مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

تغيرات الحرارة والأمطار في اللاذقية وكسب وصلنفة خلال الفترة 1978-2011

الدكتور أدهم جـــلب*
الدكتورة إيلين محفوض**
فاطمة إسماعيل***

(تاريخ الإيداع 28 / 1 / 2014. قبل للنشر في 14 / 5 / 2014)

□ ملخّص □

نظراً لأهمية التغيرات المناخية وتأثيراتها الكبيرة والمتزايدة على الأنظمة البيئية والبشرية المختلفة، فإنه من الضروري دراسة وفهم هذه التغيرات. يهدف هذا البحث إلى معرفة اتجاه ومقدار التغير الحاصل في درجة الحرارة وكمية الأمطار خلال الفترة 1978-2011 في اللاذقية، كسب وصلنفة. تم ذلك من خلال التحليل السنوي والفصلي والشهري لكمية الأمطار ومتوسط درجة الحرارة، والتي أظهرت ارتفاعا معنويا لمتوسط درجة الحرارة السنوية في المناطق الثلاث وارتفاعا فصليا معنويا باستثاء شتاء اللاذقية وصلنفة وخريف اللاذقية. أما الأمطار السنوية فكانت تغيراتها غير معنوية، بينما تزايدت الأمطار الفصلية معنوياً في شتاء صلنفة وتناقصت معنوياً في شتاء كسب. وبعد تقسيم مدة الدراسة لفترتين متساويتين1978-1995،1995-2011 ومقارنة الفترة الثانية بالأولى تبين مايلي: وجود زيادة معنوية للحرارة السنوية في كافة المناطق، عدم معنوية تغيرات الأمطار السنوية والفصلية، بلغت أعلى زيادة معنوية في درجات الحرارة الشهرية في اللاذقية، كسب، وصلنفة 1.8+،2.9+ ،1.5+ خلال أشهر أيلول، آب، وأيار على التوالي. أما الجفاف السنوي فقد أظهر اتجاهاً متزايداً في كل من اللاذقية وكسب ومتناقصاً في صلنفة.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ، درجات الحرارة، الهطل المطري، الجفاف، مؤشر الهطل القياسي، تحليل خط الاتجاه .

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

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Temperature and rainfall changes in Lattakia, kasaab and Slenfeh during 1978-2011

Dr. Adham Jalab[*]
Dr. Ielen Mahfoud[**]
Fatema Ismaiel[***]

(Received 28 / 1 / 2014. Accepted 14 / 5 /2014)

□ ABSTRACT □

Due to the importance of climate changes and their strong and increasing influences on different human and ecological systems, It is necessary to study and understand these changes. This research aims to determine the direction and magnitude of the change in temperatures and rainfall trend during 1978-2011 in Latakia, Kasaab and Slenfeh. The study has been done through the analysis of annual, seasonal, and monthly rainfall amount and temperature average, which showed a significant increasing in the average annual temperature in the three regions and significant seasonally increasing except for Winter in Latakia and Slenfeh, Autumn in Latakia. But the annual rainfall changes were non-significant, while seasonally rainfall increased significantly in Slenfeh Winter and decreased in Kasaab Winter. After dividing the entire study duration into two equal periods 1978-1995, 1995-2011 and comparing the second period with the first one, we found a significant increasing in the average annual temperature in the three regions, non- significant in the annual and seasonal rainfall changes. The highest significant in seasonal temperature in Latakia, Kasaab and Slenfeh reached +1.5, +2.9, +1.8 during September, August، and May respectively. While the annual drought showed increased trend in Latakia and kasaab and decreased one in Slenfeh.

Keywords: Climate change, temperature, rainfall, drought, Standardized Precipitation Index SPI, Trend line analysis

[*]**Professor, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Lecturer, 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:

تشير التغيرات المناخية climate changes إلى تبدل في حالة المناخ يتجلى بتغير المتوسطات الحسابية للعناصر المناخية خلال فترة زمنية طويلة (عقود أو أكثر)، والتي تعود إلى عمليات داخلية طبيعية، إضافة لتأثيرات خارجية بشرية المنشأ(IPCC,2007). تشير معظم الدراسات إلى أن التغيرات المناخية تتجلى بزيادة في متوسط درجات الحرارة وزيادة أو انخفاض في الهطولات المطرية تبعا للمناطق الجغرافية (Alexander *et al*., 2006).

هذا ويختلف تأثير التغير المناخي على وظائف النباتات وفقا للمقياسين الزمني و المكاني Spatail and Temporal scales (Morison, 2006) كما يلي: على المقياس المكاني الصغير والمدى الزمني القريب يؤثر تغير المناخ مباشرة على العمليات الفيزيولوجية للنباتات، أما على المقياس المكاني الكبير والمدى الزمني المتوسط والطويل يؤثر تغير المناخ على انتشار الأنواع وتركيب المجتمع النباتي. كما أشارت نتائج أبحاث (Scholze *et al.,* 2006; Lloyd and Bunn, 2007) بأن تأثير التغيرات المناخية على الغابة يشمل تأثيرات إيجابية تتجلى في زيادة حيوية ونمو الغابة وازدياد فعالية استخدام الماء إضافة إلى زيادة طول فصل النمو، أما التأثيرات السلبية فتتمثل في انخفاض النمو وزيادة الإجهاد والموت، زيادة خطر الحرائق وحساسية الغابة للحشرات والممرضات .

تخضع منطقة حوض البحر المتوسط حسب (Tourre *et al*., 2008) لتأثير التغيرات المناخية وهي تظهر اتجاها مشابها للاتجاه العالمي، تتجلى بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض في معدل الهطول مع زيادة شدة وتكرار الحوادث المتطرفة (جفاف، صقيع...إلخ). كما أن التغيرات التي تمت مراقبتها في الاتجاه العام المناخي أظهرت انخفاض في الهطولات المطرية في المناطق المتوسطيه في الفترة بين 1961– 1990 (De Luı´s *et al*. 2001; Pen˜uelas *et al*. 2002; Pin˜ol *et al*.1998). تهدد التغيرات المناخية حالياً حوالي 25% من الأنواع الحراجية في منطقة حوض المتوسط بالانقراض (Delatour, 1990)، كما تؤثر على انتشار وتوزع الأنواع النباتية، فبعد مقارنة النباتات الموجودة حاليا مع تلك التي وجدت في العام 1945 في جبل Montseny في كاتالونيا شمال شرق اسبانيا توصل (Walther *et al*., 2002) إلى أن الأنظمة البيئية المتوسطية تحل محل الأنظمة البيئية ذات درجات الحرارة الباردة وهذا ما ترافق مع انزياح غابات الزان الحرجي *Fagus sylvatica* حوالي 70 متر نحو الأعلى في الإرتفاعات الأعلى (1600–1700 متر) ليحل محلها السنديان الأخضر *Quercus ilex* في الارتفاعات المتوسطة (800–1400 متر)، حيث امتد هذا النوع إلى ما بعد الحد الأعلى السابق لمجال انتشاره مع بدء ظروف الطقس الأكثر دفئاً (Penuelas and Boada, 2003).

هذا وقد كان للتغيرات المناخية تأثيرٌ مباشرٌ على الجفاف من حيث تردده وشدته في منطقة حوض المتوسط التي تزايدت في العقود الأخيرة ويتوقع بأنها ستصبح أسوأ ، فالجفاف الذي وقع في عام 2005 كان شديداً جداً وقد أثر بشكل كبير على المنطقة المتوسطية وبشكل خاص على تركيا، اسبانيا، فرنسا، المغرب، البرتغال، إيطاليا (Isendahl and Schmidt, 2006).

في ضوء الأهمية الكبيرة للتغير المناخي على مختلف النواحي البيئية ، كان من الضروري معرفة وتوضيح حجم هذه التغيرات في مناطق الدراسة إن وجدت .

أهمية البحث وأهدافه:

تؤثر تغيرات درجات الحرارة والأمطار في ظروف نمو وتطور أو تراجع وتدهور الغطاء الحراجي بمعنى أن هذه التغيرات تؤثر في تركيب وبنية الغطاء النباتي للمنطقة، حيث تتراجع الأنواع النباتية التي لا تلائمها هذه التغيرات بينما يزداد نمو وتطور أنواع أخرى تلائمها الظروف الجديدة، تهدف هذه الدراسة بشكل رئيس إلى تحديد التغيرات في درجة الحرارة والأمطار في مناطق الدراسة مع تحديد اتجاه التغير ومقداره ومعنويته إن وجد وذلك خلال الفترة 1978–2011 كما تهدف أيضاً إلى تحديد اتجاه ومقدار التغير الفصلي والسنوي للجفاف.

طرائق البحث ومواده:

استخدمت لإنجاز هذا البحث معطيات المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق للقيم الشهرية لمتوسط درجة الحرارة الجافة والأمطار للفترة 1978–2011 وذلك لثلاث مناطق هي اللاذقية، كسب، وصلنفة.

جدول (1) الموقع الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر لمناطق الدراسة

المنطقة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع عن سطح البحر (متر)
اللاذقية	35° 46' 45"	35° 31' 25"	7
كسب	35° 58' 53"	35° 54' 42"	730
صلنفة	36° 11' 23"	35° 34' 20"	1173

قمنا بحساب المتوسط الحسابي ومعامل الاختلاف وتحديد أكبر وأصغر قيمة لكل من درجة الحرارة والأمطار على المستويات الزمنية الفصلية والسنوية وذلك لتوضيح أهم الخصائص المناخية لمناطق الدراسة.

كما تم تحديد الاتجاه العام للسلاسل الزمنية لكل من درجات الحرارة وكميات الأمطار باستخدام نموذج الانحدار الخطي البسيط (Hannachi, 2007) من الشكل : $Y= B_0 + B_1X$

حيث: B_0: الجزء الثابت في معادلة الانحدار

B_1: معامل الانحدار(الميل)

تقدير المعنوية الجزئية لخط الانحدار البسيط، من خلال اختبار ت (T–test)، والفروض الإحصائية من الشكل التالي:

- الفرض العدمي (H_0): ميل خط الانحدار غير معنوي أي (لا يختلف عن الصفر).
- الفرض البديل (H_1): ميل خط الانحدار معنوي أي (يختلف عن الصفر).

فإذا كانت قيمة P.value أقل من مستوى المعنويه(5%) فإننا نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة القائلة بأن ميل خط الانحدار معنوي أما إذا كانت قيمة الاحتمال P.value أكبر من مستوى المعنوية فإننا نقبل الفرضية الصفرية القائلة بأن ميل خط الانحدار غير معنوي.

في المرحلة الثانية تم تقسيم فترة الدراسة 1978–2011 إلى فترتين متساويتين لمعرفة منحى ومقدار التغير خلالهما ، وفيما إذا كان هذا التغير معنويا أم لا .

لتحديد اتجاه ومقدار التغير الفصلي والسنوي للجفاف في مناطق الدراسة الثلاث، تم حساب مؤشر الهطول القياسي SPI (Standardized Precipitation Index) والذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{2.515517 + 0.802853t + 0.010328t^2}{1 + 1.432788t + 0.189269t^2 + 0.001308t^3}\right)$$ من أجل $0 < H(X) \leq 0.5$

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{2.515517 + 0.802853t + 0.010328t^2}{1 + 1.432788t + 0.189269t^2 + 0.001308t^3}\right)$$ من أجل $0.5 < H(X) \leq 1$

حيث أن:

$$t = \sqrt{ln\left\{\frac{1}{(H(x))^2}\right\}}$$ من أجل $0 < H(X) \leq 0.5$

$$t = \sqrt{\ln\left\{\frac{1}{1-(H(x))^2}\right\}}$$ من أجل $0.5 < H(X) < 1$

حيث H : معادلة احتساب الاحتمالية التراكمية لـ غاما

$$H(x) = q + (1 - q)G(x)$$

وتمثل q احتمالية القيم الصفرية وتحسب باستخدام العلاقة التالية:

$$q = \frac{m}{n}$$

حيث: m: عدد بيانات المطر الصفرية في سلسلة البيانات.

n: عدد الاحداثيات المطرية في السجل المطري.

لقد طُوِّرَ مؤشر الهطل القياسي من قبل(Mckee *et al.*, 1993, 1995) وهو يستخدم بشكل واسع لأنه يسمح بإجراء مقارنة سهلة للجفاف بين المواقع المناخية المختلفة (Moreira *et al.*, 2008). تم حساب هذا المؤشر باستخدام برنامج Redim المستخدم على نطاق واسع عالمياً (Agnew, 2000). يسمح المؤشـر المذكور بتقدير شـدات الجفاف عند المستويات الزمانية (1, 3، 6، 9، 12، 24 شـهر)(Smakhtin and Hughes, 2007)، وفقاً للمجالات التالية :

جدول(2): شدات الجفاف ومجالات مؤشر الـ SPI (Mckee *et al.*, 1993)

شدات الجفاف	قيم الـ SPI
متطرف الرطوبة	2+ وأكثر
رطب جداً	1.5حتى1.99
متوسط الرطوبة	1حتى1.49
قريب من الحالة	0.99-حتى 0.99
جفاف معتدل	1-حتى1.49-
جفاف شديد	1.5-حتى1.99-
جفاف متطرف	2- وأقل

النتائج والمناقشة:

تتباين النباتات الحراجية في متطلباتها الحرارية والمطرية لذا كان من الضروري بدايةً توضيح الخصائص المناخية المختلفة للمناطق الثلاث على المستويات الزمنية الفصلية والسنوية . حيث يوضح الجدول (3) تفاوت معدلات

الهطل المطري السنوي بين اللاذقية، كسب وصلنفة وقد بلغت على التوالي (707.9, 1045.96, 1180.7 مم) بينما كان متوسط درجة الحرارة الجافة السنوية (19.6, 16.14, 13.8 درجة مئوية) وذلك خلال الفترة 1978-2011.

جدول (3): الخصائص الإحصائية لكميات الأمطار و متوسط درجة الحرارة في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978-2011

المنطقة	العنصر	المؤشر الإحصائي	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	السنوي
اللاذقية	الأمطار (مم)	المتوسط	169.3	389.2	139.5	9.9	707.9
		معامل التغير Cv%	52.4	30.5	54.6	159.2	21.0
		أعلى قيمة	465.6	706.6	323.5	76.5	1112
		أدنى قيمة	32.9	229.5	30	0	410.2
	درجة الحرارة (مْ)	المتوسط	22.0	12.8	17.7	25.9	19.6
		معامل التغير Cv%	3.3	8.3	4.2	2.5	2.8
		أعلى قيمة	23.3	14.3	18.2	26.6	20.6
		أدنى قيمة	20.6	10.6	16.8	25.4	18.4
كسب	الأمطار (مم)	المتوسط	219.29	550.17	261.75	14.76	1045.96
		معامل التغير Cv%	45.60	43.45	46.65	142.30	30.60
		أعلى قيمة	421	1135.5	479	82.4	1870.1
		أدنى قيمة	4.5	127	83.5	0	529.7
	درجة الحرارة (مْ)	المتوسط	18.55	8.04	14.68	23.30	16.14
		معامل التغير Cv%	7.85	21.38	10.24	6.43	7.61
		أعلى قيمة	21.9	12.2	18.2	27.2	18.3
		أدنى قيمة	17.2	4.5	12.4	21.2	15.1
صلنفة	الأمطار (مم)	المتوسط	221.5	616.1	320.0	23.0	1180.7
		معامل التغير Cv%	41.7	32.1	36.8	123.6	19.3
		أعلى قيمة	436	1022.8	566.8	115.7	1588.8

		أدنى قيمة	87	268.7	77	0	686.8
	درجة الحرارة (مْ)	المتوسط	16.2	5.8	12.1	20.9	13.8
		معامل التغير Cv%	7.80	19.04	10.15	5.84	6.23
		أعلى قيمة	19.2	8.7	15	23	15.3
		أدنى قيمة	14.1	3.9	10.2	18.8	12.1

كما يمكن ملاحظة التباينات الفصلية والسنوية لعنصري الحرارة والأمطار في المناطق الثلاث، أما بالنسبة للاختلاف في القيم المتطرفة للعنصرين المذكورين، فيلاحظ أن القيمة العليا لدرجة الحرارة المتوسطة السنوية والأمطار خلال فترة الدراسة كانت(20.6، 18.3، 15.3 درجة مئوية) (1112، 1870.1، 1588.8 مم) والدنيا (18.4، 15.1، 12.1 درجة مئوية) (410.2، 529.7، 686.8 مم) في اللاذقية، كسب، وصلنفة على التوالي كما نلاحظ أن أمطار فصل الصيف هي الأكثر تذبذباً في المحطات الثلاث أما بالنسبة لدرجات الحرارة فقد كانت حرارة الشتاء هي الأكثر تذبذباً أيضاً في المحطات الثلاثة .

تغيرات درجة الحرارة السنوية والفصلية في المناطق الثلاث لكامل الفترة 1978-2011:

لمقارنة الفروق أو التباين بين نتائج هذه الدراسة مع الدراسات التي أجريت على مستوى منطقة حوض المتوسط نشير إلى دراسة أجراها (Alpert *et al.*, 2008) الذي وجد أن هناك زيادة في متوسط درجات حرارة المنطقة قدره 1.5 – 4 درجة مئوية خلال الـ 100 سنة الماضية، وهذا يتوافق مع نتائج تغيرات درجة الحرارة السنوية والفصلية ومعنويتها في المناطق الثلاث التي يظهرها الجدول رقم (4) حيث يوضح أن الاتجاه العام لدرجات الحرارة الجافة السنوية متزايد بشكل معنوي خلال كامل الفترة 1978-2011 وقد بلغت هذه الزيادة السنوية (0.03، 0.09، 0.06 درجة مئوية) في كل من اللاذقية، كسب وصلنفة على التوالي، كذلك الحال كانت الزيادة الفصلية لدرجة الحرارة معنوية عدا خريف وشتاء اللاذقية وشتاء صلنفة .

جدول (4): مقدار واتجاه تغيرات درجة الحرارة السنوية والفصلية ومعنويتها في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978-2011

المستوى الزمني	اللاذقية		كسب		صلنفه	
	الميل والاتجاه +/-	المعنوية 5%	الميل والاتجاه +/-	المعنوية 5%	الميل والاتجاه +/-	المعنوية 5%
الخريف	+0.02	غير معنوي	+0.09	معنوي	+0.06	معنوي
الشتاء	+0.01	غير معنوي	+0.09	معنوي	+0.03	غير معنوي
الربيع	+0.03	معنوي	+0.08	معنوي	+0.07	معنوي
الصيف	+0.05	معنوي	+0.1	معنوي	+0.09	معنوي
السنوي	+0.03	معنوي	+0.09	معنوي	+0.06	معنوي

وبعد تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين متساويين وحساب الفرق بين المتوسط الحسابي لكل فترة من أجل تحديد معنوية التغير في كل من درجة الحرارة والأمطار على المستويات الزمنية السنوية والفصلية والشهرية وذلك باستخدام اختبار T-test حصلنا على النتائج التالية:

أ- تغيرات الحرارة السنوية والفصلية والشهرية للفرق بين الفترتين 1978-1995 و1996-2011 :

يبين الجدول(5) وجود ارتفاع معنوي في درجات الحرارة السنوية في المناطق الثلاث في الفترة الثانية 1995-2011 عما كانت عليه في الفترة الأولى 1978-1995 أما على المستوى الفصلي فقد كانت هذه الزيادة معنوية في كسب في جميع الفصول في حين كانت معنوية في اللاذقية وصلنفة خلال فصلي الربيع والصيف فقط. كما يظهر من الجدول أيضاً أن الزيادة الأعلى في درجة الحرارة بين الفترتين المعتبرتين كانت في فصل الصيف في مختلف المحطات، أما على المستوى المكاني فقد سجلت كسب أعلى زيادة معنوية سنوية في درجة الحرارة والتي بلغت(2+) درجة مئوية وأعلى زيادة معنوية فصلية وذلك في فصل الصيف وبلغت (2.5+) درجة مئوية.

جدول(5): اختبار معنوية الفرق بين متوسطي درجة الحرارة السنوية والفصلية في اللاذقية، كسب وصلنفة للفترتين 1978-1995 و1996-2011:

المنطق	المستوى الزمني	متوسط درجة الحرارة (م°)		الاختلاف التسخين(+)التبريد(-)	T-Testاختبار	
		1995-1978	2011-1995		P.value	معنوية الفرق 5%
اللاذقية	الخريف	21.8	22.2	+0.4	0.13	غير معنوي
	الشتاء	12.6	13	+0.4	0.24	غير معنوي
	الربيع	17.4	18.1	+0.7	0.006	معنوي
	الصيف	25.5	26.5	+1	0.0	معنوي
	السنوي	19.3	19.9	+0.6	0.0	معنوي
كسب	الخريف	17.6	19.5	+1.9	0.0	معنوي
	الشتاء	7.1	9	+1.9	0.001	معنوي
	الربيع	13.9	15.5	+1.6	0.002	معنوي
	الصيف	22.1	24.6	+2.5	0.0	معنوي
	السنوي	15.2	17.2	+2	0.0	معنوي
صلنفة	الخريف	15.9	16.5	+0.6	0.156	غير معنوي
	الشتاء	5.5	6.0	+0.5	0.168	غير معنوي
	الربيع	11.7	12.6	+0.9	0.018	معنوي
	الصيف	20.2	21.7	+1.5	0.0	معنوي
	السنوي	13.3	14.2	+0.9	0.002	معنوي

أما نتائج تغيرات الحرارة الشهرية فإنها تشير إلى وجود زيادة في كافة الأشهر في الفترة 1996–2011 مقارنة بالفترة 1978–1995 وذلك في كل المناطق عدا الانخفاض غير المعنوي في شهر تشرين الثاني في صلنفة وتختلف هذه الزيادة بين المعنوية وغير المعنوية حسب الشهر والمنطقة، كما هو موضح في الجدول رقم (6).

جدول (6) :اختبار معنوية الفرق بين متوسطي درجة الحرارة الشهرية في المناطق الثلاث للفترتين 1978–1995 و 1995–2011

المنطقة	الشهر	متوسط درجة الحرارة (م°)		الاختلاف التسخين(+) التبريد(−)	اختبار T–Test	
		1995–1978	2011–1995		P.value	معنوية الفرق 5%
اللاذقية	كانون الثاني	11.9	12.2	+0.3	0.6	غير معنوي
	شباط	12.3	13	+0.7	0.15	غير معنوي
	آذار	14.3	15.2	+0.9	0.04	معنوي
	نيسان	17.7	17.8	+0.1	0.7	غير معنوي
	إيار	20.2	21.2	+1	0.0	معنوي
	حزيران	23.5	24.5	+1	0.0	معنوي
	تموز	26.0	27	+1	0.0	معنوي
	آب	26.8	27.9	+1.1	0.0	معنوي
	أيلول	25.4	25.9	+1.5	0.041	معنوي
	تشرين أول	22.5	22.5	+0	0.92	غير معنوي
	تشرين الثاني	17.4	18.1	+0.7	0.17	غير معنوي
	كانون الأول	13.5	13.9	+0.4	0.5	غير معنوي
كسب	كانون الثاني	6.0	8.0	+2	0.003	معنوي
	شباط	7.4	9.1	+1.7	0.013	معنوي
	آذار	9.9	12.0	+2.1	0.004	معنوي
	نيسان	14.2	15.0	+0.8	0.25	غير معنوي
	إيار	17.6	19.5	+1.9	0.001	معنوي
	حزيران	21.1	22.8	+1.7	0.0	معنوي
	تموز	22.3	25.1	+2.8	0.0	معنوي
	آب	22.9	25.8	+2.9	0.0	معنوي

	أيلول	21.8	23.2	+1.4	0.004	معنوي
	تشرين أول	18.9	20.4	+1.3	0.004	معنوي
	تشرين الثاني	12.2	15.0	+2.8	0.002	معنوي
	كانون الأول	7.9	10.0	+2.1	0.001	معنوي
صلنفة	كانون الثاني	4.4	4.8	+0.4	0.49	غير معنوي
	شباط	5.2	5.5	+0.3	0.49	غير معنوي
	آذار	8.1	9.0	+0.9	0.16	غير معنوي
	نيسان	11.6	11.8	+0.2	0.75	غير معنوي
	أيار	15.3	17.1	+1.8	0.007	معنوي
	حزيران	18.9	20.5	+1.6	0.0	معنوي
	تموز	20.5	22.2	+1.7	0.0	معنوي
	آب	21.2	22.3	+1.1	0.09	غير معنوي
	أيلول	20.2	20.3	+0.1	0.77	غير معنوي
	تشرين أول	17.1	17.1	0	0.93	غير معنوي
	تشرين الثاني	10.5	12.3	−0.2	0.055	غير معنوي
	كانون الأول	6.9	7.8	+0.9	0.23	غير معنوي

يتضح من الجدول السابق أن تغيرات الحرارة الشهرية في اللاذقية خلال الفترتين المدروستين تراوحت بين صفر في شهر تشرين أول و1.5 درجة في أيلول، أما في كسب فتراوحت بين + 0.8 في نيسان و +2.9 في شهر آب والتي مثلت الزيادة الأعلى في متوسط درجة الحرارة الشهرية مقارنة ببقية المحطات، وفي صلنفة فقد تراوحت بين صفر في تشرين أول و +1.8 في أيار، هذه التغيرات في الحرارة الشهرية كانت معنوية في اللاذقية باستثناء أشهر الشتاء إضافة لشهري تشرين الأول والثاني، أما في كسب فكانت معنوية في كل الأشهر عدا نيسان، وفي صلنفة كانت التغيرات غير معنوية في كل الأشهر عدا أيار وحزيران وتموز.

ب-تغيرات الهطل المطري السنوي والفصلي في المناطق الثلاث لكامل الفترة 1978-2011 :

أشارت الدراسات التي أجراها (Alpert *et al.*, 2008) إلى وجود تراجع مسيطر على الاتجاه العام للأمطار في منطقة حوض المتوسط خلال الـ 50 عاماً الماضية، في حين أشارت نتائج البحث الموضحة في الجدول رقم (7) وجود تراجع غير معنوي في الاتجاه العام للأمطار في منطقتي اللاذقية وكسب أما في صلنفة فهناك تزايد غير معنوي أيضاً خلال فترة الدراسة.

جدول (7): مقدار واتجاه تغيرات الهطل المطري الفصلي والسنوي ومعنويتها في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978-2011

المستوى الزمني	اللاذقية		كسب		صلنفه	
	الميل والاتجاه +/-	المعنوية 5%	الميل والاتجاه +/-	المعنوية 5%	الميل والاتجاه +/-	المعنوية5 %
الخريف	-1.04	غير معنوي	+0.5	غير معنوي	-0.4	غير معنوي
الشتاء	-0.9	غير معنوي	-2.9	معنوي	+2.1	معنوي
الربيع	-2.6	غير معنوي	-3.4	غير معنوي	+0.9	غير معنوي
الصيف	+0.1	غير معنوي	-0.1	غير معنوي	+0.7	غير معنوي
السنوي	-4.45	غير معنوي	-5.64	غير معنوي	+3.28	غير معنوي

يبين الجدول رقم(7) أن الاتجاه العام للهطل المطري السنوي لايتغير بشكل معنوي في المحطات الثلاث، حيث يتناقص في كل من اللاذقية وكسب بمقدار(4.45- ,5.64- مم) على التوالي، ويتزايد في صلنفة بمقدار (+3.28 مم). أما على المستوى الفصلي فالتغيرات لم تكن معنوية سوى في فصل الشتاء فقد كانت معنوية بتناقصها في كسب وزيادتها في صلنفة.

ج- تغيرات الهطل المطري السنوي والفصلي والشهري للفرق بين الفترتين 1978-1995 و2011-1996:

يظهر من الجدول رقم(8) أن التغيرات المطرية السنوية والفصلية في المناطق الثلاث متفاوتة في مقدارها واتجاهها (متناقصة أو متزايدة) ولكن جميعها كانت غير معنوية بفروقها بين الفترتين المعنيتين.

جدول (8): اختبار معنوية الفرق بين متوسطي الهطل المطري السنوي والفصلي في المناطق الثلاث للفترتين 1978-1995 و2011-1996

المنطقة	المستوى الزمني	كمية الأمطار (مم)		الاختلاف الزيادة(+)النقصان(-)	T-Test اختبار	
		1978-1995	1995-2011		P.value	معنوية الفرق 5%
اللاذقية	الخريف	178	159.8	-19.2	0.56	غير معنوي
	الشتاء	391	387.4	-4.6	0.93	غير معنوي
	الربيع	157	120.9	-27.1	0.17	غير معنوي
	الصيف	11	9	-2	0.77	غير معنوي
	السنوي	737	677.2	-60.8	0.25	غير معنوي
كسب	الخريف	212.2	226.9	+14.7	0.68	غير معنوي
	الشتاء	546.6	553.9	+7.3	0.932	غير معنوي
	الربيع	282.7	239.5	-43.2	0.317	غير معنوي

	الصيف	14.8	14.8	0	0.999	غير معنوي
	السنوي	1056.3	1035	-21.3	0.852	غير معنوي
صلنفة	الخريف	221	221.1	+0.1	0.97	غير معنوي
	الشتاء	596.8	636.6	+39.8	0.572	غير معنوي
	الربيع	306.3	334.6	+28.3	0.499	غير معنوي
	الصيف	19.1	27.2	+8.1	0.421	غير معنوي
	السنوي	1143.2	1220.5	+77.3	0.339	غير معنوي

كما يتضح من الجدول السابق أن هناك تناقصا في الأمطار السنوية لكل من اللاذقية وكسب بلغ (60.8-, 21.3-) على التوالي وتزايدا في صلنفة بلغ (77.3+ مم)، أما على المستوى الفصلي فيلاحظ أن أكبر تراجع في كل من اللاذقية وكسب هو في فصل الربيع وبقيم بلغت على التوالي (27.1- ,43.2- مم)، بينما في صلنفة كانت الزيادة الكبيرة في كل من الشتاء والربيع وبقيم بلغت (39.8+, 28.3+ مم)، وهي جميعها غير معنوية.

أما بالنسبة لتغيرات الهطل المطري الشهري فَتُظهِر نتائجها المبينة في الجدول رقم (9) وجود زيادة أو انخفاض غير معنوي تبعا للشهر والمنطقة في كميات الهطل المطري الشهري، باستثناء انخفاض معنوي لأمطار شهر أيار في كل من اللاذقية وكسب، وارتفاع معنوي لأمطار شهر أيلول في كسب وصلنفة ولأمطار نيسان في صلنفة.

جدول(9):اختبار معنوية الفرق بين متوسطي الهطل المطري الشهري في المناطق الثلاث خلال الفترتين1978-1995و1996-2011

المنطقة	الشهر	كمية الأمطار(مم)		الاختلاف الزيادة(+)النقصان(-)	T-Testاختبار	
		1978-1995	1995-2011		P.value	معنوية الفرق 5%
اللاذقية	كانون الثاني	155.5	136.5	-19	0.56	غير معنوي
	شباط	109.1	100.6	-8.5	0.64	غير معنوي
	آذار	90.7	64.9	-25.8	0.22	غير معنوي
	نيسان	36.8	46.6	+9.8	0.38	غير معنوي
	إيار	59.5	9.4	-50.1	0.02	معنوي
	حزيران	4	5.3	+1.3	0.67	غير معنوي
	تموز	1.6	1.6	0	0.98	غير معنوي
	آب	5.1	2.2	-2.9	0.54	غير معنوي

	أيلول	4	17.3	+13.3	0.07	غير معنوي
	تشرين أول	71.6	64.5	−7.1	0.77	غير معنوي
	تشرين الثاني	102.5	78.1	−24.4	0.23	غير معنوي
	كانون الأول	126.4	150.3	+23.9	0.45	غير معنوي
كسب	كانون الثاني	219.8	191.3	−28.5	0.597	غير معنوي
	شباط	140	190.4	+50.4	0.135	غير معنوي
	آذار	137.3	130.7	−6.6	0.842	غير معنوي
	نيسان	80.4	81.8	+1.4	0.942	غير معنوي
	أيار	65	26.9	−38.1	0.014	معنوي
	حزيران	7.7	11.4	+3.7	0.487	غير معنوي
	تموز	1	1.9	+0.9	0.541	غير معنوي
	آب	6.1	1.4	+4.7	0.223	غير معنوي
	أيلول	3.8	33.8	+30	0.001	معنوي
	تشرين أول	88.8	88	−0.8	0.971	غير معنوي
	تشرين الثاني	119.6	105	−14.6	0.586	غير معنوي
	كانون الأول	186.9	172.3	−14.6	0.710	غير معنوي
صلنفة	كانون الثاني	234	226.4	−7.6	0.855	غير معنوي
	شباط	203.1	189.8	−13.3	0.671	غير معنوي
	آذار	157.2	172.3	+15.1	0.645	غير معنوي
	نيسان	67.4	113.5	+46.1	0.02	معنوي
	إيار	81.7	48.8	−52.9	0.105	غير معنوي
	حزيران	14.2	21.7	+7.5	0.387	غير معنوي
	تموز	2.7	0.6	−2.1	0.289	غير معنوي

	آب	2.2	4.9	+2.7	0.349	غير معنوي
	أيلول	4.7	37.3	+32.6	0.001	معنوي
	تشرين أول	93.6	77.1	-16.5	0.378	غير معنوي
	تشرين الثاني	122.7	107.7	-15	0.5	غير معنوي
	كانون الأول	159.8	220.3	+60.5	0.13	غير معنوي

تشير نتائج الجدول السابق إلى أن أكبر تراجع هطل مطري شهري في المناطق الثلاث كان في شهر أيار وبلغ (50.1- ,38.1- ,52.9- مم) في كل من اللاذقية، كسب وصلنفة على التوالي، وأكبر تزايد كان في شهر كانون أول في كل من اللاذقية وصلنفة وبلغ على التوالي (23.9+ ,60.5+ مم)، أما في كسب فكان في شهر شباط وبلغ (50.4+ مم).

تردد الجفاف السنوي والفصلي بشداته المختلفة واتجاه تغير الجفاف السنوي في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978-2011

تؤثر تغيرات الهطل المطري من حيث الكمية والتوزيع الزمني إضافة إلى تغيرات درجة الحرارة في مناطق الدراسة الثلاث على الجفاف الذي تتعرض له هذه المناطق من حيث تردده أو شداته، الأمر الذي يؤثر بشكل كبير على الأنواع الحراجية المنتشرة فيها من حيث تطورها وانتشارها أو تراجعها، يتضمن الجدول (10) نتائج دراسة الجفاف السنوي والفصلي في المناطق الثلاث من حيث تردده وشداته خلال الفترة 1978-2011.

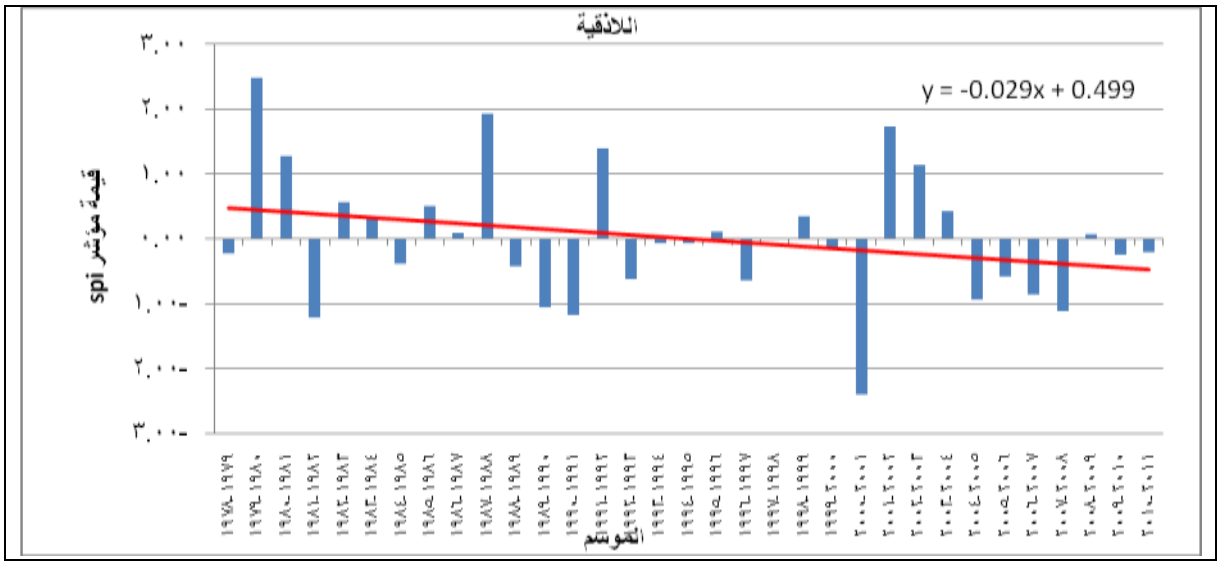
جدول (10): تردد الجفاف بشداته المختلفة حسب مؤشر الـSPI في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978-2011

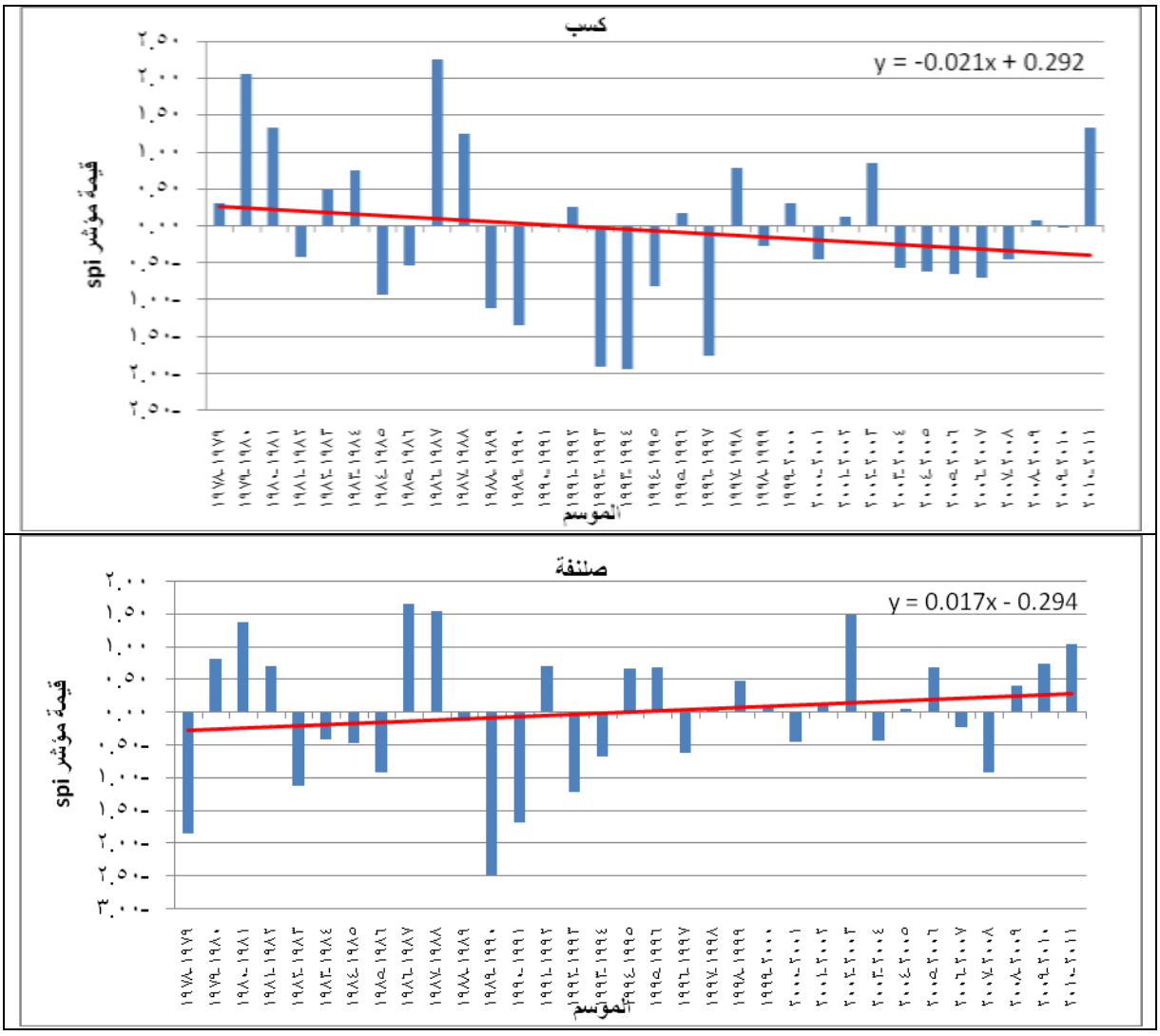
المنطقة	المستوى الزمني	شدات الجفاف			عدد مرات تردد الجفاف	نسبة تردد الجفاف%
		معتدل	شديد	متطرف		
اللاذقية	سنوي	4	-	1	5	%15
	خريف	4	1	1	6	%18
	شتاء	6	1	-	7	%21
	ربيع	4	3	-	7	%21
كسب	سنوي	2	3	-	5	%15
	خريف	1	-	2	3	% 9
	شتاء	2	2	1	5	%15
	ربيع	2	3	-	5	%15

صلنفة	سنوي	2	2	1	5	%15
	خريف	–	4	–	4	%12
	شتاء	3	2	1	6	%18
	ربيع	1	1	2	4	%12

تشير نتائج الجدول رقم (10) والتي تمثل 33 سنة هيدرولوجية، إلى أن نسبة تردد الجفاف السنوي في المناطق الثلاث متساو(15%)، وتبدو الاختلافات الأساسية في تردد الجفاف الفصلي وشداته حيث كان إجمالي عدد مرات تردد الجفاف الفصلي في اللاذقية (20 مرة) وهو أكثر تكراراً مقارنة بكسب وصلنفة (13، 14 مرة)على التوالي، وإن كان الجفاف المعتدل هو الأكثر ترددا في اللاذقية(14 مرة)، بينما كان الجفاف الشديد أكثر ترددا في صلنفة (7 مرات)، والجفاف المتطرف أكثر ترددا في كسب وصلنفة (3 مرات) مع اختلاف فصول تردده بين الخريف والربيع.

فيما يلي يوضح الشكل رقم (1) اتجاه تغير الجفاف السنوي في المناطق الثلاث خلال الفترة 1978–2011 ومعادلة خط الانحدار البسيط لكل منطقة .





الشكل (1) اتجاه تغير الجفاف السنوي في اللاذقية، كسب وصلنفة خلال الفترة 1978-2011

تبين خطوط الانحدار وجود اتجاه متزايد للجفاف السنوي في كل من اللاذقية وكسب علما أن معدل تناقص قيم مؤشر الـ SPI في اللاذقية أكبر منها في كسب، حيث كانت قيم ميل خط الانحدار على التوالي (−0.029, −0.021)، في المقابل تراجع الجفاف السنوي في صلنفة، حيث تزايدت قيم مؤشر الجفاف سنويا بمقدار (0.017) وهذا يتوافق مع الزيادة غير المعنوية للهطل المطري السنوي فيها .

الاستنتاجات والتوصيات:

توصلت هذه الدراسة إلى تحديد اتجاه ومقدار تغير عنصري الحرارة والأمطار على المستويات الزمنية المختلفة في المناطق المدروسة وقد خلصت إلى النقاط التالية:

1. وجود تزايد معنوي في درجات الحرارة السنوية خلال الفترة 1978-2011 في اللاذقية وكسب وصلنفة بلغ على التوالي (0.03، 0.09، 0.06 م °)، أما الزيادة الفصلية لدرجة الحرارة فهي معنوية عدا الخريف والشتاء في اللاذقية والشتاء في صلنفة .

2. تناقص غير معنوي في الهطولات المطرية السنوية في كل من اللاذقية وكسب وتزايد غير معنوي في صلنفة ، أما على المستوى الفصلي فقد وجد تناقص معنوي لأمطار الشتاء في كسب وتزايد معنوي في شتاء صلنفة.

3. ترافقت أعلى زيادة معنوية في درجة الحرارة السنوية (0.09 م °) مع أكبر تراجع في كمية الأمطار السنوية (5.64− مم) في كسب، بينما ترافقت الزيادة المعنوية لدرجة الحرارة السنوية في صلنفة والتي بلغت (0.06 م °) مع تزايد(غير معنوي) في كمية الأمطار السنوية.

4. وجود زيادة معنوية للحرارة الشهرية في اللاذقية (آذار، أيار، حزيران، تموز، آب، أيلول) وفي كسب (كافة الأشهر ماعدا نيسان) وفي صلنفة (أيار، حزيران، تموز) ووجود زيادة أو انخفاض غير معنوي في الهطولات المطرية الشهرية تختلف تبعا للشهر والمنطقة، باستثناء انخفاض معنوي في لشهر أيار في اللاذقية وكسب وارتفاع معنوي في أمطار أيلول في كسب و صلنفة .

5. وجود اتجاه متزايد للجفاف السنوي في كل من اللاذقية وكسب بلغ (0.029− ,0.021−)، وتراجعاً للجفاف في صلنفة حيث تزايدت فيها قيم مؤشر الجفاف سنوياً بمقدار(0.017).

6. تردد الجفاف الفصلي المعتدل كان أكثر في اللاذقية (14 مرة) بينما الجفاف الشديد في صلنفة (7 مرات) أما المتطرف فتردد (3 مرات) في كل من كسب وصلنفة ومرة واحدة في اللاذقية .

7. سيتم متابعة البحث وملاحظة مدى تأثير التغيرات في درجات الحرارة و كمية الأمطار على انتشار ونمو مجموعات السنديان شبه العزري في مناطق انتشاره الطبيعية من خلال ربطها بتغير مؤشر الغطاء النباتي القياسي NDVI المحسوب اعتماداً على مجموعة من الصور الفضائية المأخوذة لنفس المناطق خلال نفس الفترة الزمنية للدراسة.

المراجع:

1- AGNEW, C. T. *Using the SPI to identify drought.* Drought Network News, Vol. 1, 2000, 6-11.

2- ALEXANDER, L. V.; ZHANG. X.; PETERSON, T. C.; CAESAR, J.; GLEASON, B.; KLEIN TANK, A. M. G.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VINCENT, L.; STEPHENSON, D. B.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M., VAZQUEZ-AGUIRRE, J. L. *Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation*. Geophysical Research, Vol. 111, N.D5, 2006, 1-22.

3- ALPERT, P.; KRICHAK, S.O.; SHAFIR, H.; HAIM, D.; OSETINSKY, I. *Climatic trends to extremes employing regional modeling and statistical interpretation over the E. Mediterranean*. Global and Planetary Change, Vol. 63, N. 2-3, 2008, 163-170.

4- DELATOUR, C., *Deperissement des chênes et pathogènes*. Revue forestie`re franc¸aise, Vol. XL H, N. 2, 1990, 182-185.

5- DE LUI´S, M.; GARCI´A-CANO, MF.; CORTINA, J.; RAVENTO´S, J.; GONZA ´LEZ-HIDALOG, JC.; SA ´NCHEZ, JR.; *Climatic trends, disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland*. For Ecol Manag, Vol. 147, N.1, 2001, 25–37.

6- HANNACHI, A. *Pattern Hunting in Climate: A New Method for Finding Trends in Gridded Climate Data*. International Journal of Climatology, Vol. 27, N.1, 2007, 1-15.

7- IPCC, 2007. Climate change 2007: thephysical science basis. In: Solomon, S., Qin, D., Manning,M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 996 pp.

8- Isendahl, N.; Schmidt, G. *Drought in the Mediterranean WWF Policy Proposals. WWF* (2006)

9- LIOYD, A. H.; BUNN, A. G.; *Responses of the circumpolar boreal forest to 20th century climate variability*. Environmental research letters, Vol. 2, N.4, 2007, 1-13.

10- MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. *The relationship of drought frequency and duration to time scales.* In: Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, Am. Meteor. Soc. Boston, 1993, 179–184.

11- MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. *Drought monitoring with multiple time scale.* In: Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology, Am. Meteor. Soc. Boston, 1995, 233–236.

12- MOREIRA, E.; COELHO, C.; PAULO, A.; PEREIRA, L.; MEXIA, J. *SPI-based drought category prediction using loglinear models*. Jornal of Hydrology, Vol.354, N. 1-4, 2008, 116-130.

13- MORISON, J. I. L.; MORECROFT, M. D. *Plant Growth and Climate Change*. Blackwell, 2006, 238.

14- PINOL, J.; TERRADAS, J.; LIORET, F. *Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain*. Climatic change, Vol. 38, N. 3, 1998, 345–357.

15- PENUELAS, J.; FILELLA, I.; COMAS, P. *Changed plant and animal life cycles from 1952–2000 in the Mediterranean region.* Global Change Biol, Vol. 8, N. 6, 2002, 531-544.

16- PENUELAS, J.; BOADA, M. *A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NESpain)*. Global Change Biol, Vol. 9, N. 2, 2003, 131–140.

17- SCHOLZE, M.; KNORR, W.; ARNELLl, N. W.; PRENTICE, I. C. *A climate-change risk analysis for world ecosystems*. Proceedings of the National Academy of Science, Vol. 103, N. 35, 2006, 13116- 13120.

18- SMAKHTIN, V. V; HUGHES, D. A. *Automated estimation and analysis of meteorological drought characteristics from monthly rainfall data*. environmental modeling and software, Vol. 22, N. 6, 2007, 880 – 890.

19- TOURRE, Y.; VAN GRUNDERBEECK, P., ALLAL, H.; ELANDALOUSIE, H.; NIESOR, T.; ROUYER, J.; BLANC, F.; POUFFARY, S.; COLLEUX, C.; MISSAOUÏ, R.; OSMAN, N.; GEORGY, R. Y.; SOLIMAN, A. T.; BOYE, H.; COUDERT, E.; GIMET,C.; LARIA, S.; MIRAN, P.; de MONTGOLFIER, J.; PRENGERE, R.; THIVET, G**.** *Climate change and energy in the Mediterranean*. Plan pleu, 2008, 49.

20- WALTHER, G-R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESAN, C.; BEEBEE, TJC.; FROMENTIN, J-M.; HOEGH-GULDBEG, O.; BAIRLEIN, F. *Ecological responses to recent climate change*. Nature, Vol. 416, 2002, 389–395.