مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (1) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

تقدير شدة الجفاف الفصلي والسنوي وتكراره في بعض مواقع المنطقة الجنوبية من سورية

الدكتور أدهم جلب*
الدكتور طاهر شيخو**

(تاريخ الإيداع 25 / 3 / 2012. قبل للنشر في 11 / 12 / 2012)

□ ملخّص □

يعد الجفاف ظاهرة متكررة وسمة طبيعية للمناخ، وأحد المخاطر الطبيعية الكبرى التي تتعرض له سورية بشكل متكرر ملحقاً أضراراً كبيرة بالنظم البيئية والاجتماعية – الاقتصادية، وخاصة المناطق الزراعية.

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير شدة الجفاف وتكراره على المستويين الفصلي والسنوي في المنطقة الجنوبية من سورية، بتطبيق مؤشر الهطل القياسي (SPI) على البيانات المطرية المسجلة خلال الفترة (1958 – 2006) في أربع محطات مناخية هي دمشق، خرابو، درعا والسويداء.

أظهرت النتائج عدم وجود تغيرات أو اتجاهات معنوية في كميات الأمطار السنوية والشتوية والربيعية على مستوى منطقة الدراسة، وتعرضها إلى حوادث الجفاف بشكل متكرر. وتميزت محطتا دمشق وخرابو على المستوى السنوي عن باقي المحطات بالجفاف المتطرف، وخرابو بالجفاف الشديد. وتميز فصل الربيع بأنه الأكثر تعرضاً لحوادث الجفاف، يليه فصلا الشتاء والخريف. كما لوحظ غياب الجفاف الشديد عن شتاء درعا، والجفاف المتطرف عن خريف دمشق وخرابو.

الكلمات المفتاحية: المنطقة الجنوبية من سورية، الجفاف، مؤشر الهطل القياسي (SPI).

* أستاذ– قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس– قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (1) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (1) 2013

Estimating the Severity and Frequency of Annual and Seasonal Droughts in Some Locations in the Southern Region of Syria

Dr. Adham Jalab[*]
Dr. Taher Cheikho[**]

(Received 25 / 3 / 2012. Accepted 11 / 12 /2012)

□ ABSTRACT □

Drought is a recurrent phenomenon and a normal feature of climate. It is one of the major natural hazards that frequently hits Syria, causing significant damages to ecosystems and social–economic environment, especially agricultural areas.

The purpose of current study is to estimate the degree of severity and the frequency of drought at seasonal and annual timescales in the southern region of Syria by applying the Standardized Precipitation Index (SPI) on the rainfall data recorded over (1958-2006) in four climatic stations: Damscus, Khrabo, Dara and El-Sweda.

The results showed that there were no significant changes or trends in annual winter and spring rainfall at southern region scale. They also showed its frequent exposure to drought**.** At annual timescale, Damscus and Khrabo stations were distinguished from the others by extreme drought, and Khrabo by severe drought. The season mostly exposed to drought events was spring, followed by winter and autumn seasons. The absence of the evere drought of Dara winter, and the extreme drought of Damscus and Khrabo autumn were also observed.

Keywords: southern region of Syria, drought, Standardized Precipitation Index (SPI),

[*] Professor, department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria
[**] Assistant Professor, department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

الجفاف (Drought) هو سمة طبيعية متكررة للمناخ تتعرض له جميع المناطق المناخية على سطح الأرض بصرف النظر عن كميات الأمطار التي تتلقاها، إلا أن خصائصه (الحدة أو الشدة، المدة والامتداد الجغرافي) تتفاوت بشكل كبير من منطقة إلى أخرى (Rossi *et al.*, 1992; Wilhite, 1992).

يؤثر الجفاف في اقتصاد وبيئة مناطق واسعة من العالم (Obasi, 1994; Bruce, 1994; Wilhite, 2000a)، ويؤدي إلى خسائر كبيرة لاسيما في القطاع الزراعي. فالجفاف الذي ضرب سورية في عام ١٩٩٩ كان عاماً وشاملاً لمعظم المناطق الجغرافية وسبب خسائر وصلت إلى 40% في إنتاج الحبوب النجيلية، إضافة إلى انخفاض المخزون المائي ومعدلات تصريف الأنهار والينابيع وتراجع الكفاءة الإنتاجية للثروة الحيوانية (Hamadallah, 2001؛ وزارة الدولة لشؤون البيئة، 2002).

يعد الجفاف مقارنة بالمخاطر الطبيعية الأخرى كالفيضانات والأعاصير المدارية والزلازل وغيرها، الأكثر تعقيداً والأقل فهماً، فهو يتطور ببطء وغالباً ما يصعب التنبؤ بموعد بدئه وانتهائه ودرجة حدته (Wilhite, 2000a). ويأتي في المقدمة جميع هذه المخاطر أنه يؤثر في عدد أكبر من السكان (Bryant, 1991; Wilhite, 2000b). وتأتي قارتا آسيا وأفريقيا في مقدمة القارات المتأثرة بالجفاف على مستوى العالم (Below *et al.*, 2007).

تزداد أهمية ظاهرة الجفاف في ظل التغيرات المناخية التي يشهدها كوكب الأرض؛ إذ يرجح أن يكون للزيادة المسجلة في درجات الحرارة والتغيرات في الدورة الهيدرولوجية تأثيرٌ كبيرٌ على شدة وتكرار الجفاف في المنطقة المتوسطية. الأمر الذي سيؤدي إلى تراجع إنتاجية المحاصيل الزراعية المطرية وزيادة الحاجة لري المزروعات، مما سيهدد الأمن الغذائي في البلدان المتأثرة بالجفاف (الدروبي، ومشاركوه، 2008؛ IPCC, 2007, Christensen *et al.*, 2007).

يرتبط الجفاف، غالباً، بانخفاض كميات الأمطار التي تتساقط خلال فترة زمنية طويلة، فصل أو سنة، ما يؤدي إلى نقص الماء اللازم لنشاط بشري أو قطاع بيئي معين. كما تلعب درجات الحرارة، والرياح القوية، والرطوبة النسبية المنخفضة، وزمن هطول الأمطار وفعاليتها دوراً كبيراً في حدوث الجفاف (Wilhite, 1992). وهو يختلف بذلك عن القحولة (Aridity) التي تعبر عن حالة طبيعية دائمة لمناطق جغرافية محددة وتقترن بضآلة كميات الأمطار السنوية أو الفصلية وارتفاع معدلات التبخر الممكن (Iglesias *et al.*, 2007). ورغم أن انحراف الأمطار عن معدلها الطبيعي خلال فترة ممتدة من الزمن هو السبب الرئيسي للجفاف، إلا أنه ليس هناك تعريفٌ عالميٌ موحدٌ للجفاف وذلك نتيجة لتعدد مجالات استخدام المياه واستخدام مؤشرات مختلفة لتحديد وقياس الجفاف (Rossi and Cancelliere, 2003).

يمكن استناداً إلى طبيعة العجز المائي تمييز أربعة أنماط رئيسية من الجفاف (Wilhite and Glantz, 1985) كما يظهره الشكل (1).

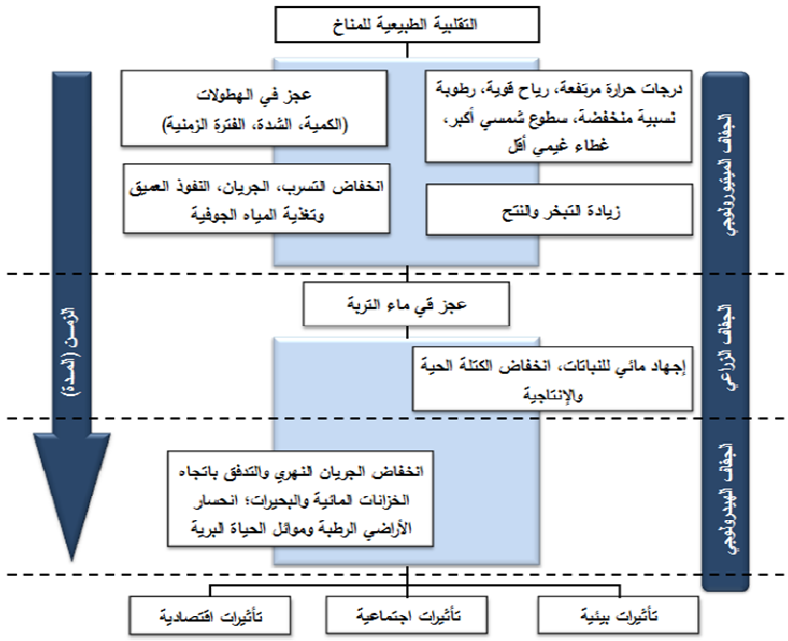
أ. الجفاف الميتيورولوجي (Meteorological Drought): ويعرف بأنه انخفاض كميات الأمطار عن معدلها العام خلال فترة زمنية معينة.

ب. الجفاف الزراعي (Agricultural Drought): ويحدث كنتيجة مباشرة للجفاف الميتيورولوجي، وذلك عندما تكون رطوبة التربة في منطقة الجذور غير كافية لسد حاجة المحصول مما يسبب إجهاداً مائياً يؤدي إلى نقص الإنتاج وقد يؤدي إلى موت النباتات في حالات معينة (Boyer ,1982; Yurckli and Kurunk, 2006).

ج. الجفاف الهيدرولوجي (Hydrological Drought): ويظهر على شكل نقص في مخزون الماء السطحي وتحت السطحي ويقاس بمقدار التراجع في تدفق الينابيع والأنهار وبمستوى البحيرات والسدود والماء الأرضي (Tallaksen *et al.*, 1997; Hisdal and Tallaksen, 2000).

د. الجفاف الاجتماعي– الاقتصادي (Socio-economic Drought): يحدث عندما يتجاوز الطلب على سلعة اقتصادية (الماء، العلف، الحبوب الغذائية، السمك والطاقة الكهرومائية) العرض كنتيجة لنقص الماء المترافق مع الجفاف (Wilhite and Glantz, 1985; American Meteorological Society, 2004; Maguire, 2005).

يشار إلى الأنواع الثلاثة الأولى للجفاف على أنها جفاف بيئي، في حين يشار إلى الجفاف الاجتماعي- الاقتصادي على أنه جفاف أنظمة الموارد المائية (Wilhite, 2000b).



الشكل (1) أنماط الجفاف وتأثيراته المختلفة (NDMC, 2008).

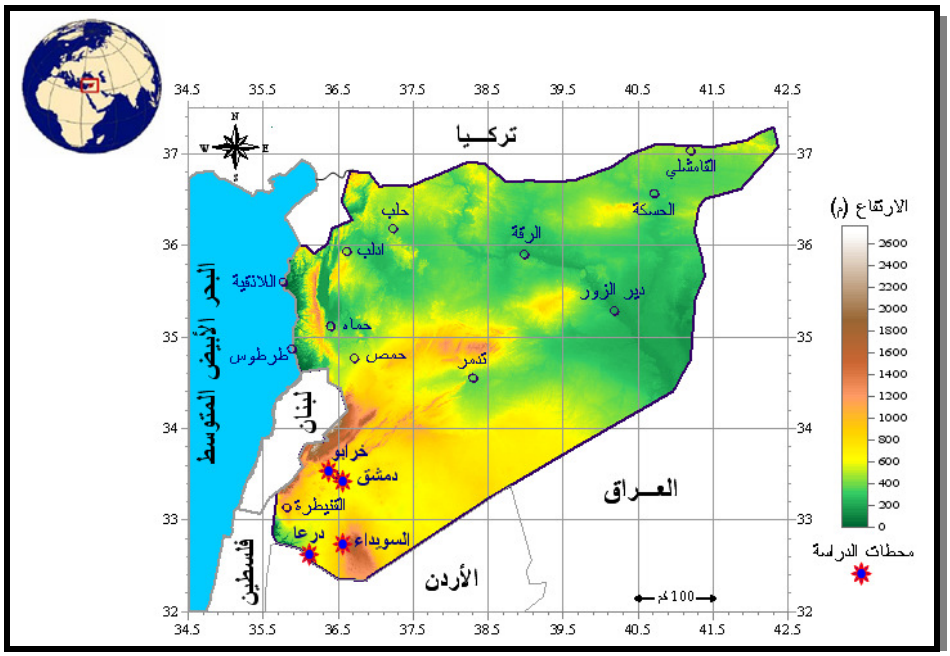
أهمية البحث وأهدافه:

يعد تقدير شدة الجفاف وتكراره في المنطقة الجنوبية من سورية أمراً في غاية الأهمية لما لهذه المنطقة من أهمية كبيرة في الإنتاج الزراعي واستقراره على مستوى القطر، الأمر الذي يساعد في تحديد تدابير التخفيف الملائمة التي تسهم في التقليل من أضرار الجفاف على البيئة والمجتمع.

يهدف البحث إلى تقدير شدة وتكرار الجفاف الفصلي والسنوي خلال الفترة (1958–2006) في بعض مواقع المنطقة الجنوبية من سورية باستخدام مؤشر الهطل القياسي (SPI).

طرائق البحث ومواده:

يستند البحث على البيانات الشهرية للأمطار المسجلة خلال الفترة (1958–2006) في أربع محطات مناخية تقع على ارتفاعات متباينة عن سطح البحر هي: دمشق (610 م)، خرابو (620 م)، درعا (543 م) والسويداء (1015 م). تم الحصول على هذه البيانات من المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق، ويظهر الشكل (2) الموقع الجغرافي للمحطات المناخية المستخدمة في البحث.



الشكل (2) خارطة تظهر التضاريس والموقع الجغرافي للمحطات المناخية المستخدمة في الدراسة.

1. حساب مؤشر الهطل القياسي:

طور مؤشر الهطل القياسي (SPI: Standardized Precipitation Index) لتقييم العجز في الهطل على مقاييس زمنية مختلفة (1، 3، 6، 12، 24، 48 شهر) تعكس تأثير الجفاف على الأنواع المختلفة لمصادر المياه (MCKEE *et al.*, 1993).

يقوم حساب المؤشر في موقع معين على مطابقة سلاسل الهطولات التراكمية للمقياس الزمني المطلوب (1، 3، 6، 9، 12 شهر،..الخ) باستخدام تابع توزيع غاما، الذي يحول بعدئذ إلى تابع التوزيع الطبيعي القياسي (Edwards and McKee, 1997)، مما يسمح بمقارنة المواقع المختلفة مع بعضها البعض.

تشير القيم الموجبة للمؤشر إلى قيم أكبر من وسيط الهطولات، وتشير القيم السالبة إلى قيم أصغر منه. تقارن قيم المؤشر بعد حسابه بالقيم المدونة في الجدول (1) لتقدير حدة الجفاف، وتعرف الفترة التي تكون فيها قيمة المؤشر سالبة بالفترة الجافة. وتحدد الفترة حيث قيمة المؤشر سالبة بداية فترة الجفاف، والفترة حيث قيمة المؤشر موجبة نهايتها.

جدول(1): تصنيف الجفاف وفق مؤشر الهطل القياسي (Hayes *et al.*, 1999).

فئة الجفاف	قيمة الـ SPI	الاحتمال (%)
متطرف الرطوبة	أكبر من 2.0	2.3
رطب جداً	1.5 حتى 1.99	4.4
معتدل الرطوبة	1.0 حتى 1.49	9.2
قريب من الطبيعي	0.99- حتى 0.99	68.2
جفاف معتدل	1.0- حتى 1.49-	9.2
جفاف شديد	1.5- حتى 1.99-	4.4
جفاف متطرف	أصغر من 2-	2.3

تم في هذا البحث حساب شدة وتواتر الجفاف في محطات الدراسة الأربع على المقياسين الفصلي (3 أشهر) والسنوي (12 شهر) خلال الفترة الممتدة من 1958 وحتى 2006 باستخدام البرنامج REDIM[1] (Rossi and Cancelliere, 2003).

النتائج والمناقشة:

1. الخصائص الإحصائية للهطولات السنوية والفصلية في محطات الدراسة:

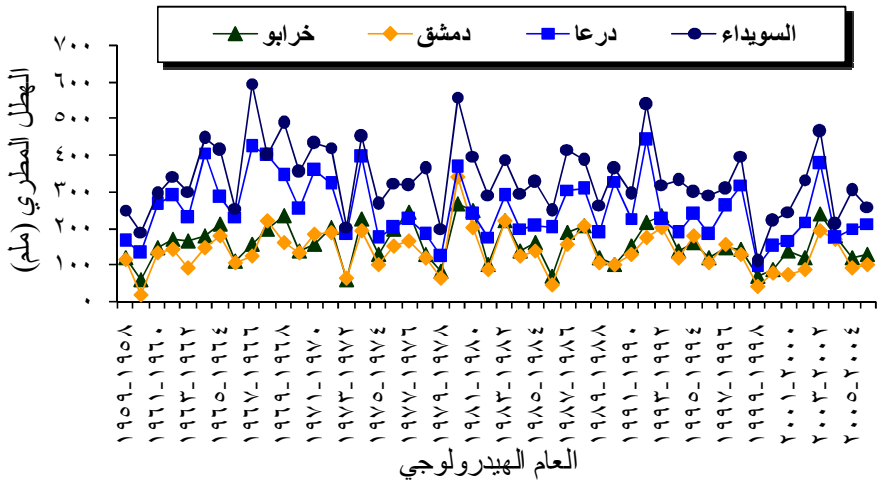
يعد الهطل العنصر الأكثر تغيراً على المقياسين الزمني والمكاني، ويعد تراجع كميات الأمطار المتساقطة خلال فترة زمنية معينة عن معدلها العام عاملاً محدداً للجفاف. وتبعاً لمقدار التراجع في الهطل واستمراريته يمكن أن يتطور الجفاف الميتيورولوجي إلى جفاف زراعي وأخيراً إلى جفاف هيدرولوجي.

1.1. الهطولات السنوية:

يظهر الجدول (2) والشكل (3) تفوق السويداء على المحطات الأخرى بمعدل أمطارها السنوية المسجلة خلال الفترة (06/2005-59/1958) والبالغ 335.3 ملم، تليها درعا بمعدل 250.0 ملم. كما يتضح من الجدول (2) أنه بازدياد معدل الهطل السنوي تنخفض قيمة معامل الاختلاف الذي بلغت قيمته المتوسطة على مستوى محطات الدراسة بحدود 35.5% مع تميز واضح لمحطة دمشق.

جدول (2) الخصائص الإحصائية لسلاسل الأمطار السنوية خلال الفترة (06/2005-59/1958).

المحطة / المؤشر الإحصائي	دمشق	خرابو	درعا	السويداء
الوسيط (ملم)	128.1	147.9	227.4	319.8
المتوسط الحسابي (ملم)	135.0	155.1	250.0	335.3
معامل الاختلاف (%)	42.8	35.0	34.3	29.8
القيمة الصغرى (ملم)	17.2	56.1	95.3	107.8
القيمة العظمى (ملم)	338.4	266.8	440.7	595.3



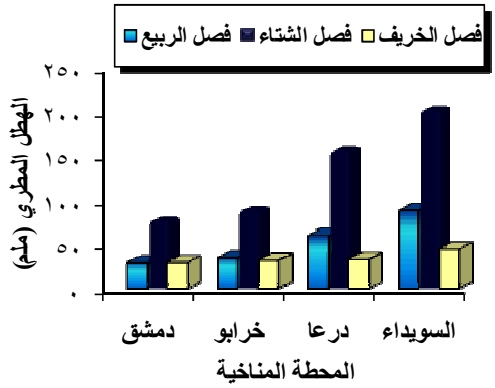
الشكل (3) تذبذب الهطولات المطرية السنوية في مناطق الدراسة خلال الفترة (06/2005-59/1958).

[1] REDIM: REgional Drought Identification Module.

2.1. الهطولات المطرية الفصلية:

تظهر الهطولات المطرية توزعاً فصلياً واضحاً (الشكل 4)، ويعد فصل الشتاء الفصل الرئيس للأمطار يليه الربيع ومن ثم الخريف.

تشكل كميات الهطل بين شهري تشرين الأول ونيسان ما يزيد عن 90% من مجموع الهطل السنوي. ويبلغ تذبذب الأمطار الفصلية أوجه في فصل الخريف يليه الربيع وذلك على اختلاف محطات الدراسة (الجدول 3).



الشكل (4) التوزع الفصلي للأمطار في مناطق الدراسة خلال الفترة (1958-2006).

جدول (3) الخصائص الإحصائية لسلاسل الأمطار الفصلية خلال الفترة (1958-2006).

الفصل	المؤشر الإحصائي	دمشق	خرابو	درعا	السويداء
فصل الخريف	الوسيط (ملم)	20.1	24.6	27.8	38.0
	المتوسط الحسابي (ملم)	29.1	31.6	32.6	44.6
	معامل الاختلاف (%)	114.9	84.9	79.7	75.0
فصل الشتاء	الوسيط (ملم)	67.5	79.2	130.0	180.8
	المتوسط الحسابي (ملم)	76.3	88.5	155.3	200.9
	معامل الاختلاف (%)	42.4	42.1	42.5	37.1
فصل الربيع	الوسيط (ملم)	24.0	31.0	61.7	87.2
	المتوسط الحسابي (ملم)	28.7	34.4	60.1	88.5
	معامل الاختلاف (%)	69.6	64.6	53.1	48.7

3.1. دراسة تغير معدلات الهطل السنوية والفصلية:

أظهرت دراسة الاتجاهات الخطية لسلاسل الأمطار السنوية خلال الفترة (1958/59-2005/06) اتجاهاً سالباً في جميع محطات الدراسة (الجدول 4). وكان معدل التناقص أكثر تميزاً في محطتي السويداء (-1.43 ملم/سنة) ودرعا (-1.38 ملم/سنة) مقارنة بمحطتي دمشق وخرابو. كما سجلت الأمطار الشتوية والربيعية معدلات تراجع أكبر مقارنة بأمطار الخريف. إلا أن هذا التراجع في كميات الأمطار السنوية والفصلية في مختلف محطات الدراسة غير معنوي من الناحية الإحصائية، حيث أن القيم المطلقة لإحصاء اختبار الانحدار الخطي (S) أصغر من القيم الجدولية عند مستوى المعنوية 5% ($\alpha_{5\%}$ = 2.013).

جدول (4) مقدار واتجاه تغير الأمطار السنوية والفصلية في مناطق الدراسة خلال الفترة (1958-2006).

المحطة		فصل الخريف	فصل الشتاء	فصل الربيع	العام الهيدرولوجي
دمشق	a	29.8	78.8	31.0	142.6
	b	0.03-	0.10-	0.09-	0.31-

	S	0.09-	0.30-	0.45-	0.52-
خرابو	a	29.9	92.3	38.4	163.9
	b	0.07	0.15-	0.16-	0.36-
	S	0.25	0.39-	0.70-	0.63-
درعا	a	31.5	175.9	71.8	283.7
	b	0.04	0.84-	0.47-	1.38-
	S	0.17	1.23-	1.47-	1.57-
السويداء	a	46.6	213.2	106.2	370.4
	b	0.08-	0.50-	0.71-	1.43-
	S	0.24-	0.64-	1.65-	1.39-

a و b معلمتان في نموذج الانحدار الخطي البسيط ($y = ax + b$).

a: الحد الثابت أو معلمة تقاطع خط الانحدار مع المحور الصادي. b: معلمة الميل.

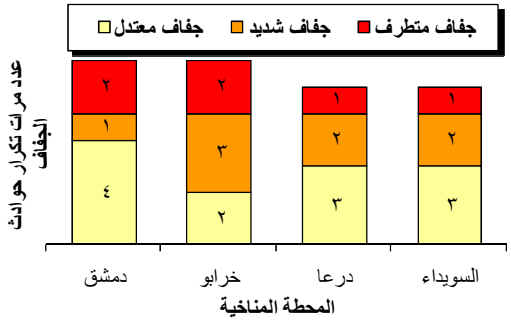
S: إحصاء اختبار الانحدار الخطي ($S = a/\sigma$).

σ: الانحراف المعياري لمعامل الانحدار الخطي.

2. شدة وتكرار الجفاف السنوي والفصلي:

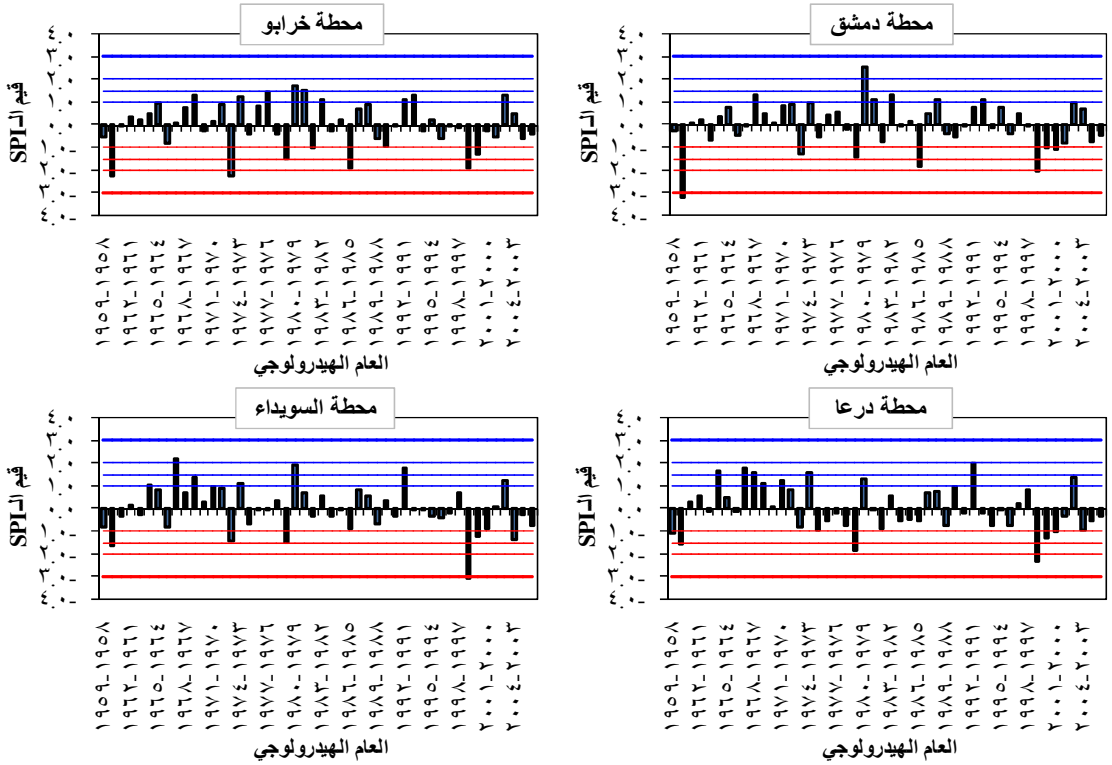
1.2. الجفاف السنوي:

تشير قيم مؤشر الهطل القياسي إلى تعرض المنطقة الجنوبية في سورية خلال الفترة (59/1958–06/2005) إلى حوادث الجفاف بشكل متكرر. وقد تراوح عدد حوادث الجفاف على اختلاف درجة حدته في مواقع الدراسة كما هو موضح في الشكل (5)، بين 6 في كل من محطتي السويداء ودرعا، و7 في كل من محطتي دمشق وخرابو.



الشكل (5) عدد مرات تكرار حوادث الجفاف السنوية خلال الفترة (06/2005–59/1958).

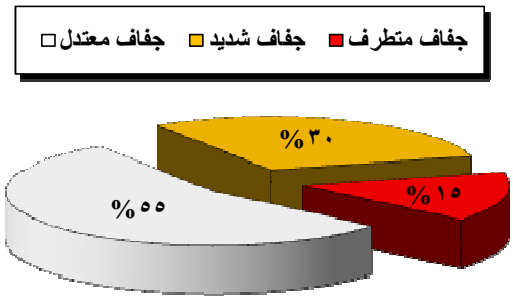
تعرضت محطتا السويداء ودرعا إلى حادثة جفاف متطرف واحدة ($SPI \leq -2.0$) في 1999/1998، في حين تعرضت محطة دمشق إلى حادثتين في 1960/1959 و1999/1998 وكذلك بالنسبة لمحطة خرابو في 1960/1959 و1973/1972، كما هو موضح في الشكل (6). ويمكن أن يعزى هذا الاختلاف في عدد حوادث الجفاف إلى التباين الجغرافي لمواقع هذه المحطات. أما بالنسبة للجفاف الشديد ($-1.5 \geq SPI \geq -1.99$) فقد أصاب محطتي السويداء ودرعا مرتين في 1960/1959 و1979/1978، ودمشق مرة واحدة في 1986/1985، وخرابو ثلاث مرات في 1979/1978 و1986/1985 و1999/1998. وتميزت دمشق عن باقي المناطق بعدد حوادث الجفاف المعتدل ($-1.0 \geq SPI \geq -1.49$) الذي أصابها أربع مرات، في حين وقع ثلاث مرات في كل من السويداء ودرعا ومرتين في خرابو.



الشكل (6) شدة وتكرار حوادث الجفاف السنوية خلال الفترة (06/2005-59/1958).

2.2.4. الجفاف الفصلي:

تعرضت مناطق الدراسة خلال الفترة (2006/1958) إلى 86 حادثة جفاف فصلي على اختلاف فئاته (الشكل 7). وأتى الجفاف المعتدل في المرتبة الأولى بمجموع 47 حادثة بنسبة 55%، تلاه الجفاف الشديد بـ 26 حادثة بنسبة 30% وأخيراً الجفاف المتطرف بـ 13 حادثة بنسبة 15%.



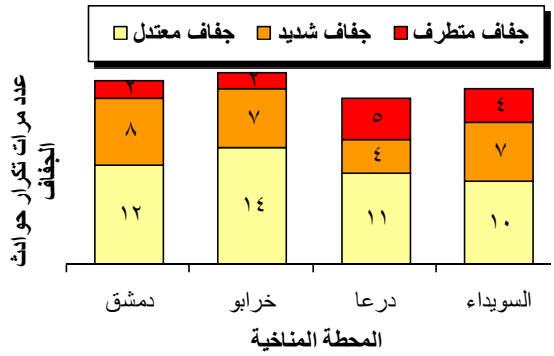
الشكل (7) النسبة المئوية لحوادث الجفاف الفصلية في مناطق الدراسة خلال الفترة (2006/1958).

أظهرت النتائج أيضاً وجود تقارب في تواتر حوادث الجفاف الفصلية بين المحطات الأربع (الجدول 5). وتميز فصل الربيع بأنه الأكثر تعرضاً لحوادث الجفاف وبشكل خاص في محطة السويداء. وجاءت خرابو في المرتبة الأولى بمجموع حوادث الجفاف الفصلية (23 حادثة)، تلتها دمشق (22 حادثة)، ومن ثم السويداء (21 حادثة) وأخيراً درعا (20 حادثة).

جدول (5) عدد حالات الجفاف الفصلية على اختلاف درجة حدتها خلال الفترة (2006/1958).

المحطة / الفصل	دمشق	خرابو	درعا	السويداء
فصل الخريف	7	7	5	5
فصل الشتاء	6	8	7	5
فصل الربيع	9	8	8	11
المجموع	22	23	20	21

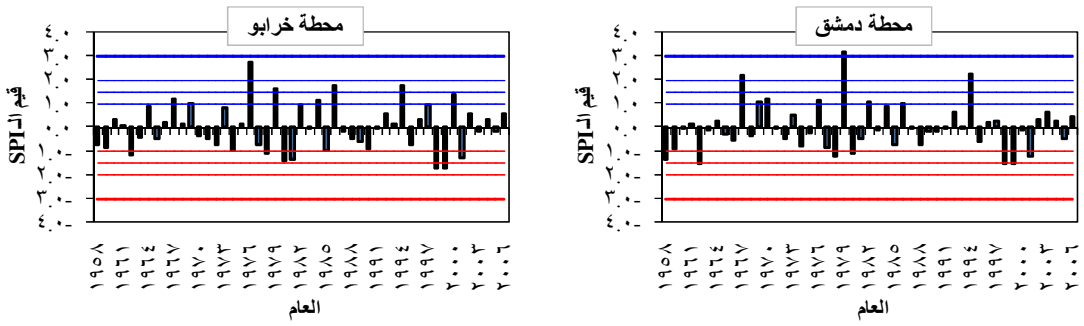
بلغ عدد حالات الجفاف الفصلي المتطرف 2 في كل من دمشق وخرابو و4 في السويداء و5 في درعا (الشكل 8). أما بالنسبة لحوادث الجفاف الشديد فحظيت دمشق بالنصيب الأكبر بـ 8 حوادث، تلتها خرابو والسويداء بـ 7 حوادث لكل منهما، في حين تميزت درعا بـ 4 حوادث فقط. وتدرجت حوادث الجفاف المعتدل من 10 في السويداء، و11 في درعا، و12 في دمشق و14 في خرابو.

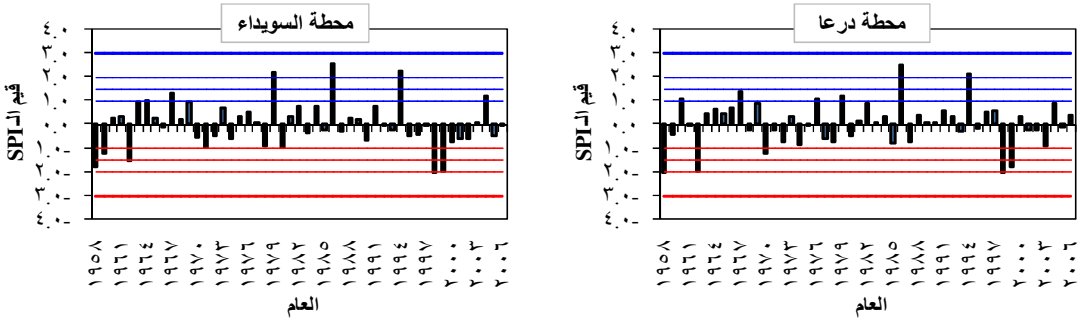


الشكل (8) عدد مرات تكرار حوادث الجفاف الفصلي على اختلاف فئاته خلال الفترة (2006/1958).

1.2.2. الجفاف الخريفي:

ظهر الجفاف المتطرف في فصل الخريف (الشكل 9) مرة واحدة في السويداء في 1998 ومرتين في درعا في 1958 و1998، ولم يظهر في دمشق وخرابو. وتكرر الجفاف الشديد الخريفي ثلاث مرات في دمشق في 1962 و1998 و1999، ومرتين في خرابو في 1998 و1999، وثلاث مرات في السويداء في 1958 و1962 و1999، ومرتين في درعا في 1962 و1999. وبلغ عدد حوادث الجفاف الخريفي المعتدل 11 حادثة، 4 منها في دمشق، و5 في خرابو، وحادثة واحدة فقط في كل من درعا والسويداء.

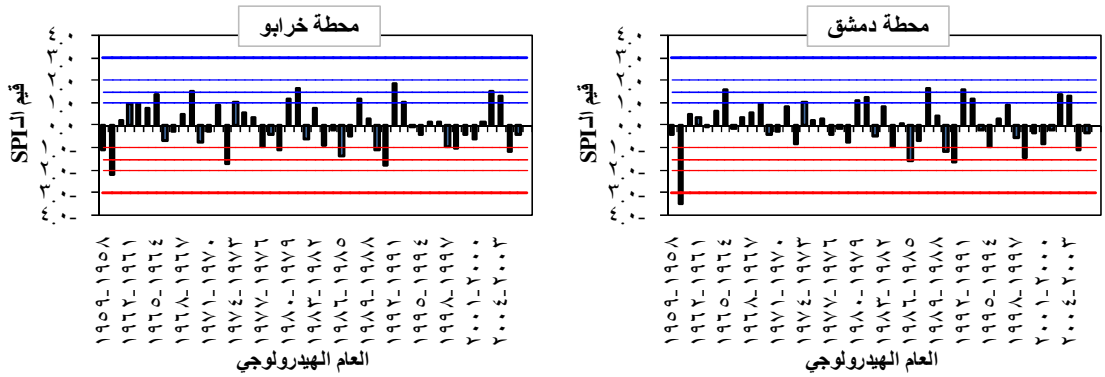




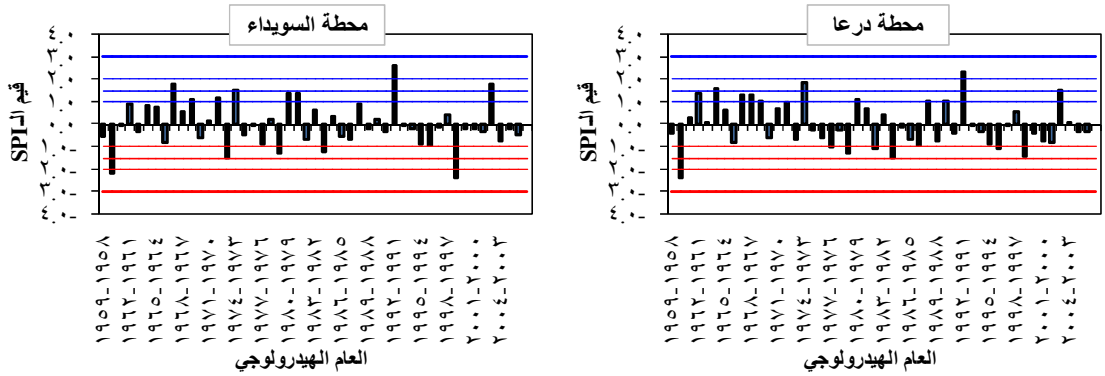
الشكل (9) شدة وتكرار حوادث الجفاف الخريفي خلال الفترة (2006/1958).

2.2.2. الجفاف الشتوي:

تميز شتاء العام 1960 (الشكل 10) بأنه الأشد جفافاً في كل من دمشق وخرابو ودرعا، في حين شهد شتاء السويداء حادثتي جفاف متطرف في 1960 و1999. وتكرر الجفاف الشديد مرتين في شتاء دمشق في 1986 و1991، ومرتين في شتاء خرابو في 1973 و1991، ومرة واحدة في شتاء السويداء في 1973، وغاب عن درعا. وبلغ عدد حوادث الجفاف الشتوي المعتدل 16 حادثة، 3 منـها في دمشق، و5 في خرابو، و6 في درعا وحادثتان في السويداء.



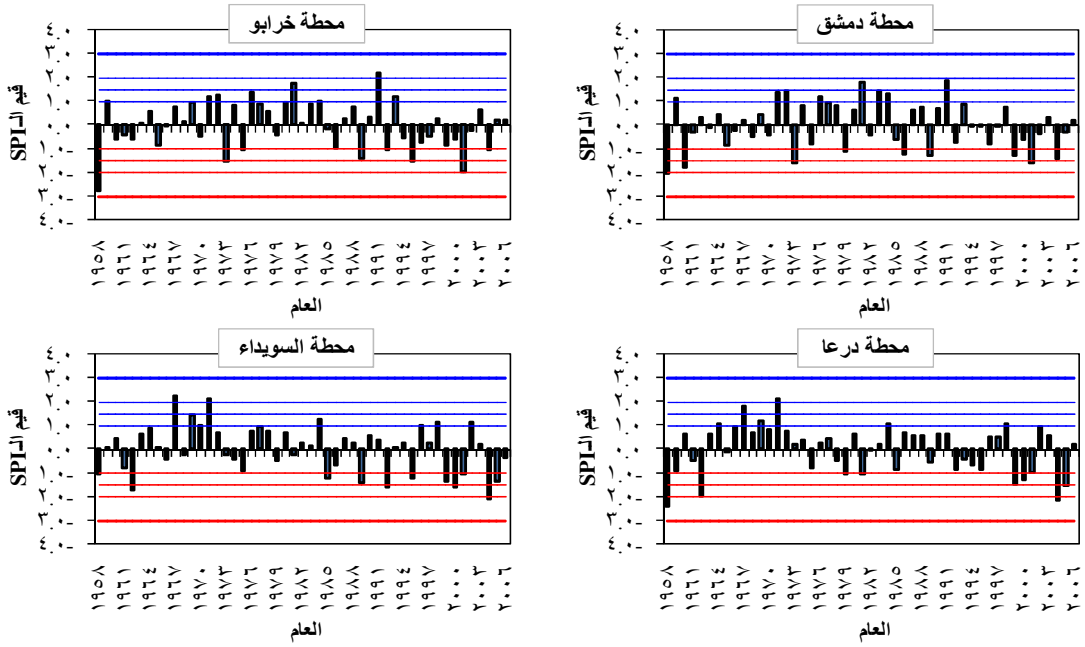
الشكل (10) شدة حوادث الجفاف الشتوي وتكراره خلال الفترة (06/2005-59/1958)، يتبع.



الشكل (10) شدة وتكرار حوادث الجفاف الشتوي خلال الفترة (06/2005-59/1958).

3.2.2. الجفاف الربيعي:

وقع الجفاف المتطرف في فصل الربيع (الشكل 11) مرة واحدة في كل من دمشق وخرابو في 1958، وفي السويداء في 2004، في حين وقع مرتين في درعا في 1958 و2004. وتكرر الجفاف الشديد الربيعي ثلاث مرات في دمشق في 1960 و1973 و2001، وثلاث مرات في خرابو في 1973 و1995 و2001، وثلاث مرات في السويداء في 1962 و1992 و2000، ومرتين فـي درعـا في 1962 و2005. وبلـغ عدد حوادث الجفاف الربيعي المعتدل 20 حادثة، 5 منها في دمشق، و4 في كل من خرابو ودرعا و7 في السويداء.



الشكل (11) شدة وتكرار حوادث الجفاف الربيعي خلال الفترة (2006/1958).

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن في ختام هذا البحث الذي ركز على تقدير شدة وتكرار الجفاف على المستويين السنوي والفصلي في بعض مواقع المنطقة الجنوبية من سورية خلال الفترة (1958–2006)، استنتاج ما يلي:

أ. تذبذب كميات الأمطار السنوية والفصلية مع تميز واضح لمحطة دمشق. وتذبذب كميات الأمطار الخريفية والربيعية بشكل أكبر من الأمطار الشتوية؛

ب. فصل الشتاء هو الفصل الرئيس للأمطار يليه الربيع ومن ثم الخريف. وتسجل نحو 90% من مجموع الأمطار السنوية خلال الفترة الممتدة بين شهري تشرين الأول ونيسان؛

ج. وجود اتجاه نحو تراجع كميات الأمطار السنوية في جميع المحطات بسبب تناقص كميات الأمطار الشتوية والربيعية. وكان معدل التناقص أكثر تميزاً في محطتي السويداء ودرعا بمقدار –1.43 و–1.38 ملم/العام على التوالي. إلا أن جميع هذه الاتجاهات السالبة غير معنوية من الناحية الإحصائية.

د. تعرض المنطقة الجنوبية، وفقاً لقيم قيم مؤشر الهطل القياسي المحسوبة، إلى حوادث الجفاف بشكل متكرر.

- **المستوى السنوي:** تعرضت كل من السويداء ودرعا إلى حادثة واحدة من الجفاف المتطرف وحادثتين من الجفاف الشديد، وأما دمشق فكان نصيبها حادثتين من الجفاف المتطرف وحادثة واحدة من الجفاف الشديد، في حين

أصاب الجفاف المتطرف خرابو مرتين والجفاف الشديد ثلاث مرات. وتميزت دمشق عن باقي المناطق بعدد حوادث الجفاف المعتدل.

- **المستوى الفصلي:** تعرضت كل من دمشق وخرابو إلى حالتين من الجفاف المتطرف، والسويداء إلى أربع حالات ودرعا إلى خمس حالات. وحظيت دمشق بالنصيب الأكبر من حوادث الجفاف الشديد، تلتها خرابو والسويداء وأخيراً درعا. وتميز فصل الربيع بأنه الأكثر تعرضاً لحوادث الجفاف على مستوى المنطقة الجنوبية، تبعه فصلي الشتاء والخريف.

أمام هذا الواقع من التذبذبات الكبيرة في كميات الأمطار السنوية والفصلية في بعض مواقع المنطقة الجنوبية من سورية، وفي ظل اتجاه منطقة المتوسط نحو مزيد من الجفاف نتيجة للتغيرات المناخية التي يشهدها كوكب الأرض بشكل عام، وما يمكن أن ينجم عن ذلك من انخفاض في إنتاجية المحاصيل الزراعية وتهديد للأمن الغذائي في البلدان المتأثرة بالجفاف، نرى أنه من الضروري التوسع في دراسة الجفاف ليشمل كل مناطق الزراعة الإستراتيجية في سورية لتوضيح تأثيره عليها كماً ونوعاً، ولما لذلك من أهمية بالغة في إدارة وتخطيط الموارد المائية.

المراجع :

1- الدروبي، عبدالله، ايهاب جناد ومحمود السباعي، التغير المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية. المؤتمر الوزاري العربي للمياه- القاهرة 14-200/7/16، 2008، 32.

2- وزارة الدولة لشؤون البيئة، 2002. الخطة الوطنية لمكافحة التصحر في الجمهورية العربية السورية.

3- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY (AMS), *Statement on meteorological drought*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 85, 2004.771–773.

4- BELOW, R., E. GROVER-KOPEC, AND M. DILLEY, *Documenting drought-related disaster: A global reassessment.* The Journal of Environment and Development, 19(3): 2007.328-344.

5- BOYER . J.S, *Plant productivity and environment Science*, 218: 1982.443-448.

6- BRUCE, J.P.Natural disaster reduction and global change. Bull. Am. Meteorol. Soc. 75, . 1994. 1831–1835.

7- BRYANT, E. A. 1991. *Natural Hazards*. Cambridge: Cambridge University Press.

8- CHRISTENSEN, J.H.; B. HEWITSON; A. BUSUIOC; A. CHEN; X. GAO; I. HELD; R. JONES; R.K. KOLL;, W.- T. KWON; R. LAPRISE; V. MAGAÑA RUEDA; L. MEARNS; C.G. MENÉNDEZ; J. RÄISÄNEN; A. RINKE; A. SARR; P. WHETTON, 2007. *Regional Climate Projections*. In: Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [SOLOMON, S.; D. QIN; M. MANNING; Z. CHEN; M. MARQUIS; K.B. AVERYT; M. TIGNOR; H.L. MILLER (eds.)]. Cambridge University Press, 2007 Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

9- EDWARDS, D. C., AND T. B. MCKEE, *Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales*. Climatology Rep. 97-2, Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, CO, 1997. 155.

10- HAMADALLAH, G., *Drought prepardness and mitigation plans in the Near East: an overview*. Expert consultation and workshop on drought mitigation for the Near East and the Mediterranean. 27–31 May 2001, ICARDA, Aleppo, Syria.

11- HAYES MJ, SVOBODA MD, WILHITE DA and VANYARKHO OV., *Monitoring the 1996 drought using the Standardized Precipitation Index*. BAMS 80 ,1999.429-438.
12- HISDAL. H, TALLAKSEN. L.M., *Drought event definition*. ARIDE Technical Report no. 6, University of Oslo, Norway. 2000.41.
13- IGLESIAS A., MONEO M., LOPEZ-FRANCOS A., *Annex 1. Glossary of terms and concepts. In Drought Management Guidelines Technical Annex.* Options Méditerranéennes, séries B, no 58, 2007.p. 67-76. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ
14- IPCC,. The Fourth Assessment Report (AR4) 2007 (*http:/www.ippc.ch/*).
15- MAGUIRE, RITA, P., *The effect of drought on economic development*. Newmexico drought summit – October 6. 2005.
16- MCKEE, T.B., DOESKIN, N.J. AND KLEIST, J., *The relationship of drought frequency and duration to time scales.* In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, January 17-23, 1993. American Meteorological Society. Boston, MA. pp. 179-184.
17- National Drought Mitigation Center (NDMC), 2008.
(*http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm*).
18- OBASI, G.O.P., *WMO's role in the international decade for natural disaster reduction*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 75 (9), 1994. 1655–1661.
19- ROSSI, G., BENEDINI, M., TSAKIRIS, G., GIAKOUMAKIS S., *On regional drought estimation and analysis*. Water Resources Management: 6, 1992.249-277.
20- ROSSI, G. AND A. CANCELLIERE, A., *At-site and regional drought identification by REDIM model,* In: Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions, G. Rossi et al., (eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003. 37–57.
21- TALLAKSEN. L.M, MADSEN. H.& CLAUSEN. B,, *On the definition and modelling of streamflow drought duration and deficit volume.* Hydrol. Sci. J. 42: 1997. 15 – 33.
22- WILHITE, D.A., GLANTZ, M.H., *Understanding the drought phenomenon: the role of definitions*. Water Int. 10, 1985. 111–120.
23- WILHITE, D. A., *Drought.* Pages 81-92 *in* Encyclopedia of Earth System Science, Vol. 2. 1992. Academic Press, San Diego, California.
24- WILHITE, D.A., *Drought: A Global Assessment*, Vols. 1 and 2. Routledge, New York, 89-104, 1 and 2, Routledge, New York, 2000a. 129–448.
25- WILHITE, D.A., *Drought as a natural hazard: concepts and definitions*. In: Wilhite, D.A. (Ed.), Drought: A Global Assessment, vol. 1. Routledge, New York, 2000b. pp. 1–18.
26- YURCKLI, K AND KURUNK, A., Simulating *agricultural drought periods based on daily rainfall and crop water consumption.* Journal of arid environments, volume 67, issue 4 2006. 629 – 640.