



SY0100914

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*
PERS.AND *Sorghum bicolor* L. GROWN IN INTERCROPPING
SYSTEM, UNDER SALINE CONDITIONS, USING ¹⁵N
ISOTOPIC DILUTION TECHNIQUE

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



SY0100914



الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

دمشق - ص.ب. ٦٠٩١

تقرير عن تجربة استطلاعية حقلية

قسم الزراعة

تقدير الكفاءة التثبيئية للأزوت الجوي في زراعة مختلطة

من السيسبان *Sesbania aculeata* و ذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor*

المزروعة في ظروف مالحة ، باستعمال تقانة الأزوت ^{15}N

الدكتور فواز كرد علي

الدكتور مصدق جانات

الدكتور خلف خليفة

أيلول ٢٠٠١

هـ ط ذ س - ز / ت | ٨٩

الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرية

قسم الزراعة

تقدير الكفاءة التثبيتية للآزوت الجوي في زراعة مختلطة
من السيسبان *Sesbania aculeata* و ذرة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor*
المزروعة في ظروف مالحة ، باستعمال تقانة الآزوت ^{15}N

الدكتور فواز كرد علي

الدكتور مصدق جانات

الدكتور خلف خليفة

يول ٢٠٠١

هـ ط ذ س - ز / ت ت ٨٩

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	المُلخَص
2	المَقْدَمَة
5	المواد والطرائق
5	موقع الدراسة
5	المعاملات وتصميم التجربة
5	إضافة السماد الموسوم ^{15}N ، حصاد النباتات، والتحليل
6	النتائج والمناقشة
6	إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي
9	نسب وكميات الأزوت المثبت
11	نسب وكميات الأزوت الممتص من التربة ومن السماد
13	انتقال الأزوت
13	تقويم أداء نباتات السيسبان وذرة السورغوم في الظروف المالحة مقارنة بالظروف غير المالحة
16	الإستنتاجات
17	المراجع
21	الملخص الإنكليزي

تقدير الكفاءة التثبتيّة للأزوت الجوي في زراعة مختلطة من السيسبان *Sesbania aculeata* وذرّة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* ، المزروعة في ظروف مالحة، باستعمال تقانة

الأزوت ^{15}N

د. فواز كردعلي، د. مصدق جانات، د. خلف خليفة

ملخص

أجريت تجربة حقلية في ظروف مالحة (الناقلية الكهربائية للتربة EC 15 ولمياه الري 8 dS/m) على نبات السيسبان *Sesbania aculeata* وذرّة السورغوم العلفية *Sorghum bicolor* 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) والذرّة (sor) في الزراعة المختلطة، على سطور متناوبة وذلك بزراعة خط من السيسبان وخط من (Ises: Isor). من حيث إنتاج المادة الجافة، بينت النتائج تفوق السيسبان على ذرّة السورغوم في الزراعات المنفردة. في حين كان إنتاج المعاملة المختلطة التي جمعت السيسبان والذرّة معاً أقل من السيسبان المنفرد ومساوياً للذرّة المنفردة. أما من حيث إنتاج الأزوت الكلي فقد كانت الكمية في السيسبان المنفرد أعلى بأربع مرات مقارنة بالذرّة المنفردة، وكانت الكمية المتراكمة في المعاملة المختلط أعلى بحدود مرتين ونصف (2.6 مرة) من الذرّة المنفردة. كانت قيمة نسبة المكافئ للأرض LER للأزوت الكلي أكبر من الواحد مما يشير إلى الأهمية الإيجابية للزراعة المختلطة من حيث كفاءة استثمار الأرض المالحة. ازدادت النسبة المئوية للأزوت المثبت في السيسبان من

63% وحتى 79% نتيجة الزراعة المختلطة مقارنة بالزراعة المنفردة. لم يتبين من هذه الدراسة أي احتمال لانتقال الأزوت من النبات البقولي إلى النبات النجيلي.

عند مقارنة البيانات المتحصل عليها من هذه التجربة مع تجربة أخرى أجريت في ظروف غير مالحة، تبين أن السيسبان كان أكثر تحملاً للملوحة من ذرة السورغوم. وقد تأثرت مقدرة السنذرة على امتصاص أزوت التربة سلبياً نتيجة لزراعته في ظروف مالحة. أما من حيث كميات الأزوت المثبتة في السيسبان، فقد كانت القيم مساوية، بل أكثر ارتفاعاً من القيم التي ثبتتها نباتات السيسبان ضمن الظروف غير المالحة. وبالنتيجة، يعد اتباع أسلوب الزراعة المختلط بين النباتات البقولية واللابقولية من الأساليب الواعدة لإعادة استثمار الأراضي المالحة ولرفع كفاءتها، شريطة اختيار الطرز الوراثية جيدة التحمل للظروف الملحية السائدة.

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

المقدمة

تعد الملوحة من العوامل الهامة التي تحد من إنتاجية المحاصيل الزراعية. تتفاقم مشكلة الملوحة رئيسياً في المناطق الجافة التي تتصف بعدم كفاية الأمطار اللازمة لغسل الأملاح من منطقة انتشار الجذور. تنشأ ظاهرة الملوحة عادة نتيجة مجموعة من العوامل الجيولوجية والمناخية والزراعية (Halvarson, 1988). تثبط الملوحة نمو النباتات من خلال تأثيرها على امتصاص الماء وعلى عمليات البناء نتيجة السمية بأيونات الصوديوم والكلور، إضافة إلى العوز بالعناصر الغذائية بسبب ظاهرة التضاد الأيوني (Kurban et al., 1999; Yao, 1983).

تنتشر الأراضي المتأثرة بالأملاح في سورية، رئيسياً، في حوض الفرات، وتتراكم الأملاح في تلك المواضع نتيجة لشدة بخر الماء ولسوء الصرف واتباع أساليب الري القديمة، ويسبب ذلك خسرج مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية من الاستثمار. ولإعادة تلك الأراضي إلى الاستثمار

الزراعي، تتوفر طرق مختلفة ، منها كشط الأملاح من سطح التربة ، أو إضافة المواد العضوية، أو غسل الأملاح بكميات من الماء تكفي لإذابتها وتخليص التربة منها مع الماء الراشح في المصارف. ونظراً للتكاليف المرتفعة لهذه الطرق، ولعدم شمولية استخدامها، إضافة إلى عدم توفر المياه الصالحة واللازمة لذلك، فإن من أجدى الطرق وأنجعها -حالياً- استثمار الأراضي الملحية المستبعدة من الزراعة بوضعها الراهن، وريها بالمياه الجوفية المالحة، وذلك بزراعتها بنباتات متحملة للملوحة ذات فوائد اقتصادية وبيئية واجتماعية هامة، وتدعى هذه الطريقة "الزراعة الحيوية المالحة" (Qureshi and Barret-Leunard, 1998).

يعتبر نبات السيسبان *Sesbania aculeata* من الأنواع النباتية المتحملة للملوحة، حيث أمكن استعماله في استصلاح الأراضي المالحة نظراً لمساهمته في تحسين خصوبة التربة من خلال تزويد التربة بالمادة العضوية وزيادة إتاحة العناصر الغذائية في التربة وإزاحة بعض الأملاح المعدنية إضافة إلى تثبيت الأزوت الجوي، وتتجلى هذه الفائدة في نمو المحاصيل اللاحقة (Quadir et al., 1997). يتبع النوع *Sesbania aculeata* العائلة البقولية *Leguminosae* ويتميز بنموه السريع وتستخدم أوراقه علفاً لتغذية الحيوانات الزراعية (Khandaker et al., 1998)، كما يستخدم سماداً أخضراً لتغذية المحاصيل التي تليه في الزراعة.

إضافة إلى ذلك، تستطيع نباتات أخرى، مثل عباد الشمس (Francoi, 1996) والقمح (Mass and Poss, 1989) وذرة السورغوم (Clark et al., 1999) وغيرها، النمو في بيئات مالحة، وتستخدم في استثمار هذه الأراضي لأهداف اقتصادية وغذائية.

يعتبر استخدام أسلوب الزراعة المختلط بين النباتات البقولية والنجيلية من الأساليب الزراعية الهامة لرفع كفاءة إنتاجية المحاصيل الزراعية في وحدة المساحة وذلك نتيجة زيادة مقدرتها في الاستفادة من مصادر النمو السائدة. يعد هذا الأسلوب من الزراعة من الأساليب التقليدية المتبعة في العديد من

البلدان وخاصة في المناطق الجافة (Kurdali et al., 1996; Tobita et al., 1994). وقد يكون نظام الزراعة المختلط من الأساليب الواعدة لاستثمار الأراضي المالحة ولرفع كفاءتها. لذلك، كان الهدف الرئيس من هذه الدراسة هو تقويم أداء نباتات السيسبان *Sesbania aculeata* وذرّة السورغوم *Sorghum bicolor* المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط (1:1) في ظروف مالحة وذلك من حيث 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 من جهة، ومقارنة نتائج هذه المعايير مع مثيلاتها التي تم الحصول عليها في ظروف غير مالحة، من جهة أخرى.

المواد والطرائق

موقع الدراسة

أجريت التجربة في حقول محطة السابع من نيسان التابعة لمركز البحوث المائية الواقعة في حوض الفرات، في جنوب شرق مدينة دير الزور ($35^{\circ}15'\text{N}$, $40^{\circ}20'\text{E}$) وبارتفاع 203 م عن سطح البحر. والجدول 1 يبين أهم المواصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع المدروس.

المعاملات وتصميم التجربة

زرعت بذور السيسبان والذرة في أرض التجربة مباشرة على سطور بحيث بلغت المسافات بينها 30 سم وبين النباتات 15 سم. ، واتبع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربع مكررات. بلغت مساحة القطعة التجريبية 25 متراً مربعاً (5*5م)، وتم ري النباتات باستعمال مياه مالحة بلغت ناقليتها الكهربائية 8 ميلليموز/سم (dS/m). 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 سيسبان والذرة (سطر سيسبان وسطر ذرة)، (Ises: Isor).

الجدول 1: الخواص الفيزيائية والكيميائية
للتربة المالحة

الرمل (%)	15
السلت (%)	25
الغضار (%)	60
EC _e (dS/m)	15.2
pH	7.45
المادة العضوية (%)	0.58
CaCO ₃ (%)	18.3
%N	0.06
(µg/g) الفوسفور المتاح	5.02
الأيونات (meq/l)	
Cl ⁻	150
HCO ₃ ⁻	1.6
CO ₃ ⁻	Trace
Na ⁺	48.3
K ⁺	0.65
Ca ⁺⁺	22.5
Mg ⁺⁺	28
SO ₄ ⁻	20.4
CEC (meq/100 g تربة)	22.84
Na ⁺	0.81
K ⁺	0.09
Ca ⁺⁺	13.02
Mg ⁺⁺	5.50

إضافة السماد الموسوم ¹⁵N، حصاد النباتات، والتحليل

أضيف السماد الأزوتي العادي لكامل القطعة التجريبية على شكل يوريا 46% بمعدل 20 كغ N /هـ باستثناء القطع المعلمة (1.2 م 2) حيث أضيف لها 500 مليلتر من محلول يوري يوريا، بمعدل 20 كغ N/هـ، بحيث بلغت النسبة المئوية للنظير ¹⁵N فيه 9.7336%، فوق المستوى الطبيعي. تم ري النباتات أسبوعياً بمياه مالحة بلغت ناقليتها الكهربائية 8 ميليموز/سم. حصدت

النباتات بعد مضي ثلاثة أشهر ونيف ومن الزراعة، وذلك باعتيان خطين بطول 60 سم من مركز المنطقة الموسومة لإجراء التحاليل المتعلقة بقياس ^{15}N ، أما المنطقة المتبقية فقد استفيد منها لتقدير إنتاج المادة الجافة. جففت العينات على درجة حرارة 70 مئوية لمدة 72 ساعة. قدر الأزوت الكلي وفق طريقة كداهل. وحددت $\text{N}^{14}/\text{N}^{15}\%$ 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 على مستوى 0.05 لتبيان معنوية الفروقات بين متوسطات المعاملات المدروسة. تم تقدير نسبة المكافئ للأرض Land equivalent ratio لتقدير فعالية الزراعة المختلطة مقارنة بالزراعة المنفردة (Kurdali et al., 1996) وذلك باستعمال معادلة (Ofori and Stern, 1987).

النتائج والمناقشة

إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي

يبين الجدول 2 إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي إضافة إلى نسب الأزوت الكلي المستجر من المصادر المتاحة في المعاملات المدروسة والتي اختلفت باختلاف النظام المتبع من الزراعة. بلغ إنتاج المادة الجافة في السيسبان المنفرد 7250 كغ/هـ وفي الذرة المنفردة 5347 كغ/هـ، في حين بلغ إنتاج المعاملة المختلطة 6040 كغ/هـ، حيث يلاحظ تفوقاً واضحاً لنبات السيسبان على ذرة السورغوم في الزراعات المنفردة. في حين كان إنتاج المعاملة المختلطة التي جمعت السيسبان والذرة معاً، أقل من السيسبان المنفرد، وأعلى من الذرة المنفردة على الرغم من عدم وجود فروقات معنوية ما بين الزراعة المختلطة والذرة المنفردة.

سلك الأزوت الكلي المتراكم في النباتات منحيّ موازياً لمنحي نتائج المادة الجافة، مع تباين كبير في كمية الأزوت الكلي بين نباتات المعاملات المدروسة، إذ كانت كمية الأزوت في السيسبان

المنفرد (156 كغ N/هـ) أكبر بأربع مرات من الكمية المتراكمة في الذرة المنفردة (37 كغ N/هـ)، في حين كانت الكمية المتراكمة في المعاملة المختلطة (96 كغ N/هـ) أكبر بحدود المرتين والنصف (2.6 مرة) من الذرة المنفردة.

الجدول 2: الإنتاج الكلي للمادة الجافة (كغ/هـ) والأزوت الكلي وكميات الأزوت المتصدة من السماد Ndff ومن التربة Ndfs والمثبتة Ndfa (كغ N/هـ) في نباتات السيسان (ses) و ذرة السورغوم العلفية (sor) المزروعة منفردة أو بشكل مختلط (سطر سيسان وسطر ذرة Ises:1sor) وذلك في تربة مالحة.

مقارنة بين أنظمة الزراعة

نظام الزراعة	نوع النبات	%N	الأزوت الكلي		Ndff	Ndfs	Ndfa
			المادة الجافة (كغ/هـ)	(كغ N/هـ)			
منفرد	Ses.	2.15a	7250a	156a	7.2a	51.2a	97.7a
	Sor.	0.69b	5347b	037c	4.6b	32.4b	-
مختلط	Ses+Sor	-	6040b	096b	5.2ab	37.6ab	53.2b

مقارنة بين نظامي الزراعة لكل محصول على حدة

نوع النبات	نظام الزراعة	%N	المادة الجافة (كغ/هـ)	(كغ N/هـ)	Ndff	Ndfs	Ndfa
Ses.	منفرد	2.15a	7250a	156a	7.2a	51.2a	97.7a
	مختلط	1.71a	3917b	067b	1.7b	12.1b	53.2b
Sor.	منفرد	0.69b	5347a	037a	4.6a	32.4a	-
	مختلط	1.38a	2123b	029a	3.5a	25.5a	-

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

على الرغم من الزيادة المعنوية في الأزوت الكلي المتراكم في السيسان المنفرد مقارنة بالكمية المتراكمة في الذرة المنفردة وذلك في التجربة التي تمت في ظروف غير مالحة (Kurdali et al., 2001)، فإن التباين الملاحظ في الظروف المالحة كان كبيراً. مما يشير هذا إلى الأثر السلبي للملوحة على أداء نبات ذرة السورغوم.

نظراً لكون المعاملة المختلطة تتضمن نسباً متساوية من خطوط السيسبان والذرة، وأن كل من هذين النوعين يشكلان 50% من هذه المعاملة، فإن انخفاض إنتاج المادة الجافة لكل من السيسبان والذرة مقارنة مع الزراعة المنفردة لهما أمراً ممكناً.

يُعبّر عن أهمية الزراعة المختلطة بالمقارنة مع المنفردة عادة بمفهوم نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio (LER)، والذي يدل على المساحة اللازمة التي تتطلبها الزراعة المنفردة للحصول على الإنتاج الذي تعطيه الزراعة المختلطة (Mead and Willey 1980; Offori and Stern, 1987). لم تظهر الزراعة المختلطة للسيسبان والذرة بنسبة 1:1 أي ميزة عن الزراعة المنفردة من حيث إنتاج المادة الجافة نظراً لأن قيمة LER كانت أقل من الواحد (0.94)، إلا أن قيمة LER لكمية الأزوت المتراكمة كانت أكبر من الواحد (1.21) مما يشير إلى أهمية الزراعة المختلطة للسيسبان والذرة من حيث الاستفادة من الأزوت المتاح. وبعبارة أخرى يلزم 21% مساحة أرض إضافية للزراعة المنفردة لإنتاج أزوت كلي يماثل ما أعطته الزراعة المختلطة (الجدول 3).

الجدول 3 : نسبة المكافئ للأرض Land Equivalent Ratio للمادة الجافة والأزوت الكلي في زراعة مختلطة من السيسبان LER_j وذرة السورغوم LER_i وذلك في تربة مالحة

المادة الجافة	الأزوت الكلي	LER
0.40	0.78	LER _i
0.54	0.43	LER _j
0.94	1.21	LER total

نسب وكميات الأزوت المثبت

يبين الجدول 4 النسب المئوية للنظير ^{15}N فوق المستوى الطبيعي في السيسبان والذرة المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط. كانت ^{15}N % في الذرة أعلى من نباتات السيسبان مما يدل على قدرة العقد الجذرية الناجمة من الريزوبيا المستوطنة في التربة على تثبيت الأزوت الجوي، على الرغم من ارتفاع ملوحة التربة والتي بلغت ناقليتها الكهربائية 15 ميلليموز/سم. غير أن كفاءة تثبيت الأزوت الجوي اختلفت باختلاف نظام الزراعة.

الجدول 4: النسب المئوية للأزوت ^{15}N فوق المستوى الطبيعي والنسب المئوية للأزوت الممتص من السماد Ndff ومن التربة Ndfs والمثبتة Ndfa في نباتات السيسبان (ses) و ذرة السورغوم (sor) المزروعة منفردة أو بشكل مختلط (سطر سيسبان و سطر ذرة 1ses:1sor) في تربة مالحة.

نوع النبات	نظام الزراعة	% ^{15}N in excess	%Ndff	%Ndfs	%Ndfa
Ses.	منفرد	0.4503a	4.6a	32.8a	62.6b
	مختلط	0.2478b	2.5b	18.1b	79.4a
Sor.	منفرد	1.2040a	12.4a	87.6a	-
	مختلط	1.1778a	12.1a	87.9a	-

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

على الرغم من انخفاض كمية الأزوت المثبت في نباتات السيسبان من 98 إلى 53 كغ/ن/هـ في الزراعة المختلطة مقارنة بالمنفرد، غير أن النسبة المئوية للأزوت المثبت ازدادت من 63% في السيسبان المنفرد إلى 79% في السيسبان المختلط (الجدول 4). وقد يعود السبب في ذلك إلى ارتفاع القدرة التنافسية للنبات النجيلي على امتصاص أزوت التربة مقارنة بالنبات البقولية، حيث امتصت الذرة 26 كغ/ن/هـ من أزوت التربة في حين امتص السيسبان المجاور له (في الزراعة المختلطة) 12 كغ/ن/هـ (الجدول 2) مما دفع نبات السيسبان إلى زيادة نسبة الأزوت المثبت.

وهذا ما يتضح أيضاً من عدم وجود إية فروقات معنوية بين كميات الأزوت الممتصة من قبل الذرة سواء من التربة أو من السماد، بين نظامي الزراعة المنفرد والمختلط .

تتطلب النباتات البقولية المزروعة في بيئة عالية الملوحة أن يكون كل من الريزوبيا والنبات العائل ذو قدرة على تحمل هذا النوع من الإجهاد (Craig et al., 1991). إن تشكل عقد جذرية فعالة مع نبات السيسبان *Sesbania aculeata* الذي أدخل حديثاً إلى منطقة الدراسة دليلاً على مقدرة السلالات المحلية المستوطنة في التربة على التعايش مع هذا النبات والقيام بدورها في تثبيت الأزوت الجوي ضمن هذه الظروف الصعبة نسبياً. وقد يعود ذلك إلى أن الريزوبيا في التربة تتبع لأجناس عديدة نتيجة لزراعة التربة هذه بمحاصيل بقولية متنوعة قبل تملحها. فقد ذكر Giller et al., 1993 أن الريزوبيا المسؤولة عن إحداث عقد جذرية لدى الجنس *Sesbania* هي سلالات سريعة النمو، بالرغم من وجود بعض العزلات ذات النمو البطيء، مما يشير إلى أن الريزوبيا المسؤولة عن تشكل العقد الجذرية لدى هذا الجنس النباتي قد تتبع أجناساً مختلفة، وهو استنتاج يتفق مع الذي اقترحه Bovin et al., 1997.

ويمكن تفسير التوافق الجيد بين نبات السيسبان والريزوبيا المحلية من حيث تثبيت الأزوت الجوي إلى وجود سلالات (أوسلالة) من الريزوبيا المستوطنة بالتربة ذات تحمل جيد للملوحة، مما يستدعي إجراء دراسة لعزل وانتخاب السلالة الفضلى منها، من حيث تحملها لمستويات مختلفة من الملوحة. وهذا يتماشى مع رأي Giller and Wilson 1993 حول وجود اختلافات كبيرة بين الريزوبيا من حيث تحملها للظروف المالحة، وأن النبات أكثر حساسية للملوحة من البكتيريا. فبعض من سلالات الريزوبيا تستطيع النمو في محاليل ذات ناقلية كهربائية تصل إلى 43 ميلليموز/سم، وكما أن الريزوبيا تعيش داخل الخلايا النباتية بوسط يكون تركيز المذيبات فيه أعلى من التركيز الموجود في التربة (Singleton et al., 1982).

نسب وكميات الأزوت الممتص من التربة ومن السماد

معروف أن النباتات النجيلية أكثر كفاءة من النباتات البقولية في الحصول على أزوت التربة. وكانت نتائج الدراسة التي أجريت في ظروف غير مالحة متوافقة مع ذلك، حيث امتصت نباتات ذرة السورغوم كميات من أزوت التربة والسماد أكبر مما امتصته نباتات السيسبان. أما في هذه الدراسة، فقد لوحظ اتجاه معاكس لما سبق، إذ بلغت كمية الأزوت الممتصة من التربة في السيسبان 51 كغ N/هـ، وهذه الكمية أكبر بحدود الضعف من الكمية التي أمتصها الذرة (32 كغ N/هـ)، (الجدولان 2 و 4). وهذا الاتجاه يتوافق أيضاً مع الكميات الممتصة من أزوت السماد. ونظراً لانخفاض كميات الأزوت الممتصة من التربة والسماد في التربة المالحة مقارنة بالتربة غير المالحة فهذا يدل على أن امتصاص الأزوت من قبل النباتات، وبخاصة نباتات السورغوم، قد تأثر بشكل واضح نتيجة لزراعتها في تربة ذات تركيز مرتفع من الأملاح. لقد أكدت العديد من الدراسات التأثير السلبي للملوحة في امتصاص العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات (Pessarakali 1991, Grattn & Grieve, 1999, Pessarakali and Tucker, 1985). ويعتبر عنصر الأزوت واحداً من أكثر العناصر الغذائية المحددة في إنتاج المحاصيل الحقلية، وعند تعرض النباتات إلى إجهاد ملحي، فإن تأثير امتصاص الأزوت يكون أكبر من تأثير امتصاص العناصر الغذائية الأخرى. وقد بين (Marschner, 1995) أن عدم التوازن بين العناصر الغذائية الممتصة هو من أهم العوامل التي تواجهها النباتات النامية في أوساط ملحية، وهذا يتم من خلال التداخل interference بين أيونات الأملاح والعناصر الغذائية في عمليات الامتصاص والانتقال. وقد أضاف الباحث أن التأثير السلبي للملوحة في النباتات ينتج أيضاً من إنتاج هرمونات غير ملائمة phytohormons (كالسيتوكينينات وحمض بيوتريك) مسببة خللاً وانخفاضاً في مقدرة النبات على

امتصاص الغذيات nutrients وتمثلها. وبناءً على ما سبق، يمكن القول أن انخفاض مقدرة ذرة السورغوم على امتصاص الأزوت يعد إحدى العوامل التي حدثت من نموه في البيئة المالحة.

إن زراعة ذرة السورغوم بشكل مختلط مع السيسبان مقارنةً بالزراعة المنفردة للسورغوم قد أدت، إلى حد ما، إلى تقليص الأثر السلبي للملوحة على امتصاص الأزوت من التربة. وقد أمكن استنتاج هذا من عدم معنوية الاختلافات في كميات الأزوت الممتصة من التربة (32.4 و 25.5 كغ N/هـ) أو من السماد (4.6 و 3.5 كغ N/هـ) بين كل من نباتات السورغوم المزروعة منفردة مع تلك المزروعة مختلطة مع السيسبان، على التوالي علماً أن الكثافة النباتية للسورغوم في الزراعة المنفردة هي ضعف كثافة السورغوم في الزراعة المختلطة. إضافة إلى ما سبق، قد يستدل من الاستنتاج السابق أيضاً من خلال تقدير قيمة أزوت التربة المتاح للنباتات (A value) والتي تقاس بحاصل قسمة كمية Ndfs على كمية Ndff مضمروياً بكمية أزوت السماد المضاف (20 كغ N/هـ) ، حيث كانت قيمة أزوت التربة المتاح في الذرة المنفردة 14 كغ N/هـ ، وكانت مرتفعة قليلاً في الذرة المختلطة (146 كغ N/هـ)، أي أن أزوت التربة المتاح للنبات النجيلي يكون أكثر ارتفاعاً في نظام الزراعة المختلط. واعتماداً على نتائج أعمال (Grattn and Grieve, 1999; Zurayk et al., 1998) فإنه من المتوقع إمكانية التغلب الجزئي على مشكلة امتصاص الأزوت في الظروف المالحة بإضافة الأسمدة الأزوتية مما يزيد من إتاحة كميات كافية من هذا العنصر لسد احتياجات النباتات له. وبناءً على المعطيات السابقة، فإنه يتوجب إجراء مزيد من الدراسات لإيضاح دور السماد الأزوتي في خفض آثار الضرر بالملوحة، في نمو النبات، مع التركيز على دراسة استجابة أنواع وطرز وراثية مختلفة من النباتات.

كانت كميات الأزوت التي امتصتها نباتات السيسبان المزروعة بشكل منفرد في الظروف المالحة أقل من الكميات الممتصة في الظروف غير المالحة، في حين كانت كميات الأزوت المثبتة

مقاربة مع وجود تفوق بسوية طفيفة للنباتات النامية في ظروف مالحة. تشير هذه النتائج أنه على الرغم من الأثر السلبي للملوحة على امتصاص أزوت التربة في السيسبان إلا أن عملية تثبيت الأزوت الجوي لم تتأثر سلباً ضمن الظروف التجريبية الراهنة. ويستنتج من ذلك أن مقدرة الحصول على الأزوت في الترب المالحة تتأثر بمتطلبات النبات من هذا العنصر. من ناحية أخرى تشير البيانات السابقة أيضاً أن الإستجابة للملوحة تتأثر بنوع النبات نظراً لتأثر السورغوم بشكل أكبر من السيسبان لهذا النوع من الإجهاد اللاحيوي.

انتقال الأزوت

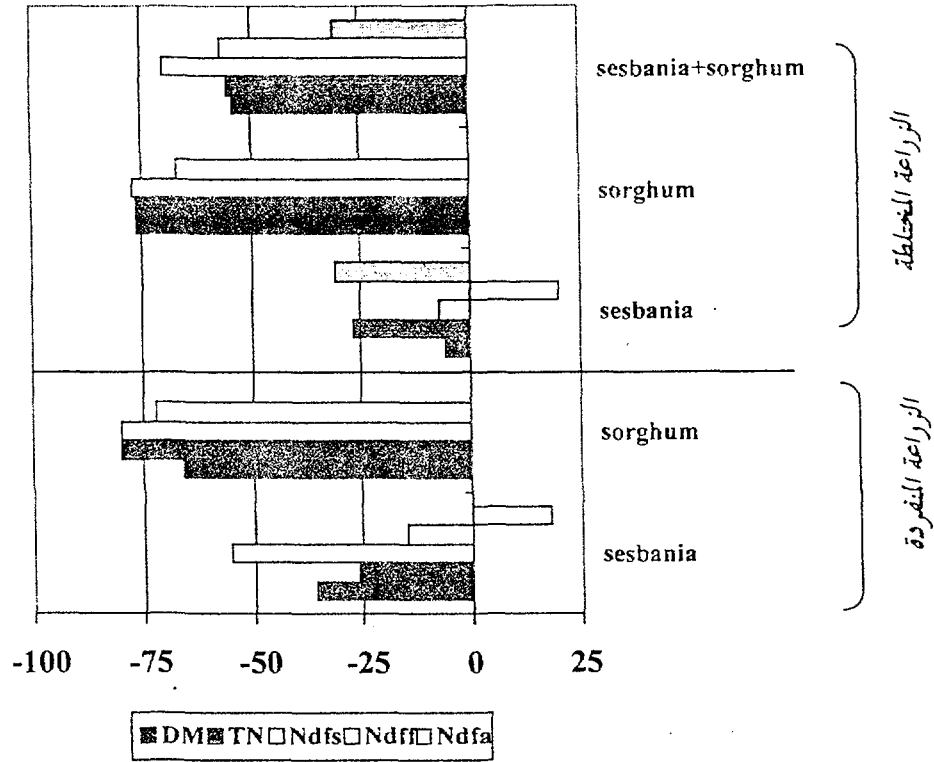
على الرغم من وجود دراسات كثيرة حول أهمية انتقال الأزوت من النباتات البقولية إلى النباتات النجيلية في نظام الزراعة المختلطة (Chalk, 1996) تبين من هذه الدراسة عدم وجود انتقال للأزوت من السيسبان إلى ذرة السورغوم والدليل على ذلك عدم معنوية الاختلافات في نسب نظير الأزوت ^{15}N بين الزراعة المنفردة والمختلطة لذرة السورغوم (الجدول 4).

تقويم أداء نباتات السيسبان وذرة السورغوم في الظروف المالحة مقارنة بالظروف غير المالحة معروف أن للملوحة تأثير سلبي في نمو النبات، وتختلف درجة استجابة النباتات للملوحة باختلاف نوع النبات والصنف والطرز الوراثي (Qureshi and Barret-Leunard, 1998; Fageria; 1986). ومعروف أيضاً أنه إذا كانت إنتاجية النباتات (محاصيل حقلية، خضار، أشجار) المزروعة في ظروف مالحة لا تقل عن 50% من إنتاجيتها في الظروف غير المالحة، فإنه يمكن استثمار هذه النباتات ضمن هذه الظروف. واعتماداً على ذلك تم تقويم أداء نباتات السيسبان وذرة السورغوم في الظروف المالحة مقارنة بالظروف غير المالحة. ويلخص الشكل (1) التغيرات النسبية لإنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي وكميات الأزوت الناجم من المصادر المتاحة (تربة، سماد، هواء) في

النباتات المزروعة في تربة مالحة مقارنة بتلك المزروعة في تربة غير مالحة. فبالنسبة للنباتات المزروعة منفردة، لم تتجاوز نسب الانخفاض في تراكم المادة الجافة والأزوت الكلي في السيسبان المزروع في الظروف المالحة عن 50% مما راكمته نباتات السيسبان في الظروف غير المالحة، في حين تجاوزت القيم على 50% في نباتات ذرة السورغوم. أما فيما يتعلق بكميات الأزوت الممتصة من التربة فقد بينت النتائج وجود تأثير سلبي للملوحة على كلا النوعين وكانت درجة التأثير أكثر حدة في الذرة من السيسبان. غير أن النتائج بينت زيادة في كمية الأزوت المثبت في السيسبان المنفرد النامي في الظروف المالحة (18%) مقارنة بالسيسبان النامي في ظروف غير مالحة. ويمكن تفسير ذلك باحتواء التربة المالحة على سلالات فعالة من الريزوبيا ذات تحمل جيد لملوحة التربة من ناحية، مما يستدعي عزل السلالات المحلية وانتخاب العزلات الفضلى منها من حيث تحملها للملوحة، وانخفاض محتوى التربة المالحة من الأزوت الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نشاط تثبيت الأزوت الجوي، من ناحية أخرى.

فيما يتعلق بنظام الزراعة المختلط المتبع (Ises: Isor)، فقد كان السلوك موازياً لسلوك النباتات المزروعة منفردة، حيث لم تتجاوز النسب المئوية لانخفاض قيم المعايير المدروسة في السيسبان المنفرد في التربة المالحة عن 50% من القيم المتحصل عليها في الظروف غير المالحة. في حين كان تجاوزت قيم الانخفاض عن 50% في ذرة السورغوم.

تشير البيانات السابقة مجتمعة أن السيسبان أكثر تحملاً من ذرة السورغوم لظروف الملوحة السائدة. لقد أشار (Qureshi and Barret-Leunard, 1998) أن السورغوم من الأنواع النباتية المعتدلة التحمل للملوحة، غير أن مستوى الملوحة المرتفع في التربة (E_c 15dS/m) ومياه الري (E_{cw} 8dS/m) في هذه التجربة أديا إلى تأثير سلبي في أداء صنف السورغوم المحلي المستخدم.



الشكل 1: النسب المئوية لتغيرات المادة الجافة DM والأزوت الكلي TN ، وكميات الأزوت الممتص من التربة Ndfs ومن السماد Ndff والمثبت Ndfa في النباتات النامية في ظروف مالحة مقارنة بالنباتات النامية في ظروف غير مالحة وذلك للسيسبان وذرة السورغوم المزروعين بشكل منفرد وبشكل مختلط.

بينت نتائج العديد من التجارب وجود اختلافات كبيرة بين الأنواع وخاصة من حيث قدرتها على تحمل الملوحة (Kurdali and Al-Ain, 2000). لذلك ينبغي في دراسات مقبلة اختبار طرز وراثية مختلفة واعتماد أفضلها من حيث التحمل للملوحة السائدة في المنطقة. كما ينبغي اختيار أنواع نباتية أخرى (كعباد الشمس، مثلاً) لزراعتها ضمن أسلوب نظام الزراعة المختلط بغية إعادة استثمار الأراضي المتأثرة بالملوحة والمياه المالحة في الإنتاج الزراعي.

الإستنتاجات

لهذه الدراسة أهمية تطبيقية عملية لإعادة الغطاء النباتي في الأراضي المتأثرة بالملوحة. كما تتصف هذه الدراسة بالحدائثة من حيث توظيف السيسبان في نظام الزراعة المختلط بهدف رفع إنتاجية الأراضي الزراعية المتملحة. وقد بينت النتائج مايلي:

1- تفوق نبات السيسبان *Sesbania aculeata* على نبات ذرة السورغوم *Sorghum bicolor* في تحمل الظروف المالحة السائدة، بحيث كان أداء السيسبان جيداً نسبياً.

2- كانت كمية الأزوت المثبتة في السيسبان المزروعة في تربة مالحة مرتفعة وتكافئ الكمية المقيسة في ظروف غير ملحية.

3- تم الحصول على نتائج ايجابية لزراعة السيسبان مع ذرة السورغوم بنسبة 1:1 من حيث النسب المئوية للأزوت المثبت، وكفاءة استخدام الأرض فيما يتعلق بالأزوت الكلي. إلا أنه يتوجب إجراء مزيد من الدراسات لاختبار كثافات زراعية مختلفة للأنواع النباتية ضمن أسلوب الزراعة المختلط.

وبالنتيجة، يعد اتباع أسلوب الزراعة المختلط بين النباتات البقولية واللابقولية من الأساليب الواعدة لإعادة استثمار الأراضي المالحة ولرفع كفاءتها، شريطة اختيار الطرز الوراثية جيدة التحمل للظروف الملحية السائدة .

1. Boivin, C.; Ndoye, I.; Molouba, F.; De Lajudie, P.; Dupuy, N.; Dreyfus, B. Stem Nodulation in Legumes: Diversity, Mechanisms, and Unusual Characteristics. *Critical Rev. In Plant Sci.* **1997**, *16*(1), 1-30.
2. Cordovilla, M. D.; Ocana, A.; Ligeró, F.; Lluch, C. Growth and Symbiotic Performance of Faba bean Inoculated with *Rhizobium Leguminosarum* Biovar *Viciae* Strains Tolerant to Salt. *Soil Sci. Plant Nutr.* **1996**, (1) *42*, 133-140.
3. Craig, G. F.; Atkins, C. A.; Bell, D. T. Effect of Salinity on Growth of Four Strains of *Rhizobium* and Their Infectivity And Effectiveness on Two Species Of *Acacia*. *Plant Soil.* **1991**, *133* (2), 253-262.
4. Danso, S.K.A. Review: Estimation of N₂ Fixation by Isotope Dilution. An Appraisal of Techniques Involving ¹⁵N Enrichment and Their Application-Comments. *Soil Biol. Biochem.* **1986**, *18* (3), 243-244.
5. Delgado, M. J.; Ligeró, F.; Lluch, C. Effects of Salt Stress on Growth and Nitrogen Fixation by Pea, Faba-bean, Common bean and Soybean Plants. *Soil Biol. Biochem.* **1994**, *26* (3), 371-376.
6. Elsheikh, E. A. E.; Wood, M. Effect of Salinity on Growth, Nodulation and Nitrogen Yield of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.). *J. Exp. Bot.* **1990**, *41*, 1263-1269.
7. Esechie, H. A.; Rodriguez, V.; Elshafie, A. Biomass Production, Nodulation, Acetylene Reduction Activity of Alfalfa Grown under Salinity Stress. *J. Plant Nutr.* **1998**, *21* (3), 489-503.

8. Francois, L. E. Salinity Effects on Four Sunflower Hybrids. *Agronomy J.* **1996**, (2) 88, 215-219.
9. Fried, M.; Middelboe, V. Measurement of Amount of Nitrogen Fixed by A Legume Crop. *Plant Soil.* **1977**, 47 (3), 713-715.
10. Giller, K. E.; Wilson, J. *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems.* CAB International. Oxon OX10 8DE, UK, 1993; 313 Pp.
11. Grattan, S. R.; Maas E. V. Effect of Salinity on Phosphate Accumulation and Injury In Soybean. I. Influence of CaCl₂/NaCl Ratios. *Plant Soil.* **1988**, 105 (1), 25-32.
12. Khan, M. G.; Silberbush, M.; Lips, S.H. Physiological Studies on Salinity and Nitrogen Interaction in Alfalfa. I. Biomass Production and Root Development. *J. Plant. Nutr.* **1994**, 17(4), 657-668.
13. Khandaker, Z. H.; Steingass, H.; Drochner, W. Supplementation of Wheat Straw With Sesbania On Voluntary Intake, Digestibility And Ruminal Fermentation In Sheep. *Small Ruminant Res.* **1998**, 28 (1), 23-30.
14. Kurban, H.; Saneoka, H.; Nehira, K.; Adilla, R.; Premachandra, G. S.; Fujita, K. Effect of Salinity on Growth, Photosynthesis and Mineral Composition in Leguminous Plant *Alhagi Pseudoalhagi* (Bieb). *Soil Sci. Plant Nutr.* **1999**, 45(4), 851-862.
15. Kurdali F and Al-Ain. Effect of Different Saline Water Levels on Growth, Nodulation, and N₂-Fixation by *Sesbania aculeata* Pers and on the Growth of *Helianthus annuus* L. Using ¹⁵N Tracer Technique. **2000**, AECS-A/ RRE 83.

16. Mashhady, A. S.; Salem, S. H.; Barakah, F. N.; Heggo, A. M. Effect of Salinity on Survival and Symbiotic Performance Between *Rhizobium Meliloti* and *Medicago Sativa* L. in Saudi Arabian Soils. *Arid Soil Res. Rehabilitation*. **1998**, *12* (1), 3-14.
17. Mass, E. V.; Poss, J. A. Salt Sensitivity of Wheat at Various Growth Stages. *Irrig Sci*. **1989**, *10*, 29-40.
18. Offori F And Stern W R 1987 Evaluation of N₂- Fixation and Nitrogen Economy of Maize/ Cowpea Intercrop System Using ¹⁵N Dilution Method. *Plant And Soil* *102*, 149-160.
19. Qadir, M.; Qureshi, R. H.; Ahmad, N. Nutrient Availability in Calcareous Saline-Sodic Soil During Vegetative Bioremediation. *Arid Soil Res. Rehabil*. **1997**, *11* (4), 343-352.
20. Qureshi, R. H.; Barrett-Lennard, E. G. Saline Agriculture for Irrigated Land in Pakistan: A Handbook. Australian Center for International Agricultural Research, Canberra, Australia, **1998**; 142pp.
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. Serraj, R.; Drevon, J. Effects of Salinity and Nitrogen Source on Growth and Nitrogen Fixation in Alfalfa. *J. Plant Nutr*. **1998**, *21*(9), 1805-1818.

- 23.Sharma, D. P.; Rao, K. V. G. K. Strategy for Long Term Use of Saline Drainage Water for Irrigation In Semi-Arid Regions. *Soil Tiliage Res.* **1998**, *48*(4), 287-295.
- 24.Singleton, P. W.; Bohloo, B. B. Effect of Salinity on The Functional Components of Soybean-*Rhizobium Japonicum* Symbiosis. *Crop Sci.* **1983**, *23* (5), 815-818.
- 25.Singleton, P. W.; El Swaify, S. A.; Bohlool; B. B. Effect of Salinity on *Rhizobium* Growth and Survival. *Applied Env. Microb.* **1982**, *44*, 884-890.
- 26.Sprent, J.I. Effect of Drought and Salinity on Heterotrophic Nitrogen Fixing Bacteria and Infection of Legumes by Rhizobia. *In Advances in Nitrogen Fixation Research*; Veeger, C.; Newton, W. E., Eds.; Martinus Nijhoff/ Dr. Junk. W. The Hague. 1984; 295-302.
- 27.Subbarao, G. V.; Johansen, C.; Jana, M. K.; Kumar Rao; J. V. D. K. Comparative Salinity of Symbiotically Dependent and Nitrogen-Fed Pigeonpea (*Cajanus Cajan*) and Its Wild Relative *Atylosia Platycarpa*. *Biol. Fertil. Soils.* **1990**, *10* (1), 11-16
- 28.Zahran, H. H.; Sprent, J. I. Effect of Sodium Chloride and Polyethylene Glycol on Root-Hair Infection and Nodulation of *Vicia faba* L. Plants by *R. Leguminosarum* Planta. **1986**, *167* (3), 303-309.

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

Fawaz Kurdali, Mussadak Janat and Khalaf Khalifa

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

ABSTRACT

A field experiment was conducted under saline conditions (soil EC_e 15, water EC_w 8dS/m) to evaluate the performance of sole crops and intercrops of *Sesbania aculeata* and *Sorghum bicolor* (1:1 row ratio) in terms of dry matter production, total N yield, soil N uptake and N₂-fixation using ¹⁵N isotope dilution method. Dry matter yield in sole crop of sesbania was significantly higher than that of sole sorghum; whereas, that of the intercropping was significantly lower than sole sesbania, but was similar to that produced by sole sorghum. Total nitrogen yield in sole sesbania was four-fold than that accumulated in sole sorghum, whereas, that of mixed cropping was 2.6 fold compared to that of sole sorghum. The LER of total N yield was higher than 1 reflecting a greater advantage of intercropping system in terms of land use efficiency. The proportion of N derived from N₂ fixation (%Ndfa) in the sesbania was increased from 63 to 79%, for sole and intercropping system, respectively. There was no evidence of a significant transfer of N from the sesbania to the sorghum. Results on the relative growth of plants on saline soil compared with non-saline soil clearly demonstrated that sesbania was more salt tolerant than the sorghum. Soil nitrogen uptake by plants, particularly in sorghum, was adversely affected by salinity. However, amounts of N₂ fixed by sole sesbania grown in saline soil was close or even higher than on non-saline soil. The use of intercropping systems of legumes and non-legumes could be a promising agricultural approach to reutilize wasted lands, after a careful selection of appropriate tolerant genotypes to prevailing saline conditions.

Key Words: *Sesbania aculeata*, *Sorghum bicolor*, intercropping, Salinity, N₂-Fixation