعادل 0 أو 0.4 أو 0.8كغم Mo.هـ$^{-1}$) وبثلاث طرائق إضافة:

-الإضافة المباشرة للتربة (Soil Application)

أضيفت إلى تربة الأصص بالمستويات 0، 0.2 و 0.4 ملغم موليبدينم/كغم تربة قبل الزراعة.

-الإضافة رشاً على المجموع الخضري (Foliar spray)

أضيفت الكمية المحسوبة من ألسماد إلى ماء مقطر وبالتراكيز 0، 0.4 و 0.8 غم Mo/ لتر ورشت بعد 20 يوماً وبعد شهر واحد من الزراعة (لتعطي المستويات المدروسة نفسها عند الإضافة الأرضية) وقد أضيفت مادة (Tween 20) مع محلول الرش كمادة ناشرة.

- الإضافة مع البذور (Seed treatment)

تمت تهيئة بذور ألجت (صنف محلي) حيث غسلت بالماء المقطر ثم وضعت في إناء يحوي كمية من الماء المقطر لمدة ساعتين لغرض تسهيل عملية الإنبات، وبعد أخراج البذور وضع قسم منها في أطباق بتري وأضيفت لها الكمية المحسوبة من سماد الموليبدينم (بحيث تعطي نفس المستويات المدروسة من العنصر في الاضافة للتربة) وخلطت معها بشكل متجانس (المعاملة الثالثة من طرائق الإضافة). تمت إضافة الأسمدة قبل يوم واحد من الزراعة ورطبت التربة بما يعادل 75% من السعة الحقلية.

جدول 1: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة المستخدمة في التجربة

الصفة	الوحدة	القيمة
E.C.	ds/m	8.34
pH	-	7.81
O.M.	غم/ كغم	9.22
Total N	غم/ كغم	0.42
Clay	غم/ كغم	423
Silt	غم/ كغم	456
Sand	غم/ كغم	121
Texture	-	Clay loam
$CaCO_3$	غم/ كغم	291
Ca^{++}	سنتيمول/ لتر	1.36
Mg^{++}	سنتيمول/ لتر	1.57
Na^{+}	سنتيمول/ لتر	3.31
K^{+}	سنتيمول/ لتر	0.16
Cl^{-}	سنتيمول/ لتر	4.74
$SO_4^{=}$	سنتيمول/لتر	1.96
HCO_3^{-}	سنتيمول/ لتر	0.25
NO_3^{-}	(ملغم/ كغم)	3.3
NH_4^{+}	(ملغم/ كغم)	12.2
Fe	(ملغم/ كغم)	6.4
Mo	(ملغم/ كغم)	0.46

زرعت البذور في الأصص بمعدل 10 بذرة/ أصيص، خفت بعد الإنبات إلى خمسة في الأصيص وأضيف اللقاح البكتيري السائل وهو عزلة نقية من الرايزوبيا المتخصصة في الجت *Sinorhizobium meliloti* (8) إلى جانب البادرات بمعدل 1 مل لكل بادرة (متوسط الكثافة العددية للقاح 1.18×10^{7} CFU/مل). وبعد أربعة أشهر من الزراعة (في بداية تزهير النباتات) تم تسجيل عدد العقد الجذرية وأوزانها الجافة ثم تم تقدير وزن المادة الجافة للأجزاء الخضرية بعد تجفيف النباتات بالفرن في درجة حرارة 70م لمدة 48 ساعة. وسجل معدل النباتات الخمسة. وبعد هضم النباتات الجافة تم تقدير تركيز النتروجين حسب الطريقة الموصوفة من قبل Cresser وParsons (7)، كما جرى حساب المحتوى الكلي للنتروجين في ألأجزاء الخضرية.

كذلك قيست فعالية إنزيم الداينتروجينيز Dinitrogenase باستخدام الطريقة الموصوفة من قبل Weaver و Frederick (27) والتي تعتمد على كمية الأستيلين المختزلة إلى اثيلين من قبل الأنزيم الموجود في العقد الجذرية، وقد

اجري هذا الفحص في مختبر فصل الغازات في مختبرات الشركة العامة للصناعات البتروكيميائية في البصرة باستخدام جهاز Gas Cromotography (G.C.).

استخدم التصميم العشوائي الكامل بثلاثة مكررات في تنفيذ التجربة. تم تحليل النتائج احصائياً من خلال تحليل التباين ومقارنة المعاملات المفردة وحساب قيم معامل الارتباط ومعادلات الانحدار باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS. اما الفروق بين التداخلات الموجودة بين المعاملات فقد حسبت باستخدام اختبار اقل فرق معنوي المعدل R.L.S.D. وحسب الراوي وخلف الله (1).

النتائج والمناقشة

عدد العقد الجذرية

أدت إضافة الموليبدينم بالمستوى 0.4 ملغم/كغم تربة إلى زيادة معنوية ($p<0.05$) في عدد العقد بنسبة أكثر من 12% إذ ارتفع العدد من 16.1 عقدة/ نبات في معاملة المقارنة إلى 18.1 عقدة/نبات، ولم تختلف هاتان المعاملتان معنوياً عن المعاملة 0.2 ملغم Mo/كغم التي أعطت 17.3 عقدة/ نبات (جدول 2). لقد حصل سعيد وجماعته (5) على نتائج مقاربة في محصول ألجت الحولي وكذلك Jat وRathore (13) في ألماش. وحصل عبد الرضا والمختار (2) على زيادة في أعداد العقد الجذرية النامية على محصول فول الصويا عند التلقيح بسلالة الرايزوبيا 110 وإضافة الـ Mo بالمستويات 0، 0.005، 0.01 و0.045 ملغم/لتر، إذ كانت أعداد العقد الجذرية 8.33، 13.3، 13.66 و9.3/ نبات على التوالي، في حين أشار Hashimoto وYamasaki (11) إلى أن إضافة 130 ملغم Mo لكل لتر من بذور فول الصويا أدى إلى خفض متوسط عدد العقد الجذرية إلى 134.3 عقدة/نبات مقارنة بـ 166.4 عقدة/ نبات عند عدم إضافة Mo.

جدول 2: تأثير مستويات وطرائق إضافة الموليبدينم في عدد العقد الجذرية وأوزانها لنباتات ألجت

مستويات Mo ملغم/كغم / طرق الإضافة	عدد العقد/ نبات			المتوسط	معدل وزن العقدة الجاف (ملغم)			المتوسط	وزن العقد (ملغم/ نبات)			المتوسط
	0	0.2	0.4		0	0.2	0.4		0	0.2	0.4	
ارضي	17.2	18.8	19.1	18.4 a	0.26	0.28	0.27	0.27 a	4.76	5.47	5.33	5.19 a
رشا	13.9	14.3	15.5	14.6 b	0.24	0.26	0.25	0.25 a	3.29	3.70	3.94	3.64 b
مع البذور	17.0	18.7	19.6	18.5 a	0.25	0.25	0.26	0.25 a	4.28	4.89	5.12	4.77 a
متوسط الموليبدينم	16.1 b	17.3 ab	18.1 a	–	0.25 a	0.27 a	0.26 a	–	4.11 b	4.69 a	4.80 a	–

المتوسطات المتبوعة بحروف مختلفة تختلف معنويا عن بعضها

من ذلك يلاحظ إن نتائج الدراسات قد اختلفت حول تأثير الـ Mo في أعداد العقد الجذرية، وفي هذا المجال فقد أوضح Tang وRobson (25) أن Mo يختلف عن Fe في التأثير، إذ أن الحديد يشارك في تكوين العقد الجذرية ولذلك فأن نقصه يؤدي إلى تقليل أعداد العقد في حين إن الموليبدينم يساهم في وظيفة العقدة لافي تكوينها وان نقصه لايؤثر في أعداد العقد الجذرية، بل أن نقصه في بعض الأحيان قد يؤدي إلى زيادة العقد.

اثر الاختلاف في طريقة إضافة السماد معنوياً ($p<0.01$) في هذه الصفة، حيث تم الحصول على أعلى عدد من العقد الجذرية عند استخدام طريقة الإضافة مع البذور والإضافة الأرضية إذ بلغ المتوسط 18.5و18.4 عقدة/نبات على التوالي مقارنة 14.6عقدة/نبات عند الإضافة بطريقة الرش الورقي أي بزيادة 27 و26% على التوالي (جدول 2).

وهنا يمكن ملاحظة عدم كفاءة طريقة الرش الورقي في أعداد العقد الجذرية، ربما يعزى سبب ذلك إلى أن العقد الجذرية تتكون في الأيام الأولى من نمو المحصول قبل ان تبدأ عملية رش السماد والتي تحتاج إلى نمو خضري مناسب ولذلك فان مقدار الاستفادة من الموليبدينم يكون قليلاً جداً. إن معظم الدراسات تشير إلى أفضلية طريقة إضافة أسمدة الموليبدينم مع البذور (10 و12).

وزن العقد الجذرية

لم تؤثر إضافة الموليبدينم معنوياً في متوسط الوزن الجاف للعقدة الواحدة (والتي تراوحت بين 0.25– 0.27 ملغم/عقدة) في حين أثرت إضافته معنوياً ($p<0.05$) في الوزن الكلي للعقد في النبات (جدول 2) والذي ازداد من 4.11 ملغم/ نبات في معاملة المقارنة إلى 4.69 و4.80 ملغم بزيادة بلغت 14 و16% عند استخدام 0.2 و0.4 ملغم Mo /كغم تربة على التوالي، ولم يختلف المستويان الأخيران عن بعضهما معنوياً في التأثير في هذه الصفة. لقد أشارت بعض الدراسات أيضا إلى حدوث زيادة معنوية في أوزان العقد الجذرية بإضافة الموليبدينم (4 و13).

حصل عبد الرضا (1) على زيادة في الوزن الجاف للعقد الجذرية في نباتات فول الصويا بإضافة Mo بالتراكيز 0.01 و0.045 ملغم/ لتر إذ كانت أوزان العقد 37.0 و34.6 ملغم/نبات على التوالي مقارنة بـ 26.3 ملغم/نبات عند عدم إضافة Mo. في حين لم يلاحظ Franco وMunns (9) أي تأثير لإضافة Mo بالتراكيز 0.001 و0.01 و0.1 مايكرومول في وزن العقد الجذرية في نباتات الفاصوليا.

لم تختلف طرائق الإضافة عن بعضها معنوياً في التأثير في متوسط الوزن الجاف للعقدة الواحدة فيما أثرت معنوياً وبمستوى احتمال 0.01 في الوزن الكلي للعقد الجذرية (جدول 2) وقد أعطت كل من طريقة الإضافة الأرضية والإضافة مع البذور أعلى متوسط وزن للعقد بلغ 5.19 و4.77 ملغم/ نبات على التوالي مقارنة بـ 3.64 ملغم عند إضافة سماد الموليبدينم بطريقة الرش الورقي. على العموم فأن زيادة الوزن الكلي للعقد الجذرية عائد في الجزء الأكبر منه إلى زيادة عدد العقد الجذرية أكثر من الزيادة في وزن العقدة الواحدة. لم يؤثر التداخل بين مستويات سماد الموليبدينم وطريقة اضافته في أعداد أو أوزان العقد الجذرية.

نشاط إنزيم Dinitrogenase (اختزال الاستيلين)

أدت إضافة الـ Mo إلى زيادة فعالية الإنزيم معنوياً ($p<0.01$) مع زيادة مستويات الـ Mo المضافة، إذ ازدادت كمية الاستيلين المختزلة من 1724 نانومول/نبات. ساعة عند معاملة المقارنة إلى 1902 و2074 نانومول/نبات. ساعة باستخدام 0.2 و0.4 ملغم Mo/كغم (جدول 3)، أي بزيادة مقدارها 10 و20 % على التوالي.

جدول 3: تأثير مستويات وطرائق إضافة الموليبدينم في كمية الاستيلين المختزلة والوزن الجاف لنباتات ألجت

مستويات Mo ملغم/كغم / طرائق الإضافة	الاستيلين المختزل (نانومول/ نبات.ساعة)			المتوسط	الوزن الجاف (غم /أصيص)			المتوسط
	0	0.2	0.4		0	0.2	0.4	
ارضي	1725	1974	2121	1940 b	3.22	3.67	3.91	3.60 a
رشا	1671	1687	1777	1712 c	3.18	3.24	3.35	3.26 b
مع البذور	1776	2044	2325	2048 a	3.40	3.75	4.04	3.73 a
متوسط الموليبدينم	1724c	1902b	2074a	-	3.27 b	3.56 a	3.77 a	-
اقل فرق معنوي (0.05) للتداخل	154.8			–	N.S.			-

المتوسطات المتبوعة بحروف مختلفة تختلف معنويا عن بعضه

يشترك الموليبدينم بذرّتين في تركيب كل جزيئة من جزيئات الإنزيم، ولذلك فان وجوده ضروري لتخليق الإنزيم وان نقصه يؤدي إلى ضعف في فعالية العقد الجذرية وخفض كمية النتروجين المختزلة والمثبتة، إذ اتفقت جميع الدراسات على أن ذرة الـ Mo هي الموقع الذي يتم فيه ربط النتروجين الجزيئي N_2 بإنزيم Dinitrogenase بسبب قابلية Mo على تكوين أواصر متعددة مع النتروجين وبالتالي القابلية على اختزال وتحطيم الجزيئة وتكوين الامونيا (14).

لقد أوضح Hashimoto وYamasaki (11) أن تجهيز النباتات بالموليبدينم يؤدي إلى تحفيز تخليق إنزيم Dinitrogenase في العقد الجذرية، ووجدا أن إضافة الـ Mo بمعدل 130 ملغم لكل لتر من بذور فول الصويا أدت إلى زيادة كمية الاثيلين المنتج من 6.5 إلى 9.4 مايكرومول/ نبات. ساعة بعد مرور 60 يوماً على الزراعة.

اختلفت طرائق إضافة السماد عن بعضها معنوياً في التأثير في هذه الصفة، وتم الحصول على أعلى فعالية للإنزيم عند الإضافة مع البذور إذ بلغ متوسط كمية الاستيلين المختزلة 2048 نانومول/نبات. ساعة بزيادة معنوية وبنسبة 6% عن طريقة الإضافة الأرضية و20% عن طريقة إضافة العنصرين بالرش الورقي (جدول 3).

اظهر التداخل بين الموليبدينم وطريقة إضافته تأثيراً معنوياً في كمية الاستيلين المختزلة، وبلغت اكبر كمية مختزلة 2325 نانومول/نبات. ساعة باستخدام المستوى الذي يعادل 0.4 ملغم Mo /كغم بطريقة الإضافة مع البذور (جدول 3).

إن فعالية إنزيم Dinitrogenase ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع عدد العقد الجذرية (r=0.804**) ومعدل وزن العقدة الواحدة (r=0.465*) والوزن الكلي للعقد الجذرية (r=0.759**). وقد أوضحت نتائج تحليل الانحدار وجود العلاقة الآتية بين الصفات المدروسة أعلاه:

$$Y = 202.84 + 84.75\ X_1 + 2620.2\ X_2 - 93.98\ X_3 \qquad r = 0.818^{**}$$ إذ (Y)

تمثل كمية الاستيلين المختزلة (نانومول/نبات/ساعة) في نباتات ذات عدد عقد جذرية (X_1) ووزن جاف للعقدة الجذرية (X_2) ملغم/عقدة، ووزن جاف للعقد الجذرية الكلية (X_3) ملغم/نبات.

وزن المادة الجافة للأجزاء الخضرية

أثرت إضافة الموليبدينم معنوياً ($p<0.01$) في الوزن الجاف للأجزاء الخضرية فقد ارتفع متوسط الوزن من 3.27 غم/أصيص عند معاملة المقارنة إلى 3.56 و3.77 غم/ أصيص عند إضافة 0.2 و0.4 ملغم Mo/كغم أي بنسبة زيادة مقدارها 9 و15 % على التوالي (جدول 3). كذلك فقد تأثرت الأوزان الجافة واختلفت معنوياً ($p<0.01$) نتيجة اختلاف طريقة إضافة السماد، وقد أعطت معاملة الإضافة مع البذور أعلى متوسط وزن جاف بلغ 3.73 غم/أصيص ولم تختلف معنوياً عن طريقة الإضافة الأرضية (3.60 غم/أصيص)، وقد تفوقت هاتان الطريقتان على طريقة الإضافة رشاً بنسبة زيادة مقدارها 14% و10% على التوالي (جدول 3). لقد وجد Rhoades وKpaka (21) أن تغليف بذور الفاصوليا بمركبات الموليبدينم بمعدل 400 ملغم/ 100 غرام من البذور أعطى أفضل حاصل وبزيادة 21% عن المقارنة وكان أكثر كفاءة من طريقة الإضافة الورقية.

إن تأثير عنصر الموليبدينم في تكوين العقد الجذرية وأعدادها وأوزانها ووظائفها من ثم في كمية النتروجين المثبت، وزيادة تركيزه وكميته المتصة في النبات سينعكس على نمو المحصول وحاصل المادة الجافة. فقد لاحظ Rhoades وNangju (22) أن تغليف بذور ألماش بالموليبدينم أدى إلى زيادة الحاصل بنسبة 25%، عند استخدام مركب النترامولبيدينم (Nitramolybdenum 4.85%Mo) بمقدار 10 – 20 ملغم/100 بذرة، كما وجد

Rhoades وKpaka (21) أن تغليف بذور الفاصوليا بالنتراموليبدينم بمقدار 0.4غم/100غرام من البذور كان كافياً لإعطاء أفضل حاصل وبزيادة مقدارها 21% عن المقارنة وكان أكثر كفاءة من الإضافة الورقية.

لقد اتضح تأثير عنصر الموليبدينم في الصفات المدروسة أعلاه وعلاقتها بالمادة الجافة من خلال معاملات الارتباط بين الوزن الجاف وكل من الصفات المذكورة إذ كانت قيمة r بين الوزن الجاف وكل من: عدد العقد الجذرية (r=0.675**) ووزن العقدة (r =0.474*) والوزن الكلي للعقد (r =0.696**) وكمية الاستيلين المختزلة (r=0.822**) ونسبة النتروجين (r =0.651**) وكمية النتروجين الممتصة (r =0.983**). وقد أوضحت نتائج تحليل الانحدار وجود العلاقة التالية بين الوزن الجاف وبعض الصفات المدروسة:

$$Y = 0.658 - 0.0243\ X_1 - 2.51\ X_2 + 2.941\ X_3 \qquad r = 0.990^{**}$$

إذ Y تمثل الوزن الجاف (غم/أصيص) لنباتات ذات وزن جاف للعقد الجذرية الكلية X_1 وكمية الاستيلين المختزلة فيها X_2 (نانومول/ نبات. ساعة)، ومحتوى نتروجين كلي X_3 ملغم/نبات.

تركيز النتروجين ومحتواه الكلي في الأجزاء الخضرية

لم تؤثر إضافة الموليبدينم معنوياً في متوسط تركيز النتروجين الذي بلغ 32.5، 33.4 و33.7 غم/كغم عند إضافة 0، 0.2 و0.4 ملغمMo/ كغم على التوالي (جدول 4).

أما المحتوى الكلي للنتروجين فقد ازداد معنوياً من 21.3 ملغمN/ نبات عند معاملة المقارنة إلى 23.9 ملغم/نبات عند إضافة 0.4 ملغمMo/ كغم أي بنسبة زيادة مقدارها 12 و20 % على التوالي، ولم تختلف المعاملتان 0.2 و0.4 ملغمMo/كغم عن بعضهما معنوياً (جدول 4). تتفق هذه النتائج مع ما حصل عليه سعيد (5) في ألجت، عبد الرضا والمختار (2) في فول الصويا وMohandas (17) في الفاصوليا. لم يلاحظ Maatouk وجماعته (15) أية فروق معنوية في النسبة المئوية للنتروجين في أوراق وسيقان وجذور وبذور فول الصويا بإضافة الـ Mo.

جدول 4: تأثير مستويات وطرائق إضافة الموليبدينم في تركيز النتروجين ومحتواه الكلي في الأجزاء الخضرية لنباتات ألجت

مستويات Mo ملغم/كغم / طرائق الإضافة	تركيز النتروجين (غم/كغم)			المتوسط	محتوىالنتروجين الكلي (ملغم/نبات)			المتوسط
	0	0.2	0.4		0	0.2	0.4	
ارضي	32.6	33.5	33.8	33.3	21.2	24.7	26.5	24.1 a
رشا	32.3	33.1	33.1	32.8	20.5	21.5	22.1	21.4 b
مع البذور	32.8	33.7	34.3	33.6	22.4	25.4	27.8	25.3 a
متوسط الموليبدينم	32.5	33.4	33.7	-	21.3b	23.9a	25.5a	-
LSD (P< 0.05)	N.S.			-	1.82			-

المتوسطات المتبوعة بحروف مختلفة تختلف معنويا عن بعضها

لم تختلف طرائق الإضافة عن بعضها معنوياً في التأثير في صفة تركيز النتروجين في النبات إذ بلغت 33.3، 32.8 و33.6 غم/كغم عند الإضافة الأرضية والرش ومع البذور على التوالي، في حين تأثر المحتوى الكلي للنتروجين حيث بلغ أعلى متوسط 24.1 و25.3 ملغم N/ نبات عند الإضافة الأرضية أو مع البذور على التوالي متفوقتان معنوياً على طريقة الإضافة رشاً والتي أعطت 21.4 ملغم N/ نبات، وبنسبة زيادة 13 و18 % على التوالي.

اظهر التداخل بين مستويات الموليبدينم وطريقة إضافته تأثيراً معنوياً في المحتوى الكلي للنتروجين وبلغ أعلى 27.8 ملغم / نبات باستخدام المستوى الذي يعادل 0.4 ملغم Mo/كغم بطريقة الإضافة مع البذور (جدول 4).

تعد صفة محتوى النتروجين في النبات دالة لكل من عدد العقد الجذرية، وزنها ولفعالية إنزيم الـدايناتروجينيز، ولذلك فقد أظهرت معاملات الارتباط علاقات معنوية موجبة بين محتوى النتروجين وكل من: الوزن الكلـي للعقـد (r=0.511**)، وكمية الاستيلين المختزلة (r =0.884**) وأوضحت نتائج تحليل الانحدار وجود العلاقات الآتية بـين الصفات المذكورة آنفاً:

$$Y = 21.38 + 1.582\ X_1 + .047\ X_2 \qquad r = 0.889^{**}$$

إذ Y تمثل محتوى النتروجين الكلي (ملغم/نبات) لنباتات ذات وزن جاف للعقد الجذرية الكلية X_1 وكميـة استيلين مختزلة X_2.

المصادر

1- حسن علي عبد الرضا (1997). تأثير الحديد والموليبدينم في كفاءة بكتريا الرايزوبيا وفي نمو وحاصـل فـول الصويا. رسالة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد، العراق.

2- حسن علي عبد الرضا ومنذر محمد علي المختار (2000). اثر الموليبدينم والحديد في كفاءة بعـض سـلالات البكتريا العقدية المتخصصة على فول الصويا. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 31 (4):191-202.

3- طارق حسن عمادي (1994). استجابة محصول فول الصويا للموليبدينم في ظروف الترب الكلسية في وسط العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 25 (1).

4- كامل صابر سعيد (1989). تأثير اللقاح، النتروجين والموليبدينم على إنتاجية ونوعية ألجت الحـولي. رسـالة ماجستير– كلية الزراعة– جامعة بغداد، العراق.

5- مازن ذنون سعيد؛ محمد رضا عبد الأمير وكامل صابر سعيد (1991). تأثير اللقاح البكـتيري، النتـروجين والموليبدينم على تكوين العقـد الجذريـة ونـسبة النتـروجين في التربـة والنبـات (ألجـت الحـولي) *Medicago spp.*. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 22 (2):125- 136.

6- خاشع محمود الراوي وعبد العزيز محمد خلف الله (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي– جامعة الموصل، العراق.

7- Cresser, M. S. and J. W. Parsons (1979). Sulphuric-perchloric acid digestion of plant material for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. Analytica Chimica Acta, 109:431-436.

8- Cummings, S. P.; D. R. Hamphry and M. Andrews (2001). A review of the current taxonomy and diversity of symbiotic rhizosphere and bulk soil nitrogen fixing bacteria, which are beneficial to plants. The Association of Appl. Biologists, Aspects of Applied Biology, 63:5-18.

9- Franco, A. A. and D. N. Munns (1981). Response of *Phaseolus vulgaris* L. to molybdenum under acid conditions. Soil Sci. Soc. Am., J. 45:1144-1148.

10- Gupta, U.C. and J. A. Macleod (2002). Boron and molybdenum. In: Encyclopedia of Soil Science, Marcel Dekker Inc., 125- 127.

11- Hashimoto, K. and S. Yamasaki (1976). Effect of molybdenum application on the yield, nitrogen nutrition and nodule development of soybeans. Soil Sci. Plant Nutr., 22:435–43.

12- Heckman, J. R. (2000). Molybdenum need of soils and crops in New Jersey. Rutgers Cooperative Extension, N. J. Agric. Exp. Station (www.rce.rutgers.edu.).

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

14- Kim, J.; and D. C. Rees (1992). Structural model for the metal centers in the nitrogenase molybdenum-iron protein. Sci., 257:1677-1682.

15- Maatouk, M. A.; L. I. Abd-El-Latif and N. M. El-Sarangawy (1985). Effect of phosphorus and molybdenum application on nitrogen content and its uptake by soybean at different stages of growth. Bull. Fac. of Agric., Univ. of Cairo. 36(2):1201-1212.

16- Marten, G. C.; D. R. Buxten and R. F. Barnes (1988). Feeding value (forage quality). In: *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Hanson, A. A.; Barnes, D. K. and Hill, R. R. Jr. (eds.):463-491. Am. Soc. of Agron. Monograph No.29. Madison, WI.

17- Mohandas, S. (1985). Effect of presowing seed treatment with molybdenum and cobalt on growth, nitrogen and yield in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil 86:283- 285.

18- Mortvedt, J. J. (1997). Source and Method of Molybdenum fertilization of crops. In: *Molybdenum in Agriculture*; Gupta, U.C., Ed.:171-18 CRC press: Boca Raton, FL.

19- Murphy L. S. and L. M. Walsh (1972). Correction of micronutrient deficiencies with fertilizers. In *Micronutrient in Agriculture*. Mortvedt, j. j; Giordano, P. M. and Lindsay W. L. (Eds) Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wis.

20- Page, A. L.; R. H. Miller and D. R. Keeney (1982). Method of Soil Analysis, Part 1 and 2, 2nd ed. American Soc. Agron.; Soil Sci. Soc., Am. No. 9.

21- Rhoades, E. R and Kpaka, M. 1982, Effect of nitrogen, molybdenum and cultivar on cowpea growth and yield on oxisol. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 13: 279-283.

22- Rhoades, E. R., D. Nangju (1979). Effect of pelleting cowpea and soybean seed with fertilizer dusts. Exp. Agric., 15: 27- 32.

23- Srivastava, P.C. 1997. Biochemical significance of Molybdenum in crop plants. In: *Molybdenum in Agriculture*, Gupta, U.C. ed.:47-69. CRC Press: Boca Ratona, FL.

24- Stout, P. R. (1972). Introduction. in: *Micronutrient in Agriculture*. J. J. Mortvedt; P. M.Giordano and W. L. Lindsay (eds):1-5. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, WI. USA.

25- Tang, C. and A. D. Robson, (1992). The role of iron in the *Bradyrhizobium* legume symbiosis. J. Plant Nutri. 15:2235- 2252.

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

27- Weaver, R. W. and L. R. Frederick (1982). *Rhizobium* . In: Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties 2nd ed. Page, A. L.; Miller, R. H. and Keeny, D. R. (eds) . Soil Sci. Soc. of Am. Madison WI- USA.

Iraqi J. Agric. Vol.13 No.2 pp.53–62 July/2008

EFFECT OF APPLICATION METHODS OF MOLYBDENUM ON RHIZOBIUM EFFICIENCY IN FIXING N_2 AND GROWTH OF ALFALFA

K. H. Huthily* A. S. Al-Ansary* M. M. Almukhtar**

ABSTRACT

A pot experiment was conducted at the College of Agriculture, University of Basrah to study the effect of addition of different levels of molybdenum (0, 0.2 and 0.4) mg Mo/kg soil as $Na_2MoO_4.2H_2O$ (40% Mo) by three application methods (soil application, or foliar spray, or seed treatment) on the efficiency of nitrogen fixation and growth of alfalfa plants.

The results showed that the addition of 0.4 mg Mo/kg soil caused in a significant increase in nodules number, C_2H_2 reduction, nitrogen uptake and dry weight by (12, 20, 20 and 15)%, respectively compared with no addition of Mo. Results also showed that application of 0.4 mg Mo /kg soil didn't significantly differ from the application of 0.2 mg Mo/kg soil in their effect on most of the studied parameters.

Application of Mo with seeds gave the highest values for most of the studied traits , followed by soil application.

Part of Ph.D. thesis of the first author.

* College of Agric.,- Basrah Univ.- Basrah, Iraq.

** College of Agric.,- Baghdad Univ.- Baghdad, Iraq.