



SY0100913

SYRIAN ARAB REPUBLIC
ATOMIC ENERGY COMMISSION (AECS)
DAMASCUS, P.O. BOX 6091



REPORT ON FIELD RECONAISSANCE EXPERIMENT
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

MEASUREMENT OF N₂ FIXATION IN *Sesbania aculeata*
and Sorghum bicolor L. GROWN IN INTERCROPPING SYSTEM
USING ¹⁵N ISOTOPIC DILUTION TECHNIQUE

DR. FAWAZ KURDALI
DR. KHALAF KHALIFA
DR. MUSSADAK JANAT



SY0100913



الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

دمشق - ص.ب. ٦٠٩١

تقرير عن تجربة استطلاعية حقلية

قسم الزراعة

تقدير الكفاءة التثبيتية للأزوت الجوي في زراعة مختلطة

من السيسبان *Sesbania aculeata* وذرّة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor*

باستعمال تقانة الآزوت ^{15}N

الدكتور فواز كرد علي

الدكتور خلف خليفة

الدكتور مصدق جانان

أيلول ٢٠٠١

هـ ط ذ س - ز / ت ت | ٨٨

الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

قسم الزراعة

تقدير الكفاءة التثبيتية للآزوت الجوي في زراعة مختلطة من السيسبان
SORGHUM BICOLOR ونبذة السورغوم العلفية SESBANIA ACULEATA
باستعمال تقانة الآزوت ^{15}N

الدكتور فواز كرد علي

الدكتور خلف خليفة

مصدق جانات

أيلول، ٢٠٠٠

هـ ط ذ س - ز / ت ت إ ٨٨

حقوق النشر:

يسمح بالنسخ والنقل عن هذه المادة العلمية للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع ، أما
النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية مسبقة من إدارة الهيئة .

المحتويات

1	الملخص
2	المقدمة
4	المواد والطرائق
4	موقع الدراسة
4	المعاملات وتصميم التجربة
4	إضافة السماد الموسوم ^{15}N ، جصاد النباتات، والتحليل
5	النتائج والمناقشة
5	إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي
9	نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio
10	نسب وكميات الأزوت المثبت
11	نسب وكميات الأزوت الممتص من التربة ومن السماد
13	انتقال الأزوت
13	الإستنتاجات
14	المراجع
18	الملخص الإنكليزي

تقدير الكفاءة التثبيتية للأزوت الجوي في زراعة مختلطة من السيسبان *Sesbania aculeata* و ذرة

السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* باستعمال تقانة الأزوت ^{15}N

د. فواز كرد علي، د. خلف خليفة، د. مصدق جانات

ملخص

أجريت تجربة حقلية في ظروف غير مألوفة (الناقلية الكهربائية للتربة $EC_e = 0.16$ ولمياه السري $EC_w = 1$ dS/m) على نبات السيسبان *Sesbania aculeata* Pers. و ذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* L. المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط لتقدير إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي إضافة إلى تقدير نسب وكميات الأزوت المثبت والأزوت الممتص من التربة ومن السماد باستعمال طريقة التخفيف النظيري لنظير الأزوت ^{15}N . تمت زراعة السيسبان (ses) والذرة (sor) في الزراعة المختلطة، على سطور، باستخدام ثلاث معاملات هي: خطان من السيسبان مع خط واحد من الذرة (2ses: 1sor)، خط من السيسبان مع خط من الذرة (1ses: 1sor)، خط واحد من السيسبان مع خطين من الذرة (1ses: 2sor).

بينت النتائج تفوق إنتاج المادة الجافة لذرة السورغوم في الزراعة المنفردة على السيسبان المنفرد، في حين لم تلاحظ فروقات معنوية بين الذرة المنفردة من جهة مع معاملات الزراعة المختلطة. وكان محتوى الذرة، في الزراعة المنفردة، من الأزوت أقل من بقية المعاملات. وكانت قيم نسبة المكافئ للأرض (LER) من حيث كميات الأزوت المترجمة، في معظم الحالات، أكبر من الواحد مما يدل على الأهمية الإيجابية لنظام الزراعة المختلط من وجهة نظر كفاءة استعمال الأرض. ازدادت النسب المئوية للأزوت المثبت في نباتات السيسبان، بشكل واضح، عند اتباع أسلوب الزراعة المختلط بالمقارنة مع أسلوب الزراعة المنفرد للسيسبان. نجمت هذه الزيادة رئيسياً من انخفاض مقدرة السيسبان على امتصاص أزوت التربة، نتيجة المنافسة الحادة مع ذرة السورغوم، وبالتالي زيادة اعتماد السيسبان على الأزوت الجوي لسد احتياجاته من هذا العنصر. انخفضت الحدة التنافسية على امتصاص أزوت التربة بين السيسبان والذرة عند زراعتهما بشكل مختلط في المعاملة التي حوت خطين سيسبان وخط ذرة (2ses: 1sor) بحيث امتص النوعان النباتيان كميات متساوية من أزوت التربة والسماد. من ناحية أخرى، لم يلاحظ وجود احتمال لانتقال الأزوت من السيسبان إلى الذرة في معاملات الزراعة المختلطة كافة. لقد أظهرت هذه الدراسة أن اتباع أسلوب الزراعة المختلط للسيسبان

والذرة بنسبة 2 : 1 مناسبة من حيث كمية الأزوت الكلي، وقيمة LER للأزوت الكلي، والأزوت المثبت إضافة إلى التوازن الحاصل في امتصاص أزوت التربة بين المحصولين.

الكلمات المفتاحية: السيسبان، ذرة السورغوم، زراعة مختلطة، تثبيت الأزوت الجوي

مقدمة

يعتبر اتباع أسلوب الزراعة المختلط Mixed cropping للنباتات البقولية والنباتات النجيلية من اساليب الزراعة التقليدية المتبعة في العديد من دول العالم (Fageria, 1995 Haynes, 1980, Kurdali et al., 1996). بين عدد من الباحثين أهمية هذا الاسلوب من الزراعة من حيث زيادة إنتاج المادة الجافة (Fujita et al., 1996; Kurdali et al., 1990) وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي ورفع كفاءة استثمار الأراضي الزراعية (Offori and Stern, 1987; Tobita et al., 1994) إضافة إلى الدور الإيجابي لمخلفات النباتات في التغذية الأزوتية للمحاصيل اللاحقة (Izaurreald et al., 1992; Senaratne and Ratnasingh, 1993). ويقوم المزارعون باتباع هذا الأسلوب من الزراعة في إنتاج نباتات علفية مكونة من البقوليات والنجيليات بهدف زيادة الإنتاج ولرفع القيمة الغذائية للعليقة وزيادة فعالية النباتات البقولية في تثبيت الأزوت الجوي وبالتالي إمداد النباتات بعنصر الأزوت. هناك نماذج مختلفة من الزراعة المختلطة والتي تهدف بالنتيجة إلى رفع إنتاجية المحاصيل نتيجة تحسين قدرتها في الاستفادة من عوامل النمو المختلفة (Willy, 1979). ومن أكثر نماذج الزراعة المختلطة شيوعاً هي الزراعة البينية على سطور Intercropping وذلك بزراعة المحاصيل المختلفة في سطور أو خطوط متناوبة، حيث يؤدي هذا إلى فوائد عديدة أهمها رفع قدرة النباتات في الاستفادة من عوامل النمو المختلفة كالضوء والماء والمغذيات إضافة إلى إمكانية زيادة معدل انتقال الأزوت من النبات البقولية إلى النبات النجيلي (Willy, 1979; Clark and Mayers, 1994).

يعتبر توظيف نظير الأزوت 15 من التقانات الهامة لقياس كفاءة تثبيت الأزوت الجوي في أنظمة الزراعة المختلطة وللتفريق بين مصادر الأزوت المختلفة في النباتات. تعتبر هذه التقنية مفيدة في دراسة ظاهرة

المنافسة بين المحاصيل الزراعية في الزراعة المختلطة من حيث امتصاص الأزوت، إضافة إلى تحديد كمي لمعدل انتقال الأزوت من النبات المثبت إلى النبات غير المثبت المجاور (Kurdali et al., 1990, 1996).

يعد نبات السيسبان من النباتات البقولية سريعة النمو وذات قيمة علفية جيدة وذات قابلية تذوق مناسبة للحيوانات الزراعية. كما يعتبر هذا النوع من أكثر المحاصيل البقولية استخداماً كأسمدة خضراء (Kanakaner et al., 1998). كما بينت الدراسات أن نبات السيسبان جيد التأقلم في أنواع مختلفة من ترب (رملية وطينية) وذو تحمل جيد للملوحة وللغدق (Sandu and Haq 1981).

لقد بينت بعض الدراسات أهمية زراعة ذرة السورغوم بشكل مختلط مع أنواع مختلفة من النباتات البقولية كالقول السوداني (Barik et al., 1998) وفول الصويا (Ofosu-Budu et al., 1993) ونبات Pigeonpea (Kumar Rao et al., 1987) مقارنة بالزراعة المنفردة لهذه المحاصيل. ولا توجد أي دراسات سابقة حول زراعة السيسبان مع ذرة السورغوم، وبالتالي، يعد هذا العمل جديداً لتقييم سلوك هذين النوعين النباتيين في نظام الزراعة المختلط، بحيث تهدف إلى مايلي:

- 1- تقييم الزراعة المختلطة لنبات السيسبان وذرة السورغوم العلفية المزروعين بنسب مختلفة، وذلك من حيث إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي و كفاءة استعمال الأرض بالمقارنة مع الزراعة المنفردة لهما.
- 2- قياس كفاءة تثبيت الأزوت الجوي في السيسبان المزروع منفرداً أو مختلطاً مع ذرة السورغوم العلفية.
- 3- تقييم حدة المنافسة بين الأنواع المدروسة في امتصاص أزوت التربة
- 4- اختبار امكانية انتقال الأزوت من النبات البقولي إلى النبات النجيلي
- 5- اختيار النسبة المثلى للمحصولين عند اتباع اسلوب الزراعة المختلط.

المواد والطرائق

موقع الدراسة

أجريت التجربة في حقول محطة دير الحجر الواقعة في جنوب شرق مدينة دمشق (33° 21', 36° 28'E) وبارتفاع 617 م عن سطح البحر، وذلك في تربة كان المحصول السابق المزروع فيها الشعير. كان توصيف التربة على الشكل الآتي: تربة من النوع Aridisol (بنية صفراء)، pH: 8.6، الناقلية الكهربائية EC_e: 0.16 ميلليموه/سم، المادة العضوية 0.82%، الفوسفور المتاح 6.1 جزء بالمليون، N: 0.09%.

المعاملات وتصميم التجربة

زرعت بذور السيسبان في سطور تبعد عن بعضها البعض 30 سم بين النباتات 15 سم، واتبع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربع مكررات. بلغت مساحة القطعة التجريبية 25 متراً مربعاً (5*5م) وكانت المعاملات على الشكل التالي:

- 1- ذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* (زراعة منفردة)، (sor).
- 2- سيسبان *Sesbania aculeata* (زراعة منفردة)، (ses).
- 3- زراعة مختلطة من السيسبان والذرة (سطر سيسبان وسطر ذرة)، (1ses:1sor). انظر اللوحة المرفقة.
- 4- زراعة مختلطة من السيسبان والذرة (سطران سيسبان وسطر ذرة)، (2ses:1sor). انظر اللوحة المرفقة.
- 5- زراعة مختلطة من السيسبان والذرة (سطر سيسبان وسطران ذرة)، (1ses:2sor). اللوحة المرفقة.

إضافة السماد الموسوم ¹⁵N، حصاد النباتات، والتحليل

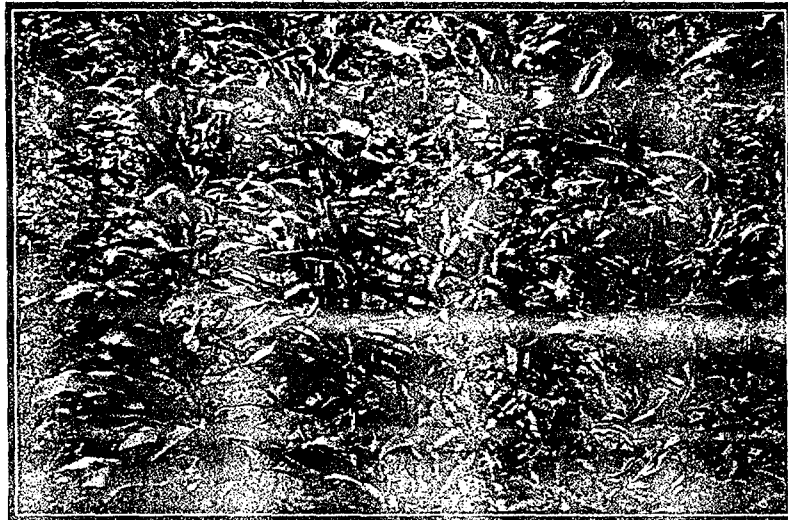
أضيف 500 ملليتر من محلول يحوي يوريا فوق مساحة قدرها 1.2 متراً مربعاً لكل قطعة تجريبية (بمعدل 20 كغ N/هـ)، بحيث بلغت النسبة المئوية للنظير ¹⁵N فيه 9.7336%، فوق المستوى الطبيعي. حصد المجموع الخضري للنباتات بعد مضي ثلاثة أشهر ونيف ومن الزراعة، وذلك باعتيان خطين بطول 60 سم



(1ses:1sor) ، (سطر سيسبان و سطر ذرة)



(2ses:1sor) ، (سطران سيسبان و سطر ذرة)



(1ses:2sor) ، (سطر سيسبان و سطران ذرة)

من مركز المنطقة الموسومة لإجراء التحاليل المتعلقة بقياس ^{15}N ، أما المنطقة المتبقية فقد استعملت لتقدير إنتاج المادة الجافة. جففت العينات النباتية بدرجة حرارة 70 مئوية لمدة 72 ساعة. قدر الأزوت الكلي وفق طريقة كلاهل. وحددت $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ % باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Emission Spectrometer, Jasco-150, Japan) واستخدمت معادلة Fried and Middelboe 1977 لحساب النسب المئوية للأزوت المثبت. كما خضعت البيانات إلى تحليل التباين ANOVA وحسب أقل فرق معنوي LSD على مستوى 0.05 لتبيان معنوية الفروقات بين متوسطات المعاملات المدروسة.

تم تقدير نسبة المكافئ للأرض لتقدير فعالية الزراعة المختلطة مقارنة بالزراعة المنفردة (Kurdai et al., 1996) وذلك باستعمال المعادلة التالية (Ofori and Stern, 1987):

$$LER=(Y_{ij}/Y_{ii})+(Y_{ji}/Y_{jj})$$

LER: نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio

Y_{ii} : إنتاج المادة الجافة أو الأزوت الكلي (كغ/هـ) لنبات الذرة العلفية المزروع منفرداً

Y_{jj} : إنتاج المادة الجافة أو الأزوت الكلي (كغ/هـ) لنبات السيسبان المزروع منفرداً

Y_{ij} : إنتاج المادة الجافة أو الأزوت الكلي (كغ/هـ) لنبات الذرة العلفية المزروع مختلطاً

Y_{ji} : إنتاج المادة الجافة أو الأزوت الكلي (كغ/هـ) لنبات السيسبان المزروع مختلطاً

النتائج والمناقشة

إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي:

يبين الجدول 1 إنتاج المادة الجافة في نبات السيسبان و ذرة السورغم العلفية في كل من الزراعة المنفردة والزراعة المختلطة.

كان إنتاج المادة الجافة في ذرة السورغم المزروع منفرداً أعلى معنوياً من السيسبان المنفرد. ولم تلاحظ أية فروقات معنوية في إنتاج المادة الجافة بين معاملة الذرة المنفردة والمعاملات المختلطة، بلغت قيم إنتاج المادة الجافة 15629 و 11275 و 13358 و 13106 و 14852 في كل من المعاملات التالية: الذرة المنفردة

والسيسبان المنفردين والمعاملات المختلطة 2ses:1sor، 1ses:1sor، 1ses:2sor، على التوالي. ولم تلاحظ أية

فروقات معنوية بين معاملات الزراعة المختلطة.

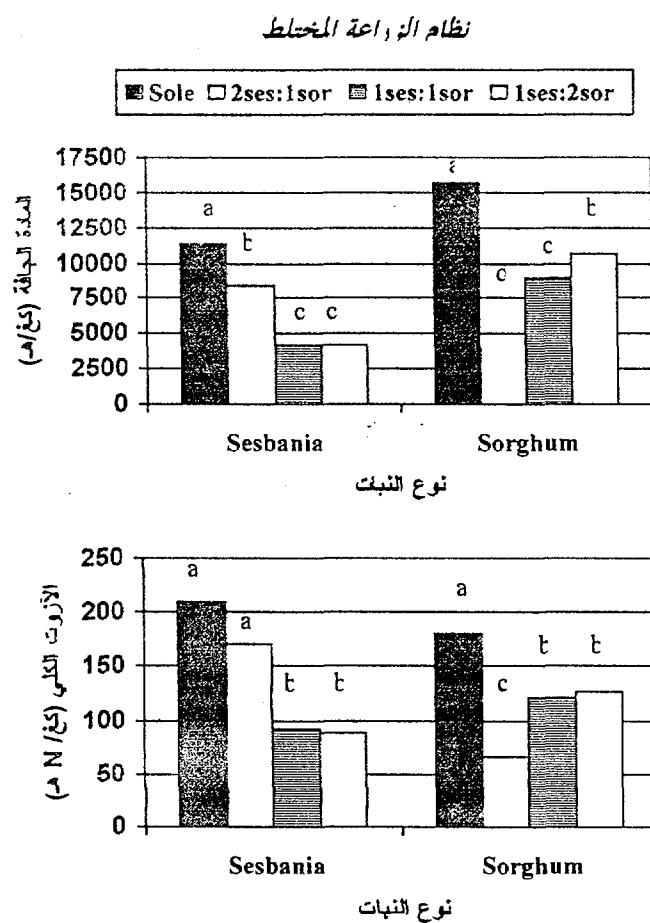
الجدول 1: الإنتاج الكلي للمادة الجافة والأزوت الكلي وكميات الأزوت الكلية الممتصة من السماد Ndff ومن التربة Ndfs والثبة Ndfa في نباتات السيسان *Sesbania aculeata* و ذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* المزروعة منفردة أو بشكل مختلط (سطران سيسان وسطر ذرة 2ses:1sor، سطر سيسان وسطر ذرة 1ses:1sor، سطر سيسان وسطر ذرة 1ses:2sor).

نظام الزراعة	المادة الجافة (كغ/هـ)	الأزوت الكلي (كغ/هـ)	Ndff (كغ/هـ)	Ndfs (كغ/هـ)	Ndfa (كغ/هـ)
زراعة منفردة					
Sesbania (ses.)	11275b	210a	12.6b	115.9b	81.5a
Sorghum (sor.)	15629a	181b	17.9a	163.1a	-
زراعة مختلطة					
2ses.: 1sor.	13358ab	238a	12.7b	119.8ab	105.5a
1ses.: 1sor.	13106ab	214a	12.5b	125.0ab	76.5a
1ses.: 2sor.	14852ab	216a	12.7b	123.2ab	80.1a

الأحرف، ضمن كل عمود، المشار إليها بأحرف متشابهة لا تختلف معنوياً على مستوى ثقة 0.05

على الرغم من تفوق نباتات السورغوم المزروعة منفردة في إنتاج من المادة الجافة على بقية المعاملات المدروسة، لم يسلك الأزوت الكلي الممتص السلوك نفسه، إذ كانت كمية الأزوت الكلي الممتص من قبل الذرة المنفردة أدنى كمية بالمقارنة مع بقية المعاملات الأخرى وبفروقات معنوية مؤكدة. وبلغت القيم 181، 210، 238، 214 و 216 كغ N / هـ في معاملة الذرة المنفردة sor و معاملة السيسان المنفرد ses والمعاملات المختلطة (سطران سيسان وسطر سورغوم 2ses:1sor، سطر سيسان وسطر سورغوم 1ses:1sor و سطر سيسان و سطران سورغوم 1ses:2sor، على التوالي. ومن الملاحظ أن كمية الأزوت في السيسان المنفرد تقارب كميات الأزوت في المعاملات المختلطة، مع وجود منحى نحو زيادة الأزوت الكلي الممتص، للمعاملة المختلطة التي احتوت خطين من السيسان مع خط واحد من السورغوم 2ses:1sor بالمقارنة مع بقية المعاملات (الجدول 1). لذلك يمكن الاستنتاج من خلال تقارب أو ارتفاع قيم الأزوت الكلي في المعاملات المختلطة مقارنة بالمنفردة الأهمية الإيجابية لأسلوب الزراعة المختلط كما ونوعاً (Kurdali et al., 1996).

يبين الشكل 1 إنتاج المادة الجافة وكميات الأزوت المتراكمة في كل من السيسبان وذرة السورغوم في المعاملات المختلطة إضافة إلى المعاملات المنفردة. ويلاحظ من هذا الشكل انخفاض إنتاج المادة الجافة للذرة وللسيسبان في المعاملات المختلطة لدى المقارنة مع الزراعة المنفردة لكل منهما، مما يشير إلى حدوث منافسة بين النوعين على عوامل النمو، وهذه النتائج متوافقة مع تلك التي حصل عليها (Tobita et al., 1994).



الشكل 1: إنتاج المادة الجافة و الأزوت الكلي في كل من السيسبان (*Sesbania aculeata* (ses) وذرة السورغوم (*Sorghum bicolor* (sor) المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط.

من المعروف أن إنتاج المادة الجافة لنوع نباتي ما يزداد نتيجة لزيادة كثافته، إلى حد ما، في ظروف الزراعة المختلطة (Fujita et al., 1990). كانت مساهمة نباتات السيسبان في إنتاج المادة الجافة للمعاملة 2ses:1sor (8379 كغ/هـ) أقل من مساهمة نبات الذرة (4980 كغ/هـ)، في حين كانت مساهمة الذرة في المعاملة 1ses:2sor أعلى (10588 كغ/هـ) من مساهمة السيسبان (4264 كغ/هـ)، (الشكل 1). أما عند زراعة السيسبان والذرة بنسب متقاربة 1ses:1sor كان إنتاج المادة الجافة للذرة (8923 كغ/هـ) أعلى، بشكل واضح، من السيسبان (4183 كغ/هـ)، (الشكل 1)، وهذا إن دل على شيء فإنه يدل على أنه إذا تواجدت الأنواع النباتية (نجيلي وبقولي) بنسب متشابهة في الزراعة المختلطة، كما هو الحال في المعاملة 1ses:1sor، فإن النبات الذي يتمتع بقدرة تنافسية أكبر هو الذي سيساهم بشكل أفضل في الإنتاجية والذي يكون غالباً، النبات النجيلي (Fujita et al., 1990).

أما من حيث كميات الأزوت المترakمة فقد كان منحنى النتائج مشابهاً لمنحنى نتائج إنتاج المادة الجافة حيث بلغت الكميات 171، 92، و 89 كغ N/هـ للسيسبان، و 67، 122، و 127 كغ N/هـ للذرة، وذلك للمعاملات المختلطة 2ses:1sor و 1ses:1sor و 1ses:2sor، على التوالي.

على الرغم من انخفاض الكثافة النباتية لكل نوع من الأنواع المدروسة في الزراعة المختلطة مقارنة بالمنفردة، كانت كمية الأزوت التي راكمها السيسبان في المعاملة 2ses:1sor 171 كغ N/هـ لا تختلف معنوياً عن الكمية التي راكمتها نباتات السيسبان في الزراعة المنفردة 210 كغ N/هـ رغم استعمال ثلثي المساحة في زراعة السيسبان والثلث الآخر في زراعة ذرة السورغوم.

عند خفض نسبة نباتات السيسبان في الزراعة المختلطة (المعاملتان 1ses:1sor و 1ses:2sor) انخفضت كميات الأزوت في هذا النوع وازدادت في ذرة السورغوم المتاخمة. وعلى الرغم من اختلاف الكثافات النباتية للسيسبان والذرة بين هاتين المعاملتين فقد كانت كميات الأزوت فيهما متقاربة (الجدول 1). و بالنظر إلى الشكل 1 الذي يبين كميات الأزوت المترakمة في كل من السيسبان والذرة ضمن هاتين المعاملتين نجد أن القيم كانت متقاربة حيث بلغت في السيسبان 92 و 89 كغ N/هـ وفي الذرة 122 و 127 كغ N/هـ في

المعاملتين 1ses:1sor و 2ses:1sor ، على التوالي. في حين كان السلوك مختلفاً في المعاملة 1Sor2:1Sor. حيث كانت كمية لأزوت المتراكمة في السيسبان (171 كغ N/هـ) أكثر من الذرة (67 كغ N/هـ)، والعكس تماماً في المعاملتين المختلطتين الأخريتين.

نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio

يعد مفهوم نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio والمعبر عنه بالمصطلح LER، (Mead and Willey 1980; Offori and Stern, 1987) والذي تمت مناقشته من قبل Fageria 1992 مؤشراً لتقييم فعالية الزراعة المختلطة والذي يعبر عن المساحة اللازمة التي تتطلبها الزراعة المنفردة للحصول على الإنتاج الذي تعطيه الزراعة المختلطة.

كانت قيم LER للمادة الجافة في المعاملتين 1ses:1sor و 2ses:1sor أكبر من الواحد (1.06)، أي يلزم 6% مساحة أرض إضافية للزراعة المنفردة بغية الحصول على إنتاج الزراعة المختلطة. أما في المعاملة 1Sor:1Sor. فقد كانت القيمة أقل من الواحد (0.94) مما يدل على تأثير سلبي (بسوية طفيفة) لهذه النسبة من زراعة السيسبان والذرة مقارنة بالزراعة المنفردة (الجدول 2).

الجدول 2 : نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio للمادة الجافة والأزوت الكلي في السيسبان لERz و ذرة السورغوم LERi في ثلاث نظم للزراعة المختلطة

LER	نظام الزراعة المختلط		
	2ses.:1sor.	1ses:1sor.	1ses:2sor.
المادة الجافة			
LER i	0.32	0.57	0.68
LERz	0.74	0.37	0.38
LER (كلي)	1.06	0.94	1.06
أزوت كلي			
LER i	0.37	0.67	0.70
LERz	0.81	0.44	0.42
LER (كلي)	1.18	1.11	1.12

وفيما يتعلق بقيمة LER للأزوت الكلي في النباتات ، فقد بينت النتائج أن القيم كانت أكبر من الواحد في معاملات الزراعة المختلطة كافة مشيرة بذلك إلى استخدام أفضل للأزوت المتاح من قبل المعاملات المختلطة مقارنة بالمنفردة. كانت أعلى قيمة لـ LER في المعاملة المختلطة 2ses:1sor (1.18) أي يلزم 18% مساحة أرض إضافية للزراعة المنفردة لإنتاج أزوت كلي يماثل ما أعطته الزراعة المختلطة.

نسب وكميات الأزوت المثبت

يبين الجدول 3 النسب المئوية للنظير ^{15}N فوق المستوى الطبيعي في السيسبان والذرة المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط. كانت نسبة الإغناء ^{15}N % في الذرة أعلى من نباتات السيسبان مما يدل على قدرة العقد الجذرية الناجمة من الريزوبيا المستوطنة في التربة على تثبيت الأزوت الجوي.

تراوحت كميات الأزوت المثبتة في السيسبان، خلال الفترة الكاملة للتجربة، من 77 حتى 105 كغ/هـ، ولكن لم تلاحظ فروق معنوية في كميات الأزوت المثبتة بين مختلف المعاملات على الرغم من تفوق المعاملة 2ses:1sor على بقية المعاملات الأخرى. أما من حيث النسب المئوية للأزوت المثبت فقد كانت النسب مرتفعة في السيسبان المختلط مقارنة مع السيسبان المنفرد، حيث بلغت القيم 39، 62، 83 و 90% في السيسبان في المعاملة المنفردة و المعاملات المختلطة 2ses:1sor و 1ses:1sor و 1ses:2sor على التوالي (الجدول 3). يعود السبب في زيادة النسب المئوية للأزوت المثبت في نباتات السيسبان في الزراعة المختلطة مقارنة بالمنفردة إلى انخفاض مقدرة السيسبان على امتصاص أزوت التربة، نتيجة المنافسة الحادة مع ذرة السورغوم، وبالتالي زيادة اعتماد السيسبان على الأزوت الجوي لسد متطلباته من هذا العنصر، وهذا يتماشى مع نتائج أبحاث أخرى شملت أنظمة زراعية مختلفة (Kurdali et al., 1996, Kurdali et al., 1992; Hardarson et al., 1988; Izaurrald et al., 1992).

الجدول 3: تأثير الزراعة المختلطة والمنفردة للسيبان وذرة السورغوم العلفية على نسب وكميات الأزوت الممتصة من السماد Ndff ومن التربة Ndfs والنتية Ndfa في كل من نباتات السيبان *Sesbania aculeata* وذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* المزروعة منفردة أو بشكل مختلط

نوع النبات	نظام الزراعة	%15N excess	Ndff		Ndfs		Ndfa	
			%	(كغ/هـ)	%	(كغ/هـ)	%	(كغ/هـ)
<i>Sesbania</i>	منفرد	0.5883a	6.0a	12.6a	55.2a	115.9a	38.8c	081.5a
	2ses:1sor.	0.3683b	3.8b	6.5b	34.5b	059.0b	61.7b	105.5a
	1ses:1sor	0.1618c	1.7c	1.6c	15.1c	013.9c	83.2a	076.5a
	1ses:2sor	0.0965c	1.0c	0.9c	09.0c	008.0c	90.0a	080.1a
<i>Sorghum</i>	منفرد	0.9616a	9.9a	17.9a	90.1a	163.1a	-	-
	2ses:1sor.	0.8968a	9.2a	06.2c	90.8a	060.8c	-	-
	1ses:1sor	0.8663a	8.9a	10.9b	91.1a	111.1b	-	-
	1ses:2sor	0.9073a	9.3a	11.8b	90.7a	115.2b	-	-

الأحرف، ضمن كل عمود، المشار إليها بأحرف متشابهة لا تختلف معنوياً على مستوى ثقة 0.05

نسب وكميات الأزوت الممتصة من التربة ومن السماد

من الواضح أن التربة هي المصدر الرئيس لأزوت السيبان (116 كغ/هـ) وأزوت الذرة (163 كغ/هـ) في الزراعة المنفردة (الجدول 1). كانت نباتات الذرة أكثر كفاءة من السيبان في المقدرة على امتصاص أزوت التربة والسماد. انخفضت كميات الأزوت الممتصة من السماد Ndff ومن التربة Ndfs في النوعين النباتيين عموماً نتيجة الزراعة المختلطة. وكانت درجة انخفاض كميات الأزوت الممتصة في السيبان أكبر من الذرة بحيث انخفض هذا المؤشر نتيجة الزراعة المختلطة. ففي المعاملة 1ses:1sor كانت كميات الأزوت الممتصة من السماد ومن التربة في نباتات الذرة (10.9 و 111 كغ N/هـ، على التوالي) أكبر مما امتصته نباتات السيبان (1.6 و 13.9 كغ N/هـ، من السماد ومن التربة، على التوالي). وفي الاتجاه ذاته، امتصت نباتات الذرة في المعاملة 1ses:2sor كمية أكبر من أزوت السماد والتربة (11.8 و 115 كغ N/هـ، على التوالي) مقارنة بما امتصه السيبان (0.9 و 8 كغ N/هـ، من السماد ومن التربة، على التوالي). غير أن كلا النوعان في المعاملة 2ses:1sor امتصا كميات متساوية من أزوت التربة (بحدود 60 كغ N/هـ)،

ومن أزوت السماد (بحدود 6 كغ N/هـ). تشير البيانات السابقة إلى أن امتصاص الأزوت من التربة من قبل المحاصيل في الزراعة المختلطة قد تأثر بنسب تواجدها في المعاملة المختلطة. أما زيادة كميات الأزوت الممتصة من السماد ومن التربة في الذرة مقارنة بالسيبان في المعاملتين 1ses:1sor و 1ses:2sor فيشير إلى تفوق المحصول النجيلي على البقولي من حيث استثمار أزوت التربة.

كانت نسبة مساهمة الأزوت الجوي في كمية الأزوت الكلي في نباتات السيبان في الزراعة المختلطة أكبر منه في الزراعة المنفردة (الجدول 3). وهذا ناجم من زيادة القدرة التنافسية لنباتات السورغوم في الحصول على أزوت التربة.

يؤدي ارتفاع حاجة المحاصيل، في الزراعة المختلطة، لعنصر الأزوت إلى منافسة حادة على الأزوت المتاح في التربة. وتعتبر النباتات النجيلية عموماً أكثر قدرة تنافسية من النباتات البقولية حين اتباع هذا الأسلوب من الزراعة.

جرى تبيان المقدرة التنافسية المرتفعة للنجيليات على امتصاص أزوت التربة مقارنة مع البقوليات في أنظمة الزراعة المختلطة في العديد من الدراسات (Kurdali et al., 1996; Haynes, 1980). فقد بين Haynes 1980 أن جذور النجيليات عموماً أطول وأرفع وذات تفرعات أكبر من البقوليات مما يجعلها أكثر قدرة على استثمار أزوت التربة، وهذا ما يضيف على النجيليات تفوقاً وقدرة تنافسية كبيرة مقارنة بالبقوليات على امتصاص العناصر الغذائية (Kurdali et al., 1996) و الماء (Arsalan and Kurdali 1996).

بين Danso et al., 1991 أهمية وجود توازن بين النجيليات والبقوليات في الزراعة المختلطة. فمن الممكن رفع الكفاءة الإنتاجية لأنظمة الزراعة المختلطة للنباتات البقولية والنجيلية بتقليص حدة المنافسة بين الأنواع النباتية على عوامل النمو المختلفة باتباع بعض العمليات الزراعية كالتحكم في نسب زراعة المحاصيل المختلفة والمسافات الزراعية (Willey 1979; Ofori and Stern, 1987). ففي هذه الدراسة كانت المنافسة بين النوعين على امتصاص أزوت التربة المتاح في المعاملتين 1ses:1sor و 1ses:2sor كبيرة. غير أنه عند زراعة خطين من السيبان مع خط من الذرة انخفضت حدة المنافسة بين النوعين على امتصاص الأزوت

المتاح بحيث امتص النوعان كميات متساوية من أزوت التربة ومن أزوت السماد (الجدول 3)، وهذه الصفة مرغوبة في الأنظمة الزراعية المختلطة لتفادي تفوق نوع على الآخر وفقاً لرأي Danso et al. 1991.

انتقال الأزوت

بين العديد من الباحثين إمكانية انتقال الأزوت من النبات البقولي إلى النبات النجيلي في الزراعة المختلطة (Eagleham et al., 1988, Senaratne and Ratnasinghe, 1993) في حين بين آخرون عدم حدوث ذلك بتاتا أو أن عملية الانتقال هذه قد تحدث ولكنها قليلة الأهمية (Danso et al., 1988, Hamel et al., 1991). أما في هذه التجربة، فلم يلاحظ وجود أي انتقال للأزوت من السيسبان إلى الذرة نظراً لعدم وجود فروقات معنوية في قيم الأزوت 15 بين الذرة المختلطة والذرة المنفردة (الجدول 3).

الإستنتاجات

يعد هذا البحث أول دراسة تتطرق إلى نظام زراعة مختلطة لنباتات السيسبان وذرة السورغوم العلفية، حيث بينت النتائج ما يلي:

- 1- ازدادت النسب المئوية للأزوت المثبت في نباتات السيسبان، بشكل واضح، عند اتباع أسلوب الزراعة المختلط بالمقارنة مع أسلوب الزراعة المنفرد للسيسبان، حيث نجمت هذه الزيادة رئيسياً من انخفاض مقدرة السيسبان على امتصاص أزوت التربة، نتيجة المنافسة الحادة مع ذرة السورغوم، وبالتالي زيادة اعتماد السيسبان على الأزوت الجوي لسد متطلباته من هذا العنصر.
- 2- كانت حدة المنافسة، بين النوعين، على امتصاص أزوت التربة مرتفعة في المعاملتين Ises:1sor و Ises:2sor ، في حين انخفضت الحدة التنافسية على امتصاص أزوت التربة بين السيسبان والذرة عند زراعتهما بشكل مختلط في المعاملة التي حوت خطين سيسبان وخط ذرة (2ses: 1sor) بحيث امتص النوعان النباتيان كميات متساوية من أزوت التربة والسماد
- 3- لم يلاحظ وجود احتمال لانتقال الأزوت من السيسبان إلى الذرة في معاملات الزراعة المختلطة كافة.

4- يعد اتباع أسلوب الزراعة المختلط للسيسبان والذرة بنسبة 2 : 1 مناسباً من حيث كمية الأزوت الكلي، قيمة LER للأزوت الكلي، والأزوت المثبت إضافة إلى التوازن الحاصل في امتصاص أزوت التربة بين المحصولين.

المراجع

1. Arslan, A.; Kurdali, F. Rainfed Vetch-Barley mixed Cropping in the Syrian Semi-Arid Conditions. II. Water Use Efficiency and Roots Distribution. *Plant Soil*. 160-149 ,183 ,1996 ,
2. Barik, A. K.; Mukherjee, A. K.; Mandal, B. K. Growth and Yield of Sorghum (*Sorghum Bicolor*) and Groundnut (*Arachis Hypogaea*) Grown as Sole and Intercrops under Different Nitrogen Regimes. *Ind. J. Agron.* 1998, 43, (2) 241-247.
3. Clark, K. M.; Myers, R. L. Intercrop Performance of Pearl Millet, Amaranth, Cowpea, Soybean, and Guar in Response to Planting Pattern and Nitrogen Fertilization. *Agron. J.* .1102-1097 ,86 .1994
4. Danso, S. K. A.; Curbelo, S.; Labandera, C.; Pastorini, D. Herbage Yield and Nitrogen Fixation in A Triple Species Mixed Swards of White Clover, Lotus and Fescue. *Soil Biol. Biochem.* 70-65 ,23 ,1991 .
5. Danso, S. K. A.; Hardarson, G.; Zapata, F. Dinitrogen Fixation Estimates in Alfalfa - Raygrass Swarda Using Different Nitrogen 15 Labelling Methods. *Crop. Sci.*, 28 ,1988 . .110-106
6. Eaglesham, A. R. J.; Ayanaba, A.; Ranga Rao, V.; Eskew, D. L. Improving the Nitrogen Nutrition of Maize Intercropping with Cowpea. *Soil Biol. Biochem.* 1981, 13, 169-171.

7. Fageria, N. K. Multiple-Cropping Systems and Crop Yield. *In Maximizing Crop Yield*. Fageria N. K. Ed; Marcel Dekker Inc. New York, USA. 1992, 81-104.
8. Fried, M.; Middelboe, V. Measurement of Amount of Nitrogen Fixed by A Legume Crop. *Plant and Soil*. 1977, 47 (3) 713-715.
9. Fujita, K.; Ogata, S.; Matsumoto, K.; Masuda, T.; Ofosu-Budu, G. K.; Kuwata, K Nitrogen Transfer and Dry Matter Production in Soybean and Sorghum Mixed Cropping System at Different Population Densities. *Soil Sci. Plant Nutr*. 1990, 36, 233-241.
10. Hamel, C.; Farlan, V.; Smith, D. L., N₂- Fixation and Transfer in A Field Grown Mycorrhizal Corn and Soybean Intercrop. *Plant And Soil* 1991, 133, 177-185.
11. Hardarson, G.; Danşo, S. K. A. Zapata, F. Dinitrogen Fixation Measurements in Alfalfa-Ryegrass Swards Using Nitrogen 15 – and Influence of The Reference Crop. *Crop Sci*. 105– 101 ,28 ,1998
12. Haynes, R. J. Competitive Aspects of The Grass- Legume Association. *Adv. Agron*, 1980 . 261-227 ,33
13. Izaurralde, R. C.; McGill, W. B.; Juma N. G. Nitrogen Fixation Efficiency, Interspecies N Transfer, and Root Growth in Barley Field Pea Intercrop on A Black Chernozemic Soil. *Fertil. Soils*. 16-11 ,13 ,1992
14. Khandaker, Z. H.; Steingass, H.; Drochner, W. Supplementation of Wheat Straw with Sesbania on Voluntary Intake, Digestibility and Ruminant Fermentation in Sheep. *Small Ruminant Res*. 1998, 28 (1), 23-30.

15. Kumar Rao, J. V. D. K.; Thompson, J. A.; Sastry, P. V. S. S.; Giller, K. E.; Day, J. M. Measurement of N₂-Fixation in Field-grown Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] Using ¹⁵N Labelled Fertilizer. *Plant Soil*. **1987**, *101*, 107-113.
16. Kurdali, F.; Domenach, A. M.; Bardin, R. Alder- Poplar Association: Determination of Plant Nitrogen Sources by Isotope Techniques. *Biol. Fertil. Soils* **1990**, *9*, 321-329.
17. Kurdali, F.; Sharabi, N. E.; Arslan, A. Rainfed Vetch-Barley mixed Cropping in the Syrian Semi-Arid Conditions. I. Nitrogen Nutrition Using ¹⁵N Isotopic Dilution. *Plant Soil*, **1996** .
.148-137 ,183
18. Mead, R.; Willy, R. W. The Concept of A "Land Equivalent Ratio" and Advantages in Yield from Intercropping. *Exp. Agric.* 228-217 ,16 ,**1980** .
19. Ofori, F.; Stern, W. R. Evaluation of N₂- Fixation and Nitrogen Economy of Maize/ Cowpea Intercrop System Using ¹⁵N Dilution Method. *Plant and Soil*. **1987**, *102*, 149-160.
20. Ofosu-Budu, G. K.; Sumiyoshi, D.; Matsuura, H.; Fujita, K. Significance of Soil N on Dry Matter Production and N Balance in Soybean/Sorghum Mixed Cropping System. *Soil Sci. Plant Nutr.* 42-33 ,39 ,**1993** .
21. Sandhu, G. R.; Haq, M. I. Economic Utilization and Amelioration of Salt-Affected Soils .*In Membrane Biophysics and Salt Tolerance in Plants*. Qureshi, R. H., Muhammad, S., Aslam, M., Eds.; University Of Agriculture, Faisalabad. 1981; 111-114.

22. Senaratne, R.; Ratnasinghe, D. S. N Supply by Groundnuts to Maize in A Maize Plus Groundnut Intercropping System as Affected by Genotype. *Biol. Fertil. Soils.* **1993**, *15*, 215-219.
23. Tobita, S.; Ito, O.; Matsunaga, R.; Rao, T. P.; Rego, T. J.; Johansen, C.; Yoneyama, T. Field Evaluation of Nitrogen Fixation and Use of Nitrogen Fertilizer by Sorghum/ Pigeonpea Intercropping on an Alfisol in The Indian Semi- Arid Tropics. *Boil. Fertil. Soils.* **1994**, *17*, 241-248.
24. Willey, R. W. Intercropping: Its Importance and Research Needs. Part 1. Competition and Yield Advantages. *Field Crops Abstr.* **1979**, *32* 1-10.

Measurement of N₂ Fixation in *Sesbania aculeata* Pers. and *Sorghum Bicolor* L. Grown in Intercropping System Using ¹⁵N Isotopic Dilution Technique

Fawaz Kurdali, Khalaf Khalifa and Mussadak Janat

Agriculture Department, Atomic Energy Commission, Damascus, Syria, P.O.Box 6091

ABSTRACT

A field experiment on *Sesbania aculeata* and *Sorghum bicolor* grown in monocropping and in intercropping systems was conducted under non-saline conditions (soil EC_e 0.16, water EC_w 1 dS/m) to evaluate dry matter production, total N yield, soil N uptake and N₂-fixation using ¹⁵N isotope dilution method. Three different row ratios of sesbania (ses) and sorghum (sor) were subjected in the intercropping system (2ses: 1sor; 1ses: 1sor and 1ses: 2sor row ratio).

Dry matter yield of sole sorghum was higher than that of sole sesbania, and it was similar to that produced by the intercropping treatments. However, total N yield of sole sorghum was significantly the lowest, with no differences being obtained between sole sesbania and intercropping treatments. The LERs of total N yield were, in all cases, higher than 1, reflecting a greater advantage of intercropping system in terms of land use efficiency. Percentages of N₂ fixation in the intercropped sesbania were considerably enhanced compared with the pure stand of sesbania. This was mainly attributed to the depletion of soil N resulting from the greater apparent competitiveness of sorghum for soil N, and consequently, a greater dependence of sesbania on N₂ fixation. However, the degree of the intraspecific competition for soil N uptake was affected by the proportion of crops in the mixture, and it was considerably reduced in the 2ses: 1sor row ratio. This was demonstrated when an equal depletion of soil and fertilizer N uptake occurred for both crops. We excluded in all intercropping treatments the possibility of N transfer from sesbania to sorghum. Row intercropping, with crops grown in alternation of two rows of sesbania with one row of sorghum, seemed to be the most adequate row ratio in terms of total N yield, LER, N₂-fixation and soil N uptake balance of the component crops.

Key Words: *Sesbania aculeata* , *Sorghum Bicolor* , Intercropping, N₂-fixation