مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية 24 (3): 160- 166 (2006)

Original Paper Ref. No 2356

تقييم نمو شجيرات الاتربليكس الاسترالي *Australian atriplex* في منطقة شبه جافة من ليبيا باستخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار

Evaluation of the Growth of *Australian atriplex* in a Semi-arid Region in Libya Using Rainwater Harvesting Techniques

امحمد عبد الله الرزاقي[1]، مفتاح الرابطي[2]، حسين طالب[2]، سليمان أبوالخير[2]

Amhammad A. Al-Razqi, Muftah Al-Rabti, Hussain Taleb, andSuliman Abu AlKhair

[1]كلية الهندسة، جامعة الجبل الغربي، غريان، ليبيا

[2]مركز البحوث الزراعية، طرابلس، ليبيا

المستخلص: تم تقييم نمو شجيرات الاتربليكس الاسترالي *Australian atriplex* الرعوية في منطقة شبه جافة في الجزء الغربي من ليبيا باستخدام تجربة لحصاد مياه الامطار، وذلك باستخدام تقنيتين من تقنيات حصاد مياه الامطار هما الخطوط الكنتورية والاحواض المعينية Contour ridges and Negarim basin، حيث تم قياس وتقييم ارتفاع الشجيرة، محيط وطول تاجها ودرجة نضجها كمعايير لقياس كفاءة نظام حصاد مياه الامطار في المناطق شبه الجافة. اجريت التجربة في ثلاث مساحات تجميع (10.2، 12.5، 15.5 م^2) لكل تقنية بثلاثة مكررات لكل منها. حسبت مساحة التجميع بناءاً على الاحتياجات المائية للنبات، ومساحة منطقة الجذور، ومعامل الجريان السطحي، والمتوسط السنوي لهطول الامطار بالمنطقة، ووجد ان نسبة مساحة المنطقة المزروعة من مساحة التجميع 15: 1، تم تقييم نمو شجيرات الاتربليكس الاسترالي لسنتين متتاليتين. أعطت كل من تقنية الخطوط الكنتورية وتقنية الاحواض المعينية نتائج افضل، مقارنة بنمو الشجيرات التي تم غرسها خارج أنظمة حصاد المياه كنباتات مراقبة. وقد لوحظ ان الكفاءة الكلية متفاوتة تبعا لنوع التقنية ومساحة التجميع، إلا انه من الثابت أن تقنية الخطوط الكنتورية ومساحة التجميع الاكبر لهما تاثير اقوى على نمو الشجيرات.

كلمات مدخلية: *حصاد مياه أمطار، تقنيات، الخطوط الكنتورية، الأحواض المعينية، الاتربليكس الاسترالي، شبه صحراء، ليبيا.*

Abstract: An experiment was conducted to evaluate the growth of *Australian atriplex* in the semi-arid western parts of Libya, using two water harvesting techniques, namely the Contour Ridges and the Negarim Basins Techniques. The criteria used to assess the efficiency of these techniques included measuring the trees' height, circumference, length of the canopy, and maturity. The experiment was conducted in three catchment areas of 10.2,12.5 and 15.5 m^2 for each of the two techniques with three replications. The size of the catchment area was selected based on the crop water requirement, size of the root zone, surface runoff fraction, and mean annual rainfall in the region. The ratio of cultivated area to the catchment area was found to be 1:15. Evaluation of the growth of the *Australian atriplex* was made for two consecutive years. The results of the experiment indicated that the growth of the Australian atriplex in both techniques was superior than those planted outside the water harvesting system (control). However, the overall efficiency of each technique was different depending on technique used and the size of the catchment area, with Contour Ridges technique and the size of the catchment area has the largest effect on the trees growth.

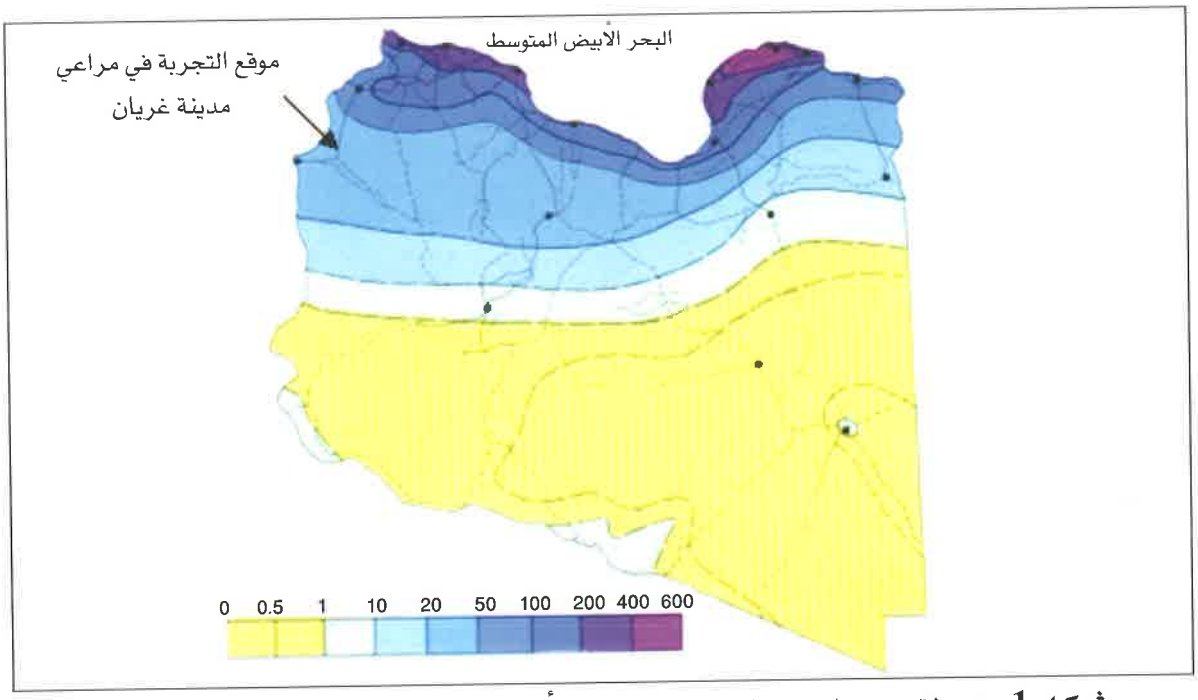
Keywords: *Australian atriplex, water harvesting, techniques, contour lines, Negarim Basin, Libya.*

المقـــدمة

مع اكتشاف النفط في ليبيا خلال النصف الأخير من القرن الماضي، وما ترتب على ذلك من ارتفاع في مستوى المعيشة وزيادة كثافة السكان مع التوسع في الإنتاجين الزراعي والصناعي، تعرضت الموارد المائية فيها للاستنزاف والتلوث. ولقد أدت قلة الموارد المائية وانخفاض معدلات تجددها من ناحية، وتعرضها إلى الاستنزاف والتلوث من ناحية أخرى إلى الحد من مشاريع التوسع، بل وإلى ضرورة النظر في اتخاذ إجراءات عكسية تستوجب التقليل من معدلات استهلاك المياه والمحافظة على المتوفر منها وتجددها لأجيال المستقبل واستدامة التنمية. كما فرضت هذه الأزمة البحث عن كافة المصادر المائية التقليدية وغير التقليدية ومحاولة تطويعها لتحقيق أهداف التنمية، ومن بينها نقل وإعادة توزيع المياه الجوفية بين الجنوب والشمال وتحلية مياه البحر ومعالجة وإعادة استعمال مياه الصرف الصحي. ونظرا لارتفاع كلف تنمية وتطوير مثل هذه الموارد وعدم استمراريتها، فلقد برز الاتجاه إلى المزيد من الاهتمام بالأمطار، المورد المائي الدائم والمتجدد، والعمل على تطويره وتنمية تقنيات استثماره في ضوء البحوث المائية والزراعية الحديثة، وذلك من خلال التعرف على الدورة المائية في المناطق الممطرة وتوظيفها لتوفير جزء من استهلاك الإنسان والحيوان والزراعة البعلية.

لإعطاء فكرة عامة عن أهمية هذا المورد، تكفي الإشارة إلى أن معدل هطول الأمطار السنوية في ليبيا يبلغ حوالي 449 مليار م^3، لا يوظف منها إلا نسبة ضئيلة، إذ أن معظمها يتعرض للتبخير والتسرب والجريان السطحي إلى البحر. ويقدر حجم الجريان السطحي بحوالي 257 مليون م^3/ سنة، يتم حجز حوالي 60 مليون م^3 منها خلف سدود يبلغ عددها 16 سدا بسعة تخزين إجمالية تصل إلى 385 مليون م^3. اهتمت المؤسسات المائية والزراعية، منذ سبعينات القرن الماضي، بتنمية هذا المورد من خلال ربطه مع برامج تنمية الموارد الطبيعية الأخرى والمحافظة عليها كالتربة والغطاء النباتي والأحياء البرية والتنمية الريفية، وذلك بتشجير المساكب المائية مع بناء المصاطب وإقامة السدود التعويقية والتخزينية عليها.

تتركز الزراعة المطرية والتي تساهم في إنتاج الحبوب والزيوت في مناطق الجبل الغربي في الإقليم الغربي من ليبيا، والجبل الأخضر في المنطقة الشرقية منها، وفي الأودية ذات التربة العميقة، والمساحات ذات التركيز العالي من الممرات المائية السطحية. وهناك العديد من تقنيات حصاد مياه الأمطار التقليدية مثل الخطوط الكنتورية والسدود شبه الدائرية والتي تستخدم في زراعة أشجار الزيتون والتين واللوز عبر العصور. إلا أن هذه البنية التحتية القائمة لتقنيات حصاد مياه الأمطار قد ساءت بسبب انعدام الصيانة وأصبحت تشكل خياراً ثانوياً، وتم تجاهلها حتى الماضي القريب عندما اتخذت خطوات جادة من أجل تحسين هذا النظام باستخدام أحدث التقنيات والتطورات في هذا المجال (الرزاقي، 1999)؛ (Algharaine،1995). وعليه بادر مركز البحوث الزراعية في ليبيا بالتعاون مع المركز الدولي للبحوث الزراعية بالمناطق الجافة (Oweis and Prinze، 1993) بإجراء تجربة لاختبار الطريقة المثلى والأكثر جدوى لحصاد مياه الأمطار والمتلائمة مع البيئة في ليبيا. تهدف التجربة المعنية بالدراسة إلى اختيار وتقييم تقنيتين تستخدمان في حصاد مياه الأمطار من أجل تحسين الإنتاج الحيوي في بيئة زراعية-مناخية وجيوفيزيائية معينة وسائدة في المناطق الشمالية الغربية من ليبيا (شكل 1).



شكل 1. خريطة توضح المتوسط السنوي لسقوط الأمطار في ليبيا، وموضح عليها موقع التجربة.

1. موقع التجربة والمناخ

أجريت التجربة في موقع مشروع مراعي مدينة غريان الواقعة في منطقة القضامة على بعد 40 كلم جنوب غرب مدينة غريان (55' 31° شمال، 6' 13° شرق)، والمتميزة بمناخها شبه الصحراوي. تظهر مقاسات الأمطار في محطات الارصاد بالمنطقة أن متوسط هطول الأمطار يبلغ 144 مم/السنة (شكل 1، جدول 1) والحدين الأعلى والأدنى للمتوسط السنوي لدرجات الحرارة هو 23.3°م و 13.3°م، على التوالي. وقد ترتفع صيفاً إلى ما يزيد عن 40°م، وتنخفض شتاءً إلى ما دون الصفر (Rakoczi and Jansen, 1985).

توضح بيانات الجدول 1 الارتفاع النسبي لمعدل هطول الأمطار خلال أشهر الشتاء، ديسمبر إلى فبراير، مما يؤدي إلى اختزان للرطوبة، بينما قد تتساوى كمية الأمطار خلال شهر مارس مع معدل التبخر، ويختل هذا التوازن في شهر أبريل عندما ترتفع معدلات التبخر مقارنة بمعدلات الأمطار، إلا أن الرطوبة المتبقية قد تعوض جزءاً من نقص التبخر. وتعتبر أشهر مايو ويونيو ويوليو وأغسطس من الأشهر الجافة التي ينعدم فيها هطول الأمطار أو يكون شبه معدوم، ولذا تشهد هذه الشهور نقصاً عالياً في الرطوبة، و تعاني النباتات من تبخر منخفض جدا، وبالتالي يكون نموها قليلاً أو منعدماً. وقد يعوض هطول الأمطار إبتداء من سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر الانخفاض في الرطوبة جزئياً حتى يتعادل فيه مستوى هطول الأمطار عن مستوى التبخر. ولذا تعتبر الأمطار أكثر معالم المناخ أهمية لبقاء وتتابع التجمع الحيوي في منطقة ليس بها مصدر آخر من مصادر المياه العذبة.

2. الطبوغرافية، التربة والغطاء النباتي

طبوغرافية منطقة التجربة مدحرجة ومتموجة بتفاوت انحداري يتراوح من 2% إلى 20%، ويبلغ الإنحدار السائد في موقع التجربة حوالي 5%. ويشير المقطع الطولي لتربة الموقع إلى تكونها من تربة طينية طمي بسمك 30 سم في طبقة هشة وعميقة من الحجر الجيري، ويلاحظ تخلل جذور النباتات داخل هذه الطبقة. يمكن تصنيف تربة الموقع على أنها كلسية جافة صحراوية Calcic Xerofluvents، تسود فيها بشكل عام فصائل الشيح Artemisisa Herb Alba and Hamad Scoparium ونبات الحلفاء Stipa Tenacissima بشكل متفرق.

طرق الدراسة

1. تصميم التجربة

تهدف التجربة الي اثبات فرق الإنتاج الحيوي الإجمالي باستخدام وبدون استخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار، والتقييم الكمي لهذا الفرق بين حالة مرجعية وحالتين معالجتين. تم اختيار تقنيتي الخطوط الكنتورية Contour Ridges والأحواض المعينية Negarim Basins، كما تم اختيار نبات الأتربليكس الاسترالي *Australian atriplex* كنبات رعوي متلائم مع بيئة موقع التجربة. ومن خلال حسابات الاحتياجات المائية ومساحة الجذور لنبات الأتربليكس، ومقدار هطول الأمطار، علي افتراض أن نسبة الجريان السطحي بمنطقة التجربة 50% من جملة هطول الأمطار، وجد أن النسبة بين المساحة المزروعة (CA) إلى مساحة التجميع (C) هي 15:1، ويوضح الجدول 2، طريقة حساب هذه النسبة. تم اختيار ثلاث مكررات بنسب 12:1 و15:1 و18.75:1، على التوالي، بغرض تقليل الخطأ التجريبي، ويوضح الجدول 3 معايير التصميم للخطوط الكنتورية والأحواض المعنية، بينما يوضح الشكل 2 التصميم الحقلي للتجربة.

2. تنفيذ للتجربة

بعد تصميم التجربة، قام فريق العمل بتنفيذ التجربة علي الموقع، ونظراً لمحدودية المساحة المتاحة وعدم انتظام ميلان السطح فيه مع وجود بعض الجيوب ذات التربة الضحلة، تم التصرف بتوزيع الخطوط الكنتورية بواقع خطين متوازين بطول 51 متر/خط/معاملة، كما هو موضح في الشكل 2، و وبدأت زراعة حقل التجربة في تاريخ 8 مارس 1998م، بغرس شتلات عمرها سنة واحدة من نبات الاتربليكس الاسترالي بواقع 20 شجرة لكل خط كنتوري وشجيرة في كل حوض من الاحواض المعينية.

3. جمع البيانات

تم الاعتماد على مقياس لتسجيل الأمطار بالقرب من حقل التجربة كمصدر رئيس لبيانات هطول الأمطار بالموقع. ويوضح الجدول 4 بيانات هطول الأمطار خلال فترة التجربة 1998-2001، والتي قد تم بعدها وتحديداً بنهاية الموسم 2001/2000، قياس ارتفاع وقطر وارتفاع التاج وحجم المجموع الخضري بها ونسبة النضوج لشجيرات الاتربليكس الاسترالي في كل مستجمع، كم هو موضح في الجدول 5.

جدول 1. المتوسط الشهري للأمطار (مم) بمنطقة التجربة (القضامة) في الفترة من 1979/1978 إلى 2003/2002م.

	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المجموع
1979/1978 إلى 2003/2002	9.0	19.0	20.0	18.0	24.0	22.0	21.0	4.5	2.4	0.8	0.4	3.0	**144.1**

جدول 2. خطوات حساب مساحة التجميع.

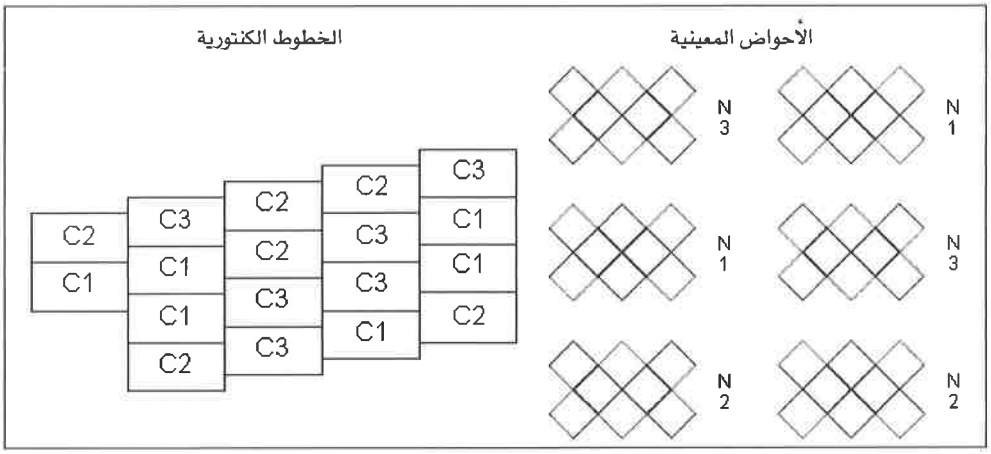
المتوسط السنوي للأمطار = 144 مم

- باعتبار أن متوسط قطر شجيرة الأتربليكس هو 1م فتكون مساحة الظل والتي تمثل مساحة انتشار الجذور الفعالة = 0.785 م^2
- الاحتياجات المائية لشجيرة الأتربليكس بالمناطق الشبيه بمنطقة التجربة والتي يمكن امتصاصها من منطقة الجذور هي 0.985 م^3 في السنة (FAO، 1991).
- كمية المياه التي يمكن تجميعها بمنطقة الجذور من الأمطار مباشرة = 0.785 x 0.144 = 0.113 م^3/سنة
- كمية المياه التي يجب تجميعها بواسطة تقنية حصاد مياه الأمطار = 0.985 – 0.113 = 0.845 م^3/سنة
- بما أن معامل الجريان السطحي بمنطقة التجربة غير متوفر فتم فرضه على أساس 0.5، طريقة Rational and Cook تدعم هذا الفرض (Shwab *et al.*، 1971).
- مساحة التجميع التي يجب توفرها لنتمكن من تجميع 548.0 م^3 خلال موسم الهطول تم حسابها من العلاقة التالية:

مساحة التجميع (C) = الاحتياجات المائية/ (المتوسط السنوي للهطول x معامل الجريان السطحي)

$$C = \frac{0.845}{0.144 \times 0.5} = 11.73\ m^2$$

- المساحة المزروعة (CA) + مساحة التجميع (C) = 11.736 + 0.785 = 12.521 م^2
- مساحة التجميع إلى المساحة المزروعة (C/CA) = 11.7361/ 0.785=15



شكل 2. التصميم الحقلي للتجربة.

جدول 3. معايير التصميم للتقنيات المستخدمة في التجربة.

الخطوط الكنتورية				الأحواض المعينية		
C/CA	الرمز	المساحة الكلية م^2	المسافة بين الخطوط م	الرمز	مساحة الحوض م^2	أبعاد الحوض مxم
12:1	C1	10.2	6.8	N1	10.2	3.2 x 3.2
15:1	C2	12.5	8.4	N2	12.5	3.6 x 3.6
18.75:1	C3	15.5	10.4	N3	15.5	3.95 x 3.95

جدول 4. معايير التصميم للتقنيات المستخدمة في التجربة

السنة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	السنوي
1998/1997	74.5	38.0	0.0	26.5	49.0	13.0	54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255.5
1999/1998	0.0	0.0	17.5	17.0	26.0	61.1	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	159.2
2000/1999	8.7	0.0	19.8	54.0	16.2	75.9	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	180.8
2001/2000	0.0	94.0	0.0	0.0	16.3	80.8	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	197.3
المتوسط	**20.8**	**33.0**	**9.3**	**24.4**	**2.9**	**57.7**	**19.6**	**1.6**	**1.6**	**0.0**	**0.0**	**3.4**	**198.3**

جدول 5. معايير التصميم للتقنيات المستخدمة في التجربة.

المعاملة	المساحة المزروعة	مساحة التجميع	المساحة الكلية	متوسط ارتفاع الشجيرة	متوسط ارتفاع التاج	متوسط قطر التاج	حجم المجموع الخضري	نسبة النضوج
	$م^2$	$م^2$	$م^2$	سم	سم	سم	$سم^3$	%
نبات المراقبة				53.0	26.0	49.0	49004	16
C1	0.785	9.4	10.19	59.0	57.0	90.0	362435	66
C2	0.785	11.7	12.49	53.0	53.0	71.0	209731	51
C3	0.785	14.7	15.49	62.0	58.0	110.0	550913	79
N1	0.785	9.4	10.19	56.0	25.5	75.0	112598	44
N2	0.785	11.7	12.49	55.5	39.0	71.0	154330	50
N3	0.785	14.7	15.49	58.0	42.0	83.5	229875	62

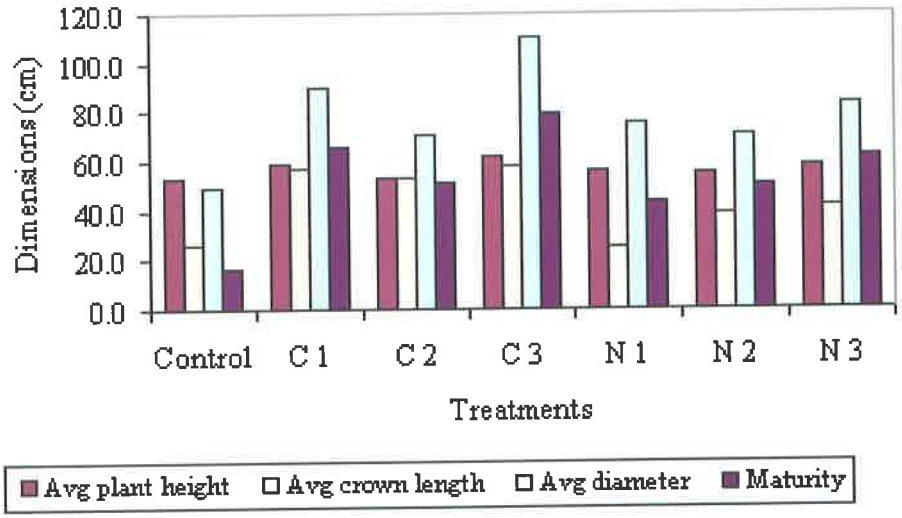
النتائج والمناقشة

1. هطول الأمطار

من المهم معرفة التوزيع الشهري لهطول الأمطار لمعرفة كمية المياه المتاحة للحياة الجماعية في المناطق التي تغذيها الأمطار. ويبين الجدول 4 معدلات هطول الأمطار بمنطقة التجربة (منطقة القضامة) للسنوات 1997–2001، ومتوسطها السنوي الذي بلغ 199 مم. وبمقارنة متوسط معدلات الأمطار في سنوات التجربة مع المتوسط بعيد المدى للمنطقة 144مم، يتضح بأن سنوات التجربة قد سجلت متوسطاً عالياً ويمكن بشكل عام اعتبارها فترة رطبة نسبيا. وبتحليل البيانات المطرية يلاحظ أن كمية الهطول التي تعادل أو تزيد عن 30 مم قد حدثت 3-2 مرات في كل موسم، مما يعني أن مقداراً هاماً من الأمطار السنوية قد هطل في هذه المرات، وبالتالي تكون مياه هذه الأمطار متاحة لفترة قصيرة إن لم يتم تخزينها بشكل سليم. ويبين الجدول 4 كذلك التفاوت في المتوسط الشهري لهطول الأمطار بمنطقة التجربة علي مدي سنوات الدراسة، وتؤكد الأرقام المسجلة فيه أن معدل الأمطار الشهري يظهر تباينات مرتفعة. واستنادا لبيانات أربع سنوات فانه يظهر هطول الأمطار في شهر ديسمبر من إحدى السنوات الأربعة بمقدار صفر، بمعني أن شهر ديسمبر غير ممطر في 25% من سنوات التجربة. اما في ثلاث من السنوات الاربع يلاحظ أن الشهرين أبريل ومايو غير ممطر في 80% من سنوات التجربة، إلا أنه في شهري يناير وفبراير يلاحظ هطول الأمطار بنسبة 100% علي مدي سنوات التجربة. كما يبين الجدول أن مستوى التباين مرتفع فيما يتعلق بالمتوسط على مدي عامين متتابعين، الأمر الذي قد يؤثر سلبا على الحياة الجماعية إذا استمرت ظروف هطول الأمطار في الأشهر المذكورة أعلاه علي مدي عامين متتاليين.

2. نمو نبات الأتربليكس فيما يتعلق بالمعالجات

يبين الجدول 5 خلاصة نتائج التباين في ارتفاع النبات وأحجام تاجه (إكليله) ونضوجه وذلك بالنسبة لتجربة المراقبة والمكررات الثلاث لكل من الخطوط الكنتورية والأحواض المعينية. وتظهر النتائج معدلات بقاء جيدة في كلتا المعالجتين وحالة الضبط. وتشير كذلك إلى تتابع النبات وإلي أن كلتا المعالجتين كان اداؤهما أفضل من حالة الضبط عندما كان أداء الخطوط الكنتورية ذات مساحة التجميع البالغة 14.7 $م^2$ هو الأفضل من بين كل المعالجات. ويوضح الشكل 3 تغير الحياة الجماعية فيما يتعلق بحجم منطقة التجميع للأحواض المعينية والخطوط الكنتورية، ويظهر أن نمو الحياة الجماعية كان مرتفعاً في حالة الخطوط الكنتورية مقارنةً بالأحواض المعينية بالنسبة لمساحات التجميع الثلاثة. ومن جهة أخرى، فإن منطقة التجميع البالغ مساحتها 14.7 $م^2$ كان أداؤها أفضل من مناطق التجميع التي مساحتها 11.7 $م^2$ و 4.9 $م^2$، وذلك بالنسبة لكلا المعالجتين. ولقد كان أداء الخطوط الكنتورية التي تبلغ مساحة التجميع بها 7.41 $م^2$ هي الأفضل بين كل البدائل. كما دلت النتائج على أن حجم الحياة الجماعية بالنسبة للمعالجات حسبما تمت مقارنتها بحالة الضبط أعلى بمقدار 2.3 إلى 11 مرة، الأمر الذي يبرهن جدوى طرق حصاد مياه الامطار (الشكل 4 أ ، ب).



شكل 3. العلاقة بين معدل نمر شجيرات الأتربليكس *Australian atriplex* ومساحة التجميع.

شكل 4 أ. صور لنمو نبات الأتربليكس *Australian atriplex* باستخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار.

شكل 4 ب. صور لنمو نبات الأتربليكس *Australian atriplex* باستخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار.

الخلاصة

تبرهن نتائج دراسة التجربة على أن طريقة الخطوط الكنتورية Contour Ridges قد أعطت نتائج أفضل من نتائج طريقة الأحواض المعينية Negarim Basins، إلا أنه لا يمكن تعميم هذا الاستنتاج من خلال تقييم أولي من تجربة واحده فقط، ما لم يتم تكرارها. كما أثبتت التجربة بأن نبات الأتربليكس الاسترالي يمكن زراعته في مناطق المنحدرات، خلافاً لما كان معتقداً بأن زراعته مقتصرة على بطون الأودية. إن الطرق التي استخدمت في هذه التجربة بسيطة ويمكن تجهيزها يدوياً أو بواسطة آلات بسيطة، كما أن تقنية الخطوط الكنتورية يمكن توظيفها لأكثر من غرض، مثل زراعة المنطقة التي بين الخطوط بنباتات رعوية أخرى.

المراجع باللغة العربية

الرزاقي، أع ، (1999)، تنمية المناطق الجافة وشبه الجافة باستخدام تقنيات حصاد مياه الأمطار. *في: وثائق المؤتمر العلمي الأول حول الموارد الطبيعية بمنطقة خليج سرت، 27 - 30 نوفمبر 1999*، سرت، ليبيا.

المراجع باللغة الإنجليزية

Algharaine S (1995) Rain water Harvesting and Runoff Husbandryin Libyan Jamahiriya, Past Trace*and Future Experiment. In: Proceedings of Workshop on Conservation of Soil and Water in Non-irrigated Regions in Libya.*

FAO (1991) Water Harvesting. *AGL/MISC/7/91.* FAO, Rome.

FAO (1994) Water Harvesting for Improved Agriculture Production, Water Report 3. *In: Proceedings of the FAO Expert Consultation, Cairo, Egypt, November 1993.* Rome, Italy.

Oweis T and **Prinze D** (1993) Identification of Potential Water Harvesting Areas and Methods for the Arid Regions of West Asia and North Africa: Proposal for Regional Research Project. FAO Experts Consultation, Cairo, Egypt, FAO, Rome.

Rakoczi A and **Jansen** (1985) Final Report on Garian Pasture Project.

Schwab *et al.* (1971) *Elementary Soil and Water Engineering,* Wiley. UK.

Ref. 2356

تم اختيار الورقة وتحكيمها من مؤتمر الخليج السابع للمياه: المياه في دول مجلس التعاون الخليجي- نحو إدارة متكاملة. جمعية العلوم والتكنولوجيا 19- 23 نوفمبر 2005، دولة الكويت.