مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

تقييم شدة وتكرارية الجفاف في المنطقة الشمالية الشرقية من سورية باستخدام مؤشر الهطل القياسي SPI

الدكتور أدهم جلب*
لمى كفا**

(تاريخ الإيداع 10 / 1 / 2010. قبل للنشر في 3 / 6 / 2010)

□ ملخّص □

أجريت دراسة الجفاف في الحسكة والقامشلي وتل أبيض خلال الفترة 1965–2006، باستخدام مؤشر الجفاف SPI على المستويات السنوية والفصلية والشهرية، وتم تحديد نسبة تكرارية كل مستوى من شدة الجفاف في كل منطقة وعند مختلف المستويات الزمانية. على المستوى السنوي تكرر الجفاف الشديد بنسبة 2.44% في كل من الحسكة والقامشلي، وبنسبة 4.88% في تل أبيض، في حين تكرر الجفاف المتطرف بنسبة 4.88% في الحسكة، بنسبة 2.44% في كل من القامشلي وتل أبيض، أما على المستوى الفصلي فقد حدث الجفاف المتطرف في شتاء كل من الحسكة وتل أبيض بنسبة 2.44%، في حين لم يقع الجفاف الشديد في خريف المناطق الثلاثة، أخيراً وقع الجفاف الشهري الشديد بنسبة9.76% في كانون الأول في تل أبيض وتكرر بنفس النسبة في القامشلي خلال شهر شباط. أما في الحسكة فقد تكرر بنسبة7.32% في كانون الأول، بينما تكرر الجفاف المتطرف في الحسكة وتل أبيض خلال شباط وآذار وتشرين الثاني وفي القامشلي في كانون الأول بنسبة 4.88%.

الكلمات المفتاحية: الجفاف ، مؤشر الهطل القياسي SPI ، شدة الجفاف.

* أستاذ – 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 (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

Evaluating drought intensity and frequency in north east of Syria by Standardized Precipitation Index (SPI)

Dr. Adham Jalab*
Lama Kafa**

(Received 10 / 1 / 2010. Accepted 3 / 6 /2010)

□ ABSTRACT □

Drought in Alhasaka, Alkamashly and Tal Abiad between 1965 – 2006 was studied by using drought index SPI on the annual, seasonal and monthly scales. frequency rates of drought intensity were determined. On annual scale intense drought frequented at the rate of 2.44% in Alhasaka, Alkamashly, 4.88% in Tal Abiad but extreme drought frequented at the rate of 4.88% in Alhasaka, 2.44% in Alkamashly and Tal Abiad, On seasonal scale extreme drought occurred in the winter of Alhasaka, Tal Abiad at the rate of 2.44%, but it did not happen in the autumn of three regions. Finally intense of monthly drought occurred at the rate of 9.76% during December in Tal Abiad and with the same rate in February in Alkamashly. In Alhasaka it was7.32% in December, Extreme drought frequented in Alhasaka, Tal Abiad during February, April ,November and in December in Alkamashly at the rate of 4.88%.

Key words : drought, standardized precipitation index (SPI**)**, Intensity of drought.

*Professor, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria
**Postgraduate student, Ddepartment of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

يعد الجفاف أحد المخاطر الطبيعية التي تهدد المجتمعات البشرية والنظم البيئية، وعلى الرغم من أن تأثيراته لا تأتي كأحداث مفاجئة كالفيضانات والعواصف إلا أنه يعتبر الكارثة الطبيعية التي تسبب الخسائر الأكبر للمجتمعات البشرية (Wilhite,2000).

يحدث الجفاف في جميع المناطق المناخية وهو ظاهرة ميتيورولوجية غير ملائمة ذات تأثيرات سلبية خطيرة تحدث أضراراً ملحوظة في الاقتصاد والبيئة (Boyer, 1982; Mckee, *et al*. 1993).

لقد قام Wilhite و Glantz عام 1985 بتحليل أكثر من 150 تعريفاً للجفاف و توصلا إلى تحديد ثلاثة أنماط رئيسة له:

- **الجفاف الميتيورولوجي(المناخي) Meteorological drought**: وهو انخفاض ملحوظ في كمية الأمطار خلال فترة معينة عن معدل الهطل لهذه الفترة، وتبعاً لشدة الظاهرة واستمراريتها يمكن أن يتطور الجفاف الميتيورولوجي إلى جفاف زراعي أو جفاف هيدرولوجي

(Mckee *et al*. 1993; Smakhtin and Hughes, 2007).

- **الجفاف الزراعي Agricultural drought**: والذي يربط خصائص الجفاف الميتيورولوجي مع التأثيرات الزراعية، ويحدث عندما تكون رطوبة التربة في منطقة الجذور غير كافية لسد حاجة المحصول مما يسبب إجهاداً مائياً يؤدي إلى نقص الإنتاج و قد يؤدي إلى موت النباتات في حالات معينة (Boyer,1982;Yurckli and Kurunk,2006). وعادة تعتبر رطوبة التربة المؤشر الأفضل لتقدير الجفاف الزراعي (Rodae,1969 ;Palmer,1965) كما تلعب الظروف الجوية المرافقة لنقص الهطولات و نقص رطوبة التربة دوراً بالغ الأهمية في حدة تأثير الجفاف الزراعي وخاصة الحرارة ونقص رطوبة الهواء وحركة الرياح (Losev and Jurina,2003) هذا و يختلف تأثير الجفاف الزراعي تبعاً لموعد حدوثه و توافقه مع الفترات الحرجة لنقص الماء في النباتات (Passioura,2007).

يحدث الجفاف الزراعي عادة بعد الجفاف الميتيورولوجي و قبل الجفاف الهيدرولوجي وتقدر حدة الجفاف الزراعي من خلال تراجع الإنتاج عن معدلاته الطبيعية في المنطقة (Yurckli and Kurunk ,2006).

- **الجفاف الهيدرولوجي Hydrological drought**: يظهر 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) وهو أبطأ في الحدوث من النمطين السابقين بسبب انقضاء وقت أطول قبل أن يظهر تأثير نقص الهطول على مكونات النظام الهيدرولوجي لمنطقة معينة (Mckee, *et al*. 1993; Wilhite, 2000). لذلك فإن القياسات الهيدرولوجية ليست المؤشرات المبكرة للجفاف (Vicente, *et al*. 2005).

يحدث الجفاف نتيجة اضطراب في الدورة العامة للغلاف الجوي تؤدي إلى سيادة حالة من الضغط الجوي المرتفع المؤدي إلى انحباس الهطل والذي يترافق غالباً مع ارتفاع الحرارة وتدني رطوبة الهواء، مما يخلق حالة الجفاف التي قد تستمر لعدة أيام أو لعدة أشهر تبعاً لشدة هذه الظاهرة (Wilhite,2000; Losev and Jurina,2003).

يؤثر الجفاف على مختلف قطاعات الاقتصاد كما يؤثر على البيئة من خلال تأثيره على المجتمعات النباتية المختلفة وعلى حرائق الغابات (Toma,1999) كما يؤثر بشكل كبير على الحياة البرية (Tilman and El

(Haddi,1992). ويعد الاقتصاد الزراعي من أهم القطاعات التي تتأثر بشكل مباشر بالجفاف نظراً للخسائر الكبيرة في كميات الإنتاج وتدني نوعية المحاصيل المنتجة (Maguire,2005).

إن التنوع الكبير للأنظمة المتأثرة بالجفاف واختلافها في التوزع الزماني والمكاني ووجود درجات متفاوتة لحدة الجفاف تجعل من الصعب تطوير تعريف يصف الجفاف وإيجاد مؤشر لقياسه (NOAA,2009).

بسبب العواقب المتنوعة للجفاف فإنه من الضروري تقييم حدة هذه الظاهرة باستخدام بعض العلاقات الرياضية التي تعرف بالمؤشرات وهذه تعتمد بدورها على العناصر الميتيورولوجية المؤثرة في الجفاف (Pashiardis and Michaelides,2008).

تتفاوت مؤشرات الجفاف في وصفها لخصائص الجفاف كالشدة والمدة والتغطية المكانية، من خلال تباين العناصر الميتيورولوجية المستخدمة ، وتأتي أهمية هذه المؤشرات من خلال فائدتها في تبيان ومراقبة ظروف الجفاف وتحديد مستويات الاستجابة للجفاف وتوصيف ومقارنة ظواهر الجفاف(Steinemann, *et al*. 2005).

تتطلب إدارة الجفاف على المستوى المحلي استخدام مؤشرات تمكن من مراقبة وتحليل الجفاف وصولاً لاتخاذ القرارات المناسبة التي تساهم في التخفيف من حدة هذه الظاهرة (Matera, *et al*. 2007).

أهمية البحث وأهدافه:

كان لتردد ظاهرة الجفاف في السنوات الأخيرة وما تبعه من تراجع كبير في إنتاجية المحاصيل الإستراتيجية في المنطقة الشمالية الشرقية من سورية تأثيرات سلبية واضحة في تأمين الاحتياجات المتزايدة من الحبوب التي تشكل العنصر الرئيس في تحقيق الأمن الغذائي للمواطن .

تأتي أهمية هذا البحث من خلال تحديد فترات تردد الجفاف على هذه المنطقة وفقاً لشداته المختلفة على المستويات الزمانية الشهرية والفصلية والسنوية بما يسمح بتحديد فترات التدخل للتخفيف من عواقبه الممكنة، و ذلك باستخدام أحد أهم مؤشرات الجفاف المتداولة عالمياً.

يهدف بحثنا هذا إلى:

-تقدير شدة الجفاف على المستويات الزمانية الشهرية والفصلية والسنوية في الحسكة والقامشلي وتل أبيض.

-دراسة تكرارية الجفاف ضمن مجالات مختلفة من الحدة في المناطق المدروسة خلال الفترة (1965-2006) .

طرائق البحث ومواده:

استخدمت لإنجاز هذا البحث معطيات المديرية العامة للأرصاد الجوية بدمشق لثلاث محطات مناخية هي الحسكة، القامشلي وتل أبيض شملت قيم الهطل الشهري لفترة رصد طويلة امتدت من 1965-2006 .

جدول(1): الموقع الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر للمناطق المدروسة.

اسم المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع عن سطح البحر (متر)
الحسكة	40°45`	36°30`	300
القامشلي	41°13`	37°03`	449
تل أبيض	38°57`	36°42`	355

استخدم في دراسة وتقييم الجفاف في هذه المناطق الثلاثة **مؤشر الهطل القياسي SPI** Standardized Precipitation Index:

تم تطوير هذا المؤشر حديثاً من قبل (McKee, *et al*. 1993, 1995) ويستخدم بشكل واسع لأنه يسمح بإجراء مقارنة واقعية وسهلة نسبياً بين المواقع المناخية المختلفة (Moreira, *et al*. 2008). تم حساب هذا المؤشر باستخدام برنامج Redim المستخدم على نطاق واسع عالمياً والذي يأخذ بعين الاعتبار انحراف الهطول عن المتوسط وذلك من أجل مستوى زماني معين ومن ثم تقسيمه على الانحراف المعياري (Agnew, 2000; Hayes, 2000).

يقوم المؤشر المذكور بقياس العجز الحاصل في الهطول على المستويات الزمانية التالية (3، 6، 9، 12، 24 شهر) (Smakhtin and Hughes, 2007)، وقد حدد هذا المؤشر شدات الجفاف وفقاً للمجالات التالية :

جدول(2): شدة الجفاف ومجالات الـ SPI.

قيم الـ SPI	
متطرف الرطوبة	+2.0 وأكثر
رطب جداً	1.5 حتى 1.99
متوسط الرطوبة	1.0 حتى 1.49
قريب من الحالة الطبيعية	0.99− حتى 0.99
جفاف معتدل	1.0- حتى- 1.49
جفاف شديد	1.5- حتى- 1.99
جفاف متطرف	2− وأقل

النتائج والمناقشة:

يعتبر انخفاض كمية الأمطار خلال فترة معينة عن معدل الهطل لهذه الفترة عاملاً محدداً للجفاف ، وتبعاً لشدة التراجع في الهطل المطري واستمراريته يمكن أن يتطور الجفاف إلى ميتيورولوجي ثم زراعي وأخيراً جفاف هيدرولوجي، لذلك تعتبر كميات الهطل المطري السنوي ومعامل تغيرها cv% إضافة إلى الحدود المتطرفة لهذه الكميات مدخلاً رئيساً لدراسة الجفاف في المناطق الثلاثة .

جدول(3): قياسات الهطل المطري السنوي في المناطق الثلاثة خلال الفترة 1965−2006.

البارامترات	الحسكة	القامشلي	تل أبيض
المعدل السنوي العام (مم)	269.5	413.5	277.5
Cv%	38.6	34.6	31.7
أكبر كمية هطل مطري مم	544.4	825.9	491.4
أقل كمية هطل مطري (مم)	70	157.7	109.9

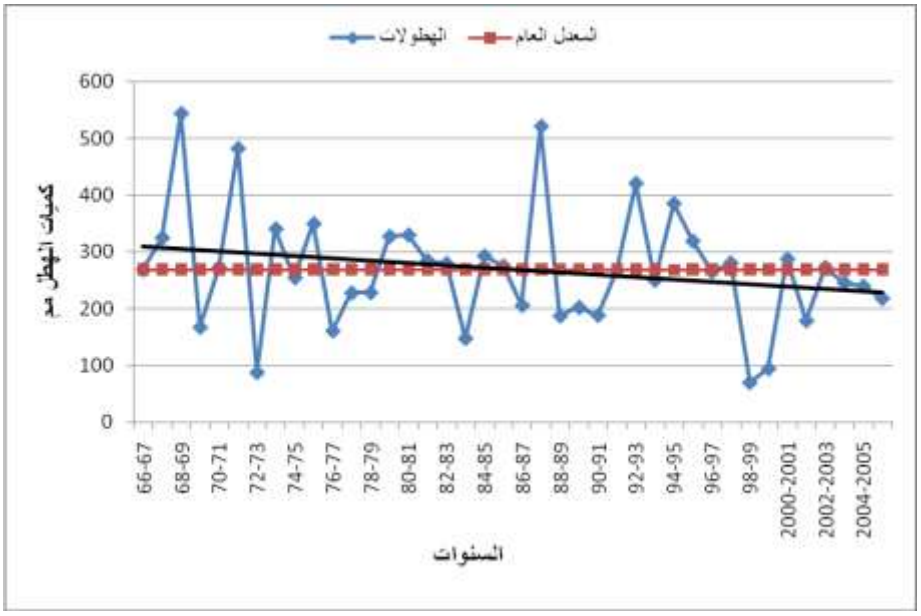
كما يمكّن مؤشر الجفاف SPI من تحديد شدات الجفاف على المستويات الزمانية المختلفة الأمر الذي يمكن الاستفادة منه في المجالات الميتيورولوجية والزراعية والهيدرولوجية، لذلك سوف يتم في هذه الدراسة تحليل تردد شدات الجفاف المحددة في مؤشر الجفاف المذكور على ثلاثة مستويات زمانية هي المستوى السنوي والمستوى الفصلي والمستوى الشهري :

1−دراسة الجفاف على المستوى السنوي:

1−1− دراسة الجفاف السنوي في الحسكة :

تقع الحسكة في المنطقة نصف الجافة والجافة من سورية وتتدرج ضمن منطقة الاستقرار الزراعي الثانية، ويعتبر عنصر الهطل المطري فيها المحدد الرئيسي للجفاف، خاصة بما يتعلق بانعكاسه على الزراعات البعلية وتحديداً القمح، لذلك فإن معرفة تذبذب كميات الهطل المطري السنوي عن المعدل العام خلال فترة الدراسة الممتدة من (1965–2006)، (بلغ 269.5 مم وبمعامل تغير قدره 38.6%) يعد في غاية الأهمية لتوضيح وضع السنوات تبعاً لهطولاتها المطرية وابتعادها عن معدلها العام.

يشير المخطط البياني رقم (1) إلى الهطولات المطرية في الحسكة خلال الفترة 1965–2006 وانحرافها عن المتوسط العام للفترة المذكورة مع اتجاه تغيرها، والذي يشير إلى تراجع واضح في الهطولات السنوية خلال فترة الدراسة بلغ 73.28مم وهو يعادل 23.8% من هطولاتها، كما يبين أن نسبة السنوات التي كانت هطولاتها أقل من المعدل بلغت حوالي 36% من سنوات الدراسة.



مخطط (1) الهطولات السنوية في الحسكة خلال الفترة 1965–2006.

وبحساب شدات وتكرارية الجفاف السنوي وفق المؤشر SPI باستخدام برنامج REDIM تم الحصول على النتائج المدونة في الجدول (4).

جدول (4)السنوات الجافة وفقاً لشداتها حسب مؤشر الـ SPI في منطقة الحسكة.

الحسكة	متطرف الرطوبة	رطب جداً	متوسط الرطوبة	قريب من الحالة الطبيعية	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف
السنة الهيدرولوجية	+2.0 وأكثر	1.5 حتى 1.99	1.0 حتى 1.49	0.99– حتى 0.99	1.0– حتى 1.49–	1.5– حتى 1.99–	2– وأقل
1966–1965				x			
1966-1967				x			
1967-1968				x			
1968-1969	x						
1969-1970					x		
1970-1971				x			
1971-1972		x					

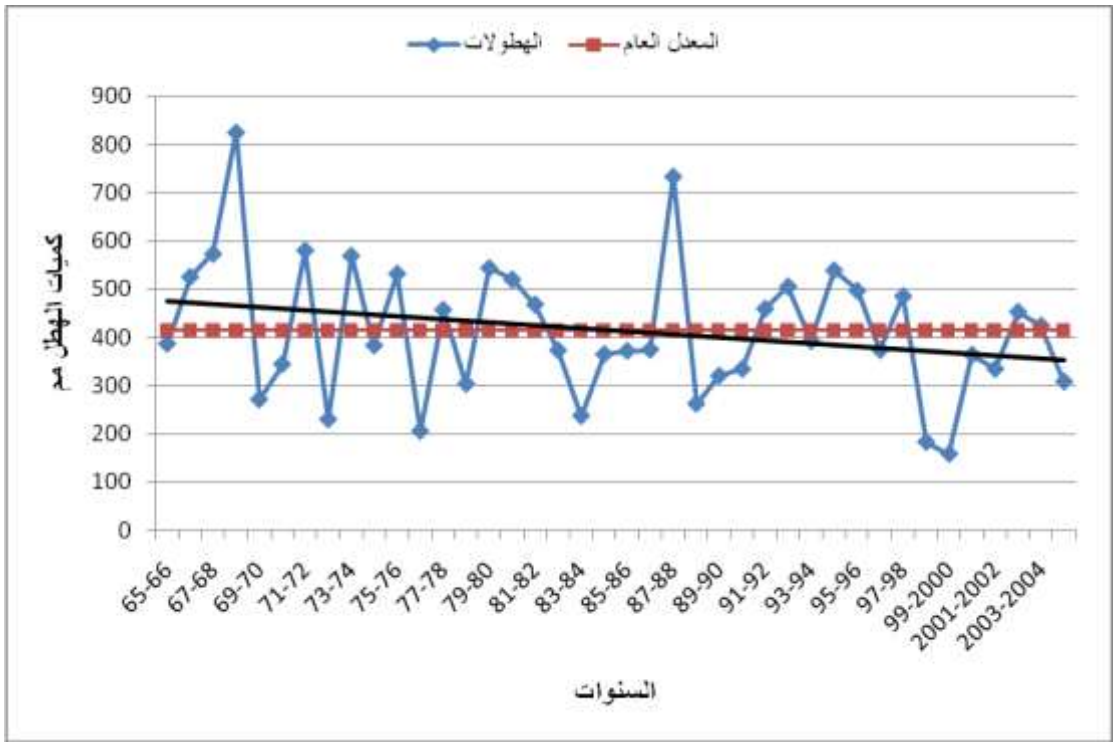
	x						1972-1973
			x				1973-1974
			x				1974-1975
			x				1975-1976
		x					1976-1977
			x				1977-1978
			x				1978-1979
			x				1979-1980
			x				1980-1981
			x				1981-1982
			x				1982-1983
		x					1983-1984
			x				1984-1985
			x				1985-1986
			x				1986-1987
						x	1987-1988
			x				1988-1989
			x				1989-1990
			x				1990-1991
			x				1991-1992
				x			1992-1993
			x				1993-1994
				x			1994-1995
			x				1995-1996
			x				1996-1997
			x				1997-1998
x							1998-1999
x							1999-2000
			x				2000-2001
			x				2001-2002
			x				2002-2003
			x				2003-2004
			x				2004-2005
			x				2005-2006
4.88	2.44	7.32	73.17	4.88	2.44	4.88	النسبة المئوية للتكرارية %

يبين الجدول (4)عدد مرات تكرارية الجفاف في الحسكة وفق المستويات المحددة لمؤشر SPI وخلال السنوات المدروسة، حيث يتضح أن الجفاف المعتدل تكرر بنسبة 7.32% في حين حدث الجفاف الشديد مرة واحدة خلال موسم 1972-1973 وبنسبة تكرارية 2.44% أما الجفاف المتطرف فقد تكرر مرتين في موسمي 1998-1999 و 1999-2000 وبنسبة تكرارية قدرها 4.88%.

1-2- دراسة الجفاف السنوي في القامشلي :

تعتبر القامشلي من مناطق الاستقرار الزراعي الأولى حيث بلغ المعدل العام للأمطار السنوية خلال الفترة(1965–2006) 413.5 مم وبمعامل تغير بلغ 34.6%.

يوضح المخطط رقم (2) تذبذب الأمطار في القامشلي خلال الفترة المدروسة مع اتجاه تغيرها الذي يشير إلى تراجع واضح في الهطولات السنوية بلغ 132.52مم وهذا يعادل 27.4% من هطولاتها المطرية، كما يتضح من المخطط أن نسبة السنوات التي كانت فيها الأمطار أقل من المعدل بلغت 46.3%.



مخطط(2) الهطولات السنوية في القامشلي خلال الفترة 1965–2006.

يبين الجدول(5) شدات وتكرارية الجفاف السنوي في القامشلي محسوبة وفق مؤشر SPI باستخدام برنامج REDIM.

جدول(5) السنوات الجافة وفقاً لشداتها حسب مؤشر الـ SPI في منطقة القامشلي.

القامشلي	متطرف الرطوبة	رطب جداً	متوسط الرطوبة	قريب من الحالة الطبيعية	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف
السنة الهيدرولوجية	+2.0 وأكثر	1.5 حتى 1.99	1.0 حتى 1.49	0.99– حتى 0.99	1.0– حتى 1.49–	1.5– حتى 1.99–	2– وأقل
1966–1965				x			
1966-1967				x			
1967-1968			x				
1968-1969	x						
1969-1970					x		
1970-1971				x			
1971-1972			x				
1972-1973					x		
1973-1974			x				

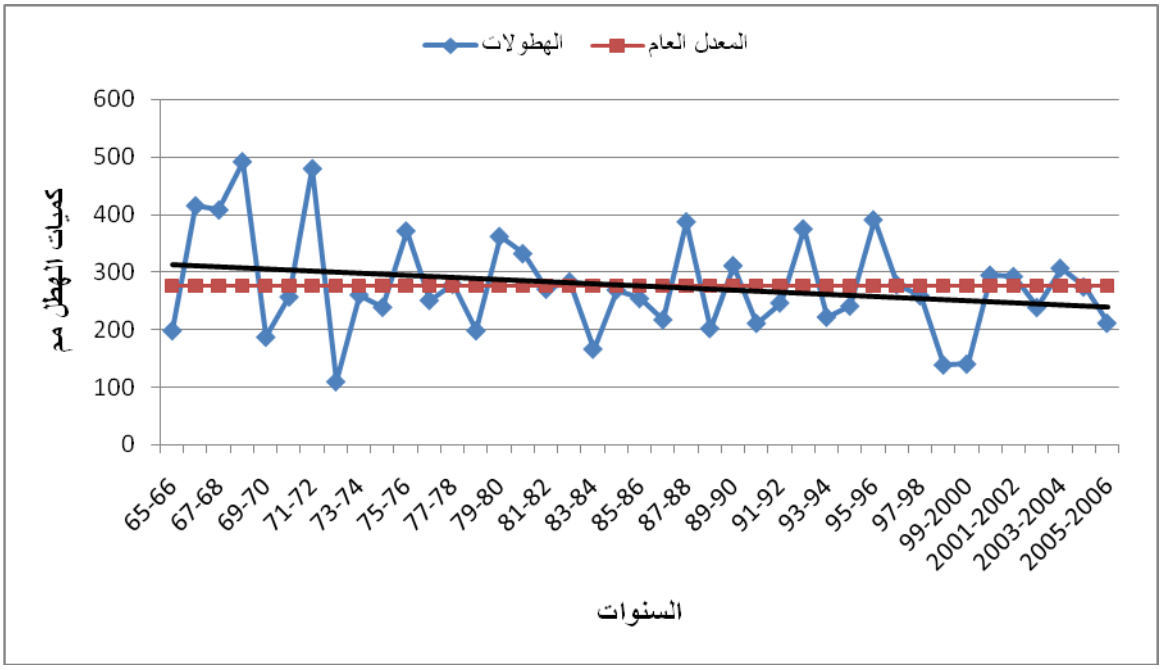
			x				1974-1975
			x				1975-1976
	x						1976-1977
			x				1977-1978
			x				1978-1979
			x				1979-1980
			x				1980-1981
			x				1981-1982
			x				1982-1983
		x					1983-1984
			x				1984-1985
			x				1985-1986
			x				1986-1987
						x	1987-1988
		x					1988-1989
			x				1989-1990
			x				1990-1991
			x				1991-1992
			x x				1992-1993 1993-1994
				x			1994-1995
			x				1995-1996
			x				1996-1997
			x				1997-1998
							1998-1999
x							1999-2000
			x				2000-2001
			x				2001-2002
			x				2002-2003
			x				2003-2004
			x				2004-2005
			x				2005-2006
2.44	2.44	9.76	68.29	9.76	0.00	4.88	النسبة المئوية للتكرارية %

أهم ما يشير إليه الجدول رقم (5) هو حدوث الجفاف الشديد في القامشلي خلال موسم1976–1977 وأن نسبة تكراريته خلال فترة الدراسة بلغت 2.44% وهي نفس نسبة تكرارية الجفاف المتطرف الذي وقع في موسم1999–2000، أما الجفاف المعتدل فقد كانت تكراريته بنسبة 9.76%.

1–3–دراسة الجفاف السنوي في تل أبيض:

تقع تل أبيض في منطقة الاستقرار الزراعي الثانية وقد بلغ معدل أمطارها السنوية خلال فترة الدراسة 277.5 مم ومعامل تغيرها بلغ31.7%.

يوضح المخطط(3) تغير الأمطار في تل أبيض من سنة لأخرى وانحرافها عن المتوسط العام ويظهر اتجاه التغير تناقصاً في الهطولات المطرية بلغ 73.6 مم وهو يعادل 23.2%، كما أن نسبة السنوات التي تقل فيها الأمطار عن المتوسط بلغت حوالي 50% من مجمل السنوات المدروسة.



مخطط(3) الهطولات السنوية في تل أبيض خلال الفترة 1965–2006.

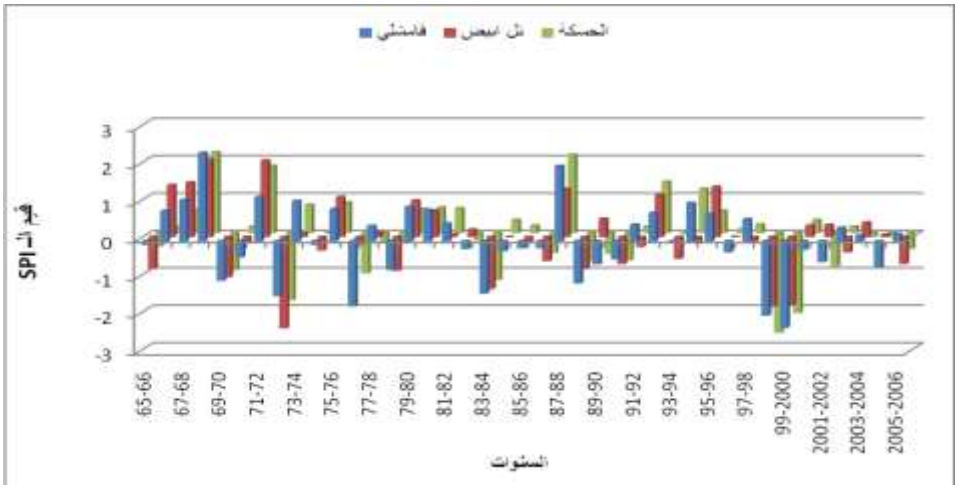
بالنسبة لنتائج شدات وتكرارية الجفاف السنوي في تل أبيض خلال الفترة 1965–2006 فهي مدونة في الجدول رقم (6).

جدول(6)السنوات الجافة وفقاً لشداتها حسب مؤشر الـ SPI في منطقة تل أبيض.

تل ابيض	متطرف الرطوبة	رطب جداً	متوسط الرطوبة	قريب من الحالة الطبيعية	جفاف معتدل	جفاف شديد	جفاف متطرف
السنة الهيدرولوجية	+2.0 وأكثر	1.5 حتى 1.99	1.0 حتى 1.49	0.99– حتى 0.99	1.0– حتى 1.49	1.5– حتى 1.99	2– وأقل
1966–1965				x			
1966-1967			x				
1967-1968			x				
1968-1969	x						
1969-1970					x		
1970-1971				x			
1971-1972	x						
1972-1973							x
1973-1974				x			
1974-1975				x			
1975-1976			x				
1976-1977				x			
1977-1978				x			
1978-1979				x			

			x				1979-1980
			x				1980-1981
			x				1981-1982
			x				1982-1983
		x					1983-1984
			x				1984-1985
			x				1985-1986
			x				1986-1987
				x			1987-1988
			x				1988-1989
			x				1989-1990
			x				1990-1991
			x				1991-1992
				x			1992-1993
			x				1993-1994
			x				1994-1995
				x			1995-1996
			x				1996-1997
			x				1997-1998
	x						1998-1999
	x						1999-2000
			x				2000-2001
			x				2001-2002
			x				2002-2003
			x				2003-2004
			x				2004-2005
			x				2005-2006
2.44	4.88	4.88	68.29	14.63	0.00	4.88	النسبة المئوية للتكرارية %

يتضح من الجدول (6) أن تكرارية الجفاف المعتدل في تل أبيض خلال موسمي1968-1969 و1983-1984 كان بنسبة 4.88%وهي نفس نسبة تكرارية الجفاف الشديد الذي حدث في موسمي1998-1999 و1999-2000 في حين وقع الجفاف المتطرف لمرة واحدة خلال موسم 1972-1973 بنفس نسبة تكراريته في القامشلي وهي 2.44%.



مخطط(4) قيم الـ SPI السنوية في المحطات الثلاثة المدروسة خلال الفترة الممتدة بين(1965-2006).

يبين المخطط رقم (4) شدات الجفاف السنوي وفق المستويات المحددة في مؤشر الجفاف المدروس ومقدار التباين والفروق بين المناطق الثلاثة خلال كل سنة من سنوات الدراسة بشكل رقمي دقيق. وبالتركيز على شدات الجفاف المتطرف والشديد نلاحظ أن أدنى قيمة لـ SPI كانت في الحسكة (2.67-) وذلك خلال موسم1998-1999 تلتها تل أبيض(2.44-) في موسم1972-1973 ثم القامشلي خلال موسم1999- 2000 وكانت قيمة SPI (2.32-).

وبمقارنة الجفاف الشديد بين المناطق الثلاثة نلاحظ حدوثه خلال الموسم (1972- 1973) في الحسكة بشدة بلغت(1.8-) في حين أن حدوثه في القامشلي كان في موسم (1976-1977) بقيمة بلغت(1.74-)وأخيراً تكرر في موسمي(1999- 2000) و (1998-1999) في تل ابيض وكانت قيمة المؤشر على التوالي(1.82-,1.86-).

2-دراسة الجفاف على المستوى الفصلي:

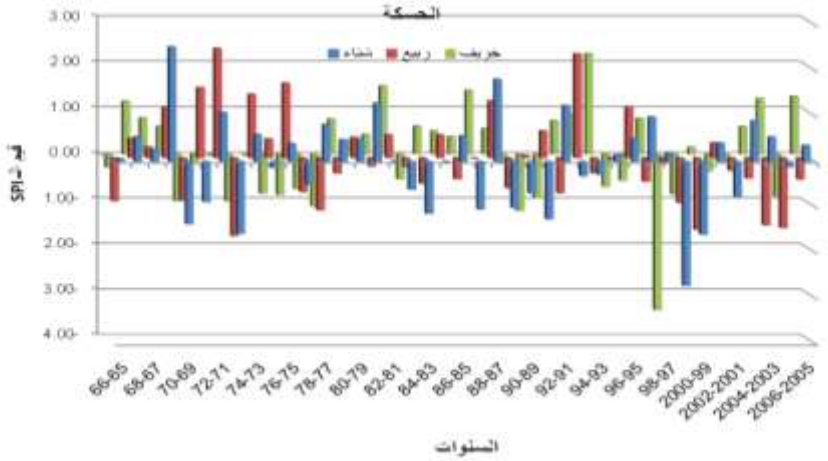
يعد نظام الهطل المطري في سورية متوسطي نموذجي من الشكل (ش ، ر، خ ، ص) بمعنى أن هطولا ته تتركز في فصل الشتاء وتنعدم صيفا لذلك فقد تم استبعاد فصل الصيف من دراسة الجفاف على اعتبار أنه جاف تماماً. نتائج حساب شدات وتكرارية الجفاف الفصلي وفق مؤشرالـ SPI في المناطق الثلاث المدروسة خلال الفترة 1965-2006 مدونة في الجدول رقم (7) .

جدول (7)عدد مرات تكرارية الجفاف الفصلي مع نسبه المئوية خلال الفترة(1965-2006) في المناطق الثلاثة المدروسة .

الفصول	المنطقة	جفاف معتدل		جفاف شديد		جفاف بالغ الشدة (متطرف)	
		تكرارية	%	تكرارية	%	تكرارية	%
شتاء	الحسكة	5	12.20	2	4.88	1	2.44
	القامشلي	6	14.63	2	4.88	0	0.00
	تل أبيض	4	9.76	2	4.88	1	2.44
ربيع	الحسكة	2	4.88	3	7.32	0	0.00
	القامشلي	2	4.88	1	2.44	2	4.88
	تل أبيض	5	12.20	1	2.44	0	0.00
خريف	الحسكة	4	9.76	0	0.00	1	2.44
	القامشلي	5	12.20	0	0.00	2	4.88
	تل أبيض	0	0.00	0	0.00	0	0.00

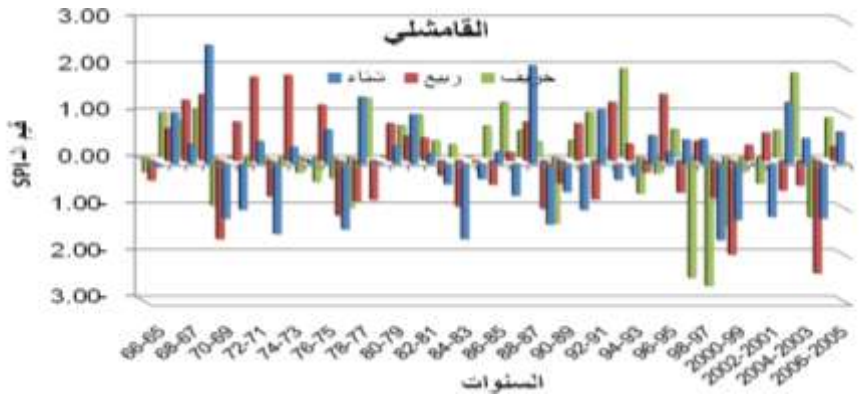
يلاحظ من الجدول (7) أن نسبة تكرارية الجفاف المعتدل في شتاء وخريف القامشلي كانت هي الأكبر وبلغت على التوالي (14.63و 12.20%) ، بينما كانت نسبة تكراريته أكبر في فصل الربيع لمنطقة تل أبيض حيث بلغت (12.20%) مقارنة بنسبة تكراريته في ربيع كل من الحسكة والقامشلي التي لم تتجاوز نسبة 4.88%، بينما تكرر الجفاف الشديد في ربيع الحسكة بنسبة (7.32%) وهي النسبة الأكبر، في حين لم يتعد مقداره في كل من القامشلي وتل أبيض نسبة (2.44%)، بينما لم يقع الجفاف الشديد في خريف المناطق الثلاثة.

أما فيما يتعلق بالجفاف المتطرف فقد تكرر بنسبة واحدة مقدارها (4.88%) في كل من ربيع وخريف القامشلي، وتراجعت هذه النسبة إلى2.44% في خريف الحسكة في حين انعدمت نسبة تكراريته في ربيع وخريف تل أبيض والملفت للانتباه هو وقوع الجفاف المتطرف في فصل الشتاء في كل من الحسكة وتل أبيض وبنسبة واحدة بلغت2.44 %. المخطط رقم (5) يوضح الفروق في قيم مؤشر الجفاف الفصلية في المناطق الثلاث خلال الفترة 1965–2006.



مخطط(5) قيم الـSPI الفصلية في الحسكة خلال الفترة الممتدة بين(1965–2006).

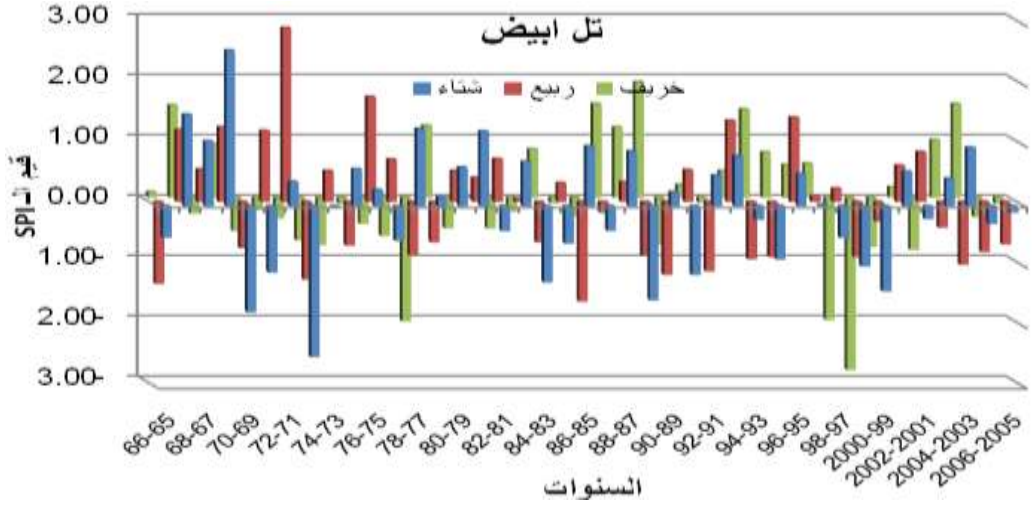
يلاحظ من المخطط (5) بأن فصل الخريف خلال موسم (1997–1998) في الحسكة هو الأكثر جفافاً حيث بلغت قيمة SPI (3.42-) يليه فصل الشتاء في الموسم (1998–1999) بقيمة بلغت (2.73-) بينما كان فصل الربيع خلال الموسم (1972–1973) هو الأكثر جفافاً بين فصول الربيع لفترة الدراسة وبقيمة(1.72-). وبالنسبة لتغيرات شدات الجفاف الفصلي في القامشلي خلال الفترة 1965–2006 فيوضحها المخطط رقم (6).



مخطط(6) قيم الـSPI الفصلية في القامشلي خلال الفترة الممتدة بين(1965–2006).

يتبين من المخطط (6) بأن فصل الخريف في القامشلي خلال موسمي (1997–1998)،(1998–1999) هو الأكثر جفافاً، حيث بلغت قيمة SPI على التوالي (2.58-,2.75-)، أما فصل الربيع فقد كان خلال موسمي (2004–2005)،(1999–2000) هو الأشد جفافاً وبلغت قيمة SPI خلالهما على التوالي (2.41-,2.01-)، بينما كان فصل الشتاء خلال الموسم (1998–1999) الأكثر جفافاً مع قيمة للـSPI بلغت (1.62-).

أما تغيرات شدات الجفاف الفصلي في تل أبيض خلال فترة الدراسة فهي موضحة في المخطط رقم (7) .



مخطط(7) قيم الـ SPI الفصلية في تل أبيض خلال الفترة الممتدة بين(1965–2006).

يتبين من المخطط (7) أن الخريف في المواسم(1998–1999)، (1997–1998)، (1977–1978) كان الأكثر جفافاً في تل أبيض خلال السنوات المدروسة و كانت قيم SPI على التوالي (2.86-,2.03-,2.05-)، أما بالنسبة لفصل الربيع فكان في موسم (1985–1986) هو الأشد جفافاً حيث بلغت قيمة SPI خلاله (1.65-)، وبالمقابل كانت أدنى قيمة لـ SPI في شتاء موسم (1972–1973) و بلغت (2.50-).

3- دراسة الجفاف على المستوى الشهري:

تتركز الهطولات المطرية في سورية خلال أشهر الشتاء وتتراجع في الربيع والخريف لتنعدم في فصل الصيف، لكون هطولاتها تتبع نظام الهطل المتوسطي النموذجي، لذلك تم استبعاد أشهر الصيف إضافة إلى شهر أيلول لدى دراسة الجفاف على المستوى الشهري نظراً لانعدام الأمطار خلال هذه الفترة.

تم حساب شدة وتكرارية الجفاف الشهري في المناطق الثلاثة المدروسة وفق مؤشر SPI فحصلنا على النتائج المدونة في الجدول(8).

جدول(8) عدد مرات تكرارية الجفاف خلال الأشهر المطيرة من العام ونسبه المئوية عند مستويات الجفاف (المعتدل–الشديد–المتطرف) في المناطق الثلاثة خلال الفترة(1965–2006).

المنطقة		الحسكة			القامشلي			تل أبيض		
مستويات الجفاف		معتدل	شديد	متطرف	معتدل	شديد	متطرف	معتدل	شديد	متطرف
كانون الثاني	التكرارية	4	1	1	6	2	0	2	1	2
	%	9.76	2.44	2.44	14.63	4.88	0.00	4.88	2.44	4.88
شباط	التكرارية	7	1	2	5	4	0	6	1	2
	%	17.07	2.44	4.88	12.20	9.76	0.00	14.63	2.44	4.88

	التكرارية	3	2	2	4	3	0	2	3	2
آذار	%	7.32	4.88	4.88	9.76	7.32	0.00	4.88	7.32	4.88
	التكرارية	5	2	0	3	3	0	3	3	1
نيسان	%	12.20	4.88	0	7.32	7.32	0	7.32	7.32	2.44
	التكرارية	4	2	0	4	2	0	0	0	0
أيار	%	9.76	4.88	0	9.76	4.88	0	0	0	0
	التكرارية	6	0	0	8	0	6	1	0	0
تشرين الأول	%	14.63	0	0	19.51	0	14.63	2.44	0	0
	التكرارية	2	1	2	5	2	1	2	1	2
تشرين الثاني	%	4.88	2.44	4.88	12.20	4.88	2.44	4.88	2.44	4.88
	التكرارية	3	3	1	2	2	2	3	4	0
كانون الأول	%	7.32	7.32	2.44	4.88	4.88	4.88	7.32	9.76	0

يلاحظ من الجدول (8) أن أكبر نسبة تكرارية للجفاف المعتدل كانت في شهر تشرين الأول في القامشلي (19.51%) تليها الحسكة بنسبة(17.07%) في شهر شباط ومن ثم تل أبيض بنسبة(14.63%) في كل من شهري شباط وتشرين الأول.

أما الجفاف الشديد فقد كانت أكبر نسبة لتكراريته في شهر كانون الأول في تل أبيض وفي شهر شباط في القامشلي (9.76%) أما في الحسكة فقد تكرر بنسبة أكبر في شهر كانون الأول (7.32%).

فيما يخص الجفاف المتطرف نلاحظ أنه تكرر في الحسكة خلال أشهر(شباط وآذار وتشرين الثاني) ، وفي القامشلي خلال (كانون الأول) وفي تل أبيض خلال (كانون الثاني ، شباط ، آذار وتشرين الثاني) وكلها كانت بنسبة واحدة هي 4.88%.

إن حدوث الجفاف بمستوياته الشديدة والمتطرفة خلال أشهر (كانون أول ، كانون ثاني ، شباط) يؤدي إلى تدني محتوى التربة من الماء المتاح اللازم لنمو وتطور النباتات في بداية الربيع.

عندما يحدث الجفاف في أشهر الربيع فهو بذلك يتوافق مع المراحل الحرجة لنمو الأقماح، حيث إن مرحلة تطاول الساق وطرد السنابل في مناطق الدراسة تمتد من نهاية شباط وحتى نهاية نيسان تقريباً، هي مرحلة حرجة في حياة القمح وإن قلة الرطوبة الأرضية في هذه المرحلة تؤدي إلى انخفاض في المسطح الورقي وفي كتلة المادة الجافة وكذلك انخفاض في حجم النبات وتأخر في تطاول الساق وانخفاض في الغلة (Mary, *et al*. 2001) وهنا تكرر الجفاف الشديد خلال شهر شباط في القامشلي بنسبة 9.76% من مواسم الدراسة، في حين كان الجفاف متطرفاً خلال هذا الشهر في الحسكة وتل أبيض وبنسبة 4.88%، كما كان الجفاف متطرفاً في شهر آذار في كل من الحسكة وتل أبيض وبنسبة 4.88% من السنوات، كما تعتبر فترة الإزهار والتي تظهر في منطقة الدراسة في نهاية شهر نيسان تقريباً هي أيضاً فترة حرجة عند القمح لأن نقص الماء في هذه المرحلة يتسبب بعقم حبوب اللقاح وهذا بدوره يؤثر سلباً على تكوين السنابل وامتلاء الحبوب وقد حدث الجفاف الشديد في شهر نيسان في كل من القامشلي وتل أبيض وبنسبة واحدة بلغت 7.32% وفي الحسكة بنسبة 4.88%، في حين لم يقع الجفاف المتطرف خلال هذا الشهر إلا في تل أبيض وبنسبة 2.44%.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. تشير نتائج الدراسة إلى تراجع واضح في الهطولات السنوية عن معدلها العام خلال فترة الدراسة في المناطق الثلاثة وبنسب بلغت (36، 46.3 ، 50%) في الحسكة والقامشلي وتل أبيض على التوالي.
2. تكرر الجفاف الشديد على المستوى السنوي بنسبة (2.44%) في كل من الحسكة والقامشلي، وفي تل أبيض بنسبة 4.88%، في حين كان تكرارية الجفاف السنوي المتطرف بنسبة (4.88%) في الحسكة وبنسبة 2.44% في كل من القامشلي وتل أبيض.
3. عدم وقوع الجفاف الشديد على المستوى الفصلي في الخريف في المناطق الثلاثة المدروسة، بينما وقع الجفاف المتطرف في فصل الشتاء في كل من الحسكة وتل أبيض بنسبة واحدة بلغت 2.44%.
4. تكرر الجفاف الشديد على المستوى الشهري بنسبة(9.76%) في شهر كانون الأول في تل أبيض وبنفس هذه النسبة في شهر شباط في القامشلي أما في الحسكة فقد تكرر بنسبة أكبر في شهر كانون الأول (7.32%)، بينما تكرر الجفاف المتطرف في الحسكة خلال أشهر(شباط وآذار وتشرين الثاني)، وفي القامشلي خلال (كانون الأول) وفي تل أبيض خلال (كانون الثاني، شباط، آذار وتشرين الثاني) بنفس النسبة (4.88%).
5. أخيراً توصي الدراسة بضرورة الربط بين شدات الجفاف خلال مراحل نمو القمح وإنتاجيته في المناطق الثلاث لتحديد المراحل الأكثر تأثراً بالجفاف ومدى إمكانية التدخل لتخفيف أضراره الممكنة.

المراجع:

1. AGNEW, C.T. *Using the SPI to identify drought*. Drought Network News. 1, 2000,6-11.
2. BOYER. J.S. *plant productivity and environment*. Science. 218, 1982 ,443 – 448.
3. HAYES, M. *Revisiting the SPI: Clarifying the process*. Drought Network News. 12, 2000,13-14.
4. HISDAL. H, TALLAKSEN. L.M. *Drought event definition. ARIDE Technical Report no*. 6, University of Oslo, Norway. 2000,41.
5. LOSEV. A.P and JURINA. L.LAgrometeorology. M: Kolos, . 2003, 301.
6. MAGUIRE, RITA, P . *The effect of drought on economic development* – Newmexico drought summit – October 6. 2005,21.
7. MARY J.GUTTIERI,JEFFREY C.STARK,KATHERINE O'BRIEN,and EDWARD SOUZA . *Relative sensitivity wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit*.In crop sci.41, 2001,327-335.
8. MATERA,A.;FONTANA,G.;MARLETTO,V.;ZINONI,F.;BOTARELLI,L.; TOMEI,F. *Methods and Tools for Drought Analysis and Management* . 2007,103–124.
9. 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.

10. MCKEE, T.B., DOESKEN, N.J., KLEIST, J.. *Drought monitoring with multiple time scales. In: Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology*. Am. Meteor. Soc., Boston, 1995. 233–236.
11. MOREIRA, ELSA E.; COELHO, CARLOS A.; PAULO, ANA A.; PEREIRA, LUI ´ S S .; MEXIA,JOAO T. *SPI-based drought category prediction using loglinear models*. Journal of Hydrology. 354, 2008,116– 130.
12. NOAA.*Climate of 2009 –August. U.S. Standardized Precipitation Index*. National Climatic Data Center, 10 September 2009. <http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/prelim/drought/spi.html>
13. PALMER, C., WAGNE . *Meteorological drought: U. S. weather Bureau Research paper*. 1965,45 – 64 .
14. PASHIARDIS,S. and MICHAELIDES,S. *Implementation of the Standardized precipitation index(SPI) and the Reconnaissance Drought Index(RDI) for regional drought assessment :A case study for Cyprus*, European Water. 23/24, 2008,57-65.
15. PASSIOURA. J. *The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives*. Journal of experimental botany. 58, 2007,113 – 117.
16. RODAE, A. A. *the basis of studying soil moisture*. L: Hydrometeopress. 1969,287 p.
17. SMAKHTIN, V. V and HUGHES, D. A. *Automated estimation and analysis of meteorological drought characteristics from monthly rainfall data – environmental modeling and software*. 22, 2007,880 – 890.
18. STEINEMANN,ANNE;HAYES,MICHAELJ.;CAVALCANTI,LUIZ.*Drought indicators and triggers*.Science,80, 2005,429-438.
19. TALLAKSEN. L.M, MADSEN. H.& CLAUSEN. B, 1997. *On the definition and modelling of streamflow drought duration and deficit volume*. Hydrol. Sci. J 42(1): 15 – 33.
20. TILMAN, D and EL HADDI, A. *Drought and biodiversity in grasslands*. journal of ecologia . 89 , 1992,257 – 264.
21. TOMA, T. *Exceptional droughts and forest fires in eastern part of Borneo Island*. Tropics. 9, 1999,55-72.
22. VICENTE, S. M, Servano and LOPEZ, J.J. MERENO. *Hydrological response to different time scales of climatological drought*. journal of climate and applied meteorology.26, 2005,1198 – 1209.
23. WILHITE, D. A . *drought as a natural hazard: concept and definitions, Drought: A global assessment*. Routledge.2000 , 3 – 18.
24. WILHITE, D. A and GLANTZ, M.H.*Understanding the drought phenomenon: The role of definitions*. Water international. 10, 1985,111 – 120.
25. YURCKLI, K and KURUNK, A. *Simulating agricultural drought periods based on daily rainfall and crop water consumption*. Journal of arid environments.67, 2006, 629 – 640.