

الاتجاهات العامة لتطرفات الحرارة اليومية في المنطقة الساحلية من سورية، 2016-1986

هيفين بوزو⁽¹⁾ وظاهر شيخو^{(1)*}

(1). قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
(* للمراسلة: د. ظاهر شيخو. البريد الإلكتروني: taher.cheikho@yahoo.fr).

تاريخ القبول: 2019/12/07

تاريخ الاستلام: 2019/10/20

الملخص

يُعد تغير المناخ وتداعياته المحتملة أحد أبرز التحديات التي تواجه التنمية البشرية في القرن الحادي والعشرين، وأحد أهم القضايا البيئية ذات الصلة بحياة الإنسان ورفاهه وأمنه. تناولت هذه الدراسة اتجاهات التغير في ثلاث عشرة قرينة مناخية متطرفة لدرجة الحرارة للفترة 1986-2016 في محطتي اللاذقية وصافيتا في منطقة الساحل السوري. وكشف تحليل اتجاهات السلاسل الزمنية السنوية لقرائن درجة الحرارة باستخدام اختباري الانحدار الخطي ومان-كندال، اتجاه المنطقة الساحلية نحو الاحترار. فقد لوحظ في محطتي الدراسة وجود اتجاه عام واضح ومعنوي نحو الزيادة في العدد السنوي للأيام الصيفية والليالي المدارية، والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية، والأيام الدافئة والليالي الدافئة والمدى الحراري اليومي، واتجاه عام نحو الزيادة غير المعنوية في درجة حرارة الأيام الأكثر دفئاً. كما لوحظ وجود اتجاه عام واضح ومعنوي نحو الزيادة في درجة حرارة الليالي الأكثر دفئاً في محطة اللاذقية. في المقابل، لوحظ وجود اتجاه عام نحو النقصان ذو دلالة إحصائية في الأيام والليالي الباردة، ودون دلالة إحصائية في درجة حرارة الليالي الأكثر برداً. وأظهرت درجة حرارة الأيام الأكثر برداً اتجاهها عاماً نحو النقصان دون دلالة إحصائية في محطة اللاذقية، ونحو الزيادة دون دلالة إحصائية في محطة صافيتا. بمقارنة الاتجاهات المشاهدة في منطقة الساحل السوري تبين أن معدل الاحترار في محطة اللاذقية بالقرب من البحر المتوسط كان أكبر مما هو عليه في محطة صافيتا الجبلية.

الكلمات المفتاحية: قرائن التطرف المناخي، درجات الحرارة اليومية، اتجاهات التغير، اللاذقية، صافيتا.

المقدمة:

لقد باتت احترار النظام المناخي اليوم أمراً جلياً لا لبس فيه، وهناك إجماع عالمي على أن المناخ يتغير نتيجة لانبعاثات غازات الدفيئة التي يسببها الإنسان أساساً (IPCC, 2007; IPCC, 2013). وبحسب التقرير التقييمي الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) ارتفع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية خلال الفترة الممتدة من عام 1880 وحتى 2012 بمقدار 0.85°م [0.65 - 1.06] (IPCC, 2013). قد لا يكون ارتفاع درجة الحرارة هذا منتظماً

Solomon *et al.*, 2008;) مكانياً أو زمنياً، ولكن من المتوقع أن يستمر ومن المحتمل أن يكون مصحوباً بظواهر مناخية أكثر تطرفاً (; Stocker *et al.*, 2103). وركزت معظم الدراسات حول التغيير المناخي لعقود من الزمن على التغيرات في القيم المتوسطة لعناصر المناخ وخاصة درجات الحرارة وكميات الهطل. غير أنّ الاحترار العالمي المرصود منذ أكثر من قرن لا يؤثر في متوسط درجة الحرارة فحسب، بل يؤثر في توزيعها الإحصائي بأكمله، حيث يوجد في نهايتي هذا التوزيع الحوادث النادرة - المتطرفات الباردة والدافئة - التي يصاحب حدوثها عادةً أضرار اجتماعية وبيئية كبيرة (Cattiaux *et al.*, 2018).

حظيت الحوادث المناخية المتطرفة في الآونة الأخيرة باهتمام كبير من قبل الباحثين بسبب تأثيراتها البالغة في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، ولأنها أكثر حساسية لتغير المناخ من القيم المتوسطة (Klein Tank and Können, 2003; Alexander *et al.*, 2010; Williams *et al.*, 2007). إذ أنّ أيّ تغير في المتوسط وإن كان بسيطاً قد يسبب تغيراً كبيراً في تكرار المتطرفات، فالزيادة في متوسط درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة في تكرار درجات الحرارة المرتفعة جداً وإلى نقصان في تكرار درجات الحرارة المنخفضة جداً (Mearns *et al.*, 1984; Easterling *et al.*, 2000). ويُعتقد أن يكون لهذه الحوادث المتطرفة تأثيرات أكبر من التغيرات طويلة المدى في متوسط المتغيرات المناخية (Katz and Brown, 1992; Schär *et al.*, 2004; Fischer and Schär, 2009).

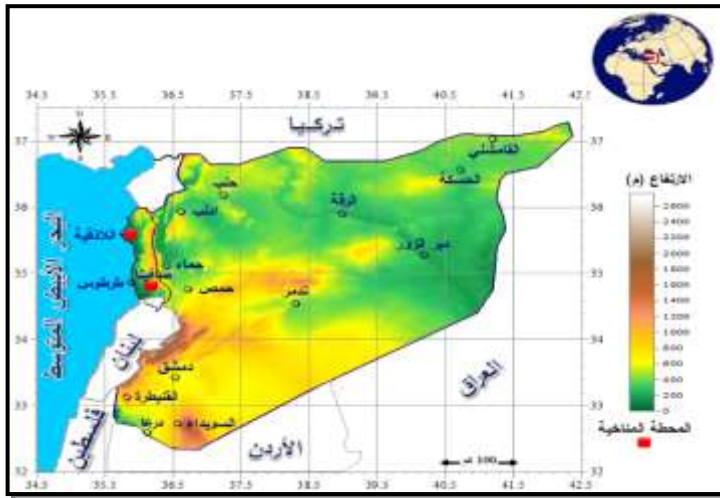
أجريت خلال العقد الأخيرين العديد من الدراسات تناولت المتطرفات المناخية منها ما هو على المستوى العالمي (Frich *et al.*, 2002; Easterling *et al.*, 2000; Kiktev *et al.*, 2003; Vose *et al.*, 2005; Alexander *et al.*, 2006; Donat *et al.*, 2013a)، ومنها ما هو على المستوى الإقليمي (Klein Tank and Können, 2003; Aguilar *et al.*, 2005; Vincent *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2005; Moberg *et al.*, 2006; Klein Tank *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2009; Hertig *et al.*, 2017). وأظهرت نتائج هذه الدراسات ازدياد تكرار وشدة الحالات المتطرفة الدافئة والهطولات الغزيرة، ويُرجَّح أن تزداد في المستقبل في معظم أنحاء العالم (Sillmann *et al.*, 2013; Fischer *et al.*, 2012; Seneviratne, 2013; Orlowsky and Seneviratne, 2013; Kharin *et al.*, 2013; al., 2013). وفي سورية وجد مسلماني وعبيدو (2009) باستخدام بيانات درجة الحرارة اليومية من 1955 إلى 2006 لثلاثين محطة سينوبية مختارة موزعة على أرجاء القطر، زيادة ملحوظة في متوسط درجات الحرارة العظمى المطلقة السنوية، ودرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية، وعدد الأيام الصيفية والليالي المدارية، وانخفاض كبير في عدد الليالي والأيام الباردة والمدى اليومي لدرجات الحرارة.

مع تزايد الاهتمام العالمي بظاهرة الاحتباس الحراري وتداعياتها المرصودة منذ ثمانينات القرن الماضي، ومع ما يحمله المستقبل من مناخ أكثر دفء ينطوي عليه حدوث تغير لحوادث التطرف المناخي والتأثيرات التي يمكن أن تحدثها في النظم البيئية الطبيعية والأنشطة البشرية، مثل الإنتاج الزراعي، ونمو الغابات، والتخطيط الحضري، وإدارة موارد المياه، وصحة الإنسان (Easterling *et al.*, 2000; IPCC, 2013; Ngo and Horton, 2016; Vogt *et al.*, 2016)، أصبح من الضروري تقييم تلك التغيرات للمتطرفات المناخية بما يساهم في إغناء حالة المعرفة عنها ويساعد على إيجاد التدابير المناسبة لتعزيز القدرة على التكيف معها.

يهدف هذا البحث بشكل رئيس إلى تحديد اتجاهات التغير ومقداره للمتطرفات الحرارية اليومية، وتقدير معنوية هذا التغير في محطتي اللاذقية وصافيتا خلال الفترة 1986-2016 باستخدام اختباري الانحدار الخطي ومان-كندال.

مواد البحث وطرائقه:

البيانات الميٲٲورولوجية:



الشكل 1. خريطة تظهر موقع محطتي اللاذقية وصافيتا في سورية.

تم إنجاز البحث باستخدام بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية السورية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية لمحطتي اللاذقية وصافيتا لفترة رصد امتدت من عام 1986 وحتى 2016. تتسم محطة اللاذقية بمناخها شبه الرطب وترتفع عن سطح البحر بنحو 7 م، بينما يسود المناخ الرطب في محطة صافيتا الجبلية التي ترتفع عن سطح البحر بنحو 370 م. يبين الشكل (1) الموقع الجغرافي لمحطتي الدراسة في منطقة الساحل السوري.

التحقق من صحة البيانات وتجانسها:

تمّ التحقق من صحة البيانات اليومية لسلاسل درجات الحرارة العظمى والصغرى وخلوها من القيم المفقودة باستخدام البرنامج RClimDex (1.0) الذي تمّ تطويره من قبل فريق الخبراء المعني بالكشف عن تغيير المناخ والمؤشرات ذات الصلة (ETCCDI: Expert Team) (Zhang and Yang, 2004)، وهو متاح على الموقع التالي: <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>. يقوم هذا البرنامج بالكشف عن بعض الأخطاء الشائعة في سلاسل البيانات وحذفها، مثل درجات الحرارة اليومية العظمى التي تقل عن درجة الحرارة اليومية الصغرى، كما يقوم بالبحث عن القيم الشاذة (Outliers) وهي قيم يومية تقع خارج نطاق معين يحدد من قبل المستخدم. في إطار هذا البحث اعتُبرت القيم التي تقع خارج النطاق (المتوسط ± 4 انحرافات معيارية) قيماً شاذة.

إنّ التحقق من تجانس البيانات هو عنصر آخر يجب مراعاته في البيانات المناخية، خاصةً عند استخدام هذه البيانات لتقييم تغيير المناخ. في هذا البحث استُخدم البرنامج RHtests (V4) (Wang and Feng, 2013) لاختبار تجانس بيانات درجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية.

تبيّن من خلال عمليات فحص جودة البيانات أنّ نسبة القيم الشاذة لكل محطة لا تتجاوز 0.1% من المشاهدات. تمّ تعيين هذه القيم والتأكد من صحتها بالاستعانة ببيانات محطتي مطار الباسل وطرطوس اللتان تقعان بالقرب من محطتي الدراسة. كما تبيّن من خلال تطبيق اختبار التجانس أنّ جميع بيانات السلاسل المدروسة متجانسة عدا سلسلة درجات الحرارة الصغرى اليومية في محطة اللاذقية التي ظهر فيها نقطة تغيير (Change points) واحدة فقط في 1998/4/10.

حساب قرائن التطرف الحراري:

تشكل القرائن المناخية المحسوبة انطلاقاً من البيانات اليومية لدرجات الحرارة والهطل، إحدى الطرائق لوصف تكرار وشدة ومدة الظواهر المناخية المتطرفة. وقد أوصى ETCCDI ما مجموعه 27 قرينة أساسية للمتطرفات المناخية (Zhang *et al.*, 2011)، وهي متوفرة على الموقع التالي: http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml. وهي جزء من قائمة أكبر تمّ تحديدها من قبل فريق الخبراء المعني بالكشف عن تغير المناخ التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (Folland *et al.*, 2001; Peterson *et al.*, 2002). كما تمّ في هذا البحث تحديد ثلاث عشرة قرينة لدرجات الحرارة اليومية لدراسة الظروف المناخية المتطرفة في محطتي اللاذقية وصافيتا بين عامي 1986 و 2016 (الجدول 1)، وتمّ حسابها على المستوى السنوي باستخدام البرنامج (R) RclimDex (1.0).
تحليل الاتجاه في سلاسل قرائن التطرف الحراري:

تمّ تحديد اتجاهات التغير ومقداره في سلاسل قرائن التطرف الحراري المدروسة باستخدام الانحدار الخطي بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS: Ordinary least squares method) التي تُعد إحدى أكثر الطرائق استخداماً لتقدير معدل التغير في الاتجاهات الخطية (شيخو، 2014; Wu *et al.*, 2011; Wilks, 1995). ولتحديد المعنوية الإحصائية للاتجاهات الخطية المختلفة من أجل اختبار ثنائي الجانب (Two Tailed Test)، تمّ استخدام اختبار مان-كندال (Mann-Kendall)، وهو من الاختبارات الحرّة اللامعلمية الذي لا يشترط التوزيع الطبيعي لسلاسل البيانات المدروسة (Kendall and Gibbons 1990; Moberg *et al.*, 2006).

الجدول 1. قائمة قرائن التطرف الحراري المستخدمة في الدراسة (Zhang and Yang, 2004).

الوحدة	تعريف القرينة	اسم القرينة ورمزها	القرائن المطابقة
يوم	العدد السنوي لأيام حيث $TX < 25$ درجة مئوية	الأيام الصيفية (SU)	القرائن المطابقة
يوم	العدد السنوي لأيام حيث $TN < 20$ درجة مئوية	الليالي المدارية (TR)	
درجة مئوية	القيمة المتوسطة السنوية لـ TX	متوسط TX (TXa)	قرائن القيمة المتطرفة
درجة مئوية	القيمة المتوسطة السنوية لـ TN	متوسط TN (TNa)	
درجة مئوية	المتوسط السنوي للفرق بين TX و TN	المدى الحراري اليومي (DTR)	
درجة مئوية	أكبر قيمة لـ TX خلال السنة	الأيام الأكثر دفئاً (TXx)	
درجة مئوية	أكبر قيمة لـ TN خلال السنة	الليالي الأكثر دفئاً (TNx)	
درجة مئوية	أصغر قيمة لـ TX خلال السنة	الأيام الأكثر برداً (TXn)	
درجة مئوية	أصغر قيمة لـ TN خلال السنة	الليالي الأكثر برداً (TNn)	
% من الأيام	نسبة الأيام حيث $TN >$ من المئين العاشر	الليالي الباردة (TN10p)	
% من الأيام	نسبة الأيام حيث $TX >$ من المئين العاشر	الأيام الباردة (TX10p)	
% من الأيام	نسبة الأيام حيث $TN <$ من المئين التسعين	الليالي الدافئة (TN90p)	
% من الأيام	نسبة الأيام حيث $TX <$ من المئين التسعين	الأيام الدافئة (TX90p)	

TN: درجة الحرارة الصغرى اليومية. TX: درجة الحرارة العظمى اليومية.

النتائج والمناقشة:

يتضح من الجدول (2) الذي يعرض معاملات الاختلاف واتجاهات التغير ومقداره لسلاسل الزمنية السنوية لقرائن التطرف الحراري في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016، اتجاه المنطقة الساحلية نحو الاحترار بشكل عام. كذلك تظهر معاملات الاختلاف خاصة بالنسبة للمتطرفات الباردة عدم الانتظام في توزيع هذه القرائن وتشتتها. وكانت الأيام الباردة (TX10p) والليالي الأكثر برداً (TNn) هما الأكثر تشتتاً في محطتي اللاذقية وصافيتا على التوالي. في حين كانت الليالي الأكثر دفئاً (TNx) في محطة اللاذقية والمتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى (TXa) في محطة صافيتا هما الأقل تشتتاً.

الجدول 2. معاملات الاختلاف واتجاهات التغير ومقداره لسلاسل قرائن التطرف الحراري المدروسة في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016.

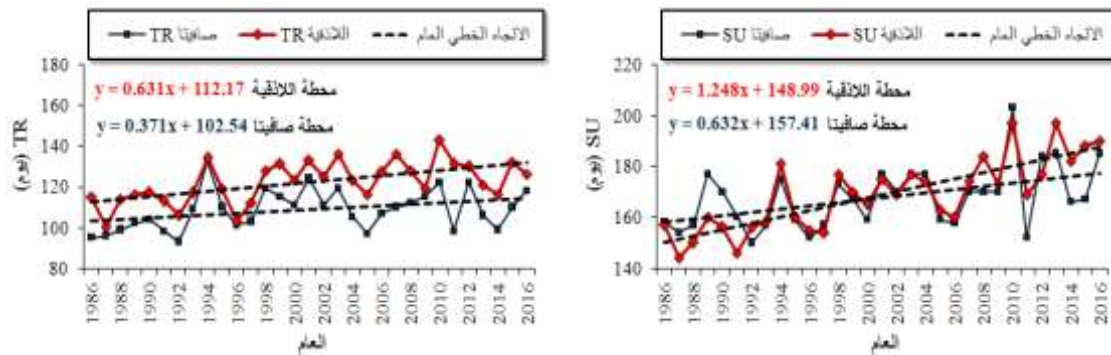
محطة صافيتا		محطة اللاذقية		القرينة
مقدار التغير/عقد	معامل الاختلاف (%)	مقدار التغير/عقد	معامل الاختلاف (%)	
6.32*	7.2	12.48***	8.4	SU (يوم)
3.71*	9.1	6.31**	8.3	TR (يوم)
0.58***	3.3	0.77***	3.5	TXa (درجة مئوية)
0.36***	3.7	0.39***	3.4	TNa (درجة مئوية)
0.32	4.6	0.09	5.4	TXx (درجة مئوية)
0.09	5.9	0.60***	3.1	TNx (درجة مئوية)
0.17	32.9	-0.14	19.6	TXn (درجة مئوية)
-0.19	186.2	-0.52	73.1	TNn (درجة مئوية)
0.22***	3.8	0.38***	6.6	DTR (درجة مئوية)
-3.31**	53.3	-2.66*	50.2	TN10p (%) (يوم)
-4.64***	63.6	-6.76***	82.2	TX10p (%) (يوم)
2.58**	49.7	4.71***	56.8	TN90p (%) (يوم)
2.32***	38.5	4.74***	60.0	TX90p (%) (يوم)

* الاتجاه معنوي عند 0.05، ** الاتجاه معنوي عند 0.01، *** الاتجاه معنوي عند 0.001.

اتجاهات التغير لسلاسل قرائن التطرف الحراري المطلقة:

يتضح من بيانات الجدول (2) والشكل (2) وجود اتجاه عام نحو الزيادة ذو دلالة معنوية واضحة لقرينة الأيام الصيفية (SU) وقرينة الليالي المدارية (TR) خلال الفترة 1986-2016 في محطتي الدراسة. وهذا يتوافق مع النتائج التي حصل عليها مسلماني وعبيدو (2009) باستخدام بيانات درجة الحرارة اليومية من 1955 إلى 2006 لثلاثين محطة سينوبية في سورية، وتلك التي حصل عليها Zhang *et al.*, (2005) باستخدام البيانات اليومية لدرجة الحرارة من 1950 إلى 2003 في الشرق الأوسط.

بلغ معدل الزيادة في عدد الأيام الصيفية في محطتي اللاذقية وصافيتا 12.48 يوم/عقد و6.32 يوم/عقد، على التوالي، بينما بلغ معدل الزيادة في عدد الليالي المدارية 6.31 يوم/عقد و3.71 يوم/عقد، على التوالي. تؤكد هذه النتائج اتجاه المنطقة الساحلية نحو الاحترار بشكل ملحوظ خاصة في اللاذقية التي بلغ فيها معدل الزيادة في كلتا القريتين ما يقارب ضعف ما هو عليه في صافيتا، مما يشير إلى أن الزيادة في درجات الحرارة العظمى والصغرى في المنطقة السهلية هي أعلى من تلك التي سجلتها المنطقة الجبلية في المنطقة الساحلية. وقد وقعت الحوادث الأكثر بروزاً للقرينة SU في 2010 و2013 في اللاذقية وبلغت 197 يوماً، وفي 2010 في صافيتا وبلغت 203 يوماً. أما بالنسبة للقرينة TR فقد سُجِّلت الحوادث الأكثر بروزاً في 2010 في اللاذقية وبلغت 143 يوماً، وفي 1994 في صافيتا وبلغت 133 يوماً.

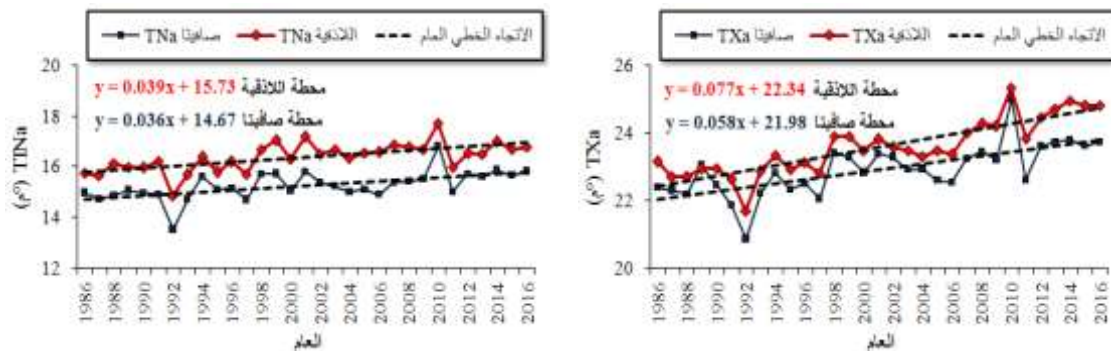


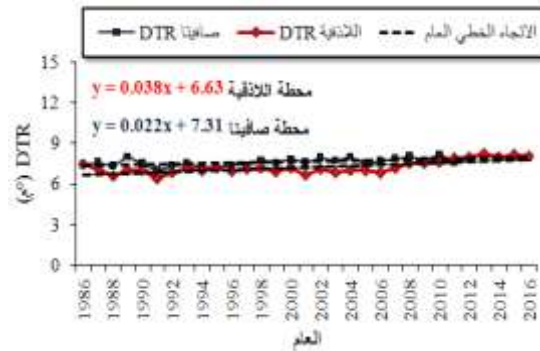
الشكل 2. الاتجاهات الخطية لسلاسل TR و SU في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016.

اتجاهات التغير لسلاسل قرائن القيمة المتطرفة:

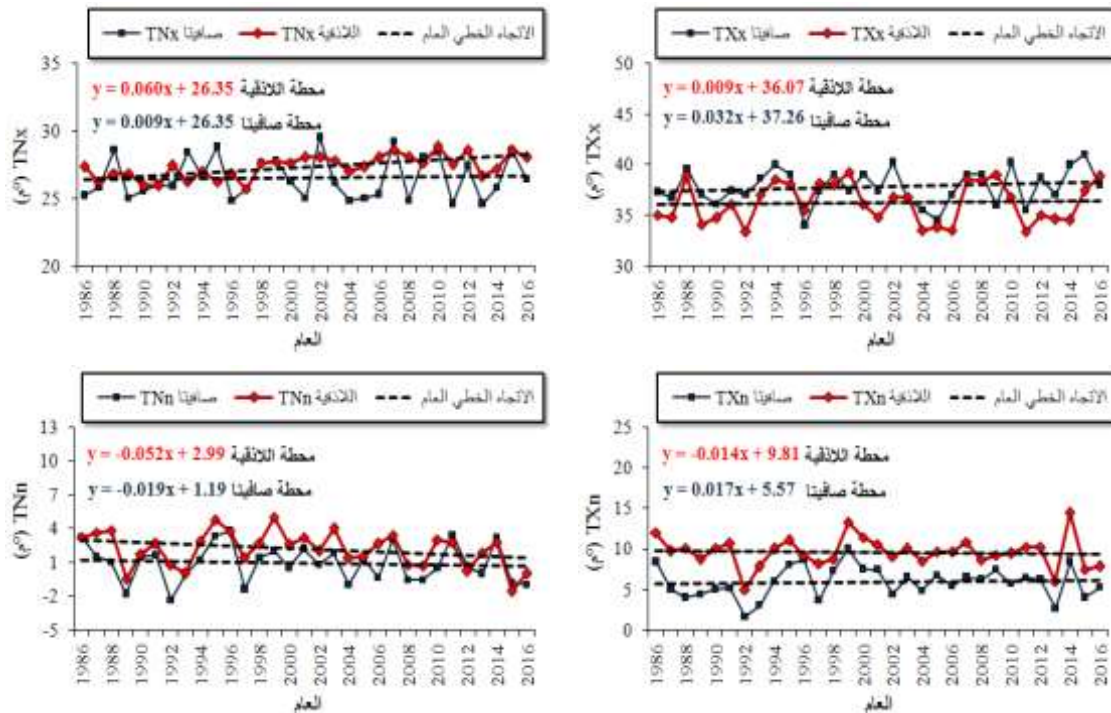
أظهرت المعدلات السنوية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى اليومية (TXa و TNa) والمدى الحراري اليومي (DTR) خلال الفترة 1986-2016 في محطتي اللاذقية وصافيتا (الشكل 3 والجدول 2)، اتجاهًا عامًا نحو الزيادة وذو دلالة معنوية واضحة. وبلغ معدل الزيادة في كل من TXa و TNa 0.77 و 0.39 م/° عقد في محطة اللاذقية، و 0.58 و 0.36 م/° عقد في محطة صافيتا، على التوالي. وكانت السنة 2010 أحر سنة في فترة الدراسة بمتوسط درجة حرارة يومية 20.3 م° في اللاذقية و 19.9 م° في صافيتا، وكانت أعلى من متوسط 1986-2016 بـ 1.4 م° في اللاذقية و 1.7 م° في صافيتا.

بلغ معدل الزيادة في قرينة DTR 0.38 م/° عقد في محطة اللاذقية و 0.22 م/° عقد في محطة صافيتا. وهذا يعود إلى احتراز درجة الحرارة العظمى على نحو أكبر من درجة الحرارة الصغرى، أي أن المتوسط السنوي للفرق بين درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى يزداد في المنطقة الساحلية وعلى نحو أكبر في السهل الساحلي. تخالف هذه النتيجة النتائج التي حصل عليها مسلماني وعبيدو (2009) في سورية، وتلك التي حصل عليها Alexander *et al.*, (2006) باستخدام البيانات العالمية اليومية لدرجة الحرارة من 1951 إلى 2003.





الشكل 3. الاتجاهات الخطية لسلاسل القرائن TXa، TNa و DTR في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016. أظهرت الأيام الأكثر دفئاً (TXx) والليالي الأكثر دفئاً (TNx) اتجاهات عاماً نحو الزيادة (الشكل 4 والجدول 2). بلغ معدل الزيادة في TXx 0.09 م/°عقد في اللاذقية و0.32 م/°عقد في صافيتا، وكان الاتجاه العام نحو الزيادة في TNx معنوياً وأكثر وضوحاً في اللاذقية بمعدل 0.6 م/°عقد وغير معنوي في صافيتا بمعدل 0.09 م/°عقد. بالمقابل أظهرت الأيام الأكثر برداً (TXn) اتجاهات عاماً غير معنوي نحو النقصان في اللاذقية ونحو الزيادة في صافيتا بمعدل -0.14 م/°عقد و0.17 م/°عقد، على التوالي. أما بالنسبة لليالي الأكثر برداً (TNn) فقد أظهرت اتجاهات عاماً نحو النقصان غير معنوي في اللاذقية وصافيتا بمعدل -0.52 م/°عقد و-0.19 م/°عقد، على التوالي. تتوافق هذه النتائج بشكل عام مع النتائج التي حصل عليها مسلماني وعبيدو (2009) و Zhang et al., (2005).

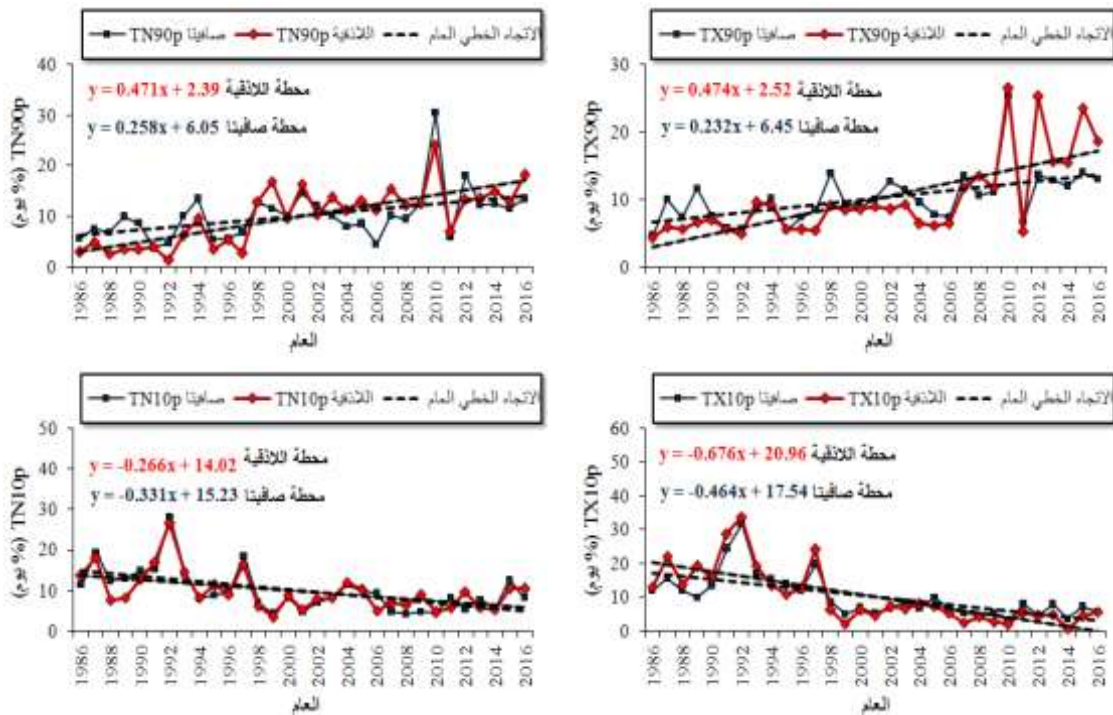


الشكل 4. الاتجاهات الخطية لسلاسل القرائن TXn، TNn، TXx و TNx في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016.

اتجاهات التغير لسلاسل القرائن النسبية:

أظهرت الأيام الدافئة (TX90p) في اللاذقية وصافيتا اتجاهات عاماً نحو الزيادة ذو دلالة معنوية بمعدل 4.74 %/عقد و2.32 %/عقد، على التوالي (الشكل 5 والجدول 2). وأظهرت المحطتين المدروستين ارتفاعاً ملحوظاً في هذه القريفة في 1999 وانخفاضاً ملحوظاً في

1992. كذلك أظهرت الليالي الدافئة (TN90p) في اللاذقية وصافيتا اتجاهًا عاماً نحو الزيادة ذو دلالة معنوية بمعدل 4.71%/ عقد و2.58%/ عقد، على التوالي. على العكس من ذلك، أظهرت الأيام الباردة (TX10p) اتجاهًا عاماً نحو النقصان ذو دلالة معنوية في اللاذقية وصافيتا بمعدل -6.76%/ عقد و-4.64%/ عقد، على التوالي. ولوحظ أنّ تكرار TX10p للعقد الأخير كان تقريباً نصف التكرار المرصود في العقد الذي سبقه. كذلك لوحظ اتجاهًا عاماً نحو النقصان ذو دلالة معنوية في الليالي الباردة (TN10p) في كل من اللاذقية وصافيتا بمعدل -2.66%/ عقد و-3.31%/ عقد، على التوالي. وكما هو الحال بالنسبة لـ TX10p، لوحظ أنّ تكرار TN10p للعقد الأخير كان فعلياً أقل من التكرار المرصود في العقد السابق له. وقد لوحظت هذه التغيرات على المستوى العربي (Donat *et al.*, 2013b) والإقليمي (Zhang *et al.*, 2005).



الشكل 5. الاتجاهات الخطية لسلاسل TN90p، TX90p، TN10p، TX10p في محطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016.

الاستنتاجات والتوصيات:

قيمت هذه الدراسة اتجاهات ثلاث عشرة قرينة لدرجات الحرارة المتطرفة في شمال غرب سورية وذلك باستخدام بيانات درجة الحرارة العظمى والصغرى اليومية لمحطتي اللاذقية وصافيتا للفترة 1986-2016. وقد أظهرت النتائج وجود اتجاهات ذات دلالة إحصائية في قرائن درجات الحرارة الموافقة لاتجاه الاحترار في المنطقة، وتجلّى ذلك بزيادة ملحوظة في تكرار الأيام الدافئة والليالي الدافئة والمدى الحراري اليومي والأيام الصيفية والليالي المدارية، وانخفاض ملحوظ في تكرار الأيام الباردة والليالي الباردة. كما أظهرت النتائج أن الفرق بين درجات الحرارة العظمى والصغرى يزداد، مما يشير إلى أن درجة الحرارة العظمى تزداد بشكل أسرع من درجة الحرارة الصغرى. إن تقييم قرائن درجات الحرارة المتطرفة واتجاهاتها قد يساعد على فهم أفضل للآثار المحتملة لتغير المناخ على الزراعة وصحة الإنسان، وعليه تشكل هذه الدراسة ركيزة لتقييم التغيرات المستقبلية الكامنة في درجات الحرارة المتطرفة في المنطقة الساحلية وفي عموم سورية. وتوصي الدراسة بمتابعة البحث ليشمل عدداً أكبر من المحطات المناخية تغطي مساحة أكبر وتتميز بفترات قياس طويلة نسبياً، بما يسمح

بالكشف عن اتجاهات درجات الحرارة المتطرفة ويساعد على إيجاد حلول للتكيف مع التغيرات الحاصلة في هذه المتطرفات والتخفيف من آثارها المتوقعة للمستقبل.

المراجع:

شيخو، طاهر (2014). اتجاهات التغير في سلاسل الهطولات السنوية والفصلية في بعض مواقع المنطقة الساحلية في سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. 36(5): 39-50.

مسلماني، يوسف ومحمد سليمان عبيدو (2009). تقييم أوجه الضعف وتدابير التكيف مع التغيرات المناخية في سورية، التقرير الختامي. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) / الهيئة العامة لشؤون البيئة (GCEA)، دمشق، سورية. (INC-SY_V&A_General Assessment). آذار 2009.

Aguilar; E.; T.C. Peterson; P. Ramírez Obando; R. Frutos; J.A. Retana; M. Solera; J. Soley; I. González García; R.M. Araujo; A. Rosa Santos; V.E. Valle; M. Brunet; L. Aguilar; L. Álvarez; M. Bautista; C. Castañón; L. Herrera; E. Ruano; J. J. Sinay; E. Sánchez; G. I. Hernández Oviedo; F. Obed; J. E. Salgado; J.L. Vázquez; M. Baca; M. Gutiérrez; C. Centella; J. Espinosa; D. Martínez; B. Olmedo; C.E. Ojeda Espinoza; R. Núñez; M. Haylock; H. Benavides; and R. Mayorga (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961-2003. *J. Geophys. Res.*, 110: D23107.

Alexander, L.V.; X. Zhang; T.C. Peterson; J. Caesar; B. Gleason; A.M.G. Klein Tank; M. Haylock; D. Collins; B. Trewin; F. Rahimzadeh; A. Tagipour; K. Rupa Kumar; J. Revadekar; G. Griffiths; L. Vincent; D.B. Stephenson; J. Burn; E. Aguilar; M. Brunet; M. Taylor; M. New; P. Zhai; M. Rusticucci; and J.L. Vazquez-Aguirre (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.*, 111: D05109.

Alexander, L.V.; P. Hope; D. Collins; B. Trewin; A. Lynch; and N. Nicholls (2007). Trends in Australia's climate means and extremes: a global context. *Aust. Meteorol. Mag.*, 56(1):1-18.

Almazroui, M.; M.N. Islam; R. Dambul; and P.D. Jones (2014). Trends of temperature extremes in Saudi Arabia. *Int. J. Climatol.* 34 : 808-826.

Cattiaux, J.; F. Chauvin; H. Douville; and A. Ribes (2018). Événements météorologiques extrêmes et changement climatique. *Encyclopédie de l'Environnement*, [en ligne ISSN 2555-0950] url: <http://www.encyclopedie-environnement.org/?p=6009>

Choi, G.; D. Collins; G. Ren; B. Trewin; M. Baldi; Y. Fukuda; M. Afzaal; T. Pianmana; P. Gomboluudev; P.T.T. Huong; N. Lias; W. T. Kwon; B.O. Boo; Y. M. Cha; and Y. Zhouc (2009). Changes in means and extreme events of temperature and precipitation in the Asia-Pacific network region, 1955-2007. *Int. J. Climatol.*, 29(13): 1906-1925.

Donat; M.G.; L.V. Alexander; H. Yang; I. Durre; R. Vose; R.J.H. Dunn; K.M. Willett; E. Aguilar; M. Brunet; J. Caesar; B. Hewitson; C. Jack; A.M.G. Klein Tank; A.C. Kruger; J. Marengo; T.C. Peterson; M. Renom; C. Oria Rojas; M. Rusticucci; J. Salinger; A.S. Elrayah; S.S. Sekele; A.K. Srivastava; B. Trewin; C. Villarreal; L.A. Vincent; P. Zhai; X. Zhang; and S. Kitching (2013a). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: the HadEX2 dataset. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118(5): 2098-2118.

- Donat, M.G.; T.C. Peterson; M. Brunet; A.D. King; M. Almazroui; R.K. Kolli; D. Boucherf; A.Y. Al-Mulla; A.Y. Nour; A.A. Aly; T.A.A. Nada; M.M. Semawi; H.A. Al Dashti; T.G. Salhab; K.I. El Fadli; M.K. Muftah; S.D. Eida; W. Badi; F. Driouech; K. El Rhaz; M.J.Y. Abubaker; A.S. Ghulam; A.S. Erayah; M. Ben Mansour; W.O. Alabdouli; J.S. Al Dhanhani; and M.N. Al Shekaili (2013b). Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long-term trends and variability related to ENSO and NAO, *Int. J. Climatol.*, 34(3): 581-592.
- Easterling, D.R.; J.L. Evans; P.Y. Groisman; T.R. Karl; K.E. Kunkel; and P. Ambenje (2000). Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 81(3): 417–425.
- Fischer, E.M.; and C. Schär (2009). Future changes in daily summer temperature variability: Driving processes and role for temperature extremes. *Climate Dyn.*, 33: 917–935.
- Fischer, E.M.; U. Beyerle; and R. Knutti (2013). Robust spatially aggregated projections of climate extremes. *Nat. Clim. Change*. 3:1033–1038.
- Folland, C.K.; T.R. Karl; J.R. Christy; R.A. Clarke; G.V. Gruza; J. Jouzel; M.E. Mann; J. Oerlemans; M.J. Salinger; and S.W. Wang (2001). Observed climate variability and change, in *Climate Change 2001: The Scientific Basis—Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 99–181, Cambridge Univ. Press, New York.
- Frich, P.; L.V. Alexander; P. Della-Marta; B. Gleason; M. Haylock; A.M.G. Klein Tank; and T.C. Peterson (2002). Observed coherent changes in climate extremes during the second half of the twentieth century. *Clim. Res.*, 19: 193–212.
- Halimatou, A.T.; T. Kalifa; and N. Kyei-Baffour (2017). Assessment of changing trends of daily precipitation and temperature extremes in Bamako and Ségou in Mali from 1961–2014. *Weather Clim. Extrem.*, 18: 8–16.
- Hertig E.; S. Seubert; and J. Jacobeit (2010). Temperature extremes in the Mediterranean area: trends in the past and assessments for the future. *Nat Hazards Earth Syst Sci.*, 10:2039–2050.
- IPCC. (2007). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC. (2013). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 203 pp.
- Katz, R.W.; and B.G. Brown (1992). Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Climatic Change*. 21: 289–302.
- Kendall, M.; and J.D. Gibbons (1990). *Rank Correlation Methods*. 5th Edition, Edward Arnold, London, 260pp.
- Kharin, V.V.; F.W. Zwiers; X. Zhang; and M. Wehner (2013). Changes in temperature and precipitation extremes in the CMIP5 ensemble. *Climatic Change*. 119: 345–357.

- Kiktev, D.; D.M.H. Sexton; L. Alexander; and C.K. Folland (2003). Comparison of Modeled and Observed Trends in Indices of Daily Climate Extremes. *J. Climate*. 16:3560-3571.
- Klein Tank, A.M.G.; and G.P. Können (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99. *J. Clim.*, 16(22): 3665–3680.
- Klein Tank, A.M.G.; T.C. Peterson; D.A. Quadir; S. Dorji; X. Zou; H. Tang; and K. Santhosh (2006). Changes in daily temperature and precipitation extremes in Central and South Asia. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 111: D16105.
- Mearns, L.O.; R.W. Katz; and S.H. Schneider (1984). Extreme high temperature events: changes in their probabilities with changes in mean temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology*. 23: 1601–1613.
- Moberg, A.; P.D. Jones; D. Lister; A. Walther; M. Brunet; J. Jacobeit; L.V. Alexander; P.M. Della-Marta; J. Luterbacher; P. Yiou; D. Chen; A. M. G. KleinTank; O. Saladie; J. Sigro; E. Aguilar; H. Alexandersson; C. Almaraza; I. Auer; M. Barriendos; M. Begert; H. Bergström; R. Böhm; C. J. Butler; J. Caesar; A. Drebs; D. Founda; F.- W. Gerstengarbe; G. Micela; M. Maugeri; H. Osterle; K. Pandzic; M. Petrakis; L. Srnec; R. Tolasz; H. Tuomenvirta; P. C. Werner; H. Linderholm; A. Philipp; H. Wanner; and E. Xoplaki (2006). Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901-2000. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 111: D22106.
- Ngo, N.S.; and R.M. Horton (2016). Climate change and fetal health: the impacts of exposure to extreme temperatures in New York City. *Environ. Res.*, 144: 158–164.
- Orlowsky, B.; and S.I. Seneviratne (2012). Global changes in extreme events: Regional and seasonal dimension. *Climatic Change*. 110: 669–696.
- Peterson, T.C.; M.A. Taylor; R. Demeritte; D.L. Duncombe; S. Burton; F. Thompson; A. Porter; M. Mercedes; E. Villegas; R.S. Fils; A.K. Tank; A. Martis; R. Warner; A. Joyette; W. Mills; L. Alexander; and B. Gleason (2002). Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 107(D21): 4601.
- Schär, C.; P.L. Vidale; D. Lüthi; C. Frei; C. Häberli; M.A. Liniger; and C. Appenzeller (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*. 427: 332–336
- Sillmann, J.; V. Kharin; F. Zwiers; X. Zhang; and D. Bronaugh (2013). Climate extremes indices in the CMIP5 *multi-model* ensemble: Part 2. Future climate projections. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118: 2473–2493.
- Stocker, T.F.; D. Qin; G.K. Plattner; L.V. Alexander; S.K. Allen; N.L. Bindoff; F.-M. Bréon; J.A. Church; U. Cubasch; S. Emori; P. Forster; P. Friedlingstein; N. Gillett; J.M. Gregory; D.L. Hartmann; E. Jansen; B. Kirtman; R. Knutti; K. Krishna Kumar; P. Lemke; J. Marotzke; V. Masson-Delmotte; G.A. Meehl; I.I. Mokhov; S. Piao; V. Ramaswamy; D. Randall; M. Rhein; M. Rojas; C. Sabine; D. Shindell; L.D. Talley; D.G. Vaughan; and S.P. Xie (2013). Technical Summary. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Solomon, S.; R. Alley; J. Gregory; P. Lemke; and M. Manning (2008). A closer look at the IPCC report. *Science*. 319(5862): 409-410.

- Vincent, L.A.T.; C. Peterson; V.R. Barros; M.B. Marino; M. Rusticucci; G. Carrasco; E. Ramirez; L.M. Alves; T. Ambrizzi; M.A. Berlato; A.M. Grimm; J.A. Marengo; L. Molion; D.F. Moncunill; E. Rebello; Y.M.T. Anunciação; J. Quintana; J.L. Santos; J. Baez; G. Coronel; J. Garcia; I. Trebejo; M. Bidegain; M.R. Haylock; and D. Karoly (2005). Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000. *J. Clim.*, 18(23): 5011–5023.
- Vogt, D.J.; K.A. Vogt; S.J. Gmur; J.J. Scullion; A.S. Suntana; S. Daryanto; and R. Sigurðardóttir (2016). Vulnerability of tropical forest ecosystems and forest dependent communities to droughts. *Environ. Res.*, 144: 27–38.
- Vose, R.S.; D.R. Easterling; and B. Gleason (2005). Maximum and minimum temperature trends for the globe: An update through 2004. *Geophys. Res. Lett.*, 32: L23822.
- Wang, X.L.; and Y. Feng (2013). RH tests V4 User Manual. <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml> (accessed on 1 October 2018).
- Wilks, S.D. (1995). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, vol. 59, International Geophysics Series, Academic Press, 467pp.
- Williams, C.J.R.; D.R. Kniveton; and R. Layberry (2010). Assessment of a climate model to reproduce rainfall variability and extremes over Southern Africa. *Theor. Appl. Climatol.*, 99(1–2): 9–27.
- Wu, Z.; N.E. Huang; J.M. Wallace; B.V. Smoliak; and X. Chen (2011). On the time-varying trend in global-mean surface temperature. *Climate Dynamics*. 37(3): 759–773.
- Zhang, X.; and F. Yang (2004). RCLimDex (1.0)—User Manual. Climate Research Branch Environment Canada Downs view, Ontario, 2004. <http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml> (accessed on 1 October 2018).
- Zhang, X.; E. Aguilar; S. Sensoy; H. Melkonyan; U. Tagiyeva; N. Ahmed; N. Kutaladze; F. Rahimzadeh; A. Taghipour; T.H. Hantosh; P. Albert; M. Semawi; M. Karam Ali; M. Halal Said Al-Shabibi; Z. Al-Oulan; Taha Zatari; I. Al Dean Khelet; S. Hammoud; M. Demircan; M. Eken; M. Adiguzel; L. Alexander; T. Peterson; and T. Wallis (2005). Trends in Middle East climate extremes indices from 1950 to 2003. *J. Geophys. Res.*, 110: D22104.
- Zhang, X.; L. Alexander; G.C. Hegerl; P. Jones; A. Klein Tank; T.C. Peterson; B. Trewin; and F.W. Zwiers (2011). Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *WIREs Clim. Chang.* 2(6): 851–870.

Trends of Daily Temperature Extremes in the Coastal Region of Syria, 1986–2016

Heven Bouzo⁽¹⁾ and Taher Cheikho^{*(1)}

(1). Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Taher Cheikho. E-mail: taher.cheikho@yahoo.fr).

Received: 20/10/2019

Accepted: 07/12/2019

Abstract

Climate change and its potential consequences are one of the major challenges facing human development in the 21st century and one of the most important environmental issues related to human life, prosperity and security. This study examined the trends in thirteen annual extreme indices of temperature over the period 1986-2016 at Lattakia and Safita in the Syrian coastal region. Analysis of annual time series trends of temperature indices using linear regression test and Man- Kendall test revealed that the coastal region is warming. Clear and significant increasing trends were found at both stations in the annual number of summer days and tropical nights, the annual average of maximum and minimum daily temperatures, warm days and warm nights and diurnal temperature range, and insignificant increasing trend in temperature of the hottest days. Clear and significant increasing trend was also found in the temperature of the warmest nights at Lattakia station. In contrast, clear significant decreasing trends were detected in the cool days and the cool nights, and insignificant decreasing trends in the temperature of the coldest nights. The temperature of the coldest days witnessed an insignificant decreasing trend at Lattakia station and an increasing trend at Safita station. Comparing the trends observed in the Syrian coast region suggests that, in general, the Lattakia station closer to the Mediterranean Sea warmed at a greater rate than Safita mountain station.

Key words: Climate extreme indices, Daily temperature, Trends, Lattakia, Safita.