

تقييم حدة الجفاف في اللاذقية والرقّة باستخدام مؤشر الكشف عن الجفاف (RDI)

الدكتور أدهم جلب *
الدكتور طاهر شيخو **
راميا ديبه ***

(تاريخ الإيداع 3 / 10 / 2010. قبل للنشر في 28 / 12 / 2010)

□ ملخص □

تعد ظاهرة الجفاف من المخاطر الطبيعية التي تهدد حياة البشر والنظم البيئية المختلفة في مناطق واسعة من العالم بما فيها القطر العربي السوري. أظهرت نتائج تقييم الجفاف باستخدام مؤشر الـ RDI خلال المدة (1975-2006) بأن العام الهيدرولوجي الأشد جفافاً (جفاف منطرف) في محطتي اللاذقية والرقّة هو 2001-2000 و 1984-1983 على التوالي، وقد بلغت قيم مؤشر الجفاف لكل منهما (-2.7 و -2.2). وتردد الجفاف المنطرف السنوي مرة واحدة في اللاذقية ومرتين في الرقّة، بينما تكرر الجفاف الشديد ثلاث مرات في الرقّة ولم يقع في اللاذقية؛ وعلى المستوى الفصلي وقع الجفاف المنطرف مرتين في ربيع اللاذقية ومرة واحدة في خريفها، في حين وقع مرة واحدة في شتاء الرقّة ومرتين في خريفها؛ وأما الجفاف الشديد فقد تكرر مرتين في شتاء وربيع كل من اللاذقية والرقّة ومرة واحدة في خريف اللاذقية؛ وعلى المستوى الشهري كان شهر أيار هو الأكثر تعرضاً للجفاف المنطرف في محطتي الرقّة واللاذقية بنسبة 40,6% و 25% على التوالي، يليه شهر تشرين الأول بنسبة 28,1% في الرقّة وشهر تشرين الثاني بنسبة 6,3% في اللاذقية.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، مؤشر الكشف عن الجفاف، العجز المائي المناخي، الهطل المطري.

* أستاذ - قسم الحراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية
** مدرس - قسم الحراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الحراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Assessment of Drought Severity in Lattakia and Al- Raqah Using the Reconnaissance Drought Index (RDI).

Dr. Adham Jalab *
Dr. Taher Cheikho **
Ramia Diebah ***

(Received 3 / 10 / 2010. Accepted 28 / 12 / 2010)

□ ABSTRACT □

The drought phenomenon is one of the natural hazards that threaten human life and the various ecosystems in large areas of the world, including the Syrian Arab Republic. Results using the RDI drought index during the period (1975-2006), indicated that the driest hydrological year (extreme drought) in Lattakia was (2000-2001) and in Al-Raqah was (1983-1984), with RDI values of (-2.7, -2.2). The frequency of the annual extreme drought was twice in Al-Raqah and once in Lattakia, while the severe drought occurred three times in Al-Raqah and did not occur in Lattakia. On a seasonal scale, the occurrence of the extreme drought took place once in Winter of Al-Raqah and twice in spring of Lattakia, and twice in Winter and Spring in both Lattakia and Al-Raqah. However, the frequency of severe drought took place twice in Winter and spring in both Lattakia and Al-Raqah and once in Autumn of Lattakia. On a monthly basis, May was the most vulnerable to extreme drought in both Lattakia and Al-Raqah with a percentage of 40.6% and 25%, respectively, followed by October with 28.1% in Al-Raqah, and November with 6.3% in Lattakia.

Keywords: drought, Reconnaissance Drought Index ((RDI), water climate deficit, Rainfall.

*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

*** Postgraduate Student, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

يعد الجفاف من المخاطر الطبيعية الكبرى التي تظهر من دون سابق إنذار مهددة بذلك حياة البشر والنظم البيئية المختلفة في مناطق واسعة من العالم؛ إذ تشير تقارير المنظمة الدولية للأرصاد الجوية (WMO) إلى تأثر 1.4 مليار إنسان بالجفاف وموت 1.3 مليون إنسان نتيجة لأسباب مباشرة أو غير مباشرة مرتبطة بالجفاف وذلك خلال المدة الممتدة بين عامي 1967 و 1991 (Obassi, 1994).

تزداد أهمية ظاهرة الجفاف في ظل التغيرات المناخية التي يشهدها كوكب الأرض نتيجة للزيادة المستمرة لانبعاثات غازات الدفيئة في غلافه الجوي؛ إذ تشير مختلف سيناريوهات التغيرات العالمية إلى أن احتمال حدة الجفاف ستزداد في السنوات المقبلة (Watson et al., 1997). وقد شهدت المنطقة المتوسطة خلال العقود الأربعة الأخيرة عدداً كبيراً من حوادث الجفاف الشديد التي سببت أضراراً معنوية كبيرة على المستويات الوطنية (Iglesias et al., 2007). كما تشير الدراسات الحديثة إلى أن تغذية المياه الجوفية ستتخضع بنحو 30 إلى 70% في المناطق الجنوبية والشرقية من حوض البحر المتوسط (Döll and Flörke, 2005) نتيجة لانخفاض الهطولات المطرية وارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر من النطاق غير المشبع من التربة، مما سيكون له انعكاسات اقتصادية واجتماعية كبيرة على البلدان المتأثرة بالجفاف ومنها القطر العربي السوري الذي يتميز بمحدودية موارده المائية.

يعد الجفاف من السمات الطبيعية المتكررة للمناخ ويحدث تقريباً في كل المناطق المناخية، إلا أن خصائصه (التواتر، المدة والشدة) تتفاوت بشكل كبير من منطقة إلى أخرى، لذلك يعد تعريفه أمراً صعباً كونه يختلف باختلاف المناطق والاحتياجات والقطاعات المتأثرة به (NDMC, 2008a).

إن مراجعة سريعة للأدبيات المنشورة حول الجفاف تبين وجود تعاريف عدة لهذه الظاهرة إلا أن جميعها ترجعه إلى عجز في الهطولات المطرية خلال مدة زمنية طويلة (فصل أو أكثر) مؤدية إلى نقص في الماء. بتحليل أكثر من مئة وخمسين تعريفاً للجفاف توصل الباحثان Wilhite و Glantz (1985) إلى تحديد أربعة أنماط رئيسية له :

أ. **الجفاف الميثيورولوجي Meteorological drought** : يحدث هذا النمط من الجفاف عندما تتخضع كميات الهطل المطري خلال مدة زمنية معينة عن معدلها العام.

ب. **الجفاف الزراعي Agricultural drought** : يعد نتيجة مباشرة للجفاف الميثيورولوجي، ويتجلى في نقص رطوبة التربة مما يعكس سلباً على نمو المحاصيل وتطورها وكذلك على إنتاجيتها، ويمكن أن يؤدي في بعض الأحيان إلى ذبولها وموتها.

ج. **الجفاف الهيدرولوجي Hydrological drought** : يحدث بعد مُد زمنية تتميز بنقص كبير في الهطولات المطرية وتؤثر في إمدادات المياه (تدفق المجاري المائية، مناسيب المياه في الخزانات والبحيرات، المياه الجوفية)، مما يسبب أضراراً اجتماعية هامة. ونظراً لأن المناطق ترتبط فيما بينها بالنظم الهيدرولوجية، فإن تأثير الجفاف الميثيورولوجي يمكن أن يمتد إلى خارج حدود منطقة العجز المطري (NDMC, 2008a).

د. **الجفاف الاجتماعي-الاقتصادي Socio-economic drought** : يرتبط هذا النوع من الجفاف بعملية العرض والطلب على بعض السلع الاقتصادية (الماء، العلف، الحبوب الغذائية، الطاقة الكهربائية،..الخ) نتيجة لنقص الماء المترافق مع الجفاف. ويظهر الجفاف الاجتماعي-الاقتصادي جلياً في البلدان النامية ذات التزايد السكاني المضطرد.

أسباب وتأثيرات الجفاف :

توجد عدة عوامل تؤدي إلى حدوث الجفاف، بعضها عام والآخر محلي، إلا أن تذبذب الدورة العامة للغلاف الجوي مع سيادة ظروف من الضغط الجوي المرتفع الذي يسبب انحباس الأمطار والذي يترافق غالباً مع ارتفاع الحرارة وتدني الرطوبة الجوية، إضافة إلى تباين تأثير الموقع الجغرافي والطبوغرافي هي من أهم العوامل المسببة للجفاف (سفاف، 1982).

تتجلى التأثيرات السلبية للجفاف على المجتمعات الإنسانية والنظم البيئية، والتي تتمثل في تدهور حالة الموارد الطبيعية وحالة البيئة (منظمة الأغذية والزراعة، 2006) من خلال حرائق الغابات التي تهدد قطاع الزراعة وتستنزف الموارد المائية (منظمة الأغذية والزراعة، 1997؛ Toma, 1999)، ومن خلال تأثيره في التنوع الحيوي وفي تدهور نوعية الهواء ونقص مناسيب الخزانات المائية الأرضية وتدهور نوعية المياه السطحية وتحت السطحية وفي انجراف التربة. كذلك يؤثر الجفاف تأثيراً مباشراً على الإنتاج الزراعي والغابوي ويؤدي إلى انخفاض إنتاجيته (زين العابدين، 2000، منظمة الأغذية والزراعة، 2002). كما يمكن للجفاف أن يتسبب بحدوث أزمات كالمجاعة والفقر وتفشي الأمراض، كما يمكن أن يؤدي إلى حدوث اضطرابات اجتماعية وحتى الحروب في بعض الأحيان مما يرغم الناس على النزوح والهجرة (Obassi, 1994؛ منظمة الأغذية والزراعة، 2002؛ NDMC, 2008b).
تجدر الإشارة إلى أن هذه الآثار السلبية المترتبة عن الجفاف يمكن أن تتباين بدرجة كبيرة بين البلدان تبعاً لمقدرتها على التخفيف من تأثيراته ودرجة استعدادها لمواجهته.

أهمية البحث وأهدافه:

إن ارتفاع معدلات النمو السكاني المترافق بتراجع في إنتاج الغذاء نتيجة الإجهادات غير الحيوية وفي مقدمتها الجفاف، أضحت مؤخراً مصدر قلق كبير للعديد من الدول المتأثرة به نظراً لحجم الخسائر التي يلحقها باقتصادها الوطني (Mahajan and Tuteja, 2005)؛ فالجفاف الذي أصاب القطر خلال الأعوام 2000/1998 نتيجة النقص الشديد في الأمطار أدى إلى انخفاض معدل إنتاج كل من الشعير والقمح المروي خلال الموسم الزراعي 1999/1998 بمقدار 72 و 28% على التوالي (الدروبي وآخرون، 2008). أمام هذه التأثيرات السلبية للجفاف نرى أنه من الضروري تطوير الأدوات اللازمة لرصد هذه الظاهرة في جميع أنحاء القطر والتي تكررت بشكل واضح خلال العقود الأخيرة.
يهدف هذا البحث إلى تقييم حدة حوادث الجفاف وتواترها في كل من اللاذقية والرقّة باستخدام مؤشر الكشف عن الجفاف (RDI¹) على المقياس السنوي والفصلي والشهري خلال المدة الزمنية الممتدة من 1975-2006، بما يسهم في إعطاء صورة واضحة عن الجفاف في المنطقتين وتساعد في وضع خطة مستقبلية تخفف من وطأته وتأثيراته السلبية.

طرائق البحث ومواده:

لإنجاز هذا البحث قدمت المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق مشكورة المعطيات المناخية اللازمة لمحطتي اللاذقية والرقّة، وشملت القيم الشهرية للعناصر الآتية : الأمطار، درجات الحرارة (جافة، وعظمى وصغرى)، الرطوبة

¹ RDI :Reconnaissance Drought Index

النسبية، مدة السطوع الشمسي وسرعة الرياح، خلال الفترة (1975-2006). يبين الجدول (1) الموقع الجغرافي لمحطتي اللاذقية والرقّة.

جدول (1): الموقع الجغرافي لمحطتي الدراسة.

الارتفاع (م)	خط الطول (°)	خط العرض (°)	
7	35.8	35.5	اللاذقية
250	39	35.9	الرقّة

1- حساب شدة الجفاف بواسطة دليل الكشف عن الجفاف (RDI) :

يتميز دليل الكشف عن الجفاف (RDI) ببساطته واحتياجه إلى عدد قليل نسبياً من البيانات. يمثل هذا الدليل النسبة بين مجاميع الهطولات المطرية والتبخر - النتج الممكن (PET) (Tsakiris et al., 2007)، ويحسب لأي مدة زمنية (شهر، شهرين، فصل، سنة،... الخ) وفقاً للخطوات الآتية:

أ. تحسب القيمة الأولية للدليل لمدة زمنية معينة، نهاية الشهر (j) خلال السنة (i)، بالعلاقة الآتية :

$$\alpha_o^i = \frac{\sum_{j=1}^{12} P_{ij}}{\sum_{j=1}^{12} PET_{ij}} \quad (\text{تتراوح قيمة } i \text{ بين } 1 \text{ و } n, \text{ وقيمة } j \text{ بين } 1 \text{ و } 12)$$

تمثل كل من P_{ij} و PET_{ij} قيم الهطولات المطرية وقيم التبخر- النتج الممكن على التوالي وذلك للشهر (j) من السنة الهيدرولوجية (i). وتمثل n العدد الكلي لسنوات البيانات المتوفرة. ويمكن لهذه العلاقة أن تحسب لأية مدة من السنة.

ب. يحسب الـ RDI المعدل (RDI_{ln}) لكل سنة باستخدام العلاقة الآتية :

$$RDI_{ln}^i = \frac{\alpha_o^i}{\bar{\alpha}_o} - 1$$

تمثل $\bar{\alpha}_o$ المتوسط الحسابي لقيم α_o المحسوبة لعدد سنوات القياسات n.

ج. وأخيراً يحسب الـ RDI القياسي (RDI_{st}) بطريقة مشابهة لحساب الـ SPI²:

$$RDI_{st}^i = \frac{y^i - \bar{y}}{\sigma_y}$$

حيث تمثل y^i اللوغاريتم الطبيعي لقيم α_o^i ($\ln(\alpha_o^i)$) و \bar{y} متوسطها الحسابي و σ_y انحرافها المعياري. تفترض هذه العلاقة الأخيرة (RDI_{st}) أن قيم α_o تتبع التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي الذي يتطابق بشكل جيد مع توزيع البيانات.

لتقدير شدة الجفاف بحسب قيم الـ RDI_{st} المحسوبة، تستخدم العتبات الموضوعة نفسها لدليل الـ SPI (Mckee et al., 1993) كما هو موضح في الجدول (2).

جدول (2) : تصنيف شدات الجفاف بحسب دليل الكشف عن الجفاف.

قيم الـ RDI _{st}

² SPI (Standardized Precipitation Index) : دليل الهطل المطري القياسي.

رطوبة متطرفة	2.0+ وأكثر
رطب جداً	1.5 حتى 1.99
رطوبة معتدلة	1.0 حتى 1.49
قريب من المعدل	0.99- حتى 0.99
جفاف معتدل	1.0- حتى 1.49
جفاف شديد	1.5- حتى 1.99
جفاف متطرف	2- وأقل

تعرف حادثة الجفاف هنا قياس على المقياس الزمني i على أنها المدة التي يكون خلالها قيمة دليل الـ RDIst سالبة بشكل مستمر، أي عندما تصل قيمة هذا الدليل إلى القيمة -1 أو أقل. وتنتهي حادثة الجفاف عندما تصبح قيمة الـ RDIst موجبة. ويمكن حساب شدة الجفاف بجمع قيم الـ RDIst لكل الأشهر التي تميز حادثة الجفاف.

2- حساب التبخر-النتج المرجعي (ET_o) :

تم حساب التبخر-النتج المرجعي باستخدام معادلة بنمان . مونتيث (Penman-Monteith) المعدلة (Allen et al., 1998)، والمنصوح باستخدامها من قبل منظمة الأغذية والزراعة الدولية للأمم المتحدة (FAO) وذلك عند توافر المعطيات المناخية المطلوبة، والتي تأخذ الشكل الآتي :

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

حيث :

ET_o : التبخر-النتج المرجعي للمحصول (مم/يوم)

Δ : انحدار منحنى ضغط البخار (كيلو باسكال/ م°)

R_n : صافي الإشعاع عند سطح المحصول (ميكا جول/م²/يوم)

G : تدفق حرارة التربة (ميكا جول/م²/يوم)

γ : ثابت الرطوبة (كيلو باسكال/ م°)

T : متوسط درجة الحرارة (م°)

U₂ : سرعة الرياح مقاسة عند ارتفاع 2 متر (م/ثانية)

e_a-e_d : النقص في ضغط البخار (كيلو باسكال)

900 : عامل تحويل

3- حساب العجز المائي المناخي (CHD) :

تم حساب العجز المائي المناخي الذي يمثل الفرق بين كميات الهطل المطري P (مم) والتبخر-النتج المرجعي

(مم) المحسوب بطريقة بنمان - مونتيث :

$$CHD = \sum_{i=1}^n (P - ET_o)$$

يمكن اعتبار هذا المؤشر قياساً تقريبياً للدلالة على مدى حساسية المنطقة للجفاف؛ وكذلك فهو يساعد في تقدير الاحتياجات المائية النظرية للنباتات التي تحتاجها خلال فصل النمو.

النتائج والمناقشة:

ترتكز هذه الدراسة في تقييمها للجفاف على ثلاث نقاط رئيسية هي الهطل المطري والعجز أو الفائض المائي المناخي ومؤشر الجفاف RDI وذلك على المستويات الزمنية المختلفة (السنوي، الفصلي، الشهري).

1- دراسة الهطل المطري :

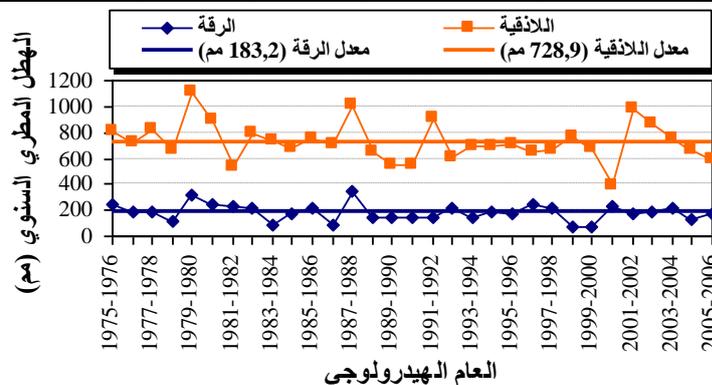
يعد الهطل المطري المحدد الأول للجفاف، الأمر الذي يستدعي إجراء دراسة إحصائية تحليلية لهذا العنصر المناخي في منطقتي الدراسة خلال المدة (1975-2006) ومعرفة خصائصه الإحصائية. كذلك يعد الهطل المطري من العمليات الهيدرولوجية الأكثر تغيراً على المقياسين الزمني والمكاني، وهو من أهم الموارد المائية للزراعات البعلية. إن معرفة هذا المورد المائي في منطقة ما يعد أمراً في غاية الأهمية لتقييم الموارد المائية المتاحة وإدارتها بشكل أمثل، فهو الأساس لفهم حالة المخزون المائي للتربة وإعادة شحن المياه الجوفية ونظام المجاري المائية (Cosandey and Robinson, 2000).

1-1- الهطل على المستوى السنوي :

يظهر الجدول (3) والشكل (1) ارتفاع قيم متوسطات كميات الأمطار السنوية في اللاذقية عنها في الرقة، والتي بلغت 728.9 و 183.2 مم على التوالي، كذلك التباين الكبير في القيم المنطرفة (العظمى والصغرى) لكميات الأمطار السنوية في المنطقتين. وتشير معاملات الاختلاف المحسوبة إلى استقرار أكبر للهطولات المطرية في اللاذقية مقارنة بالرقة وبقيم بلغت 20.6 و 35.4% على التوالي.

جدول (3) : أهم الخصائص الإحصائية لسلاسل الهطولات المطرية السنوية في اللاذقية والرقة للفترة (1975-2006).

المتوسط الحسابي (مم)	الانحراف المعياري (مم)	معامل الاختلاف (%)	الوسيط (مم)	أمثال الانعراج	القيمة العظمى (مم)	القيمة الصغرى (مم)
728.9	150.1	20.6	707.3	0.5	1112.3	394.6
183.2	64.9	35.4	181.5	0.3	343.7	67.9



شكل (1) : كميات الأمطار السنوية خلال الفترة (1975-2006).

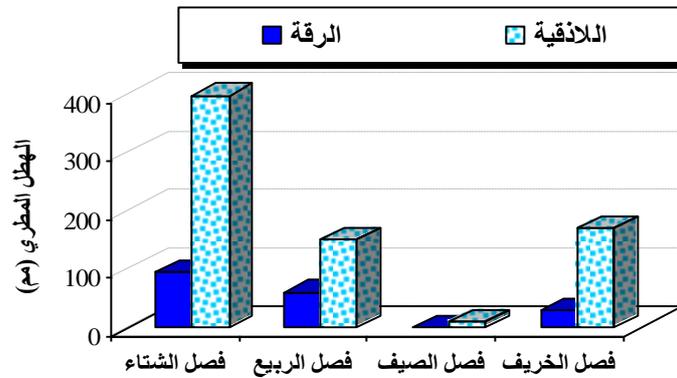
2-1- الهطل على المستوى الفصلي :

تظهر الهطولات المطرية في اللاذقية والرقية توزعاً فصلياً واضحاً (الجدول 4 والشكل 2)، ويعد فصل الشتاء الفصل الرئيسي للأمطار وقيم بلغت 396.9 و 93.1 مم على التوالي والتي تشكل نحو 54.5 و 50.8% من مجموع الأمطار السنوية في المحطتين وذلك خلال مدة الدراسة (1975-2006)؛ يليه فصل الخريف في اللاذقية (169.8 مم) والربيع في الرقية (60.8 مم).

وتشير معاملات الاختلاف المحسوبة (الجدول 4) إلى استقرار أكبر للهطولات المطرية في اللاذقية مقارنة بالرقية خلال مختلف الفصول؛ ويعد فصل الشتاء في اللاذقية والرقية الفصل الأكثر استقراراً في أمطاره حيث بلغت قيم معامل الاختلاف 32.0 و 37.2% على التوالي، وهذا يبين أهمية التغير الذي تبديه الأمطار خلال فصلي الربيع والخريف من السنة في كلتا المحطتين.

جدول (4) : أهم الخصائص الإحصائية لسلاسل الهطولات المطرية الفصلية في اللاذقية والرقية للفترة (1975-2006).

فصل الربيع	فصل الشتاء		فصل الخريف			
	اللاذقية	الرقية	اللاذقية	الرقية		
60.8	152.2	93.1	396.9	29.0	169.8	المتوسط الحسابي (مم)
36.3	71.5	34.7	127.1	22.9	86.8	الانحراف المعياري (مم)
59.7	47.0	37.2	32.0	79.1	51.1	معامل الاختلاف (%)



شكل (2) : متوسط الهطولات المطرية الفصلية خلال المدة (1975-2006).

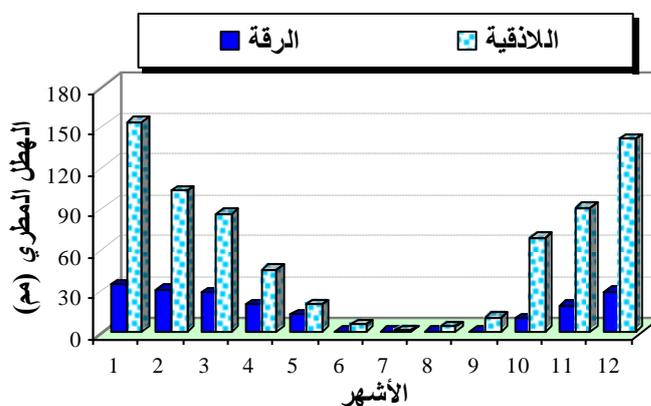
3-1- الهطل على المستوى الشهري :

يعرض الجدول (5) أهم الخصائص الإحصائية المحسوبة لسلاسل الهطولات المطرية على المستوى الشهري في منطقتي الدراسة متضمنة المتوسط الحسابي (μ) والانحراف المعياري (σ) ومعامل الاختلاف (C.V)، كما يوضح الشكل (3) معدل توزع الأمطار الشهرية خلال مدة الدراسة.

جدول (5) : أهم الخصائص الإحصائية لسلاسل الهطولات المطرية الشهرية للفترة (1975-2006) في اللاذقية والرقية.

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	اللاذقية
141.1	90.5	69.1	10.1	3.8	1.0	5.4	20.1	45.7	86.4	103.2	153.6	
96.1	58.5	68.3	18.8	13.6	2.6	8.4	26.0	34.7	57.5	52.1	101.2	σ (مم)

68.1	64.7	98.7	185.4	353.2	250.2	156.7	129.7	75.9	66.5	50.5	65.9	(%) C.V	
29.5	19.0	9.8	0.1	0.0	0.0	0.4	12.3	20.0	28.5	30.5	34.4	(مم) μ	الرقعة
21.7	16.7	12.9	0.3	0.0	0.1	1.1	16.8	16.5	21.6	23.7	17.9	(مم) σ	
73.6	88	131.6	245.5	-	358.3	306.7	136.6	82.5	75.7	77.7	52.0	(%)C.V	



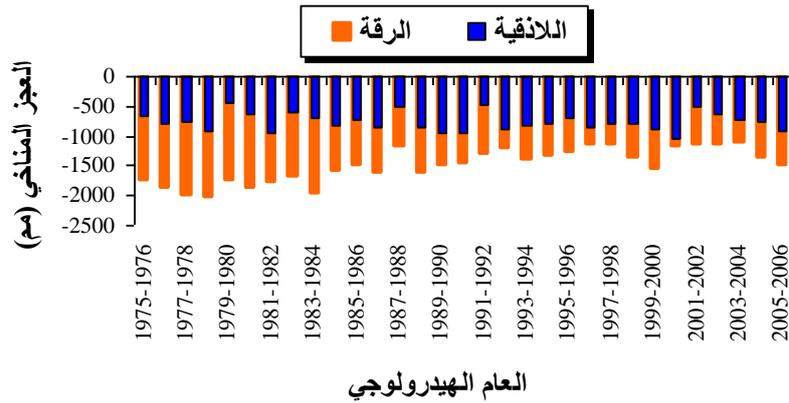
شكل (3) : متوسط الهطولات المطرية الشهرية خلال الفترة (1975-2006).

يُلاحظ من الجدول (5) وجود تباينات كبيرة في متوسط قيم الأمطار الشهرية في اللاذقية والرقعة وخاصة في شهر كانون الثاني يليه كانون الأول، حيث بلغت الفروق بين متوسطات كميات الأمطار في المنطقتين خلال هذين الشهرين 119.2 و 111.6 مم على التوالي؛ كذلك نلاحظ بأن أمطار شهر كانون الثاني هي الأكبر في اللاذقية والرقعة ويقوم بلغت 153.6 و 34.4 مم على التوالي، تليها هطولات شهر كانون الأول في اللاذقية بقيمة 141.1 مم وشهر شباط في الرقعة بقيمة 30.5 مم. وتشير قيم معاملات الاختلاف إلى استقرار أكبر للهطولات المطرية خلال شهر كانون الثاني في الرقعة منه في اللاذقية ويقوم بلغت 52.0 و 65.9% على التوالي، أما بالنسبة لباقي أشهر السنة فإن استقرارها في اللاذقية كان أكبر منه في الرقعة.

2- دراسة العجز المائي المناخي (CHD) :

1-2- العجز المائي على المستوى السنوي :

تبين نتائج حساب العجز المائي المناخي لمدة الدراسة في اللاذقية والرقعة (الشكل 4) بأن الميزان المائي العام لهذين الموقعين هو سالب. كذلك أظهرت النتائج بأن العام الهيدرولوجي (1978-1979) هو الأكثر جفافاً في الرقعة (CHD = -2036.5 mm)؛ أما في اللاذقية فكان العام الهيدرولوجي (2000-2001) هو الأكثر جفافاً (CHD = -1029.5 mm)، يليه العام الهيدرولوجي (1989-1990) وبقيمة عجز مائي بلغت (-957.3 مم).

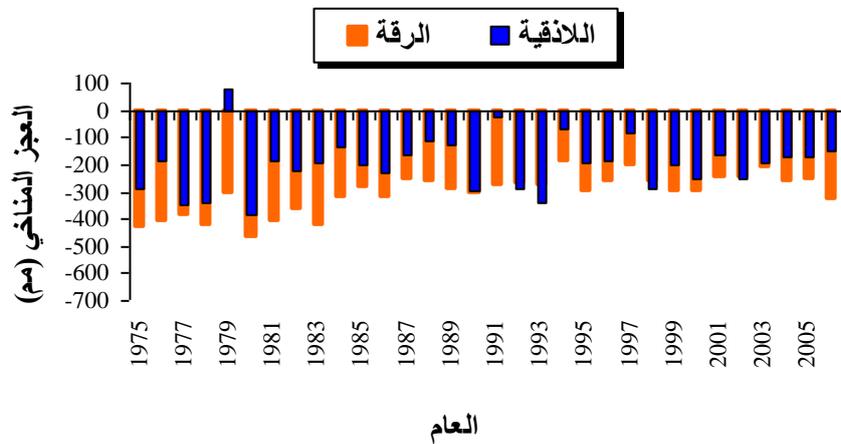


شكل (4) : العجز المائي السنوي في اللاذقية والرقّة للفترة (1975-2006).

2-2- العجز المائي على المستوى الفصلي :

أ. فصل الخريف :

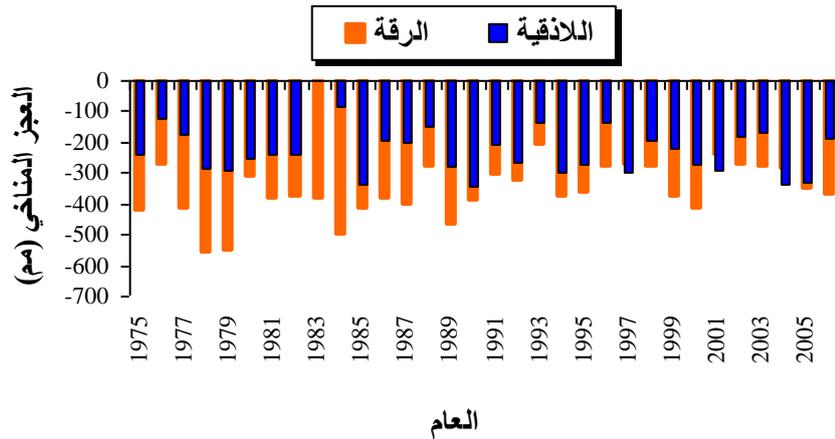
يعد توافر مياه الأمطار في فصل الخريف هاماً وحاسماً في تحديد مواعيد الزراعات الشتوية وفي مدى نجاحها، وبالتالي يوضح تباين العجز المائي بين السنوات مقدار الحاجة للمياه بالنسبة للزراعات القائمة. يوضح الشكل (5) بأن خريف العام 1980 كان الأشدّ عجزاً مائياً في الرقّة ($\text{CHD} = -446.9 \text{ mm}$)، يليه خريف العام 1975 ($\text{CHD} = -431 \text{ mm}$). أما في اللاذقية فكان خريف العام 1980 هو الأشدّ عجزاً مائياً ($\text{CHD} = -382.3 \text{ mm}$)، يليه خريف العام 1977 ($\text{CHD} = -346.1 \text{ mm}$)؛ في حين أبدى خريف العام 1979 في اللاذقية فائضاً مائياً بمقدار (78.2 مم) حيث بلغت كميات الهطولات المطرية خلاله (465.6 مم) في حين كانت كميات التبخر . النتح المرجعي المحسوبة (387.4 مم).



شكل (5) : العجز المائي السنوي لفصل الخريف في اللاذقية والرقّة للمدة (1975-2006).

ب. فصل الربيع :

يشكل العجز المائي في الربيع تهديداً لإنتاج الزراعات البعلية الشتوية والزراعات الصيفية المبكرة، وذلك لأن توافر المياه بشكل كاف خلال شهري آذار ونيسان يحدد بدرجة كبيرة إنتاجية الكثير من المحاصيل. يوضح الشكل (6) بأن ربيع العام 1978 هو الأشدّ عجزاً مائياً في الرقّة ($\text{CHD} = -556.7 \text{ mm}$)، يليه ربيع العام 1979 ($\text{CHD} = -552.5 \text{ mm}$). أما في اللاذقية فكان ربيع العام 1990 هو الأشدّ عجزاً مائياً ($\text{CHD} = -344.6 \text{ mm}$)، يليه ربيع العام 2004 ($\text{CHD} = -340 \text{ mm}$).

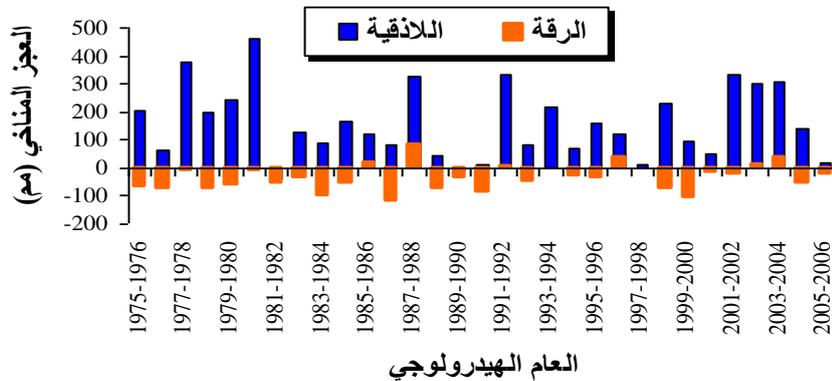


شكل (6) : العجز المائي المناخي لفصل الربيع في اللاذقية والرقعة للمدة (1975-2006).

ج. فصل الشتاء :

يعد فصل الشتاء الفصل الرئيسي للأمطار الذي يتميز بانخفاض درجات الحرارة مما يعني تراجعاً في الفاقد المائي بالتبخير . النتج وكذلك تراجعاً في العجز المائي.

يظهر الشكل (7) بأن شتاء العام الهيدرولوجي (1986-1987) كان الأشد عجزاً مائياً في الرقة بقيمة بلغت (113.8- مم)، يليه شتاء العام (1999-2000) بعجز بلغ (101.9- مم)؛ أما في اللاذقية فكان شتاء العام (1981-1982) هو الأشد عجزاً بقيمة بلغت (41- مم)، يليه شتاء العام (1989-1990) بقيمة بلغت (10.4- مم). كذلك يتضح بأن شتاء العام (1980-1981) في اللاذقية هو الأوفر مائياً بقيمة (461.9 مم)، وأن شتاء العام (1987-1988) في الرقة هو الأوفر مائياً بقيمة (81 مم).



شكل (7) : العجز المائي المناخي لفصل الشتاء في اللاذقية والرقعة للمدة (1975-2006).

3- دراسة الجفاف وفقاً لمؤشر الكشف عن الجفاف (RDI) :

يظهر الجفاف وفقاً لهذا المؤشر في كل مرة تكون قيمته سالبة، أي عندما تبلغ قيمة هذا الدليل القيمة 1- أو أقل، وتنتهي حادثة الجفاف عندما تصبح قيمة الـ RDI موجبة.

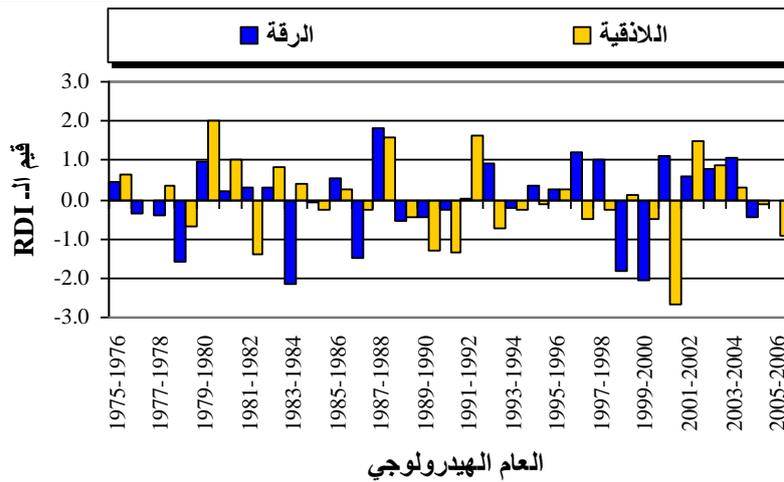
1-3- الجفاف السنوي :

تبين النتائج الواردة في الجدول (6) والشكل (8) إلى وقوع الجفاف المتطرف مرة واحدة في اللاذقية في العام الهيدرولوجي (2001-2000) حيث بلغت قيمة مؤشر الجفاف (-2.7)، ومرتين في الرقة في عامي

(1984-1983) و(2000-1999) وقد بلغت قيمة مؤشر الجفاف (-2.2 و -2.1) على التوالي؛ في حين تكرر الجفاف الشديد ثلاث مرات في الأعوام (1978-1979) و(1986-1987) و(1998-1999) في الرقة ولم يقع في اللاذقية. أما بالنسبة للجفاف المعتدل فقد تكرر ثلاث مرات في اللاذقية في الأعوام (1982-1983) و(1989-1990) و(1990-1991) ولم يقع مطلقاً في الرقة، مما يدل على وجود اختلاف في إجمالي عدد مرات وشدة الجفاف في كل من اللاذقية والرقية، حيث الجفاف المتطرف والشديد أكثر تكراراً في الرقة في حين أن الجفاف المعتدل أكثر وقوعاً في اللاذقية.

جدول (6) : عدد ونسبة تكرار الجفاف السنوي وفقاً لشدها بحسب مؤشر الـ RDI خلال المدة (1975-2006).

الرقية		اللاذقية		شدة الجفاف
% من إجمالي سنوات الدراسة	عدد السنوات	% من إجمالي سنوات الدراسة	عدد السنوات	
6.5	2	3.2	1	جفاف متطرف
9.7	3	0	0	جفاف شديد
0	0	9.7	3	جفاف معتدل
16.2	5	12.9	4	المجموع



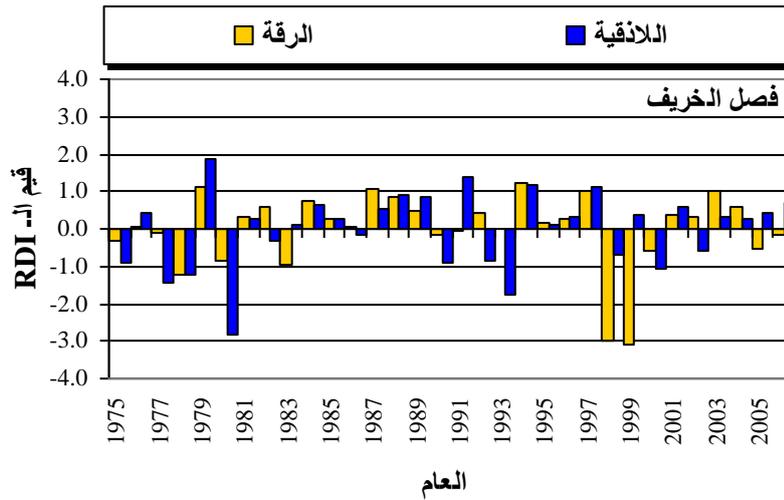
شكل (8) : شدات الجفاف السنوي في اللاذقية والرقية للفترة (1975-2006).

2-3- الجفاف الفصلي :

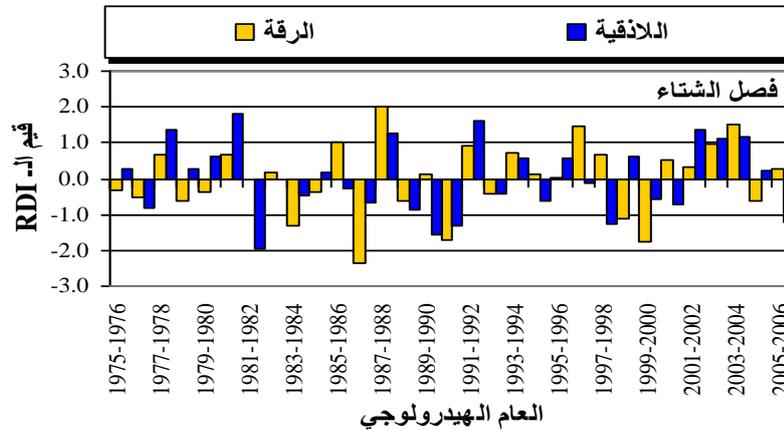
بحسب معطيات الجدول (7) والأشكال البيانية (9، 10، 11)، تكرر الجفاف المتطرف في خريف الرقة بنسبة 6.3% وبنسبة 3.1% في الشتاء ولم يقع في فصل الربيع، في حين تكرر بنسبة 6.3% في ربيع اللاذقية وبنسبة 3.1% في خريفها، ولم يقع في فصل الشتاء. أما الجفاف الشديد فقد وقع في اللاذقية في فصل الخريف بنسبة 3.1% ولم يقع في الرقة، كما وقع في فصلي الشتاء والربيع في كل من اللاذقية والرقية بنسبة 6.3%. وفيما يتعلق بالجفاف المعتدل فقد كان أكثر تردداً في الرقة على مستوى الفصول الثلاثة وبنسبة 31.3% مقابل 18.8% في اللاذقية. وتردد الجفاف المعتدل في فصلي الخريف والشتاء في اللاذقية وبنسبة نفسها (9.4%)، ولم يقع في فصل الربيع، في حين وقع الجفاف المعتدل خلال مدة الدراسة 7 مرات في ربيع الرقة وبنسبة 21.9% ومرتين في شتائها وبنسبة 6.3% ومرة واحدة في خريفها وبنسبة 3.1%.

جدول (7) : نسبة وتكرار حوادث الجفاف الفصلي وفقاً لشداتها حسب مؤشر الـ RDI للمدة (1975-2006).

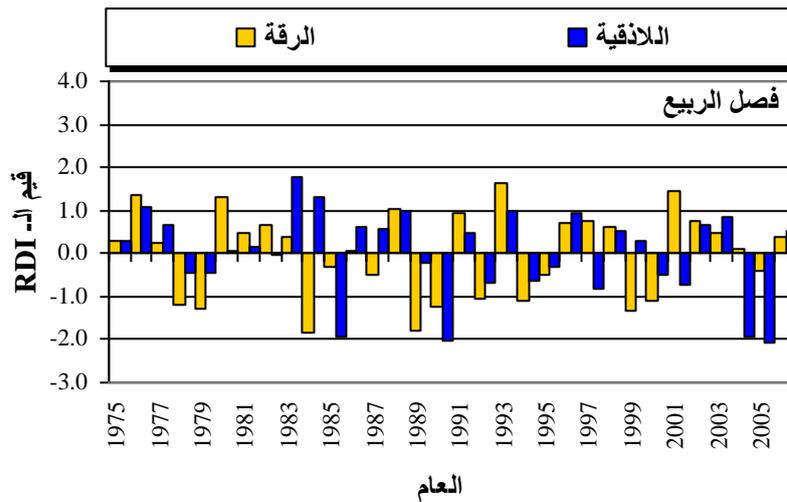
جفاف معتدل		جفاف شديد				جفاف متطرف						
الرقعة		اللاذقية		الرقعة		اللاذقية		الرقعة		اللاذقية		
%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	تكرار	
3.1	1	9.4	3	0	0	3.1	1	6.3	2	3.1	1	الخريف
6.3	2	9.4	3	6.3	2	6.3	2	3.1	1	0	0	الشتاء
21.9	7	0	0	6.3	2	6.3	2	0	0	6.3	2	الربيع
31.3	10	18.8	6	12.5	4	15.6	5	9.4	3	9.4	3	المجموع



شكل (9) : شدات الجفاف لفصل الخريف في اللاذقية والرقعة للمدة (1975-2006).



شكل (10) : شدات الجفاف لفصل الشتاء في اللاذقية والرقعة للمدة (1975-2006).



شكل (11) : شدات الجفاف لفصل الربيع في اللاذقية والرقّة للمدة (2006-1975).

بالتدقيق في الشكل (9) يتبين لنا بأن خريف العام 1999 كان الأكثر جفافاً في الرقة ($RDI = -3.1$) يليه خريف العام 1998 ($RDI = -3$)، وأما في اللاذقية فكان خريف العام 1980 هو الأكثر جفافاً ($RDI = -2.8$) يليه خريف العام 1993 ($RDI = -1.7$). ويتفحص الشكل (10)، نلاحظ بأن شتاء الرقة للعام الهيدرولوجي (1987-1986) هو الأكثر جفافاً ($RDI = -2.3$)، يليه شتاء العامين (1999-2000 و 1990-1991) وبقيمة RDI بلغت (-1.7)، وأما في اللاذقية فكان شتاء العام الهيدرولوجي (1982-1981) هو الأكثر جفافاً ($RDI = -2$) يليه شتاء العام (1989-1990) وبقيمة RDI بلغت (-1.6). ويوضح الشكل (11) بأن ربيع العام 1984 هو الأكثر جفافاً في الرقة ($RDI = -1.9$) يليه ربيع العام 1989 ($RDI = -1.8$)، وأما في اللاذقية فكان ربيع العام 2005 هو الأكثر جفافاً ($RDI = -2.1$) يليه ربيع العام 1990 ($RDI = -2.0$).

3-3- الجفاف الشهري :

تم حساب شدات الجفاف الشهري باستخدام مؤشر الـ RDI لأشهر السنة باستثناء أشهر الصيف على اعتبار أنها أشهر جافة تماماً (نظام الهطل المتوسطي النموذجي). وتم تحديد عدد ونسبة وقوع شدات الجفاف المختلفة في اللاذقية و الرقة للفترة (1975-2006) والنتائج مدونة في الجدول (8).

جدول (8) : نسبة وعدد مرات تكرار الجفاف الشهري تبعاً لشداته في اللاذقية والرقّة خلال المدة (2006-1975).

الشهر	المنطقة	جفاف متطرف		جفاف شديد		جفاف معتدل		المجموع
		تكرار	%	تكرار	%	تكرار	%	
كانون الثاني	الرقّة	1	3.1	-	-	1	3.1	2
شباط	اللاذقية	-	-	1	3.1	4	12.5	5
آذار	الرقّة	1	3.1	2	6.3	3	6.3	6
	اللاذقية	1	3.1	-	-	-	-	1
نيسان	الرقّة	2	6.3	-	-	4	12.5	6
	اللاذقية	1	3.1	1	3.1	1	3.1	3
	الرقّة	4	12.5	2	6.3	1	3.1	7
	اللاذقية	-	-	3	9.4	3	9.4	6

المراجع:

1. الدروبي، عبدالله ؛ جناد، ايهاب ؛ السباعي، محمود، 2008. التغير المناخي وتأثيره على الموارد المائية في المنطقة العربية. المؤتمر الوزاري العربي للمياه، القاهرة 14. 16 تموز، 2008. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد). 32 صفحة.
2. زين العابدين، محمد حمزة، 2000. ظاهرة الجفاف وتأثيرها في الإنتاج الزراعي. ندوة الجفاف والتنمية الزراعية المستدامة. كلية الزراعة، جامعة حلب، مطبوعات المجلس الأعلى للعلوم، 2000، 125-149.
3. سفاف، أدهم، 1982. المناخ والأرصاد الجوية. منشورات جامعة حلب.
4. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 1997. ظاهرة النينو تهدد الإمدادات الغذائية في آسيا. (<http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/economic/giews/english/alertes/nino997.htm>)
5. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2002. توصيات مؤتمر الشرق الأدنى لمكافحة الجفاف. طهران 9. 13 آذار، 2002. (<http://www.fao.org/docrep/meeting/004/Y6067A.htm#ithnein>)
6. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، 2006. المؤتمر الإقليمي الثامن والعشرون للشرق الأدنى. صنعاء من 12. 16 آذار، 2006. (<ftp://ftp.fao.org/unfao/bodies/nerc/28nerc/J6999A.doc>)
7. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. In Irrigation and drainage paper No.56. UN-FAO, Rome, Italy, 300. (<http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm#Contents>)
8. Cosandey, C. and Robinson, M. 2000. Hydrologie continentale. Arnaud Colin, Collec. U. Paris. 360.
9. Döll P. and Flörke, M. 2005. Global-scale estimating of diffuse groundwater recharge. Frankfurt Hydrology paper 03. Insitute of Physical Geography, Frankfurt University.
10. Iglesias A., Francos A.L. and Moneo, M. 2007. Drought Management Guidelines Technical Annex. Options Méditerranéennes, séries B, n° 58, 7.
11. Mahajan S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stress. Plant biology, VOL. 444, N.2, 139-158.
12. Mckee T.B., Doesken L.J. and Kleist J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, January 17-22, Anaheim, California, 179-184.
13. NDMC, 2008a. National Drought Mitigation Center. (<http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm>)
14. NDMC, 2008b. National Drought Mitigation Center. (<http://www.drought.unl.edu/risk/impacts.htm>)
15. Obassi, G.O. 1994. WMO's Role in the International Decade for Natural Disaster Reduction. Bulletin of the American Meteorological Society, 75-9, 1655-1661.
16. Toma, T. 1999. Exceptional drought and forest fires in eastern part of Borne Island. Tropics 9: 55-72.

17. Tsakiris G., Pangalou D., Tigkas D. and Vangelish. 2007. Assessing the Areal Extent of Drought. Water Resources Management. New Approaches and Technologies, European Water Resources Association, Chania, Crete - Greece, 14-16 June 2007. 8.
18. WATSON, R.T., ZINYOWERA, M.C. and MOSS, R.H. 1997. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Intergovernmental panel in Climate Change (IPCC), Working Group II, Special Report, November 1997. (<http://www.grida.no/climate/ipcc/>)
19. Wilhite, D.A. and Glantz, M.H. 1985. Understanding the Droughts Phenomenon: The Role of Definitions. Water International, 10, 111-120.

