

تقدير التغير في شدة وتكرار الجفاف الفصلي والسنوي في الجزيرة السورية (الحسكة والقامشلي) خلال الفترة 1957-2012

راما بركات*⁽¹⁾ وميشيل سكاف⁽¹⁾

(1). قسم الحراج والبيئة في كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية سوريا

(*المراسلة راما بركات البريد الإلكتروني Rama-barakat@tishreen.edu.sy)

تاريخ القبول: 2020/03/12

تاريخ الاستلام: 2019/11/05

الملخص

يعد الجفاف أحد أهم الظواهر الميتمورولوجية غير الملائمة والتي تؤثر سلبا في وفرة الموارد المائية ونتاجية المزروعات والنظم البيئية الطبيعية. تم استخدام قيم الهطل ودرجات الحرارة الشهرية لأهم محطتين في منطقة الجزيرة السورية من أجل تحديد الخصائص المكانية والزمانية للجفاف خلال الفترة 1957-2012. تم استخدام مؤشر انحراف الميزان المائي (WBAI) لتقدير شدة الجفاف على مستوى الفصول والسنوات. استخدمت خطوط الاتجاه واختبار مان-كيندال، للتحقق من وجود تغير في شدة الجفاف كما تم تطبيق توزيع Logistic على الفترتين 1958-1985 و 1985-2012 من أجل تقدير التغير في تكرار الجفاف. أظهرت النتائج وجود تغيرات معنوية في خصائص الجفاف في المنطقة إذ تزايدت شدة الجفاف السنوي بسبب الاتجاه نحو تناقص قيم المؤشر بمقدار 1.98 و-1.77 في فصل الشتاء و-1.9 و-2.61 في فصل الربيع في الحسكة والقامشلي على التوالي. وفي نفس الوقت فقد لوحظت زيادة في تكرار الجفاف متطرف الشدة مقابل تناقص تكرار الرطوبة المتطرفة في كلا المحطتين. إن هذه التغيرات سوف تؤثر سلبا في انتاجية المحاصيل والمراعي الطبيعية، وفي الموارد المائية، وسوف تشكل تحديا كبيرا أمام التنمية المستدامة في تلك المنطقة.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ، الجفاف، الحسكة، القامشلي، سورية.

مقدمة:

يتحدد التوزيع المكاني والزمني للموارد المائية بالنظام الهيدرولوجي Hydrological system الذي يعد الأكثر تغيرا خلال الزمن ، وذلك بسبب الارتباط الوثيق لمختلف العمليات الهيدرولوجية بتبادل الطاقة بين الغلاف الجوي والمحيطات وسطح اليابسة (Trenberth et al.,2007)، لذلك فقد أدى التغير في الخصائص الديناميكية والترموديناميكية للدورة الهيدرولوجية Hydrological cycle بتأثير التسخين العالمي (Global warming) (Held and Soden,2006;Seager et al 2010) الى حدوث تغيرات واضحة في نماذج الهطل (Trenberth et al.,2011;Pendergrass et al.,2014) والى تزايد شدة وتكرار الجفاف في الكثير من مناطق العالم (Dai et al.,2013; Spinioni et al.,2014;Cook et al., 2014) ومنها المناطق المحيطة بحوض البحر المتوسط (Mariotti et al.,2008;Sousa et al., 2011;Hoerling et al.,2012).

يعد الجفاف ظاهرة طبيعية تتصف بسيادة ظروف من نقص التوفر المائي عن معدلاته الطبيعية خلال فترات مطولة نتيجة لتراجع كميات الهطل او تزايد القدرة التبخرية للغلاف الجوي او اجتماع كلا الحدين. وهو ظاهرة مؤقتة بعكس القحولة Aridity

التي تعد صفة مناخية دائمة لمناطق جغرافية محددة تتميز بتدني معدلات الهطل وارتفاع معدلات التبخر نتج الكامن (Dai,2011;Wilhite et al.,2014).

تختلف حوادث الجفاف عن بعضها من حيث الشدة Intensity والاستمرارية Duration والامتداد المكاني Areal extend غير أن تأثيرات الجفاف لا تتحدد فقط بأبعاد حادثة الجفاف بل ترتبط الى حد كبير بحساسية النظم البيئية والاجتماعية تجاه هذه الظاهرة (Wilhite et al.,2007; Sheffield et al., 2009) ويكون لكل من التكرار Frequency ووقت حدوث الظاهرة أهمية كبيرة بالنسبة لقدرة النظم البيئية على تحمل التأثيرات السلبية لكل حادثة (Reyer et al.,2013).

يؤدي الجفاف الى نقص توفر الموارد المائية (Gosling and Arnell, 2013; Pedro- monzonis et al., 2015) وتدهور البيئات المائية نتيجة لتراجع التدفق (Lake 2011; Vorosmarty et al.,2010)

يعد الجفاف السبب الرئيس لتراجع حيز الكربون في مختلف النظم البيئية (Van der mollen et al., 2011; Reichstein et al., 2013) لذلك فهو يؤدي الى حدوث خسائر فادحة في الانتاج الزراعي (Troy et al., 2015;Lesk et al., 2016;Potopova et al., 2016;Zipper et al., 2016) والى تراجع إنتاجية المراعي الطبيعية (Haddad et al., 2009;Vetter, 2002) والذي قد يستمر الى العام الثاني بعد حادثة الجفاف نتيجة لنقص تكوين المدخرات الغذائية تحت ظروف الاجهاد المائي، والتي تعد بالغة الاهمية لاستئناف نمو النباتات المعمرة والشجيرات في الموسم التالي (Sala et al., 2012).

تتنبأ النماذج الثنائية للغلاف الجوي والمحيطات Coupled Model Intercomparison Project بارتفاع درجات الحرارة وتراجع الهطل في المناطق المحيطة بحوض البحر المتوسط مع تزايد الحوادث الهيدرولوجية المتطرفة (Silliman et al., 2018;Giorgi et al., 2015;Zappa et al., 2013)، الأمر الذي يهدد انتاج المحاصيل واستقرار النظم البيئية في هذه المناطق في حال سوء ادارة الموارد في المنطقة (Wilhite et al.,2014).

يتضح من كل ما تقدم أهمية تحليل الجفاف في منطقة الجزيرة السورية التي تعد من أهم مناطق انتاج الحبوب في القطر اضافة الى وجود مساحات واسعة من المراعي الطبيعية. وقد تم اختيار محطتي الحسكة والقامشلي بسبب امتلاك هاتين المحطتين سلسلة رصد طويلة وغير متقطعة لأهم العناصر الميترولوجية اضافة الى كونهما تمثلان جزءا هاما من منطقة الجزيرة. وقد تركزت أهداف البحث في تقدير التغير في شدة وتكرار الجفاف الفصلي والسنوي وتحديد فترات حدوث التغير.

مواد البحث وطرائقه:

استخدمت لإنجاز البحث بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية السورية لمحطتي الحسكة والقامشلي خلال فترة رصد امتدت منذ عام 1957حتى عام 2012 وشملت القيم الشهرية لكل من متوسط درجات الحرارة وكميات الهطل والجدول (1) يبين احداثيات المحطتين

المحطة	الارتفاع عن سطح البحر(م)	خط الطول	خط العرض	التصنيف المناخي
الحسكة	300	40° 45'	36° 30'	جافة
القامشلي	467	41° 13'	37° 03'	شبه جافة

استخدمت مخططات الصندوق Box plot كما تم حساب معامل التباين من أجل تحديد اهم الخصائص الإحصائية للهطل والتبخر نتج الكامن على مستوى الفصول والسنوات. تم استخدام مؤشر انحراف الميزان المائي Water balance WBAI

anomaly index كبدل مطور عن مؤشر انحراف الهطل Rainfall anomaly index (Van rooy 1965)، والذي يسمح بتحديد شدة الجفاف على مستوى المقاييس الزمنية المختلفة وبكفاءة عالية بشكل مشابه لمؤشر SPEI (Standardized precipitation evapotranspiration index)، والذي طوره (Vicente Serrano et al., 2010) كبدل عن مؤشر الهطل القياسي SPI (Standardized precipitation index) تم حساب مؤشر WBAI باستخدام العلاقة التالية:

$$WBAI = \pm 3 \cdot \frac{|WBi - \overline{WBi}|}{|\overline{E} - \overline{WBi}|}$$

حيث أن:

WBi : الميزان المائي للفترة i (شهر-فصل-موسم ...) ويمثل الفرق بين كمية الهطل والتبخر نتح الكامن (مم).

\overline{WBi} : معدل الميزان المائي للفترة المدروسة لكامل السلسلة الزمنية (مم).

\overline{E} : معدل أقل أو أكبر عشر قيم في السلسلة. حيث يؤخذ متوسط أعلى عشر قيم في حال الانحرافات الايجابية ومتوسط أقل عشر قيم في حال الانحرافات السلبية.

يتم تصنيف جفاف او رطوبة الفترات المختلفة تبعا للحدود التالية لقيم المؤشر:

التصنيف	قيمة مؤشر WBAI
جفاف متطرف	$3 \geq$
جفاف شديد	2- الى -2.99
جفاف متوسط الشدة	1- الى -1.99
قريب من المعدل	0.99 الى -0.99
رطوبة معتدلة	1 الى 1.99
رطوبة شديدة	2 الى 2.99
رطوبة متطرفة	$3 \leq$

تم حساب قيم المؤشر خلال الفصول والسنوات الهيدرولوجية الممتدة من عام 1957 حتى عام 2012 بعد ترتيب الهطولات على شكل سنوات هيدرولوجية تبدأ من شهر أيلول في عام معين وتنتهي في شهر اب من العام التالي. استخدمت في حساب المؤشر قيم التبخر نتح الكامن المحسوبة بعلاقة ثورنثوايت (Thorntwaite 1948) والتي تأخذ الشكل التالي:

$$ETp = 16 \times \left(\frac{10 T_m}{I} \right)^a$$

حيث أن:

ETp : التبخر-النتح الكامن الشهري (مم).

Tm : متوسط درجات الحرارة الشهرية (درجة مئوية).

I : المعامل الحراري السنوي ويساوي مجموع المعاملات الحرارية الشهرية (i)، ويحسب من المعادلة التالية:

$$I = \sum_{i=1}^{12} i = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

a : ثابت بالنسبة لمنطقة معينة ولا تتوقف قيمته سوى على المعامل الحراري الشهري. ويحسب من العلاقة التالية:

$$a = 6.75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.792 \times 10^{-2} \times I + 0.49239$$

تصحح قيم (ETp) الشهرية، اعتماداً على عدد الأيام (d) في الشهر ($1 \leq d \leq 31$)، وعدد ساعات السطوع الشمسي العظمى (N) للشهر المعبر وهي تابع لخط العرض، وفق العلاقة التالية:

$$ETp = ETp \times \left(\frac{N}{12} \right) \times \left(\frac{d}{30} \right)$$

تم تحديد اتجاه ومقدار التغير في قيم المؤشر خلال مختلف الفترات الزمنية باستخدام خطوط الاتجاه Trends وتم تقدير معنوية التغير باستخدام اختبار مان-كندال (Mann-kendall test, Kendall, 1975).

تم تحديد فترة حدوث التغير من point of change من خلال الدمج بين مفهوم المجموع التراكمي Cumulative sum والمقارنة bootstrapping (Taylor, 2000) لتحديد فيما اذا كان هناك تغير في السلسلة الزمنية لقيم المؤشر الفصلية والسنوية وفترة حدوثه مع مستوى الثقة. تم تقدير التغير في تكرار الجفاف السنوي والربيعي بتقسيم السلسلة الزمنية لقيم المؤشر الى فترتين متساويتين الأولى من عام 1958 حتى 1985 والثانية من عام 1985 حتى 2012 وتطبيق توزع Logistic على كل سلسلة لتوضيح الاختلافات في تكرار الجفاف ضمن المجالات المختلفة الشدة.

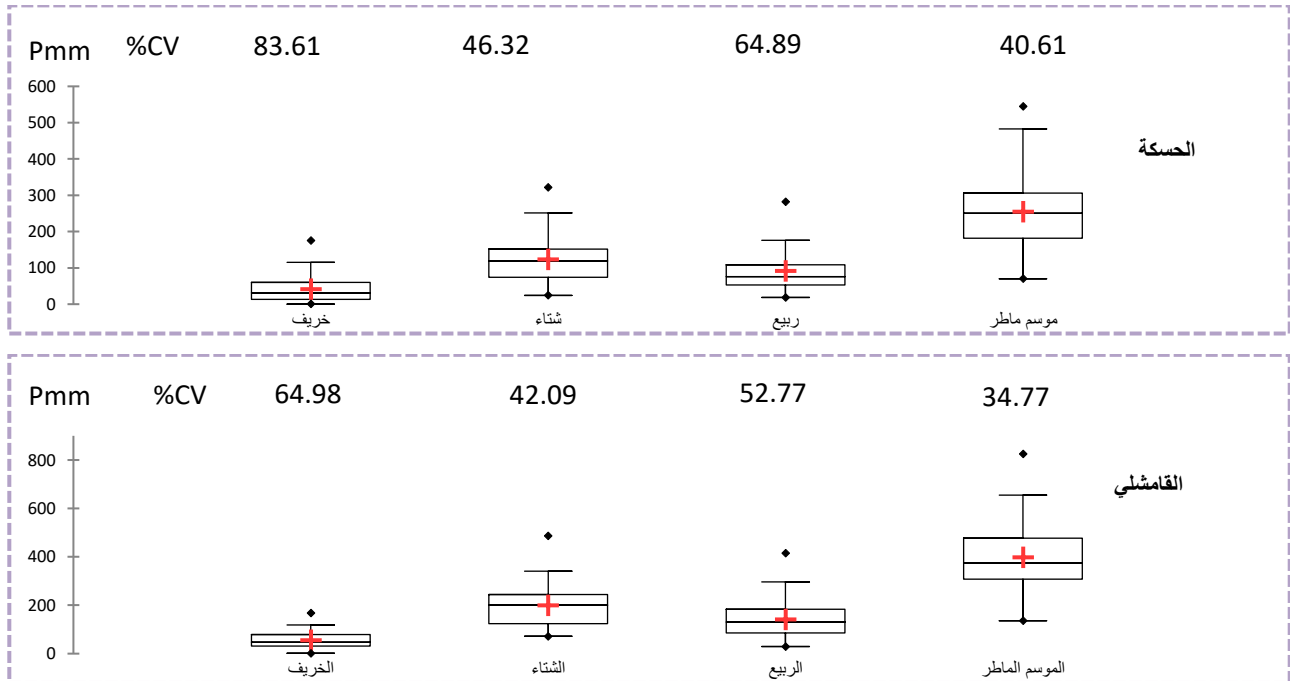
النتائج والمناقشة:

1- الخصائص العامة للهطل والتبخر نتج الكامن في محطتي الحسكة والقامشلي:

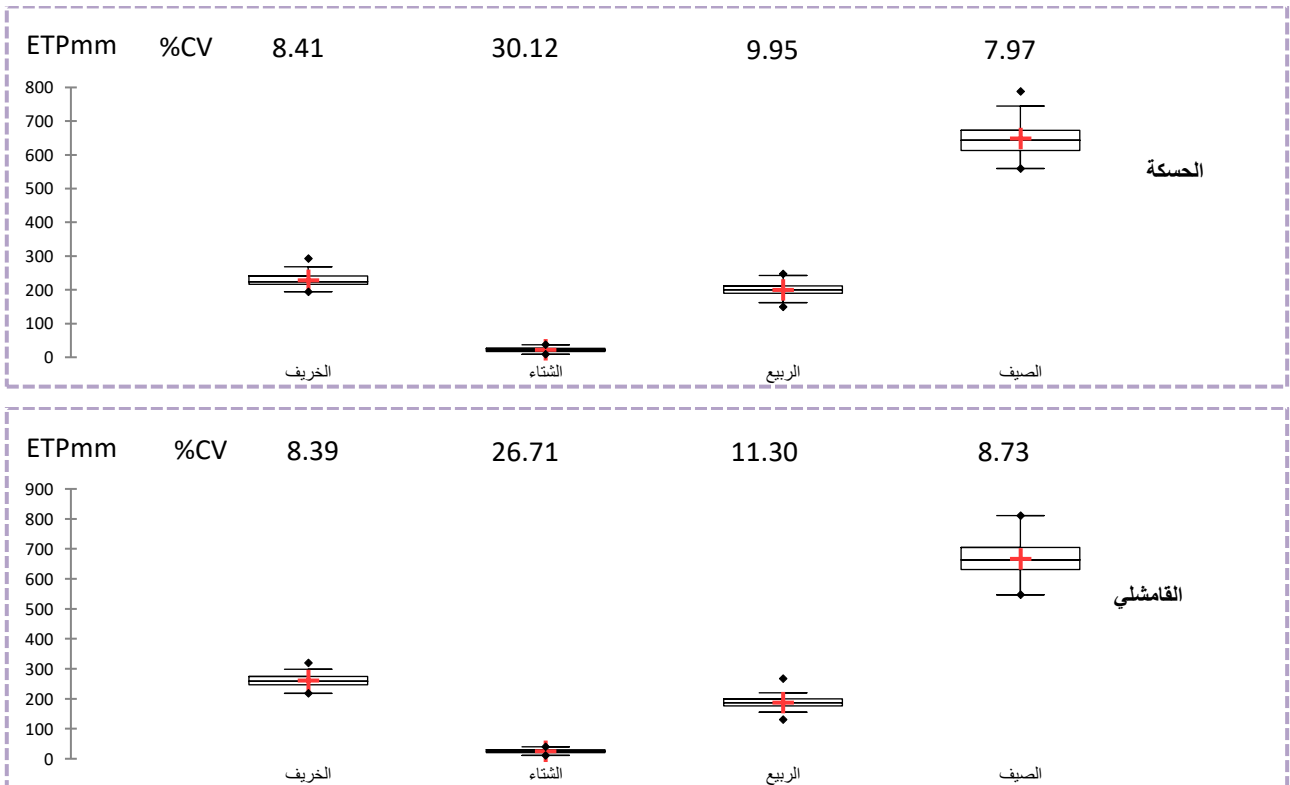
يبين الشكل (1) أهم الخصائص الاحصائية لهطولات الفصول والموسم الماطر في محطتي الحسكة والقامشلي، ومنه نلاحظ أن كميات الهطل في القامشلي اعلى وبشكل ملحوظ من ما هي عليه في الحسكة اذ يبلغ معدل الهطل 397مم في القامشلي مقابل 254مم في الحسكة وهنا نلاحظ في كلا المحطتين أن فصل الشتاء يمتلك الحصة الاكبر من هطولات الموسم الماطر يليه فصل الربيع الذي يزيد معدل هطولاته عن ضعف معدل الخريف.

يلاحظ من الشكل (1) أيضاً وجود تباين كبير في كميات الهطل على مستوى المواسم والفصول والذي يظهر من خلال أعلى وأدنى قيمة، اضافة الى عدم انتظام توزع الهطل والذي يظهر من اختلاف قيمة المتوسط والوسيط وابتعاد أكبر وأدنى القيم عن معدلاتها. وعلى الرغم من أن قيمة معامل التباين لفصل الشتاء أقل من ما هي عليه للربيع والخريف الا أنها مع ذلك مرتفعة للغاية وتزيد عن 46% في الحسكة و42% في القامشلي. من جهة أخرى نلاحظ أن كميات الهطل لكل من الشتاء والربيع يمكن أن تزيد عن معدل الموسم الماطر في كلا المحطتين ويكون لهذا أهمية كبيرة للغاية بالنسبة لإنتاج محاصيل الحبوب في المنطقة لأن المراحل الحرجة بالنسبة لاستهلاك الماء تتوافق مع فصل الربيع.

يوضح الشكل (2) أهم الخصائص الإحصائية للتبخر نتح الكامن في محطتي الحسكة والقامشلي، ومنه نلاحظ أن قيم التبخر نتح الكامن أكثر انتظاماً وأقل تبايناً من كميات الهطل، كما أن معدلات التبخر نتح خال فصل الصيف متقاربة في كلا المحطتين وتزيد عم مجموع باقي الفصول بشكل واضح تليها معدلات الخريف ثم الربيع أما خلال الشتاء فكميات التبخر نتح قليلة ومتباينة بين عام وآخر نتيجة للتباين الكبير في درجات الحرارة بين المواسم المختلفة.



الشكل (1) الخصائص الإحصائية لهطولات الفصول والموسم الماطر في محطتي القامشلي والحسكة خلال الفترة 1957-2012.

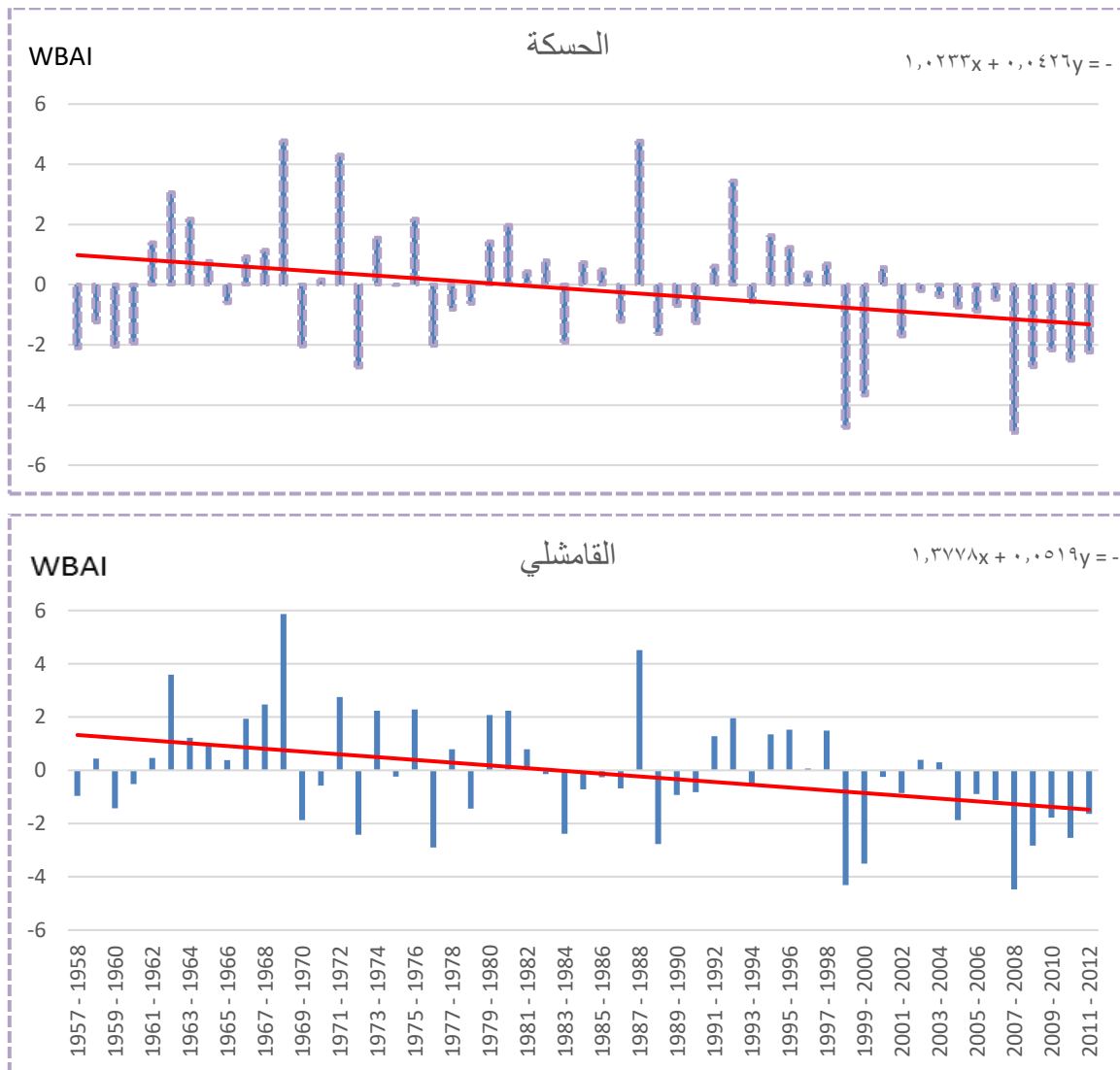


الشكل (2) الخصائص الإحصائية لكميات التبخر نتح الكامن الفصلية في محطتي الحسكة و القامشلي خلال الفترة 1957-2012.

2- تغير شدة الجفاف الفصلي والسنوي في محطتي الحسكة والقامشلي:

يبين الشكل (3) تغير قيم مؤشر انحراف الميزان المائي خلال المواسم المطيرة الممتدة من عام 1957-2012 في محطتي الحسكة والقامشلي ومنه يظهر التباين الكبير في ظروف الجفاف والرطوبة بين المواسم المختلفة ويلاحظ ان اشد المواسم جفافا في كلا المحطتين كان الموسم 2007-2008 حيث انخفضت قيمة المؤشر الى -4.92 في الحسكة و -4.47 في القامشلي تلاه الموسم 1998-1999 بقيمة وصلت الى -4.76 في الحسكة و -4.31 في القامشلي ومن ثم الموسم 1999-2000 والذي كان متطرفا أيضا في جفافه اذ وصلت قيمة المؤشر الى -3.68 في الحسكة و -3.5 في القامشلي. ويلاحظ أيضا من الشكل (3) ان الجفاف يتكرر خلال مواسم متتالية في النصف الثاني من فترة الدراسة.

يتضح من تحليل السلاسل الزمنية لقيم المؤشر خلال المواسم الممتدة من عام 1957 حتى عام 2012 (الشكل 3 والجدول 2) وجود اتجاه واضح نحو تزايد شدة جفاف الموسم الماطر في كلا المحطتين اذ تناقصت قيم المؤشر بمعدل 0.426 لكل عقد في الحسكة و 0.519 في القامشلي وكان التغير اكثر معنوية في القامشلي بالمقارنة مع الحسكة .



الشكل (3) تغير قيم مؤشر WBAI للموسم الماطر في محطتي الحسكة والقامشلي خلال الفترة 1957-2012.

يتبين من النتائج المدرجة في الجدول (2)، أن تزايد الجفاف خلال الموسم الماطر في القامشلي ناتج عن التزايد الحاد في شدة جفاف فصل الربيع يليه التزايد الأقل حدة في جفاف فصل الشتاء وهذا يظهر من خلال التراجع الواضح في قيم المؤشر وفي ارتفاع معنوية التغير خلال فصل الربيع، أما في الحسكة فقد كان التناقص في قيم المؤشر خلال فصلي الربيع والشتاء متقاربا وكذلك مستوى المعنوية.

يعد التزايد في شدة جفاف فصل الشتاء في غاية الأهمية لما لذلك من تأثير في مخزون الماء المتاح في التربة سواء بالنسبة للمزروعات الاستراتيجية في المنطقة و أهمها القمح أو بالنسبة للنباتات الرعوية سواء كانت أعشاب معمرة أو شجيرات.

الجدول (2) اتجاه وقيمة التغير في القيم الفصلية والسنوية لمؤشر WBAI خلال الفترة 1957-2012 في محطتي الحسكة والقامشلي.

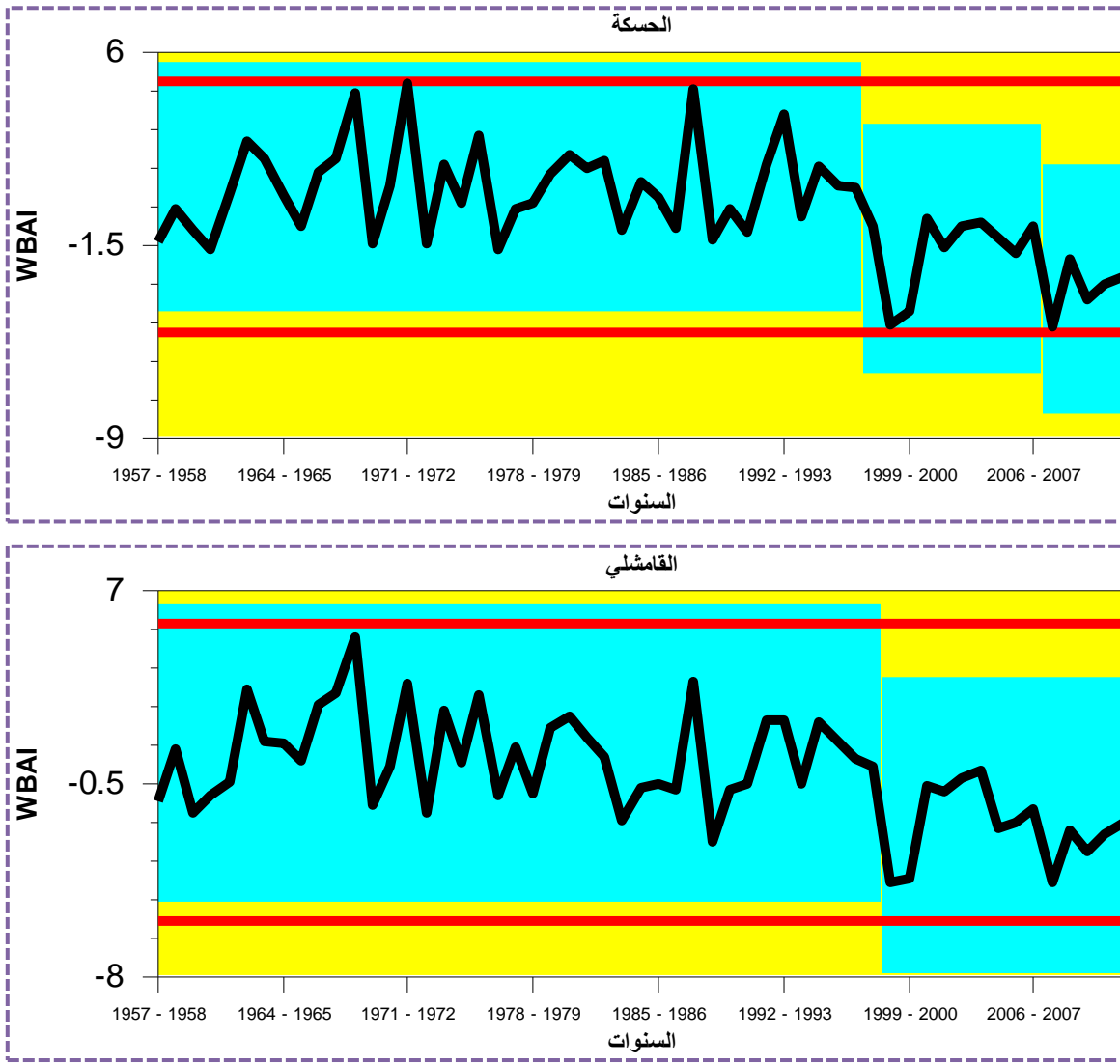
المحطة	الفترة	قيمة التغير لكل عقد	قيمة التغير لكامل الفترة	المعنوية
الحسكة	خريف	-0.15	-0.825	-
	شتاء	-0.361	-1.9855	+
	ربيع	-0.347	-1.9085	+
	موسم ماطر	-0.426	-2.343	*
	سنوي	-0.591	-3.2505	***
القامشلي	خريف	-0.329	-1.8095	-
	شتاء	-0.323	-1.7765	+
	ربيع	-0.475	-2.6125	*
	موسم ماطر	-0.519	-2.8545	**
	سنوي	-0.623	-3.4265	***

-: لا يوجد تغير +: التغير معنوي عند مستوى 0.1 * عند مستوى 0.05 ** عند مستوى 0.01 *** عند مستوى 0.001

يعد فصل الربيع في المناخات المتوسطة فصل النمو الاعظمي وذلك بسبب توافق درجات الحرارة المناسبة للنمو مع كميات كافية من الماء المتاح في التربة اضافة الى هطول كميات مقبولة من الامطار وخاصة خلال شهر اذار لذلك فإن تزايد جفاف فصل الربيع يعد في غاية الاهمية بسبب تأثيراته الممكنة في تراجع انتاجية محاصيل الحبوب، التي تتوافق المراحل الحرجة لاحتياجاتها المائية (استطالة الساق وحتى طرد النورة) مع النصف الاول من هذا الفصل. كما أن انبات بذور الاعشاب الحولية والمعمرة واستئناف معظم النباتات لنموها يمكن أن يتأثر سلبا بتزايد جفاف كل من الشتاء والربيع.

3- فترات حدوث الانزياح في قيم مؤشر الجفاف في محطتي الحسكة والقامشلي خلال الفترة 1957-2012:

يبين الشكل (4) فترات حدوث التغير في الحسكة والقامشلي ومنه يتضح وجود انزياح واضح نحو تزايد شدة الجفاف في محطتي الحسكة والقامشلي حيث أن التغير حدث لمرّة واحدة في القامشلي ومرتين في الحسكة .



الشكل (4) فترات حدوث الانزياح في القيم السنوية لمؤشر WBAI في محطتي الحسكة والقامشلي خلال الفترة 1957-2012. يبين الجدول (3) أن تغيراً من الدرجة الأولى في القيم السنوية للمؤشر حدث في الحسكة خلال الموسم 1997-1998 وبمستوى ثقة 100% تلاه تغيراً آخر في الموسم 2007-2008 لكن بمستوى ثقة أقل بلغ 95%. أما في القامشلي فقد كان التغير من الدرجة الثالثة وبمستوى ثقة بلغ 100% في الموسم 1998-1999 وهذا يؤكد على وجود انزياح واضح نحو تزايد شدة الجفاف في المنطقة على مستوى المواسم ابتداءً من عام 1998.

الجدول (3) فترات ومستويات التغير في القيم الفصلية والسنوية لمؤشر WBAI في الحسكة والقامشلي خلال الفترة 1958-

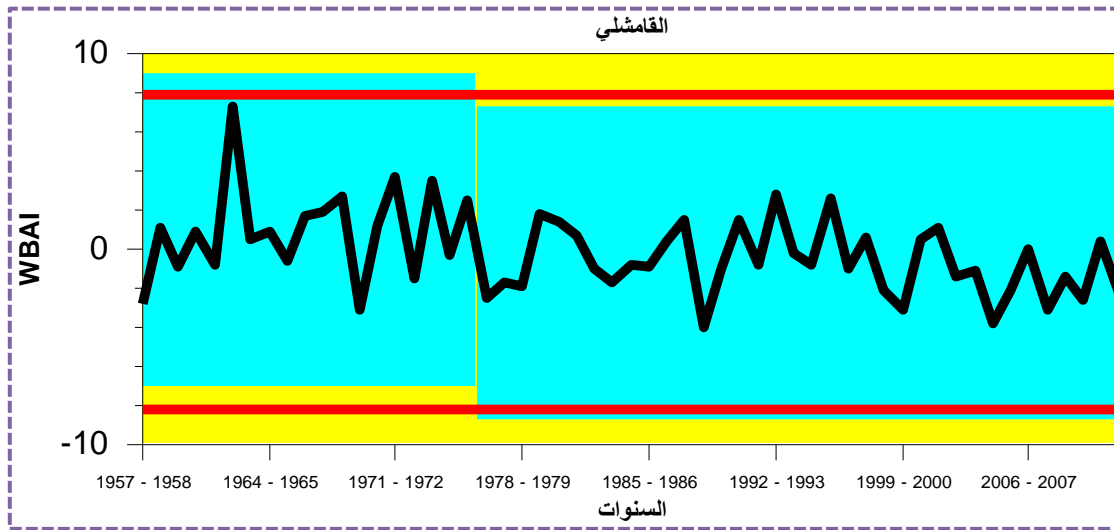
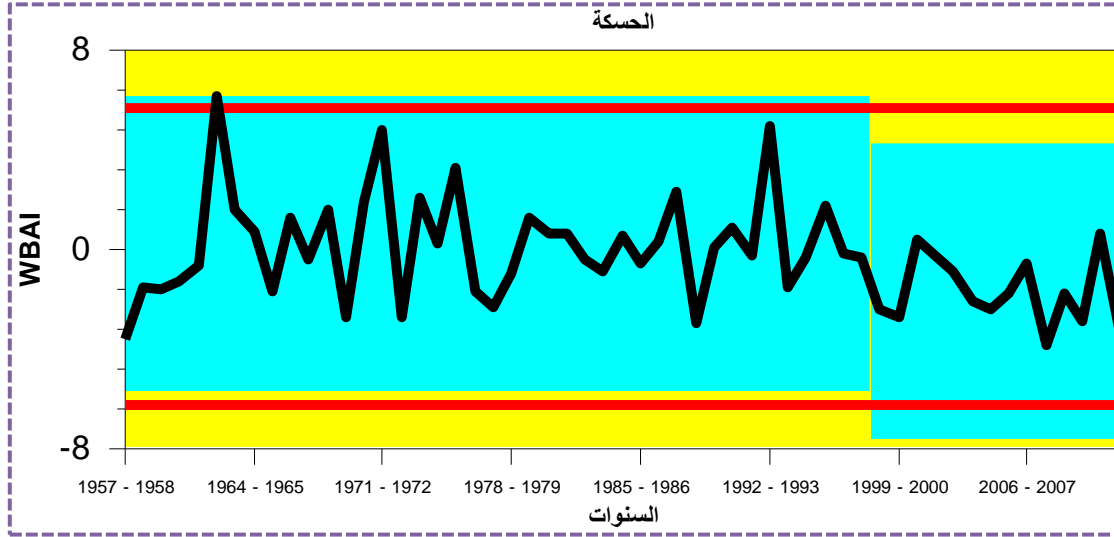
2012.

المحطة	الفترة	نقطة التغير	مجال الثقة	مستوى الثقة	من	الى	مستوى التغير
الحسكة	الربيع	1998-1999	(1962-1963, 2002-2003)	%99	0.17037	-1.7399	1
	السنوي	1997-1998	(1988-1989, 1998-1999)	%100	0.73041	-1.6843	1
		2007-2008	(2000-2001, 2010-2011)	%95	-1.6843	-3.2417	2
القامشلي	الخريف	1998-1999	(1989-1990, 2008-2009)	%93	0.50904	-1.5102	2
	الربيع	1976-1977	(1958-1959, 1989-1990)	%92	0.89571	-0.7714	2
	السنوي	1998-1999	(1993-1994-2001-2002)	%100	0.62823	-2.1799	3

يظهر الشكل (5) والجدول (3) فترات حدوث التغير في قيم مؤشر WBAI خلال فصل الربيع ومنه نلاحظ أن التغير حدث لمرة واحدة في كلا المحطتين لكن بفترات مختلفة إذ بدأ الانزياح في محطة القامشلي خلال الموسم 1976-1977 وكان التغير من

الدرجة الثانية وبمستوى ثقة بلغ 92% في حين كان التغيير أشد في محطة الحسكة وحدث خلال الموسم 1998-1999 بمستوى ثقة 99% وكان من الدرجة الاولى.

يتضح أيضا من الجدول (3) أن تغييرا من الدرجة الثانية وبمستوى ثقة 94% حدث في الموسم 1998-1999 خلال فصل الخريف في محطة القامشلي الا أن هذا التغيير لم يحدث في محطة الحسكة.

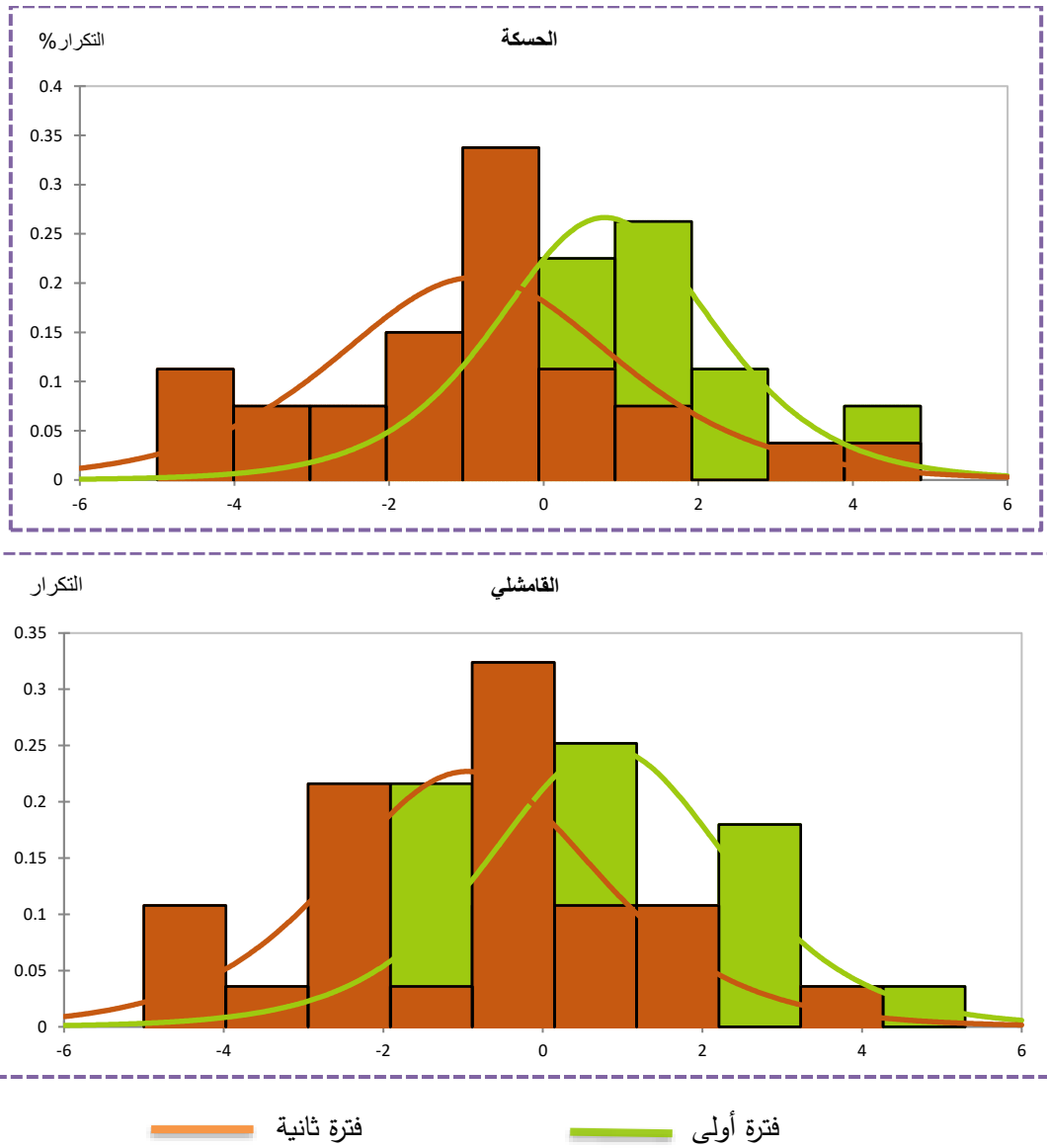


الشكل (5) فترات حدوث الانزياح خلال فصل الربيع لمؤشر WBAI في محطتي الحسكة والقامشلي خلال الفترة 1957-2012.

4- التغيير في تكرار الجفاف:

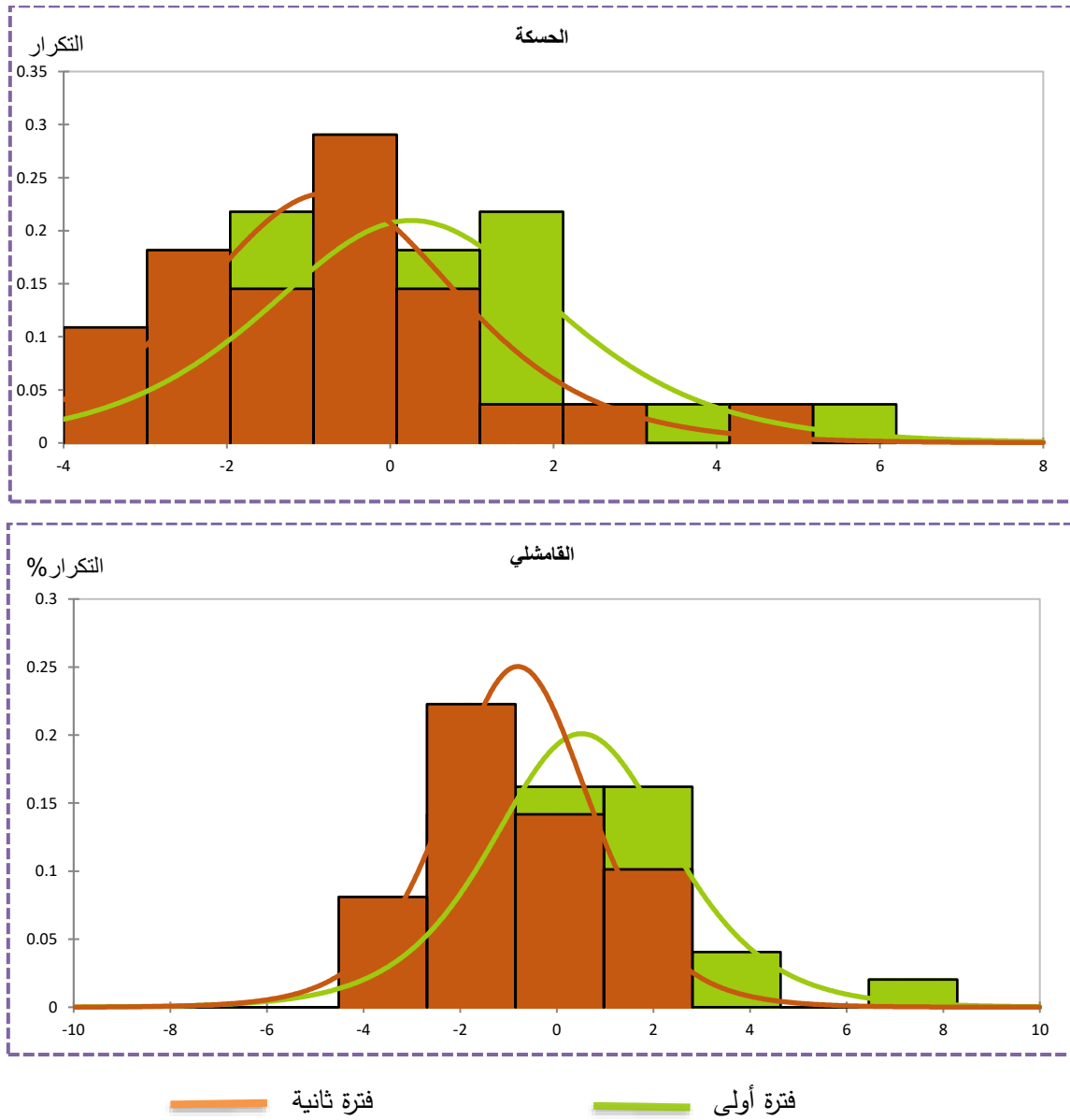
يتضح من حساب نسبة تكرار الجفاف بشداته المختلفة (متوسط الشدة-شديد-متطرف الشدة) أن هذه الظاهرة تتكرر بنسبة كبيرة في المنطقة إذ بلغت نسبة تكرار الجفاف السنوي 33.3% في الحسكة و 29.6% في القامشلي.

يبين الشكل (6) الاختلاف في تكرار الجفاف السنوي ضمن المجالات مختلفة الشدة بين الفترة الاولى (1958-1985) و الفترة الثانية (1985-2012) حيث نلاحظ الانزياح الواضح نحو تزايد تكرار الجفاف الشديد والمتطرف الشدة في كلا المحطتين خلال الفترة الثانية. بالمقابل فقد تناقص تكرار المواسم الرطبة وشديدة الرطوبة خلال الفترة الثانية من الدراسة، اضافة الى تزايد تكرار المواسم القريبة من المعدل والتي تمتلك قيم سلبية للمؤشر مقابل تناقص تكرار القيم الايجابية وهذا يؤكد على الانزياح نحو ظروف اكثر جفافا في منطقة الدراسة.



الشكل (6) تغير التوزيع التكراري للقيم السنوية لمؤشر WBAI بين الفترتين 1985-1958 و 2012-1985 في محطتي الحسكة والقامشلي.

يظهر الشكل (7) التغير في تكرار الجفاف خلال فصل الربيع في محطتي الحسكة والقامشلي حيث نلاحظ وجود صورة مشابهة للتغير في تكرار المواسم الجافة فقد تزايد تكرار المواسم التي تميزت بربيع شديد الجفاف أو متطرف الجفاف مقابل تناقص المواسم ذات الربيع جيد الهطل.



الشكل (7) تغير التوزيع التكراري لقيم مؤشر WBAI خلال فصل الربيع بين الفترتين 1958-1985 و 1985-2012 في محطتي الحسكة والقامشلي.

إن التزايد في تكرار المواسم الجافة سيكون له تأثيرات سلبية واضحة في إنتاجية المحاصيل، إذ إن تزايد تكرار المواسم سيئة الهطل سيعني زيادة في المواسم سيئة الانتاج. خصوصا إذا ترافق جفاف فصل الشتاء مع جفاف لاحق في فصل الربيع، إذ إن تراجع مخزون الماء المتاح إلى ما دون 100مم في قطاع التربة من 0 إلى 100سم خلال المرحلة من استقالة الساق وحتى الاسبال والتي تعد المرحلة الحرجة الأكثر أهمية بالنسبة لاحتياجات القمح والشعير من الماء (posipanov et al., 1997)، سيكون له تأثير سلبي كبير على إنتاجية المحصول. من جهة أخرى فإن تزايد تكرار الجفاف وخاصة خلال الربيع سيؤدي إلى تزايد الحاجة للري، كما سيكون له تأثيرات سلبية عميقة في نمو وإنتاجية الأنواع المعمرة سواء كانت عشبية أو شجيرية وذلك بسبب ضعف النمو خلال المواسم الجافة وبالتالي ضعف تكوين المدخرات الغذائية اللازمة لاستئناف النمو في الموسم التالي الأمر الذي سينعكس على تراجع إنتاجية الغطاء النباتي ويسرع في عمليات التدهور والتصحر وخصوصا إذا ترافقت فترات الجفاف مع حدوث رعي جائر (Vicente Serrano et al., 2012; Gouveia et al., 2016).

الاستنتاجات:

- 1- يتضح من نتائج الدراسة وجود تباين كبير في كميات الهطل بين المواسم والفصول في كلا المحطتين الامر الذي يؤدي الى تكرار الجفاف بشكل كبير في المنطقة إذ بلغت نسبة تكرار الجفاف السنوي بشداته المختلفة 33.3% في الحسكة و 29.6% في القامشلي.
- 2- بينت نتائج البحث وجود تزايد حاد ومعنوي في شدة الجفاف السنوي والنتائج عن تزايد شدة جفاف الربيع والشتاء الأمر الذي يهدد استقرار الانتاج الزراعي ويعزز خطر تدهور المراعي الطبيعية في المنطقة وخصوصا تحت ظروف سوء الادارة.
- 3- أظهرت النتائج وجود انزياح نحو تزايد الجفاف في المنطقة وخصوصا بعد الموسم المتطرف الجفاف 1998-1999.
- 4- أكدت نتائج البحث على تزايد الجفاف الشديد والمتطرف الشدة في النصف الثاني من فترة الدراسة وخصوصا خلال فصل الربيع الامر الذي سيؤدي الى تراجع انتاجية المحاصيل في حال عدم تعويض النقص خلال المواسم الجافة عن طريق الري.

التوصيات:

- 1- التعمق في دراسة الجفاف في المنطقة على مستوى الفترات الشهرية والعشرية لما ذلك من اهمية بالنسبة للمزروعات والغطاء النباتي الطبيعي.
- 2- ضرورة الربط بين المؤشرات المناخية ومؤشرات الاستشعار عن بعد لتقدير الاجهاد الذي يتعرض له الغطاء النباتي بتأثير الجفاف.

المراجع

- Cook, B.I.; J.E.Smerdon; R.Seager; and S.Coats (2014) Global warming and twenty-first century drying. *Clim Dyn* 43: 2607–2627.
- Dai, A., (2011): Drought under global warming: A review. *Wiley Interdiscip. Rev.: Climate Change*, 2, 45–65.
- Dai, A. (2013): Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change* 3(1):52.
- Giorgi, F.; E.Coppola,; and F.Raffaele (2018): Threatening levels of cumulative stress due to hydroclimatic extremes in the 21st century, *NPJ Climate and Atmospheric Science*, 1, 18.
- Gosling, S.; and N.Arnell (2013) A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Clim Chang*: 1–15.
- Gouveia, C.M.; P.Páscoa; A.Russo; R.M.Trigo, (2016): Land degradation trend assessment over Iberia during 1982–2012. *Cuad. Investig. Geogr.*, 42, 89–112.
- Haddad, N.M.; D.Tilman; J.M.Knops (2002). Long-term oscillations in grassland productivity induced by drought. *Ecology Letters*. 5: 110-120.
- Held, I. ; and B.Soden (2006): Robust responses of the hydrological cycle to global warming *J. Clim.* 19 5686–99.
- Hoerling, M.; J.Eischeid; J.Perlwitz; X.Quan; T. Zhang; and P.Pegion (2012): On the increased frequency of Mediterranean drought. *J. Clim.* 25 (6), 2146–2161.
- Kendall, M. Rank Correlation Methods, 4th ed.; Charles Gri_n: London, UK, 1975.

- Lake, S. (2011): Drought and Aquatic Ecosystems: effects and responses, Wiley, Chichester, 400 pp.
- Lesk, C.; P. Rowhani; and N. Ramankutty (2016): Influence of extreme weather disasters on global crop production Nature 529 84–7.
- Mariotti, A.; N. Zeng; J.H. Yoon; V. Artale (2008): Mediterranean water cycle changes: transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations. Environ Res Lett 3(044).
- Pedro-Monzonís, M.; A. Solera; J. Ferrer; T. Estrela; J.A. Paredes-Arquiola (2015): review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. J Hydrol. [Internet]. Elsevier; 527:482–93.
- Pendergrass, A. G.; and D. L. Hartmann (2014): Changes in the distribution of rain frequency and intensity in response to global warming, J. Climate, 27, 8372–8383.
- Potopová, V.; C. Boroneant; B. Boincean; and J. Soukup (2016): Impact of agricultural drought on main crop yields in the Republic of Moldova Int. J. Climatol. 36 2063–82
- Reichstein, M.; M. Bahn; P. Ciais (2013) Climate extremes and the carbon cycle. Nature, 500, 287-295.
- Reyer, Christopher & Leuzinger, Sebastian & Rammig, Anja & Wolf, Annett & Bartholomeus, Ruud & Bonfante, A. & De Lorenzi, Francesca & Dury, Marie & Gloning, Philipp & Jaoudé, Renée & Klein, Tamir & Kuster, Thomas & Martins, Mónica & Niedrist, Georg & Maria, Riccardi & Wohlfahrt, Georg & Angelis, Paolo & De Dato, Giovanbattista & François, Louis & Pereira, Marizia. (2013). A plant's perspective of extremes: Terrestrial plant responses to changing climatic variability. Global change biology. 19. 75-89. 10.1111/gcb.12023.
- Sala, O. E.; L. A. Gherardi; L. Reichmann; E. Jobbagy; and D. Peters (2012). Legacies of precipitation fluctuations on primary production: Theory and data synthesis. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, 367, 3135–3144.
- Seager, R.; N. Naik; and G.A. Vecchi (2010). Thermodynamic and Dynamical Mechanisms for Large-Scale Changes in the Hydrological Cycle in Response to Global Warming. Journal of Climate 23(17):4651.
- Sheffield, J.; K.M. Andreadis; E.F. Wood; D.P. Lettenmaier (2009). Global and continental drought in the second half of the twentieth century: Severity-area-duration analysis and temporal variability of large-scale events. J. Climate 22 (8), 1962–1981.
- Silliman, B.R.; M.W. McCoy; C. Angelini; R.D. Holt; J.N. Griffin; and J. van de Koppel (2013). Consumer fronts, global change, and runaway collapse in ecosystems. Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst., 44, 503–538.
- Sousa, P. M.; R. M. Trigo; P. Aizpuru; R. Nieto; L. Gimeno; and R. Garcia-Herrera (2011). Trends and extremes of drought indices throughout the 20th century in the Mediterranean. Natural Hazards and Earth System Sciences - NAT HAZARDS EARTH SYST SCI. 11. 33-51. 10.5194/nhess-11-33-2011.
- Spinioni, J.; G. Naumann; H. Carrao; P. Barbosa; and J.V. Vogt (2014). World drought frequency, duration, and severity for 1951–2010. Int. J. Climatol. 34 (8), 2792–2804.
- Taylor, W.A. (2000). Change-point analysis: A powerful new tool for detection changes.
- Thornthwaite, CW (1948) An approach toward a rational classification of climate. Geogr Rev 38(1):55–94.

- Trenberth, K. E.; L.Smith; T.Qian; A.Dai; and J.Fasullo (2007): Estimates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data, *J. Hydrometeorol.*, 8, 758–769.
- Trenberth, K. E. (2011): Changes in precipitation with climate change, *Clim. Res.*, 47, 123–138.
- Troy ,T. J; C.Kipgen; and I .Pal (2015) The impact of climate extremes and irrigation on US crop yields *Environ. Res. Lett.* 10 54013
- van der Molen,M. K., A. ; J. Dolman; P.Ciais; T.Eglin; N.Gobron; B. E., Law; P.Meir; W.Peters; O. L.Phillips; M.Reichstein; T.Chen; S.C.Dekker; M.Doubkova; M. A.Friedl; M.Jung; B. J. J. M.van den Hurk; R. A. M.de Jeu; B.Kruijt; T.Ohta; K. T.Rebel; S.Plummer; S. I.Seneviratne; S.Sitch; A. J.Teuling; G.R.van der Werf; and G.Wang (2011): Drought and ecosystem carbon cycling, *Agr. Forest Meteorol.*, 151, 765–773.
- Van Rooy, MP (1965) A Rainfall anomaly index (RAI) independent of time and space. *Notos* 575 14:43–48.
- Vetter,S. (2009)Drought, change and resilience in south Africa's arid and semi-arid rangelands. *South African journal of science* 105:29-33.
- Vicente-Serrano S.M.; A.Zouber; T.Lasanta; and Y. Pueyo (2012). Dryness is accelerating degradation of vulnerable shrublands in semiarid Mediterranean environments. *Ecological Monographs*, 82.(407–428).
- Vorosmarty, C. J.; P. B. McIntyre; M. O. Gessner; D.Dudgeon; A.Prusevich; P.Green; S. Glidden; S. E. Bunn; C. A. Sullivan; C. Reidy Liermann; and P. M.Davies (2010): Global threats to human water security and river biodiversity, *Nature*, 467, 555–561.
- Wilhite ,D.A; M.V.K.Sivakumar;and R.S. Pulwarty (2014) Managing drought risk in a changing climate: the role of national drought policy. *Weather Clim Extrem* 3: 4–13.
- Wilhite,D.A; M.D.Svoboda; and M.J.Hayes (2007):Understanding the complex impacts of drought: a key to enhancing drought mitigation and preparedness *WaterResour. Manage.* 21 763–74
- Zappa, G.; K. Matthew; Hawcroft ·Len Shaffrey · Emily Black · David J. Brayshaw.(2015): Extratropical cyclones and the projected decline of winter Mediterranean precipitation in the CMIP5 models. *Clim Dyn* 45:1727–1738.
- Zipper , S. C; J.Qiu; and C.J.Kucharik (2016) :Drought effects on US maize and soybean production: spatiotemporal patterns and historical changes *Environ. Res. Lett.* 11 094021.

**An assessment of changes in drought intensity and frequency
in Syrian Aljazeera region (AlHassaka and AlQamshli)
during the period 1957-2012**

Rama barakat^{(1)*} and Michael skaf and ⁽¹⁾

(1).Department of forestry and environment Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria .

(*Corresponding author: Rama barakat. E-Mail:Rama-barakat@tishreen.edu.sy)

Received: 05/11/2019

Accepted: 12/03/2020

Abstract:

Drought is considered as the most adverse meteorological phenomenon affecting water resources, agricultural production and natural ecosystems. Monthly precipitation and temperature data for two major stations in Syrian Aljazeera region were used to determine spatiotemporal characteristics of

drought during the period 1957-2012. Water balance anomaly index (WBAI) was applied to evaluate drought intensity at seasonal and annual time scales. Trends with Mann-Kendall test were used to detect changes in drought intensity. Whereas logistic distribution was computed for two period (1958-1985 and 1985-2012), to estimate changes in drought frequency. Results showed significant changes in drought - characteristics in the study region. The annual drought intensity had increased because tendency in drought index values decreased by (-1.98, -1.77) during winter and (-1.9, -2.61) during spring in AlHassaka and AlQamshli respectively. At the same time increment in extreme drought frequency versus diminishing frequency of extreme moisture was observed in both meteorological stations. These changes will negatively affect crop, rangeland productivity, and water resources, it will also pose a big challenge to the sustainable development in that region.

Keywords: climate change-drought- AlHassaka-AlQamshli-Syria.