مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (2) 2013

دراسة الخصائص المكانية والزمنية للجفاف في المنطقة الساحلية من سوريا خلال الفترة 1966- 2008

الدكتور ميشيل سكاف*
سلاف حمدان**

(تاريخ الإيداع 12 / 8 / 2012. قبل للنشر في 21 / 2 / 2013)

□ ملخّص □

يعد الجفاف أحد أهم التحديات التي تواجه التنمية المستدامة في مناطق شرق المتوسط حيث الموارد المائية محدودة أصلا والنظم البيئية هشة .

تم استخدام محصلات الانحرافات القياسية الشهرية المثقلة للهطل لتقدير الشدة والتكرار والامتداد المكاني لجفاف الموسم الماطر(أيلول – ايار) لخمس محطات مناخية تغطي جزءا مهماً من المنطقة الساحلية خلال الفترة من عام 1966 حتى 2008، وقد تم التحقق من تغير شدة الجفاف باستخدام الانحدار الخطي واختبار مان كندال . أظهرت النتائج أن الجفاف يتكرر بشكل كبير في جميع أجزاء المنطقة الساحلية (بنسبة تصل إلى 35 % في بعض الأجزاء) لكن بشدات مختلفة وقد يمتد لثلاثة مواسم متتالية كما حدث خلال الفترة 1988-1991 .كما أن الجفاف متطرف الشدة يمكن أن يشمل كامل المنطقة كما حدث في الموسم 1972-1973 .

بينت النتائج من جهة أخرى تزايد شدة الجفاف بسبب تناقص قيم المؤشر بمقدار تراوح بين 0.29 و0.96 في المحطات المدروسة الأمر الذي سيكون له تأثيرات بيئية واقتصادية كبيرة ويشكل تحدياً متزايداً أمام الإنتاج الزراعي وإدارة الموارد المائية في المنطقة .

الكلمات المفتاحية : الجفاف، تغير الجفاف، الانحرافات القياسية المثقلة، سوريا.

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (2) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (2) 2013

Study of Drought Spatio- Temporal Characteristics in Syrian Coastal Region during the Period 1966-2008

Dr.Michael Skaf[*]
Solaf Hamdan[**]

(Received 12 / 8 / 2012. Accepted 21 / 2 /2013)

□ ABSTRACT □

Drought is one of the most important challenges facing sustainable development in eastern Mediterranean regions, where water resources are already limited and ecosystems are fragile. Sums of weighted standardized monthly precipitation anomalies were used to assess annual drought intensity, frequency and spatial extent in five climatic stations located in Syrian coastal region during the period 1966-2008.Changes in drought intensity were detected using trends with Mann – Kendall test. Results show that drought occurs with high frequency over all parts of the coastal region(up to 35% in some parts),but with different intensities.Extreme drought can hit all regions in some years as happened in 1972-1973. Moreover drought may strike the same region for three consecutive years (1988-1991). Also the results show an increasing tendency in drought intensityrelated to the decreasein drought index values (between 0.29-0.96). This can have serious ecological and economic consequences and will pose an increasing challenge to agriculture and the management of water resources in this region.

Keywords: drought,drought changes,Syria,weighted standardized anomalies.

[*]**Assistant Professor, Department Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Postgraduate Student, Department Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة :

يعد الجفاف أحد أهم التحديات التي تواجه تطوير الإنتاج الزراعي وإدارة الموارد المائية في منطقة المتوسط، ويتوقع أن تزداد حساسية المنطقة تجاه هذه الظاهرة بسبب زيادة الطلب على الموارد المائية المحدودة أصلا، مع تزايد أعداد السكان وتنامي النشاطات البشرية المختلفة إضافة إلى التغيرات المناخية الراهنة التي يمكن أن تعزز التأثيرات السلبية لهذه الظاهرة (Le Houerou 1996; Bates *et al* 2008).

يعد الجفاف ظاهرة طبيعية تتجلى في انحباس الأمطار أو هطولها دون المعدل لفترة زمنية طويلة، وذلك يؤثر في جميع مكونات الدورة الهيدرولوجية بدءا من تدني رطوبة التربة ونقص مستوى الماء الأرضي وصولا إلى تراجع تدفق الأنهار (Collins *et al* 2009).

يعد الجفاف ظاهرة هيدرومتيورولوجية ثلاثية الأبعاد تتميز بالشدة intensity والاستمرارية duration، والانتشار الجـــغرافي geographical extent (Rossi *et al* 1992 ; Tsakeris *et al* 2007)، وهو ظاهرة مؤقتة تختلف عن القحولة Aridity التي تعد صفة مناخية دائمة لمناطق جغرافية محددة تتميز بتدني معدلات الهطل وارتفاع معدلات التبخر، كما أنه يختلف عن قلة المياه أو ندرتها Water scarcity والتي تنشأ نتيجة الخلل في التوازن بين كميات الماء المتوفر والحاجة إلى لتغطية الاحتياجات البشرية المختلفة (Pereira *et al* 2002; Tallaksen &Van Lannen 2004) .

نظرا لتنوع القطاعات المتأثرة بالجفاف والتباين المكاني والزماني لحدوثه، إضافة إلى الاختلاف الكبير في الطلب على المياه تبعا للنشاطات البشرية لكل منطقة، فإنه لا يوجد تعريف عام وموحد للجفاف إذ تختلف تعاريف الجفاف تبعاً لاختلاف اختصاصات الباحـــــثين (Passioura2007 ; Wilhite& Glantz 1985 ; Palmer1965)، لذلك يصنف الجفاف ضمن أربعة أنماط : ميتيورولوجيMeteorological وزراعي Agricultural وهيدرولوجي Hydrological واقتصادي اجتماعي Socioeconomic، كذلك تختلف التعاريف بين نظرية conceptual وعملية operational .

يتضمن التعريف العملي للجفاف تحديد بداية كل حادثة ونهايتها في السلسلة الزمنية للهطولات، إضافة إلى التقدير الكمي للتذبذبات المكانية والزمانية لحوادث الجفاف المختلفة التي تتجلى كنقص في الأمطار بالنسبة للجفاف الميتيورولوجي، وفي رطوبة التربة بالنسبة للجفاف الزراعي، وفي التدفق ومستوى الماء الأرضي والجوفي بالنسبة للجفاف الهيدرولوجي (Mckee *et al* 1993 ; Hisdal & Talksen 2000).

يعد تراجع الهطل المسبب الرئيسي للجفاف ،أما رطوبة التربة وتدفق الجداول والأنهار ومستوى الماء السطحي والجوفي فهي المتغيرات الرئيسية التي تعكس آثار الجفاف (Keyantash & Dracup 2002)، وترتبط الصعوبات في تحليل حوادث الجفاف المختلفة بالفترة الزمنية التي يتراكم خلالها العجز المائي تبعا للعلاقة بين نقص الأمطار وقلة توفر الموارد المائية القابلة للاستخدام، حيث يتعلق محتوى التربة من الماء المتاح بتذبذبات الأمطار خلال فترات قصيرة نسبيا، على حين يعكس التدفق ومستوى الماء السطحي والجوفي التذبذبات طويلة الأمد في الهطل (Mckee *et al* 1993; Tallaksen *et al* 2009) .

يمتلك الجفاف مجالاً واسعاً من التأثيرات المعقدة التي يمكن أن تصنف ضمن تأثيرات مباشرة كتراجع إنتاجية الأراضي الزراعية والمراعي وتزايد خطر حرائق الغابات وغيرها، وأخرى غير مباشرة كتراجع دخل المزارعين وهجرة

السكان باتجاه مناطق أخرى، لذلك فإن تأثيرات الجفاف يمكن أن تكون بيئية واقتصادية واجتماعية (Wilhite ،2000).

تؤثر رطوبة التربة بشكل مباشر في الإنتاجية الأولية للغطاء النباتي من خلال الحالة المائية للنباتات، وغير مباشر من خلال التأثير في دورات العناصر (Sala *et al* 1982 ; Porporato *et al* 2002)، لذلك يؤدي الجفاف إلى تدني إنتاجية المزروعات (Giunta *et al* 1993; Hlavinka *et al* 2009)، كما يؤدي إلى تراجع إنتاجية المراعي الطبيعية وتدهورهـــا(Thurow *et al* 1999; Vetter 2009)، وزيـــــــادة نفـــوق الـحيوانات (oba 2001; Diaz-solis *et al* 2009) كذلك يؤثر الجفاف إلى حد كبير في النظم البيئية الحراجية، فإضافة إلى تعزيز خطر حرائق الغابات وانتشارها (Pausas *et al* 2004;Spano *et al* 2005) تشمل تأثيراته في النمو السنوي للأشجار تشمل مختلف المناطق المناخية ومنها النظم البيئية المتأقلمة مع الجفاف (Rambal *et al* 2003)، علما أن أضراره قد تصل إلى الانتخاب ضد الأنواع الأقل مقاومة (Breda & Badeau 2008)، وتزايد حساسية النباتات تجاه الأمراض والحشرات (Rouault *et al* 2006).

من جهة أخرى يؤثر الجفاف في مستوى الماء ونوعيته (Van Vliet & Zwolsman 2008)، كما يؤدي إلى نقص الماء اللازم للري والصناعة وتوليد الطاقة الكهربائية (Morrison *et al* 2009) .

تتنبأ نماذج الدورة العامة للغلاف الجوي (General circulation models(GCMs لمنطقة المتوسط بارتفاع درجات الحرارة وتناقص معدلات الهطل مع تزايد في طول الفترات الجافة (Giorgi & Lionello 2008).

وقد أظهرت نتائج بعض الدراسات في سوريا وجود تزايد معنوي في معدلات الحرارة الفصلية والسنوية وتراجع في معدلات الهطل السنوية بسبب تناقص كميات الهطل في الربيع والشتاء إضافة إلى تزايد شدة الجفاف واستمرار الفترات الجافة (مثبوت 2010; Skaf & Mathbout 2011).

أهمية البحث وأهدافه :

يعد الجفاف جزءا محتوما من التذبذب المناخي لأي منطقة، وعلى الرغم من عدم امكانية التنبؤ به إلا أنه حدث بيئي متكرر يجب أن يؤخذ بالحسبان في وضع خطط الاستثمار الزراعي وإدارة الموارد المائية والنظم البيئية المختلفة، لذلك فإن تحليل الجفاف والتقدير الدقيق لتغير خصائصه مكانيا وزمانيا في ظل التغيرات المناخية الراهنة في غاية الاهمية بالنسبة لمواجهة حوادث الجفاف في المستقبل والتخفيف وآثارها بالشكل الذي يضمن الحفاظ على الموارد البيئية ويحقق التنمية المستدامة .

من هنا فقد تركزت أهداف البحث في النقاط الآتية :

1- دراسة الخصائص العامة للهطل في المنطقة الساحلية .

2- تحليل الجفاف من حيث الشدة والتكرار والامتداد المكاني في هذه المنطقة .

3- دراسة التغير في شدة الجفاف .

مواد البحث وطرائقه :

استخدمت لإنجاز البحث بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية لقيم الهطل الشهرية لخمس محطات تمثل جزءا كبيرا من المنطقة الساحلية لفترة رصد امتدت من عام 1966 حتى عام 2008 ،و الجدول الآتي يبين إحداثيات المحطات المختارة :

جدول (1) إحداثيات المحطات المختارة وتصنيفها المناخي

المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع عن سطح البحر m	التصنيف المناخي
اللاذقية	35° 76	35° 53	7	شبه رطبة
طرطوس	35° 88	34° 88	15	شبه رطبة
صافيتا	36° 13	34° 81	359	رطبة
مطار الباسل	36° 05	35° 45	47.27	شبه رطبة
القرداحة	35° 93	35° 40	350	رطبة

تم استخدام مؤشر الهطل القياسي المثقل لتقدير شدة الجفاف خلال المواسم المختلفة (New et al 2000;Lyon 2004) ،وفق العلاقة الآتية :

$$Sn = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\log p_i - \overline{\log p_i}}{\sigma i}\right) \cdot \frac{\overline{p_i}}{\overline{\overline{p_a}}}$$

حيث Sn محصلة الانحرافات القياسية المثقلة للأمطار الشهرية :

Sums of Weighted standardized monthly precipitation anomalies

لكل موسم هطل اعتبارا من الشهر الأول $i = 1$ حتى الشهر الأخير $i = n$ حيث n عدد الأشهر المطيرة . وقد تم تحديد الفترة من تشرين الأول حتى أيار من كل عام للحساب .

$\log p_i$ اللوغاريتم العشري لأمطار الشهر المدروس i.

$\overline{\log p_i}$ معدل قيم $\log p_i$ للشهر i خلال فترة الدراسة .

σi الانحراف المعياري لقيم $\log p_i$ للشهر i خلال فترة الدراسة .

$\frac{\overline{p_i}}{\overline{\overline{p_a}}}$ عامل التثقيل weighting factor الذي يعبر عن حصة الشهر المدروس من أمطار الموسم حيث

$\overline{p_i}$ المعدل العام للشهر المدروس و $\overline{p_a}$ المعدل العام للموسم الماطر.

بعد حساب قيم Sn لكامل السلسلة الزمنية تتم معايرة هذه القيم مرة أخرى من أجل تلافي التصغير الناتج عن الزيادة والنقص خلال الأشهر المختلفة للحصول على قيمة S القياسية ومن ثم يتم تقدير جفاف كل موسم أو رطوبته وفق الحدود الآتية (Agnew 2000) :

أقل من -1.65	جفاف متطرف
-1.65حتى -1.28	جفاف شديد
-1.28 حتى -0.84	جفاف معتدل
-0.84 حتى -0.5	جفاف خفيف
-0.5 حتى 0.5	قريب من المعدل
0.5حتى 0.84	رطوبة خفيفة
0.84 حتى 1.28	رطوبة معتدلة
1.28 حتى 1.65	رطوبة شديدة
أكثر من 1.65	رطوبة متطرفة

تكمن أهمية هذا المؤشر بأنه يقلل من دور الانحرافات القياسية الكبيرة الناتجة عن كميات الهطل القليلة في بداية الموسم الماطر ونهايته (بداية الموسم الجاف ونهايته) وفي نفس الوقت فإنه يعزز الانحرافات الكبيرة في وسط الموسم، خلال الأشهر ذات الحصة الكبرى في معدل الهطل، التي يكون لها تأثير بالغ الأهمية بالنسبة للنظم البيئية والموارد المائية .

النتائج والمناقشة :

1- خصائص الهطل في المنطقة الساحلية :

يبين الشكل (1) معدلات الهطل الشهرية المحسوبة للفترة 1966-2008 في المحطات المختارة، مع أهم الخصائص الإحصائية، ومنها نلاحظ أنه على الرغم من اختلاف كميات الهطل بين المحطات، حيث تكون القيم أعلى بشكل واضح في صافيتا والقرداحة الواقعتين في المنطقة الرطبة قياساً بباقي المحطات (في المنطقة شبه الرطبة)، فإن مسارات الهطل متشابهة وتظهر بأن المنطقة تخضع لنظام مطري متوسطي نموذجي يتميز بصيف جاف طويل وشتاء ماطر مع تركز معظم كميات الهطل من نهاية الخريف حتى بداية الربيع، وتبلغ كميات الهطل ذروتها في كانون الثاني أو الأول علما بأن القيم متقاربة في هذين الشهرين وعلى الرغم من إمكانية هطول كميات كبيرة في أشهر الخريف أو الربيع في بعض السنوات إلا أن الأمطار قد تنعدم أو تتناقص إلى مستويات قليلة جدا وهذا يظهر بشكل واضح من خلال أعلى القيم وأدناها وينعكس على معامل التباين الذي يصل إلى قيم مرتفعة للغاية وخاصة على أطراف الموسم الماطر حيث يزيد عن 100% .

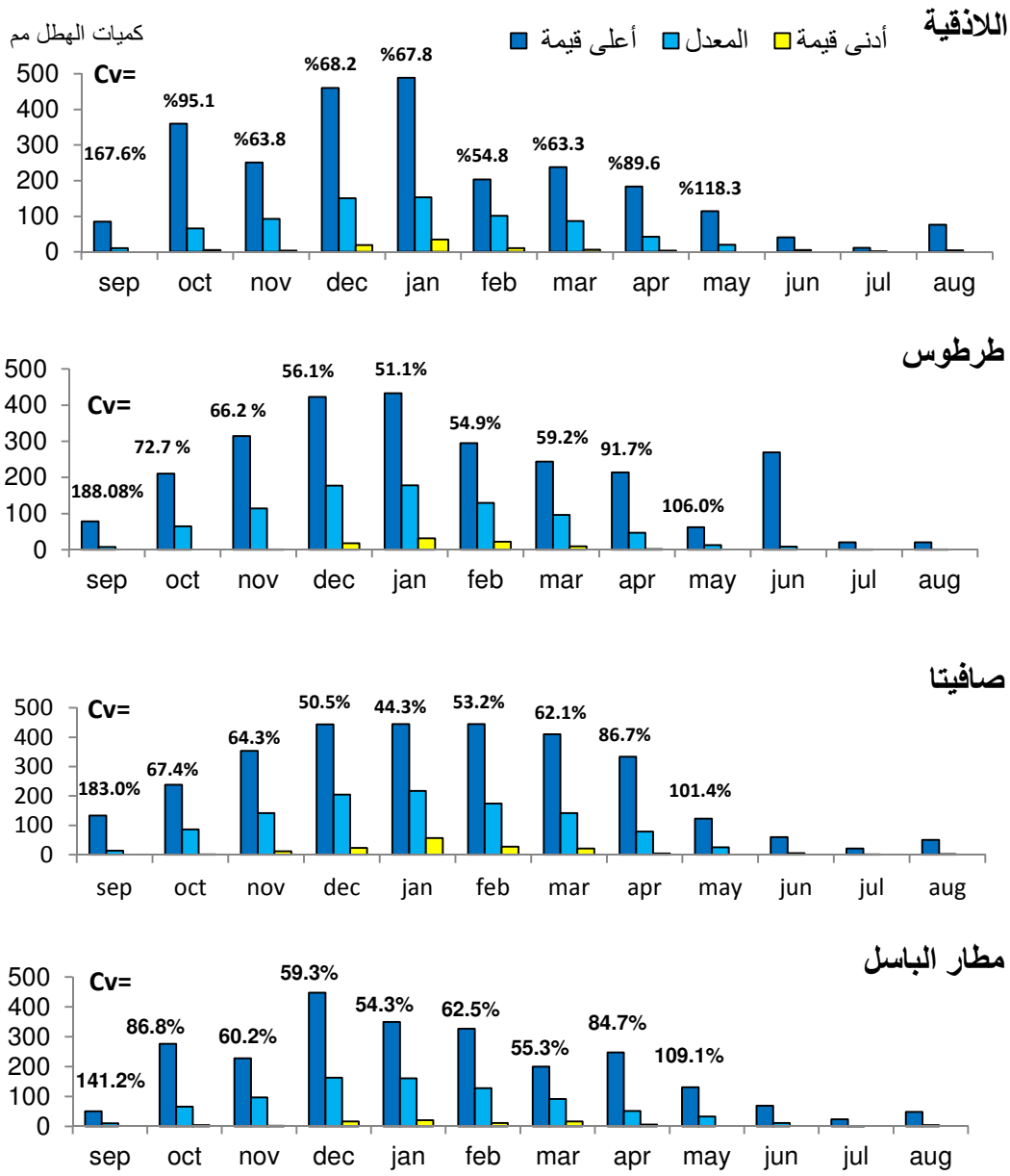
نلاحظ أن قيم معامل التباين تبلغ أدنى مستوياتها خلال أشهر الشتاء وخاصة كانون الثاني . لكن حتى خلال هذه الفترة فإن القيم مرتفعة ولا تقل عن 50% إلا في صافيتا (44%)، وهذا يدل على التذبذب الكبير للهطل في جميع الأشهر.

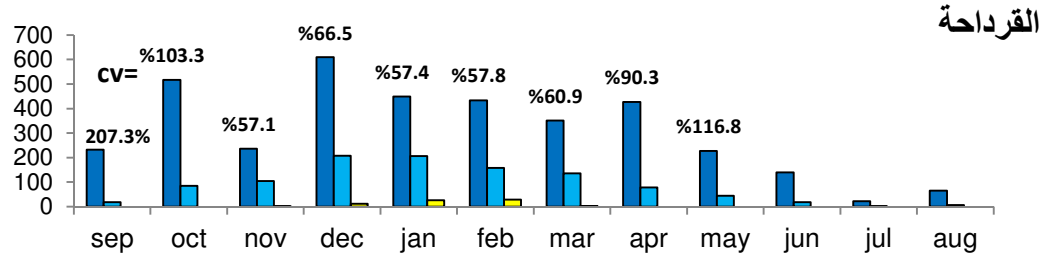
2- تحليل الجفاف في المنطقة الساحلية :

يبين الشكل (2) قيم محصلة الانحرافات القياسية المثقلة المحسوبة للفترة بين عام 1966-2008 التي تظهر شدة الجفاف في المواسم المختلفة لفترة الدراسة حيث راوحت قيم مؤشر الجفاف Sn بين 2.5 و-2.5 في المحطات الخمس المختارة، ومنها نلاحظ أن الجفاف ظاهرة متكررة وتشمل غالبا جميع المناطق الساحلية على الرغم من التباين

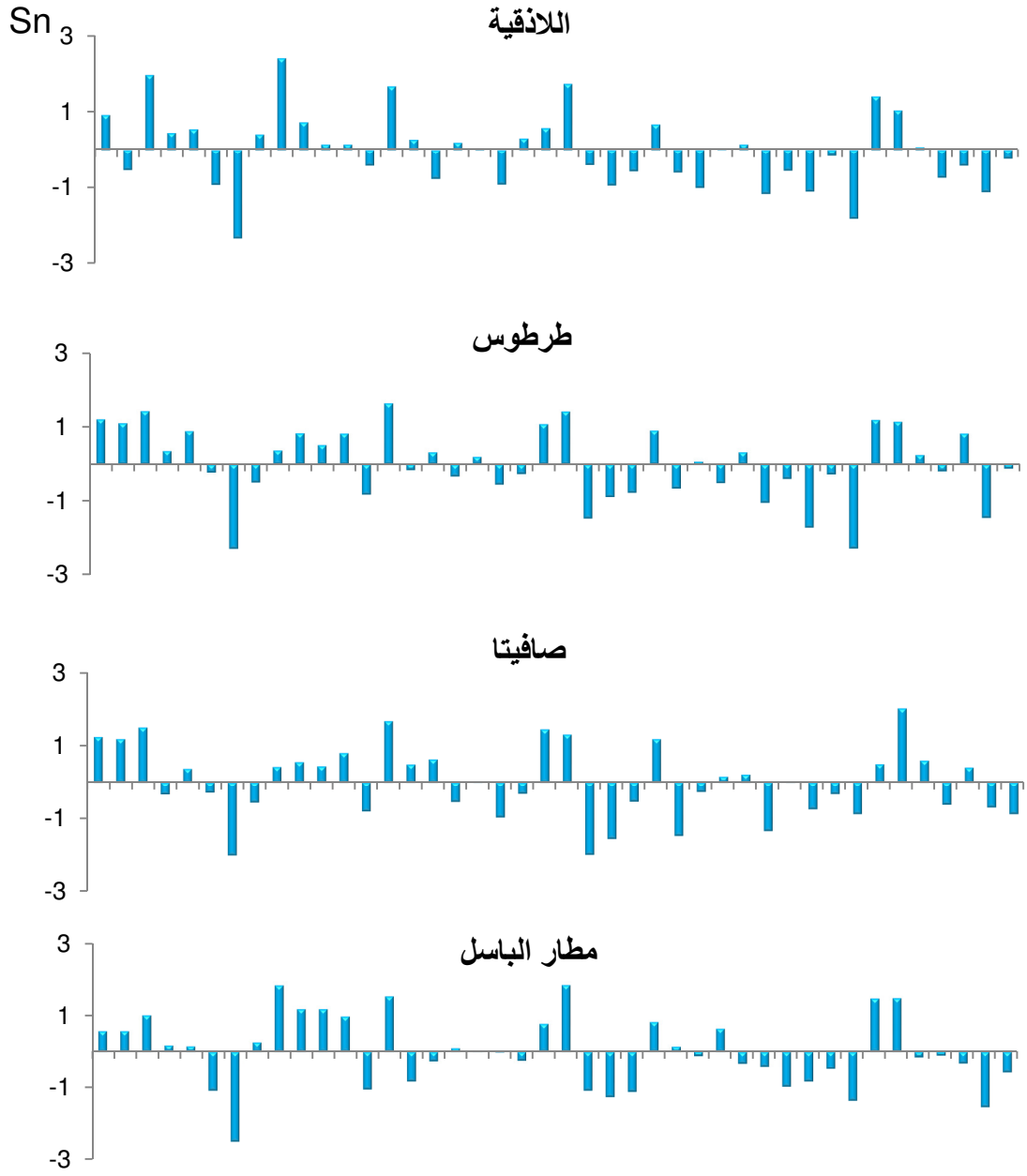
في الشدة بين منطقة وأخرى وموسم وآخر . كذلك يتضح من السلسلة الزمنية لقيم المؤشر أن الجفاف يمكن أن يستمر سنوات عدة كما حدث خلال الفترة 1988–1991 حيث شمل كامل المنطقة الساحلية وامتد ثلاثة مواسم متتالية .

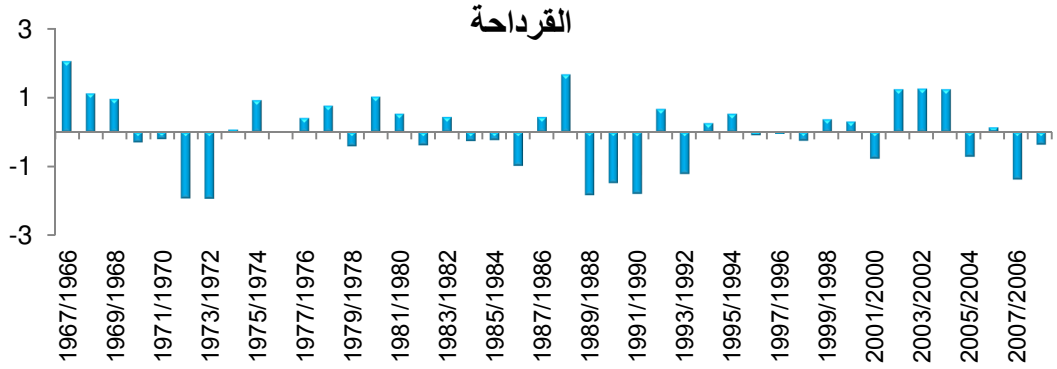
يظهر من الشكل (2) أن الموسم 1972–1973 كان الأكثر قسوة حيث شمل الجفاف متطرف الشدة كامل المنطقة الساحلية وقد كان الجفاف أكثر حدة في المناطق الشاطئية قياساً بالمحطات الجبلية ففي الوقت الذي لم تتجاوز فيه قيمة المؤشر –1.9 في القرداحة و–2 في صافيتا فقد انخفضت إلى مادون –2.3 في اللاذقية وطرطوس واقتربت من –2.5 في مطار الباسل. أما الموسم 2000–2001 فقد أتى بالدرجة الثانية من حيث شدة الجفاف في المحطات الشاطئية في حين كان الموسم 1988–1989 هو الأشد جفافا في المحطات الجبلية علما بأن الجفاف في كلا الموسمين شمل كامل المنطقة الساحلية .





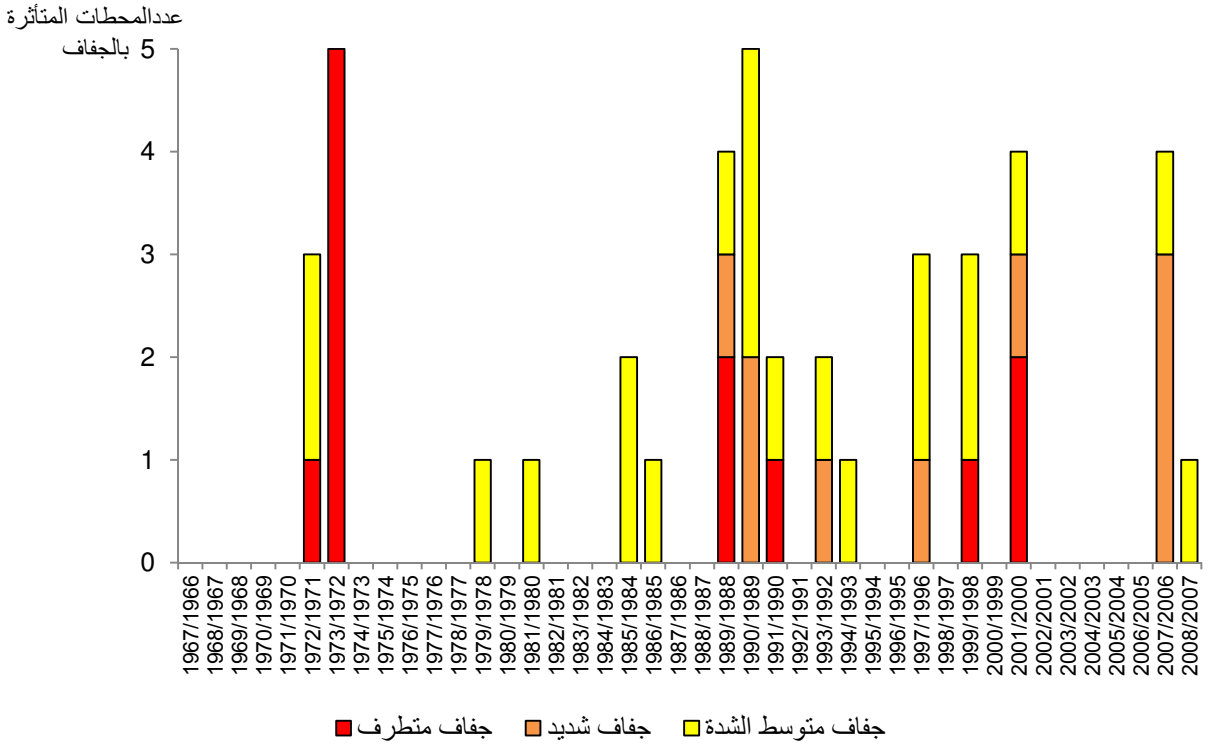
الشكل (1) الخصائص الإحصائية للهطل الشهري للفترة 1966–2008 في المحطات الساحلية.





الشكل (2) تغير قيم مؤشر الجفاف Sn في المحطات الساحلية خلال المواسم المطرية للفترة 1966-2008

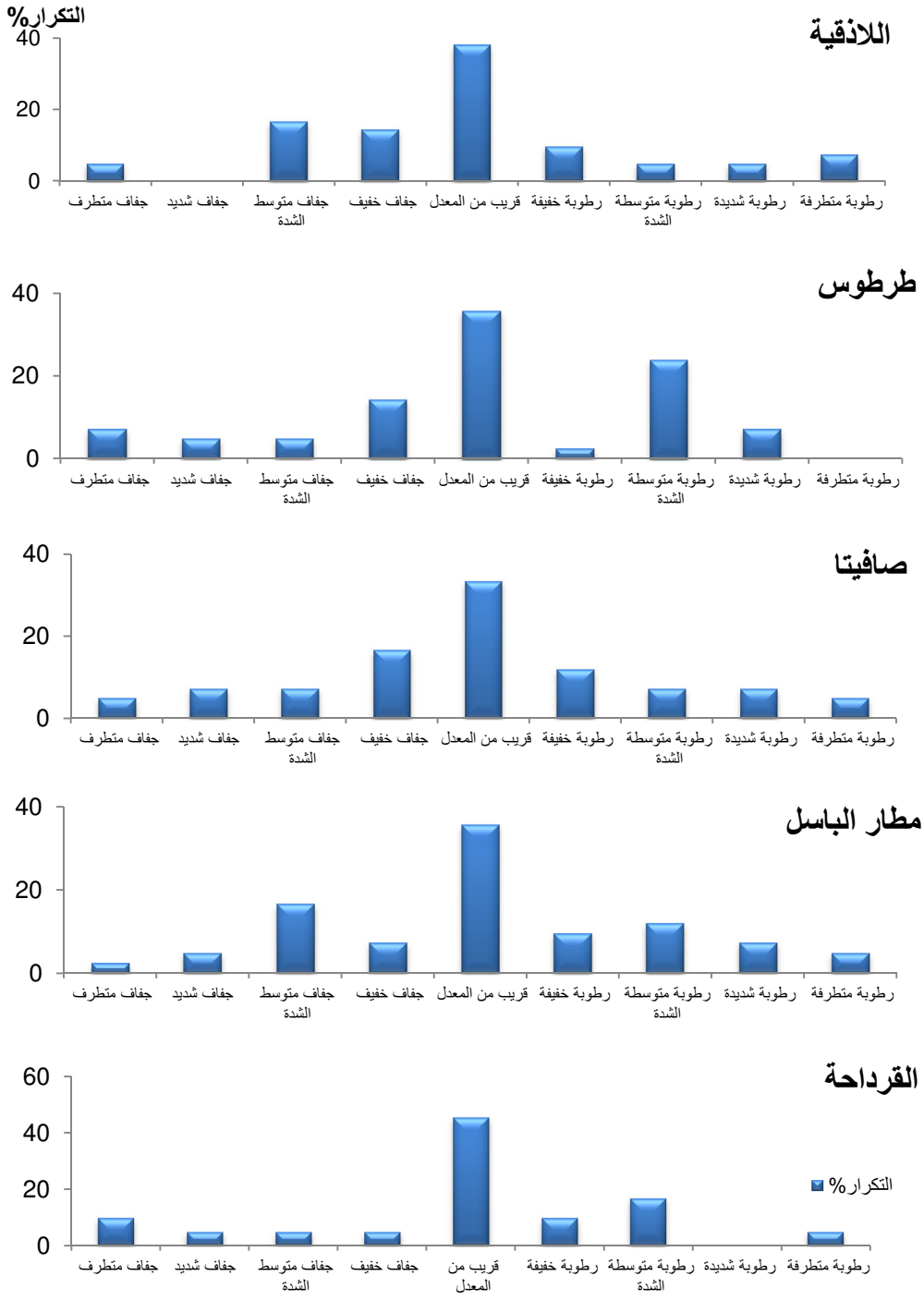
نلاحظ أيضا من الشكل (2) أن تكرار الجفاف تزايد في جميع المحطات بعد العام 1988 إنما بشدات مختلفة لم تصل إلى مستوى الموسم 1972-1973 إلا في طرطوس غير أن معظم المواسم الجافة شملت كامل المنطقة وهذا يبدو أكثر وضوحا في الشكل (3) الذي يبين الامتداد المكاني للجفاف من خلال عدد المحطات المتأثرة به ضمن مجالات مختلفة الشدة، حيث نجد أن تكرار المواسم الجافة في المنطقة تزايد بشكل كبير خلال العقدين الأخيرين :



الشكل (3) عدد المحطات المتأثرة بدرجات مختلفة من شدة الجفاف في المنطقة الساحلية خلال الفترة 1966-2008

يبين الشكل (4) التوزيع التكراري للمواسم الجافة والرطبة تبعا لقيم المؤشر المحسوبة لفترة الدراسة (1966-2008) في المحطات الخمس الممثلة للمنطقة الساحلية، ومنه نلاحظ أنه على الرغم من وجود المحطات في المنطقتين الرطبة وشبه الرطبة فإن نسبة تكرار الجفاف الكلي (ضمن مختلف مجالات الشدة) كبيرة وتراوح بين

31% (في طرطوس ومطار الباسل) وتتجاوز 35% (في اللاذقية وصافيتا) باستثناء القرداحة التي تقل فيها النسبة عن 24%. من جهة أخرى نلاحظ أن القرداحة تمتلك أعلى نسبة مواسم قريبة من المعدل على حين تقل هذه النسبة لباقي المحطات حيث تراوح بين 33% (في صافيتا) و38% (في اللاذقية) مع وجود نسبة متساوية ومتوسطة بينهما لكل من طرطوس ومطار الباسل تتجاوز35.5%.



الشكل (4) نسبة تكرار المواسم بحسب شدة الجفاف أو الرطوبة في المحطات الساحلية تبعا لقيم مؤشر الجفاف Snالمحسوبة للفترة 1966-2008

يتضح أيضا من الشكل (4)، أن تكرار المواسم الجافة ضمن مجالات مختلفة الشدة يتفاوت بشكل كبير بين المحطات وهذا يؤكد التذبذب الكبير للهطل مكانيا وزمنيا في المنطقة الساحلية على الرغم من عدم اتساعها جغرافيا.

3-دراسة التغير في شدة الجفاف في المنطقة الساحلية :

تشير نتائج تحليل السلاسل الزمنية لقيم مؤشر الجفاف Snخلال مواسم الهطل الممتدة من 1966-2008 باستخدام خطوط الاتجاه Trends واختبار Mann- kendall المدرجة في الجدول (2) ،إلى وجود اتجاه واضح نحو تزايد شدة الجفاف في المنطقة الساحلية وذلك من خلال التناقص الحاد في قيم المؤشر لجميع المحطات ماعدا القرداحة حيث كان التناقص أقل واقتصرت قيمته على -0.07 لكل عقد مقابل قيم تراوحت بين -0.16 و-0.33 لباقي المحطات . لكن على الرغم من وجود هذا الاتجاه الواضح نحو تناقص قيم مؤشر الجفاف في جميع المحطات إلا أن التغير لم يكن معنويا إلا في المحطات الشاطئية حيث كان عند مستوى 0.05 في اللاذقية ومطار الباسل وعند مستوى 0.1 في طرطوس.

جدول (2) اتجاه التغير وقيمته في مؤشر الجفاف Sn للمواسم المطرية خلال الفترة 1966-2008 في المحطات الساحلية

المحطة	قيمة التغير لكل عقد	قيمة التغير لكامل الفترة	معنوية التغير
اللاذقية	-0.23	-0.97	* *
القرداحة	-0.07	-0.29	غير معنوي
مطار الباسل	-0.17	-0.71	* *
طرطوس	-0.22	-0.92	*
صافيتا	-0.16	-0.67	غير معنوي

* * التغير معنوي عند مستوى 0.05 * التغير معنوي عند مستوى 0.1.

إن النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث حول تزايد شدة الجفاف وتكراره في المنطقة الساحلية تتفق مع ما توصلت اليه أبحاث أخرى حول تزايد شدة الجفاف وتكراره خلال العقدين الأخيرين في جنوب اوروبا ومنطقة المتوسط (Lehner et al 2006; Hoerling et al 2006) وفي سورية(Skaf &Mathboot 2010)، وهذا يؤكد ضرورة أخذ التغير في خصائص الجفاف بالحسبان في إدارة الموارد المائية والنظم البيئية وفي وضع خطط الاستثمار لمختلف القطاعات وخاصة الزراعة وما يتعلق بها من مشاريع الري، إذ لا يجوز أن ننظر إلى الجفاف بوصفه ظاهرة طبيعية فقط لان خطر الجفاف ينتج عن تفاعل كل من أبعاد الجفاف من جهة وحساسية النظم البيئية والاجتماعية للمنطقة تجاه هذه الظاهرة من جهة أخرى، وتعززها النشاطات البشرية غير المستدامة (Wilhite *et al* 2007).

يتأثر تدفق الماء والكربون ومن ثم إنتاجية النظم البيئية الأرضية إلى حد كبير بالجفاف (Low *et al* 2002; Granier *et al* 2007) لذلك فإن الاتجاه نحو تزايد شدة الجفاف وتكراره في هذه المنطقة – حيث تكون النظم البيئية الحراجية والزراعية الحراجية ،و حيث تتكرر حرائق الغابات – يمكن أن يؤثر بشكل كبير في تدهور هذه النظم من خلال التغير في صافي الإنتاجية الأولية Net Primary Productivity (NPP) ، وتعديل أنظمة الاضطراب

Disturbance regimes (Dale *et al* 2001; Breda & Badeau 2008 ; Allen *et al* 2010). من جهة أخرى فإن الاتجاه الواضح نحو زيادة شدة الجفاف وتكراره في هذه المنطقة سوف يؤثر حتما في موارد المياه السطحية والجوفية وخاصة عندما يستمر الجفاف موسمين متتاليين أو أكثر (Tallaksen *et al* 2009).

يعد الجفاف التهديد الرئيسي للنظم البيئية الزراعية إذ إن الإجهاد المائي غالبا ما يحد من إنتاجية المزروعات أكثر من جميع العوامل البيئية الأخرى مجتمعة (Lambers *et al* 2008)، لذلك فإن تزايد قسوة الجفاف سيكون له انعكاسات سلبية على نمو المحاصيل الشتوية وإنتاجيتها الأمر الذي يتطلب إجراء ري تكميلي في المواسم الجافة للمحافظة على إنتاج جيد.

كذلك فإن ضعف تخزين طبقات التربة للماء في الشتاء والربيع سيكون له تأثير واضح في توفر الرطوبة المتاحة لاحقا خلال فترات النمو النشط للأشجار المثمرة الأمر الذي ينعكس على إنتاجية الزراعات البعلية كالزيتون، وعلى زيادة المقننات المائية والتبكير في عمليات الري للزراعات المروية كالحمضيات .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات :

1- أظهرت نتائج البحث أن الجفاف يتكرر بنسبة كبيرة في مختلف أجزاء المنطقة الساحلية إنما بشدات مختلفة، حيث يمكن أن تزيد نسبة تكرار الجفاف الكلي على 35% من المواسم، وهذا يعني أن الجفاف ظاهرة متكررة في المنطقة ولا يمكن النظر إليه على أنه حدث شاذ أو استثنائي بل يجب أن يؤخذ بالحسبان في تخطيط الإنتاج الزراعي وإدارة النظم البيئية والموارد المائية .

2- يتضح من نتائج البحث أن الجفاف متطرف الشدة يتكرر في مختلف أجزاء المنطقة الساحلية (الشاطئية والجبلية)، ويمكن أن يشمل كامل المنطقة كما حدث في الموسم 1972-1973.

3- تشير النتائج إلى أن الجفاف يمكن أن يستمر ثلاث مواسم متتالية ويشمل كامل المنطقة الساحلية مع اختلاف شدته بين منطقة وأخرى كما هي الحال في المواسم الممتدة بين 1988 و 1991.

4- بينت الدراسة وجود اتجاه واضح نحو تزايد شدة الجفاف في جميع أجزاء المنطقة الساحلية وهذا التغير معنوي في اللاذقية ومطار الباسل وطرطوس .

5- يلاحظ من نتائج البحث وجود تزايد في تكرار الجفاف وامتداده المكاني بعد العام 1988.

6- أكدت النتائج أهمية استخدام الانحرافات القياسية المثقلة في كشف الجفاف الناتج عن سوء توزع الهطل خلال الموسم الماطر وهو مالا تظهره المؤشرات الاخرى التي تعتمد عادة على الكمية فقط.

7- إن التغير الواضح في شدة الجفاف وتكراره سيكون له تأثيرات كامنة في مختلف مكونات الوسط الحيوي بدءا من نقص توفر الموارد المائية وتراجع انتاجية النظم البيئية وصولا إلى تعديل نظم الاضطراب كحرائق الغابات وانتشار الحشرات وغيرها.

التوصيات :

1- تخطيط الإنتاج الزراعي وإدارة الموارد المائية بما يتناسب مع شدة وتكرار الجفاف في المنطقة .

2- ضرورة التوسع في دراسات الجفاف ووضع نظام متكامل لمراقبته في مختلف مناطق القطر.

3- التعمق في دراسة تأثيرات الجفاف في إنتاجية المزروعات وفي تعديل نظم الاضطراب وأهمها حرائق الغابات.

المراجع:

1- مثبوت،شفا. تغير المناخ واستراتيجيات مكافحة التصحر في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سوريا،أطروحة ماجستير،جامعة دمشق ،2010 ،164.

2- AGNEW, C. T: *Using the SPI to identify drought*. Drought Network News,, 2000, 12, 6–11.

3- ALLEN, C.D. MACALADY, A.K. CHENCHOUNI, H., BACHELET, D. MCDOWELL, N., VENNETIER, M. KITZBERGER, T. RIGLING, A. BRESHEARS, D.D. HOGG, E.H. GONZALEZ, P. FENSHAM, R. ZHANG, Z. CASTRO, J. DEMIDOVA, N. LIM, J.H. ALLARD, G., RUNNING, S.W. SEMERCI, A. COBB, N. *A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests*. Forest Ecology and Management : 259 (4)2010, 660–684.

4- BATES, B.C; KUNDZEWICZ, Z.W., WU, S., PALUTIKOF, J.P. (Eds.),. *Climate Change and Water. Technical Paper,* International Panel on Climate Change (IPCC)Secretariat, Geneva,2008.

5- BRÉDA, N. AND BADEAU, V. *Forest tree responses to extreme drought and some biotic events: Towards a selection according to hazard tolerance?* C. R. Geosciences : 340, 2008, 651–662.

6- COLLINS.R; KRESTENSEN.P; THYSSEN.N .*Water resources across Europe-confronting water scarcity and drought* .European environment agency report No2, 2009 ,55.

7- DALE, V. H. JOYCE, L A. MCNULTY, S . NEILSN ,R P. AYRES, M P. FLANNIGAN, M D. . HANSON, P J . IRLAND L C , LUGO, A E. PETERSON, C J. SIMBERLOFF. D , SWANSON, F J. STOCKS B J. , AND WOTTON M B. *Climate Change and Forest Disturbances* BioScience 2001.51 (9):723-734.

8- DÍAZ-SOLÍS, H; GRANT, W. E; KOTHMANN, M. M.; TEAGUE, W. R; DÍAZ-GARCÍA, J. A. *Adaptive management of stocking rates to reduce effects of drought on cow-calf production systems in semi-arid rangelands*. Agricultural Systems 100,2009, 43–50.

9- GIORGI, F., AND P. LIONELLO,: *Climate change projections for the Mediterranean region*. Global and Planetary Change, 63,2008, 90-104

10- GIUNTA, F., R. MOTZO, AND M. DEIDDA: *Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment*. Field Crops Res. 33,1993,399–409.

11- GRANIER, A., REICHSTEIN, M., BR´EDA, N., JANSSENS, I. A., FALFE, E.,CIAIS, P., GR¨UNWALD, T., AUBINET, M., BERBIGIER, P., BERNHOFER, C.,BUCHMANN, N., FACINI, O., GRASSI, G., HEINESCH, B., ILVESNIEMI,H., KERONEN, P., KNOHL, A., K¨OSTNER, B., LAGERGREN, F., LINDROTH,A., LONGDOZ, B., LOUSTAU, D., MATEUS, J., MONTAGNANI, L., NYS,C., MOORS, E., PAPALE, D., PEIFFER, M., PILEGAARD, K., PITA, G.,PUMPANEN, J., RAMBAL, S., REBMANN, C., RODRIGUES, A., SEUFERT,G., TENHUNEN, J., VESALA, T., AND WANG, Q.*: Evidence for soil water control on carbon and water dynamics in European forests during the extremely dry year*, Agr. Forest Meteorol., 143, 2007, 123–145.

12- HISDAL H., TALLAKSEN, L. M.,. *Drought event definition. ARIDE Technical Report* no. 6, 2000, University of Oslo, Norway,41.

13- HLAVINKA, P., TRNKA, M., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ, M., ŽALUD, Z. & MOŽNÝ, M. *Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic*. Agricultural and Forest Meteorology, 149,2009, 431-442.
14- HOERLING, M, EISCHEID, J. PERLWITZ, J. QUAN, X. ZHANG, T. PEGION, P : *On the Increased Frequency of Mediterranean Drought.* J. Climate, 25,(2012) 2146–2161.
15- KEYANTASH, J., DRACUP, J.A. *The quantification of drought: an evaluation of drought indices. The drought monitor*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 83 (8) ., 2002, 1167– 1180.
16- LAMBERS H, CHAPIN FS, PONS TL. Plant Physiological Ecology, Ed 2,2008, Springer, New York
17- LAW, B., FALGE, E., GU, L., BALDOCCHI, D.D., BAKWIN, P., BERBIGIER, P., DAVIS, K.J., DOLMAN, A.J., FALK, M., FUENTES, J.D., GOLDSTEIN, A.H., GRANIER, A., GRELLE, A., HOLLINGER, D., JANSSENS, I.A., JARVIS, P.G., JENSEN, N.O., KATUL, G., MAHLI, Y., MATTEUCCI, G., MEYERS, T., MONSON, R.K., MUNGER, J.W., OECHEL,W., OLSON, R., PILEGAARD, K., PAW, U.K.T., THORGEIRSSON, H., VALENTINI, R., VERMA, S., VESALA, T., WILSON, K., WOFSY, S.,. *Environmental controls over carbon dioxide and water vapour exchange of terrestrial vegetation*. Agric. For. Meteorol. 113,2002, 97–120.
18- LEHNER, B., DOLL, P., ALCAMO, J.,HENRICHS, T., KASPAR, F.: *Estimating the impact of global change on flood and drought risks in europe*: *A continental, integrated analysis*. Climatic Change: 75(3), 2006, 273-299.
19- LE HOUEROU, H.N. *Climate change, drought and desertification.* Journal of Arid Environments, 34 ,1996, 133–185.
20- LYON, B. The *strength of El Nino and the spatial extent of tropical drought*. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 31,2004, L21204.
21- MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J., KLEIST J . *"The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales, Reprints, 8th Conference on Applied Climatology*, Anaheim, CA, USA,1993, 179-184.
22- MORRISON J, MORIKAWA M, MURPHY M, SCHULTE P. *Water scarcity & climate change: Growing risks for businesses and investors.* A Ceres Report, Ceres, Boston,2009.
23- NEW, M., M. HULME, AND P. JONES, *Representing twentieth century space-time climate variability. Part II*: Development of 1901 – 96 monthly grids of terrestrial surface climate, J. Clim., 13, 2000, 2217– 2238.
24- OBA G.*The effect of multiple droughts on cattle in Obbu*, Northern Kenya. J. of Arid Environ. 49 (2), 2001, 375-386.
25- PALMER, W.C. Meteorological Drought. U.S. Dept. Com. *Weather Bureau Research Paper 45. U.S Government Printing Office,* Washington, DC, 1965, 58 pp.
26- PAUSAS, J.G., BRADSTOCK, R.A., KEITH, D.A. & KEELEY, J.E. *Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems*. *Ecology*, 85, 2004, 1085–1100.
27- PASSIOURA, J. The drought environment: *physical, biological and agricultural perspectives*. *J.Exp. Bot.*, 58 ,2007, 113-117
28- PEREIRA L.S., CORDERY I., IACOVIDES I. *Coping with Water Scarcity.* UNESCO IHP VI, Technical Documents in Hydrology No. 58, UNESCO, Paris, 2002, 267 .

29- PORPORATO, A., AND I. RODRIGUEZ-ITURBE. Ecohydrology: *a challenging multidisciplinary research perspective*. Hydrological Sciences Journal 47, 2002,811–821.
30- RAMBAL S., OURCIVAL J.M., JOFFRE R., MOUILLOT F., NOUVELLON Y.,REINCHSTEIN M., ROCHETEAU A. *Drought controls over conductance and assimilation of a Mediterranean evergreen ecosystem*: scaling from leaf to canopy, Glob. Change Biol. 9, 2003, 1813–1824.
31- ROUAULT G., CANDAU J.N., LIEUTIER F., NAGELEISEN L.M., MARTIN J.C., WARZEE N. *Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe*, Ann. Sci. For. 63,2006, 611–622.
32- ROSSI G., BENEDINI M., TSAKIRIS G., GIAKOUMAKIS S. *On regional drought estimation and analysis*. Water Resour. Manag, 6,1992, 249-277.
33- SALA O. E.,LAUENROTH W. K., PARTON W.J. *plant Recovery following prolonged drought in a shortgrass steppe* .Agricultural meteorology 27,1982,49-58.
34- SKAF .M., & MATHBOUT S.,*Study on climate change over last five decades in Syria and its potential impacts on vegetation* .Med CLIVAR Final conference .Climate change from past to future: 6-9 June, 2011,Lecce Italy.
35- SKAF .M., & MATHBOUT S., *Drought changes over last five decades in Syria* Mediterranean Options ,N: 95,2010,107-112.
36- SPANOS, I. ET AL. *Post-fire management activities and their effects on Pinus halepensis Mill*. forests in northern Greece. – Plant Soil 278 ,2005,171–179.
37- TALLAKSEN, L.M., HISDAL, H. & VAN LANEN, H.A.J. *Space-time modeling of catchment scale drought characteristics*. J. Hydrol., 375, 2009, 363-372.
38- TALLAKSEN, L.M; VAN LANEN, H.A.J. (Eds.), *Hydrological Drought – Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater.* Developments in Water Sciences 48, 2004, Elsevier B.V., The Netherlands
39- THUROW, T.L. ; TAYLOR, C.A JR. Viewpoint: *The Role of Drought in Range Management*." Jnl. of Range Management: 52,1999, 413-419.
40- TSAKIRIS, G., PANGALOU, D., VANGELIS, H. *Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI*). Water Resources Management :21, 2006 ,821-833.
41- VAN VLIET, M.T.H. AND J.J.G. ZWOLSMAN .*Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse River*, Journal of Hydrology :353, 2008, 1-17.
42- VETTER ,S . *Drought, change and resilience in South Africa's arid and semi-arid rangelands*. South African Journal of Science: 10,2009, 29-33.
43- WILHITE D.A., GLANTZ, M.H. *Understanding the drought phenomenon: The role of definitions,* Water International : 10, 1985, 111-120.
44- WILHITE, D. A. *Drought: A Global Assessment* (2 volumes). Routledge Publishers, London, U.K, 2000, 700 .
45- WILHITE, D A . SVOBODA, M D . HAYES, M J. *Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness* .Water Resour Manage :21, 2007,763–774.