



تغيرات الحرارة في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سورية وآثارها الكامنة في الغطاء النباتي

## Temperature Changes in Semi Arid, Arid and Extreme Arid Regions of Syria and Their Potential Effects on Vegetation

Received 24 May 2011 / Accepted 26 October 2011

د. ميشيل سكاف<sup>(1)</sup>، أ.د. عبد الله أبوزخم<sup>(2)</sup>، و م. شفا ميثوث<sup>(3)</sup>

- (1): قسم الحراج والبيئة - كلية الزراعة - جامعة تشرين - سورية.  
(2): قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة - كلية الزراعة - جامعة دمشق - سورية.  
(3): الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - دائرة الموارد الطبيعية - مركز اللاذقية - سورية.

### المُلخَص

يُتوقع أن تؤدي تغيرات الحرارة بفعل التسخين العام إلى زيادة الإجهاد الحراري في مختلف مناطق حوض المتوسط، ولاسيما المناطق الجافة وشديدة الجفاف التي تعدّ بالغة الأهمية تجاه تغيرات المناخ. تؤثر الحرارة في انتشار النباتات وسلوكها الفينولوجي ونشاطها الوظيفي، كما تؤدي دوراً مهماً في إنبات البذور ونمو النباتات وتكاثرها، لذلك فإن تغيرات الحرارة قد تمتلك تأثيرات كامنة في نمو الغطاء النباتي وتطوره وإنتاجيته. تم استعمال خطوط الاتجاه (Trends) مع اختبار مان-كيندال في تحليل السلاسل الزمنية الفصلية والسنوية لقيم الحرارة الجافة والصغرى والعظمى لعشر محطات تمثل المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سورية خلال الفترة من 1958 إلى 2008. واستعمل التوزيع الطبيعي (Normal distribution) لدراسة التغير في معدلات الحرارة السنوية وانحرافاتها بعد تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين متساويتين. أظهرت النتائج وجود اتجاه واضح ومعنوي نحو زيادة الحرارة الجافة خلال الفترة الدافئة من العام، الذي يعزى إلى ارتفاع الحرارة الصغرى بشكل كبير وارتفاع الحرارة العظمى بشكل أقل، وتمتلك هذه التغيرات تأثيرات واضحة في مختلف النظم البيئية.

الكلمات المفتاحية: التسخين العام، إجهاد حراري، تغير الحرارة، تغير المناخ، التوزيع الطبيعي.

### Abstract

Temperature changes resulted from global warming are predicted to increase heat stress in different regions of the Mediterranean basin, especially in the arid and extreme arid regions, which are vulnerable to climatic changes. Temperature effects on plants spread, their phenological and physiological behaviors, it plays a sig-

©2013 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Land, All rights reserved - ISSN 2305- 5243.

nificant role in seed germination and plant reproduction, so temperature changes will have potential effects on vegetation growth and development. The Mann-Kendal test is used to detect trends in maximum, minimum and mean seasonal , annual temperature data for ten semi-arid, arid and extreme arid Syrian stations during the period 1958-2008. Time series is divided into two equal periods and normal distribution was also used to detect the changes in mean annual temperature data and their variance. The results showed a significant increase in mean temperature which mainly related to the increase in minimum temperature than the maximum one during the warm period of the year. These changes will have important effects on all ecosystems.

**Keywords:** Global warming, Heat stress, Temperature changes, Climate changes, Normal distribution.

## المقدمة

تعد الحرارة أحد العوامل المحددة والمنظمة لتوزيع النباتات ونموها وإنتاجيتها، وأحد أهم عوامل التغير في نشاطها الفسيولوجي مكانياً وزمانياً (Berry و Bjorkman، 1980، Larcher، 2003). تؤثر الحرارة في مختلف مكونات الخلية النباتية وفي طيف واسع من العمليات الاستقلابية، لذلك يمكن أن تسبب تغيراتها إجهاداً متباين الشدة تبعاً لدرجة التغير واستمراريته، وعادةً يمكن أن تتعرض النباتات لأربعة أنماط من الإجهاد الحراري (Heat stress) وهي:

- مستويات الحرارة المرتفعة والمستمرة.

- الصدمة الحرارية.

- البرودة فوق الصفر النووي.

- والتجمد دون مستوى الصفر النووي. (Sung و Zmlaؤه، 2003).

يُعد ارتفاع الحرارة بفعل التسخين العام (Global Warming) المرافق مع تكرار القيم المتطرفة أحد أهم التغيرات المناخية المتسارعة في وقتنا الراهن. لقد بلغ معدل ارتفاع الحرارة السطحية نحو 0.2 م° لكل عقد خلال الثلاثين سنة الماضية (Hansen و Zmlaؤه، 2006). وترافق ذلك بشكل خاص مع زيادة تكرار قيم الحرارة العظمى المتطرفة (Easterling و Zmlaؤه، 2000، IPCC، 2007). تتعرض النباتات بشكل مستمر لتغيرات في الحرارة وغيرها من عوامل الوسط اللاحيائية التي تؤثر سلباً في نموها وتطورها وإنتاجيتها (Boyer، 1982). ويعد الإجهاد الحراري العائد إلى ارتفاع درجة الحرارة بفعل التسخين العام من العوامل المهمة المهتدة لإنتاج المحاصيل الزراعية في العالم أجمع (Porter، 2005). ولاسيما أن الكثير من الخسائر الفادحة في الزراعة في مختلف المناطق يرتبط بارتفاع الحرارة الذي يترافق غالباً مع الجفاف (Drought) أو الإجهادات اللاحيائية الأخرى (Mittler، 2006). تعد ردود فعل النباتات تجاه الحرارة المرتفعة وإمكانية بقائها تحت هذه الظروف أحد الظواهر بالغة التعقيد (Kotak و Zmlaؤه، 2007)، ولاسيما أن لارتفاع الحرارة تأثيرات فينولوجية

(Parmesan و Yohe، 2003، Menzel و Zmlaؤه، 2006)، وتشريحية (Anon و Zmlaؤه، 2004)، وفسيولوجية (Morales و Zmlaؤه، 2003، Haldimann و Feller، 2005) إضافة إلى دورها في تعديل أنظمة الاضطراب كالأضرار والحشرات وغيرها (Harvell و Zmlaؤه، 2002)، وتعزيز تأثيرات نقص الماء (Dubey، 1997، Stoyanova و Yordanov، 1999)، وتغير العلاقات التبادلية بين الأنواع (Hughes، 2000). من جهة أخرى، تؤدي الحرارة المرتفعة قبل أو خلال مرحلة الإزهار إلى ضعف الإخصاب وانخفاض نسبة العقد وتشكل الثمار نتيجة تأذي حبات اللقاح والماء، ويؤدي التعرض إلى درجات الحرارة المرتفعة خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ضعف الامتلاء وتراجع وزن الحبوب ومن ثم تدني إنتاجية المحصول (Guilioni و Zmlaؤه، 2003)، وقد لوحظ منذ سنوات عديدة أن تثبيط عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis) بفعل الإجهاد الحراري يحدث سواء بوجود التنفس الضوئي (Photorespiration) أو عدمه في نباتات C3 و C4 (Crafts-Brander و Salvucci، 2000). ولا يقتصر ضرر الحرارة المرتفعة على تثبيط عملية التمثيل الضوئي بل يتعداه إلى إحداث خلل في العلاقة بين التمثيل الضوئي والتنفس، حيث يتناقص معدل التمثيل الضوئي ويزداد معدل التنفس (Respiration)، بنوعيه الضوئي والظلامي تحت ظروف ارتفاع درجة الحرارة (Larcher، 2003). الأمر الذي ينعكس سلباً على صافي التمثيل الضوئي ومن ثم على نمو الغطاء النباتي وإنتاجيته. يتضح مما تقدم أهمية تقدير التغيرات الفصلية والسوية لقيم الحرارة (الجافة، والعظمى، والصغرى) في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سورية، ولاسيما أن هذه المناطق تقع تحت إجهاد حراري واضح يمتد لفترات طويلة من كل عام، إضافة إلى توقع الدراسات الحديثة ونماذج التنبؤ بزيادة الإجهاد الحراري خلال العقود القادمة في منطقة حوض المتوسط (Giorgi و Lionello، 2008).

تركزت أهداف هذا البحث في تحديد اتجاه ومقدار تغير القيم الفصلية والسوية للحرارة الجافة والعظمى والصغرى، وتقدير معنوية هذا التغير في عشر محطات تمثل المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف من سورية.

يُعد اختبار مان-كيندال من الاختبارات اللاخطية المهمة المستعملة على نطاق واسع للتحقق من وجود معنوية محتملة في اتجاهات السلاسل الزمنية في الكثير من الدراسات البيئية والمناخية (Sneyers, 1990, Murat, 1990) وزملاؤه، (1996). وتُعطى معادلة Mann-Kendal بالعلاقة الرياضية الآتية (Gibbons و Kendall, 1990):

$$Z_c = \frac{s - 1}{\sqrt{\text{var}(s)}} \quad S > 0$$

$$Z_c = \frac{s + 1}{\sqrt{\text{var}(s)}} \quad S = 0$$

$$Z_c = \frac{s + 1}{\sqrt{\text{var}(s)}} \quad S < 0$$

$$s = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n a_{ij} \quad \text{حيث:}$$

$n$ : طول السلسلة الزمنية

$$a_{ij} = \text{Sign}(x_j - x_i) = \text{Sign}(R_j - R_i) =$$

$$x_i < x_j \quad 1$$

$$x_i = x_j \quad 0$$

$$x_i > x_j \quad -1$$

$R_j - R_i$  تمثل رتب المتغيرين على التوالي

يُعد اختبار Anderson-Darling Modified Kolmogorov-Semenov Test أحد الاختبارات المهمة المستعملة لمعرفة فيما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي أم لا، حيث تحدد قيمة  $p$  طبيعة توزيع العينة المدروسة، فإذا كانت  $p > 0.05$  فهذا يعني أن التوزيع المدروس لا يختلف معنوياً عن التوزيع الطبيعي، وتقبل الفرضية الصفرية التي تنص على أن جميع البيانات المدروسة خاضعة للتوزيع الطبيعي (Stephens, 1974).

اختبار التوزيع الطبيعي (Normal Distribution):

تعطى معادلة التوزيع الطبيعي لمجموعة بيانات متوسطها الحسابي ( $\mu$ ) وانحرافها المعياري ( $\sigma$ ) بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

حيث:  $x \in ]-\infty, \infty[$

إضافة إلى تقدير الآثار الكامنة للتغير في أهم المزروعات والغطاء النباتي الرعوي. لم يتم التطرق في هذا البحث إلى تحليل قيم الحرارة المطلقة العظمى والصغرى لأنه سيكون موضوع بحث مستقل يخص الظواهر الحرارية المتطرفة.

## مواد البحث وطرائقه

تم إنجاز البحث باستعمال معطيات مناخية شهرية لقيم الحرارة الجافة والعظمى والصغرى لعشر محطات تمثل المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف في سورية لفترة رصد امتدت لخمسین عاماً (1958 إلى 2008)، ويبين الجدول 1 إحصائيات المحطات المختارة.

الجدول 1. الإحصائيات الجغرافية للمحطات المختارة.

التصنيف المناخي	الارتفاع (م)	خط العرض	خط الطول	المحطة
شبه جافة	449.0	37° 01' 54"	41° 12' 14"	القامشلي
	385.0	36° 11' 02"	37° 13' 40"	حلب
جافة	575.0	32° 85' 00"	36° 25' 00"	إزرع
	348.0	36° 42' 00"	38° 57' 00"	تل أبيض
	307.0	36° 30' 14"	40° 42' 58"	الحسكة
	250.0	35° 54' 00"	39° 59' 40"	الرقبة
	620.0	33° 05' 00"	36° 47' 10"	خرابو
شديدة الجفاف	215.0	35° 16' 58"	40° 10' 05"	دير الزور
	400.0	34° 33' 27"	38° 17' 49"	تدمر
	1333.0	34° 03' 36"	36° 71' 00"	التيك

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية (1977).

استُخرجت المتوسطات الفصلية والسنوية لكل عام بعد جدول القيم ضمن سنوات مناخية تبدأ من أيلول/سبتمبر وتنتهي في آب/أغسطس، وذلك من أجل التحليل الصحيح لقيم فصل الشتاء، ولاسيما أن حرارة المواسم تتباين بشكل كبير بين عام وآخر، وتم تحليل السلاسل الزمنية لقيم الحرارة المدروسة بطريقتين:

• الأولى: باستعمال خطوط الاتجاه (Tends) مع اختبار مان - كانديل (Mann-Kendall Test) لتحديد اتجاه ومقدار التغير في قيم الحرارة الفصلية والسنوية وتحديد معنوية التغير.

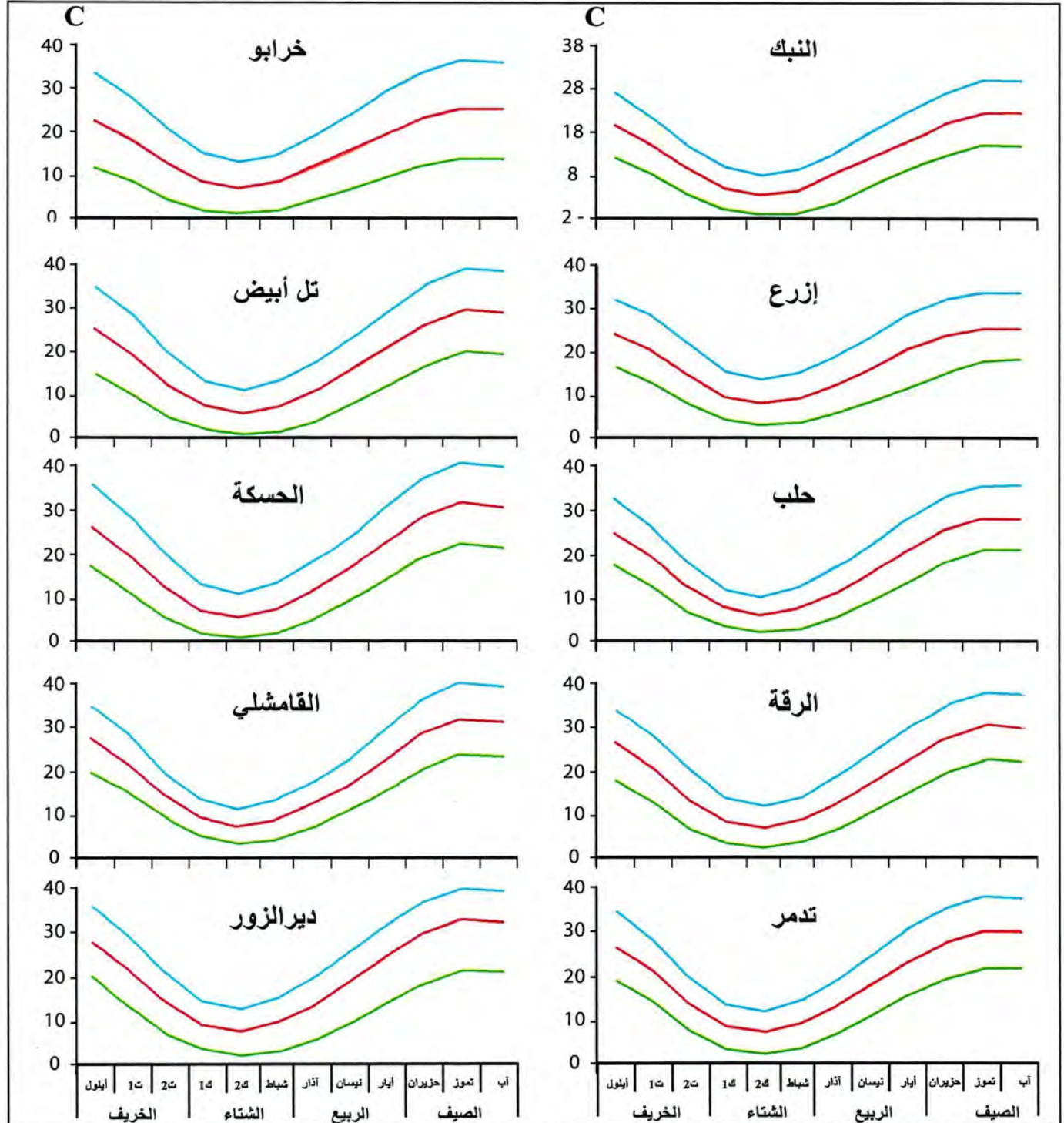
• الثانية: باستعمال التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) من خلال تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين متساويتين، وذلك بعد تطبيق اختبار التوزيع الطبيعي (Normality Test) على السلاسل الزمنية للقيم السنوية للحرارة المدروسة، الأمر الذي يسمح بالتحقق من وجود انزياح في المعدلات وتغير التوزيع الاحتمالي للقيم.

## النتائج والمناقشة

### 1 - دراسة الظروف الحرارية لمناطق الدراسة:

الحرارة السنوية لكل محطة، والتي تعطي صورة شاملة عن الظروف الحرارية للمنطقة (الشكل 1). ويُلاحظ أنه على الرغم من تشابه المسارات الحرارية للمناطق المدروسة فإن هناك اختلافاً واضحاً في مستويات الحرارة وفي قيم كل من المدى الحراري السنوي، وعامل القارية (M-m). وتتفاوت قيم الحرارة الجافة بشكل كبير بين الصيف والشتاء، ومع ذلك فإنها ترتفع فوق مستوى 10م° خلال فترة طويلة من العام في جميع المحطات، مع

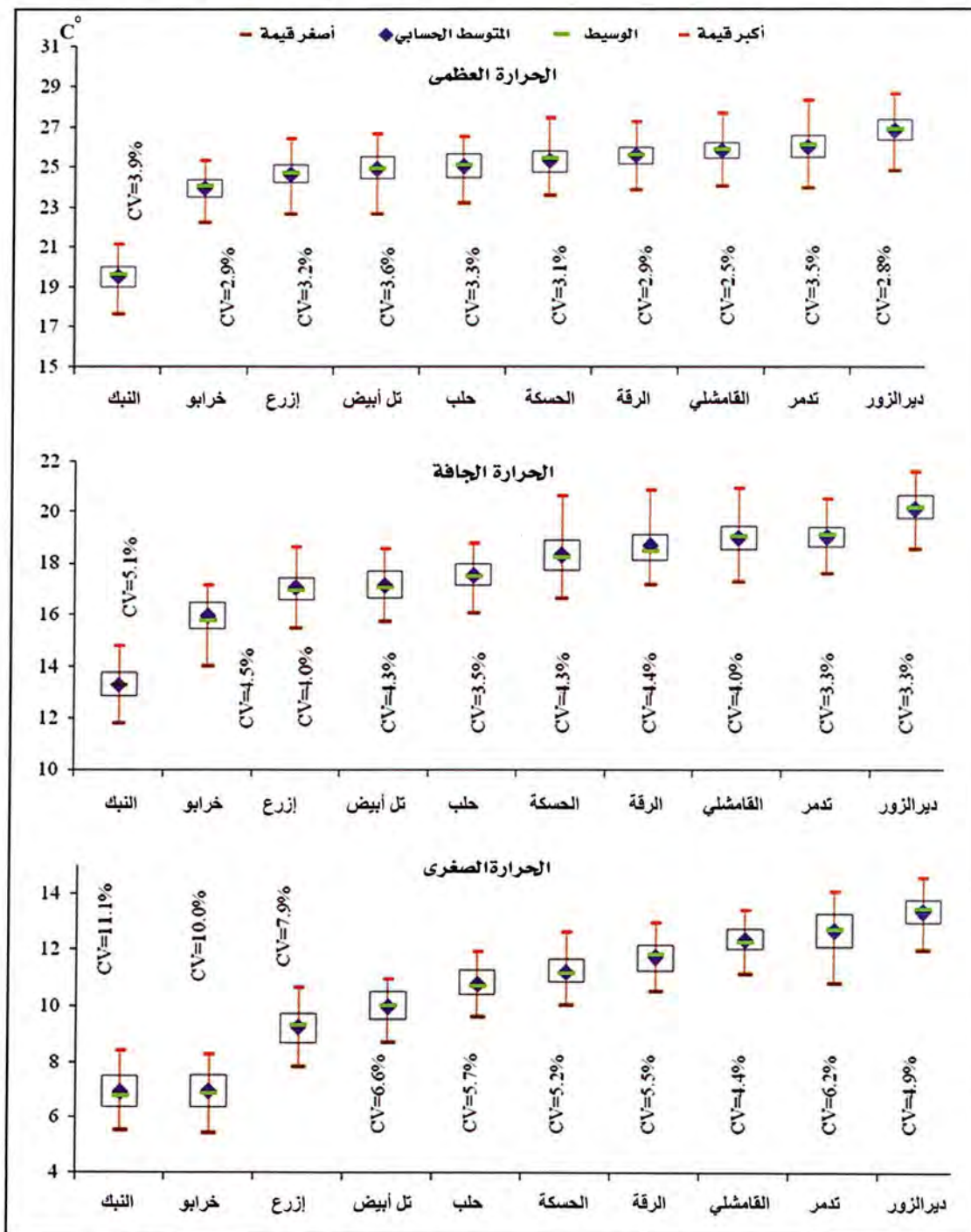
تمّ حساب المعدلات الشهرية لقيم الحرارة العظمى والجافة والصغرى لفترة الدراسة (1958 - 2008) للمحطات العشر من أجل تحديد مسارات



الشكل 1 . المسارات السنوية لدرجات الحرارة العظمى والجافة والصغرى استناداً إلى المعدلات الشهرية المحسوبة للفترة من 1958 إلى 2008 في المحطات المدروسة.

كل منها، حيث يلاحظ أن مجال تباين المتوسطات السنوية كان محدوداً نسبياً ويختلف من محطة إلى أخرى، كما يختلف بشكل ملحوظ بين الحرارة العظمى والصغرى التي تبدي تبايناً أكبر نظراً للتفاوت الكبير بين درجات الحرارة المتدنية بين المواسم المختلفة خلال الفترة الباردة من العام. ويتضح ذلك أيضاً من خلال قيم معامل التغير التي تراوحت بين 2.5% في القامشلي و 3.9% في النبك بالنسبة للحرارة العظمى، في حين تراوحت بين 4.4% في القامشلي و 11.1% في النبك بالنسبة للحرارة الصغرى.

ملاحظة أن أعلى مستوى لها كان في دير الزور، وأقل مستوى في النبك، ويختلف المدى الحراري السنوي بين المحطات حيث يأخذ أعلى قيمة له في الحسكة (26.2 م°) وأقل قيمة في إزرع (17.8 م°). ويتضح من مسارات الحرارة العظمى والصغرى أن أعلى قيمة لعامل القارية سجلت في الحسكة (39.7 م°) تليها تل أبيب (38.7 م°)، أما أقل قيمة فكانت في النبك وإزرع (31.4 م°). ويظهر الشكل 2 معدلات الحرارة السنوية العظمى والجافة والصغرى في المحطات العشر المختارة مع مجالات تغير



الشكل 2. الخصائص الإحصائية لقيم الحرارة السنوية في المحطات المدروسة خلال الفترة من 1958 إلى 2008.

## 2 - دراسة تغيرات الحرارة الفصلية والسنوية باستعمال خطوط الاتجاه:

### • تغيرات الحرارة الجافة:

يتضح من نتائج تحليل السلاسل الزمنية لمتوسطات الحرارة الجافة (الفصلية والسنوية) للمحطات العشر المدروسة خلال الفترة من 1958 إلى 2008 والمبيّنة في الجدول 2 وجود تزايد واضح ومعنوي في متوسطات الحرارة السنوية لجميع المحطات يتراوح بين 0.14 م° و 0.3 م° لكل عقد، وهذه الزيادة في متوسطات الحرارة السنوية ناتجة عن وجود اتجاه واضح نحو ارتفاع الحرارة لجميع الفصول عدا الشتاء، وقد كان ارتفاع حرارة الصيف هو الأعلى والأكثر معنوية في جميع المحطات، حيث تراوحت الزيادة بين 0.28 م° و 0.46 م°، لكل عقد، وتزايدت أيضاً حرارة الربيع بمقدار 0.17 م° إلى 0.36 م° /عقد وبمعنوية مختلفة لثمانى محطات، أما حرارة الخريف فقد تزايدت بشكل معنوي في جميع المحطات، ولكن بتفاوت أكبر بالمقارنة مع الصيف والربيع، حيث تراوحت الزيادة بين 0.12 م° و 0.57 م° لكل عقد. ونظراً لتفاوت مستويات الحرارة الجافة بين الفصول والمحطات، فقد تمّ حساب النسب المئوية للتغير لكامل فترة الدراسة وذلك لتقدير حجم التغير النسبي لكل منطقة كما هو موضح في الجدول 2، حيث يظهر التغير الكبير لمحطة النيبك بالمقارنة مع المحطات الأخرى، ويعود ذلك إلى الارتفاع الكبير في درجة الحرارة، إضافة إلى أن مستوى الحرارة في هذه المنطقة كان أقل من المناطق الأخرى ما جعل حجم التغير أكبر.

### • تغيرات الحرارة العظمى:

يتبين من نتائج تحليل المتوسطات الفصلية والسنوية للحرارة العظمى خلال الفترة 1958 إلى 2008 (الجدول 3) أن هناك تزايداً في المعدلات السنوية للحرارة العظمى في جميع المحطات عدا الرقعة، إلا أن هذا التغير لم

يكن معنوياً إلا في خمس محطات فقط، أما على مستوى التغيرات الفصلية فيلاحظ اتجاه نحو الزيادة في معدلات الحرارة العظمى لفصل الصيف في جميع المحطات عدا الرقعة وبمعنوية عالية لست محطات، وعلى الرغم من الاتجاه نحو الزيادة في جميع المحطات لفصل الربيع فإن هذا التغير كان غير معنوي إلا في ثلاث محطات فقط. من جهة أخرى، لم تُظهر درجة الحرارة العظمى لفصل الخريف اتجاهها واضحاً للتغير إلا في النيبك، حيث تزايدت بمقدار 0.18 م° لكل عقد، في حين لم يظهر أي اتجاه واضح للتغير خلال فصل الشتاء كما هو الحال بالنسبة لدرجة الحرارة الجافة.

الجدول 3. اتجاه ومقدار التغير في معدلات الحرارة العظمى الفصلية والسنوية في المحطات المدروسة للفترة الممتدة بين 1958 و 2008.

المحطة	الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف		السنوي	
	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد
النيبك	0.18*	0.15	0.34**	0.32***	0.25***	0.12*	0.00	0.23*	0.23	0.16*
خرابو	0.00	0.02	0.23	0.29*	0.12*	0.09	0.01	0.01	0.01	0.10
إزرع	0.09	0.06	0.01	0.18	0.12*	-0.03	0.06	0.27**	0.18	0.16*
تل أبيض	-0.03	0.06	0.01	0.18	0.12*	-0.02	0.01	0.22*	0.19	0.10
حلب	-0.02	0.01	0.01	0.19	0.10	0.11	0.02	0.41***	0.34*	0.22**
الحسكة	0.11	0.02	0.02	0.34*	0.22**	0.09	-0.10	-0.004	0.14	-0.01
الرقعة	-0.09	-0.10	-0.10	0.14	-0.01	0.05	0.05	0.22	0.27	0.15
القامشلي	0.05	0.05	0.05	0.27	0.15	0.02	0.37	0.22	0.22	0.14
تدمر	0.02	-0.05	-0.05	0.22	0.14	0.04	0.02	0.26	0.26	0.13
دير الزور	0.04	-0.06	-0.06	0.26	0.13					

\*\*\* المعنوية عند 0.001، \*\* المعنوية عند 0.01، \* المعنوية عند 0.05، + المعنوية عند 0.1.

الجدول 2. اتجاه ومقدار التغير (%) في متوسطات الحرارة الجافة الفصلية والسنوية في المحطات المدروسة للفترة الممتدة من 1958 إلى 2008.

المحطة	الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف		السنوي	
	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد	قيمة	التغير/عقد
النيبك	-0.50	8.89	0.12	14.94	0.36***	15.93	0.46***	11.20	0.30***	11.98
خرابو	0.33	5.42	-0.02	1.34	0.18	6.18	0.30**	6.45	0.14*	4.50
إزرع	0.66	8.46	-0.001	0.06	0.20*	6.49	0.29***	6.07	0.16*	4.81
تل أبيض	3.94	53.84	-0.02	1.52	0.17	5.57	0.35***	6.45	0.17**	5.09
حلب	6.69	81.74	0.06	4.41	0.24**	7.73	0.45***	8.46	0.25***	7.41
الحسكة	5.21	91.05	0.10	7.85	0.20+	6.08	0.27***	4.55	0.22**	6.21
الرقعة	-1.85	26.45	0.07	4.77	0.16+	4.61	0.24***	4.89	0.26**	7.23
القامشلي	0.47	4.17	0.14	9.48	0.33**	10.36	0.30**	5.05	0.24**	6.54
تدمر	1.67	39.82	0.01	0.61	0.33***	9.46	0.43***	7.70	0.25***	6.81
دير الزور	4.28	177.59	-0.04	2.35	0.25***	6.78	0.34***	5.52	0.16***	4.07

\*\*\* المعنوية عند 0.001، \*\* المعنوية عند 0.01، \* المعنوية عند 0.05، + المعنوية عند 0.1.

• تغيّرات الحرارة الصغرى:

المناطق عدا الرقة التي لم تشهد ازدياداً في درجات الحرارة العظمى، ويعود السبب في ذلك إلى وجود بحيرة الأسد في الجهة الغربية من المنطقة، وإلى الخصائص العامة لوردة الرياح. حيث يغلب الاتجاه الغربي على الرياح التي تهب على الرقة خلال معظم فترات العام (المديرية العامة للأرصاد الجوية، 1977)، الأمر الذي يؤدي إلى توافر مصدر دائم لزيادة رطوبة الهواء، مما يحدّ من ارتفاع درجة الحرارة نهائياً (نظراً للحرارة النوعية المرتفعة للماء). ويبين الجدول 5 أن الزيادة في متوسطات درجة الحرارة الجافة خلال الفترة الثانية تراوحت بين 0.32 و 0.89 م° بحسب المناطق، ويلاحظ أن هذه الزيادة في المعدل قد ترافقت مع وجود زيادة في الانحراف المعياري في بعض المحطات. كما يوضّح الشكل 3 تغيّرات درجة الحرارة الجافة في أربع محطات، حيث يظهر الانزياح في المعدل في دير الزور وتدمر والنبك وفي كلّ من المعدل والانحراف في الرقة، كما يُظهر الشكل 4 تغيّرات الحرارة العظمى في القامشلي وتدمر، حيث يظهر الانزياح الواضح في معدّل كلّ منهما.

الجدول 5. التغيّرات في قيم المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لدرجات الحرارة الجافة والعظمى والصغرى بين الفترتين من 1958 إلى 1983 و 1984 إلى 2008 في المحطات المدروسة.

المحطة	الحرارة العظمى		الحرارة الصغرى		الحرارة الجافة	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
النبك	0.80 +	0.08 -	1.01 +	0.17 +	0.89 +	0.02 +
خرابو	0.54 +	0.08 -	0.47 +	0.08 +	0.51 +	0.03 -
إزرع	0.50 +	0.02 -	0.15 +	0.25 +	0.32 +	0.27 +
تل أبيض	0.38 +	0.01 -	0.39 +	0.08 -	0.44 +	0.05 +
حلب	0.29 +	0.01 +	0.68 +	0.001 +	0.63 +	0.01 -
الحسكة	0.66 +	0.11 +	0.36 +	0.03 -	0.57 +	0.21 +
الرقة	0.01 -	0.09 -	0.58 +	0.004 +	0.63 +	0.34 +
القامشلي	0.42 +	0.01 +	0.89 +	0.02 +	0.75 +	0.15 +
تدمر	0.39 +	0.001 -	0.57 +	0.03 +	0.65 +	0.001 -
دير الزور	0.48 +	0.11 -	0.56 +	0.04 -	0.85 +	0.02 +

تبدي الحرارة العظمى انزياحاً واضحاً نحو الزيادة خلال الفترة الثانية في جميع المحطات عدا الرقة وبمقدار يتفاوت بين 0.29 و 0.8 م°، إلا أن هذه الزيادة لم ترافق مع زيادة في الانحراف إلا في الحسكة، (الجدول 5). ويتضح من الجدول نفسه أن الزيادة في درجة الحرارة الصغرى خلال الفترة الثانية تشمل جميع المحطات وتتراوح بين 0.15 و 1.01 م°، إلا أن هذه الزيادة لا تقرن بوجود زيادة في الانحراف إلا في محطتين فقط. ويبين الشكل 5 مثالاً عن تغيّرات درجة الحرارة الصغرى في ثلاث محطات، حيث تظهر كلّ من القامشلي وخرابو تغيّراً في المعدل مع وجود انزياح أكبر وأكثر وضوحاً في القامشلي، أما بالنسبة للنبك فقد تبين وجود انزياح كبير في المعدل يترافق مع زيادة واضحة في الانحراف المعياري.

تُظهر نتائج تحليل السلاسل الزمنية لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة البيئية في الجدول 4 وجود ارتفاع واضح ومعنوي في المعدلات السنوية للحرارة الصغرى في جميع المحطات يتراوح بين 0.15 و 0.37 م° لكل عقد، ويتضح من التغيّرات الفصلية أن هذا الارتفاع ناتج عن تزايد معدلات الحرارة الصغرى خلال فصل الصيف بالدرجة الأولى، حيث تراوحت الزيادة بين 0.27 و 0.62 م° لكل عقد وبمستوى معنوية مرتفع لجميع المحطات، وكذلك فصل الخريف بوجود زيادة معنوية لتسع محطات. أما بالنسبة لفصل الربيع فقد كانت الزيادة واضحة في ست محطات فقط. وكما هو الحال بالنسبة للحرارة العظمى والجافة فإن فصل الشتاء لم يبد أي اتجاه واضح للتغيّر في قيم درجة الحرارة الصغرى.

الجدول 4. اتجاه ومقدار التغيّر في معدلات الحرارة الصغرى الفصلية والسنوية في المحطات المدروسة وللفترة الممتدة من 1958 إلى 2008.

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	السنوي
قيمة التغيّر/عقد	قيمة التغيّر/عقد	قيمة التغيّر/عقد	قيمة التغيّر/عقد	قيمة التغيّر/عقد	قيمة التغيّر/عقد
النبك	0.34***	0.12	0.42***	0.62***	0.37***
خرابو	0.22*	- 0.08	0.13	0.37**	0.16*
إزرع	0.13	- 0.17 <sup>+</sup>	0.05	0.34***	0.16*
تل أبيض	0.29**	- 0.13	0.08	0.40***	0.16*
حلب	0.31***	- 0.05	0.23***	0.52**	0.25***
الحسكة	0.31**	0.02	0.004	0.27***	0.15*
الرقة	0.29***	- 0.004	0.14 <sup>+</sup>	0.47***	0.22***
القامشلي	0.28**	0.07	0.27**	0.49***	0.28***
تدمر	0.18*	- 0.05	0.27***	0.40***	0.20***
دير الزور	0.18*	- 0.03	0.20**	0.40**	0.18***

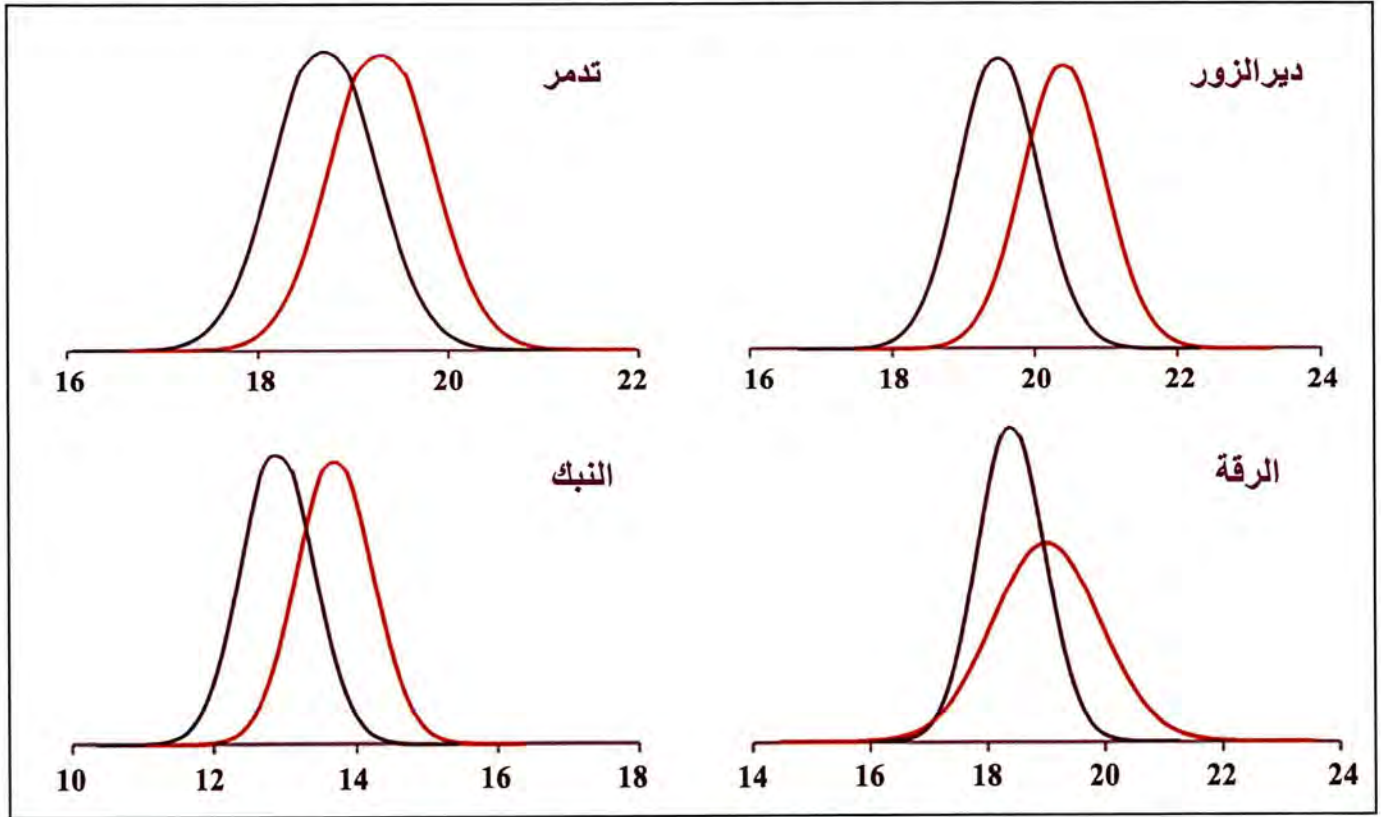
\*\*\* المعنوية عند 0.001، \*\* المعنوية عند 0.01، \* المعنوية عند 0.05، + المعنوية عند 0.1.

3 - دراسة تغيّرات درجة الحرارة السنوية باستخدام التوزع الطبيعي (Normal distribution):

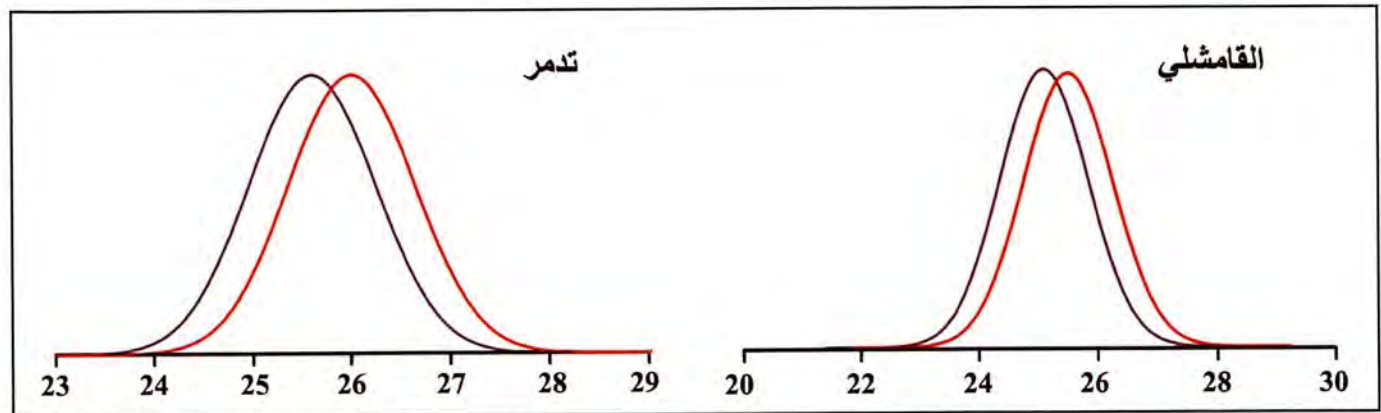
يتضح من تطبيق اختبار (Anderson-Darling) على متوسطات درجة الحرارة السنوية العظمى والجافة والصغرى للفترتين من 1958 إلى 1983 ومن 1983 إلى 2008 أن القيم في جميع المحطات تتبع التوزع الطبيعي، حيث تزيد قيم p المحسوبة عن 0.05. لقد سمح استعمال التوزع الطبيعي بعد تقسيم فترة الدراسة إلى فترتين متساويتين بتقدير الانزياح الحاصل في متوسطات درجة الحرارة العظمى والجافة والصغرى كما هو موضح في الجدول 5، حيث يُلاحظ أن هناك انزياحاً واضحاً باتجاه الزيادة في قيم درجة الحرارة العظمى والجافة والصغرى خلال الفترة الثانية لجميع

النباتات في امتصاص الأشعة الفعالة في عملية التمثيل الضوئي (PAR)، وتراجع تثبيت الكربون (Ston, 2001). الأمر الذي ينعكس سلباً على إنتاجية المحاصيل والمراعي الطبيعية وطول فترة الرعي، ولاسيما أن التأثير المتبادل للحرارة المرتفعة والإضاءة (الاتجاه نحو المجال الحراري من 20 إلى 35 م° و 16 ساعة إضاءة) يؤدي دور المحدد الأول لدخول الكثير من النباتات المعمرة في طور السكون الصيفي كأشباه الحوليات (Larcher, 2003)، مثل القبا السينائي (*Poa sinatica*)، الذي يشكل نسبة كبيرة في التغطية النباتية للمناطق الجافة وشديدة الجفاف والقبا البصيلي (*P. bulbosa*)، والذي يغطي مساحات كبيرة من المناطق شبه الجافة والجافة في سورية.

يتضح من كل ما تقدم أن هناك ارتفاعاً واضحاً في مستويات الحرارة خلال الفترة الدافئة من العام، التي يتوقع أن تؤدي إلى تبديل العديد من الظواهر البيولوجية كنمو وتطور النباتات وتكاثرها وانتشار الحشرات والأمراض. تعد الحرارة العنصر المحدد الأول لواعيد ظهور الأطوار الفينولوجية في النباتات (Menzel وزملاؤه، 2005؛ Cleland وزملاؤه، 2008). لذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة سوف يؤدي إلى تغيرات فينولوجية ذات طيف واسع من التأثيرات البيئية والزراعية والصحية والاقتصادية. يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تقليل فترات المراحل التطورية، ما يقود إلى تقصير موسم النمو وتراجع حجم أجزاء النبات الهوائية، ما يؤثر سلباً في كفاءة



الشكل 3. الاختلافات في معدلات الحرارة الجافة والمحسوبة وفق التوزيع الطبيعي بين الفترتين من 1958 إلى 1983 و 1984 إلى 2008 في أربع محطات مختارة.



الشكل 4. الاختلافات في معدلات الحرارة العظمى والمحسوبة وفق التوزيع الطبيعي بين الفترتين من 1958 إلى 1983 و من 1984 إلى 2008 في القامشلي وتدمر.



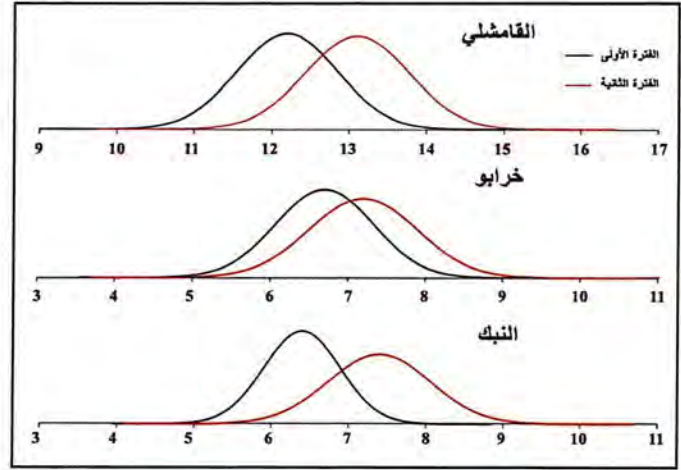
Sorghum (Ashraf وHafez, 2004) وفي نوعية الحبوب، ولاسيما من حيث محتواها من النشاء (Wilhelm وزملاؤه، 1999). ويمكن أيضاً أن تتأثر بارتفاع حرارة الصيف والخريف الكثير من الشجيرات الرعوية المهمة المنتشرة في المناطق الجافة كـ بعض الأنواع التابعة للعائلة المركبة (Compositae) مثل الشيح العشبي الأبيض (*Artemisia herba*) (-) والعائلة الرمرامية (Chenopodiaceae) مثل الروثة (*Haloxylon albax*)، والبيتنة (*Salsola vermiculata*)، والرمث (*Haloxylon salicornicum*)، وأنواع الرغل (*Atriplex* sp.) وغيرها التي تقوم بتشكيل ثمارها في أواخر الصيف وبداية الخريف.

يؤثر ارتفاع الحرارة في المحتوى المائي للنبات، ولاسيما تحت ظروف الإجهاد المائي، حيث يؤدي إلى حدوث اضطراب في العلاقات المائية للأوراق وفي الناقلية المائية للجذور (Morales وزملاؤه، 2003). كما يعمل الإجهاد الحراري على تقليل الناقلية المسامية (Stomatal Conductance)، الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل انتشار  $CO_2$  فيتراجع معدل التمثيل الضوئي مقابل التنفس الأمر الذي يؤدي إلى تناقص صافي معدل التمثيل الضوئي (Net Assimilation Rate) عند العديد من الأنواع النباتية (Morales وزملاؤه، 2003، Haldimann وFeller، 2005)، مما ينعكس سلباً على نمو الغطاء النباتي وإنتاجيته.

لا تقتصر التأثيرات السلبية لارتفاع درجة الحرارة في تثبيط عملية التمثيل الضوئي بل تتجاوز ذلك إلى إحداث خلل في العلاقة بين التمثيل الضوئي والتنفس، حيث يقع المجال الحراري الأمثل للتنفس عند مستويات حرارية أعلى مما هي عليه بالنسبة للتمثيل الضوئي (Larcher، 2003)، لذلك يؤدي ارتفاع الحرارة إلى تناقص التمثيل الضوئي وزيادة التنفس بنوعيه الضوئي والظلامي (Gratani وزملاؤه، 2008)، والذي يؤدي إلى تراجع صافي التمثيل الضوئي (Net Ecosystem Exchange) وينعكس مباشرة على إنتاجية الأنواع النباتية.

يُعد انخفاض الحرارة ليلاً إلى مستويات غير مؤذية للنبات أمراً إيجابياً، حيث يؤدي إلى زيادة الإنتاجية الأولية بسبب تراجع الهدم الناتج عن التنفس، لذلك فإن ارتفاع الحرارة الصغرى خلال الربيع والصيف والخريف (الذي ظهر بشكل واضح من خلال النتائج) يؤثر سلباً في معدل صافي التمثيل الضوئي.

على الرغم من أن الكثير من الأبحاث أثبتت التأثير الإيجابي لارتفاع تركيز  $CO_2$  في الوسط النباتي في زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتقليل الهدم بفعل التنفس الضوئي (Ainswort وRogers، 2007)، فإن التأثير السلبى لارتفاع الحرارة ليلاً في زيادة الهدم هو أمر واقع لا يمكن تجنبه. تنحصر فترة النمو الأعظمي في المناطق المتوسطة خلال فصل الربيع



الشكل 5. الانزياح في معدلات الحرارة الصغرى والمحسوبة وفق التوزيع الطبيعي بين الفترتين من 1958 إلى 1983 ومن 1984 إلى 2008.

من جهة أخرى، فإن قصر موسم نمو النباتات العمرة لا يسمح لها بتخزين الكميات الكافية من اللدخات الضرورية لاستئناف النمو القوي في الموسم اللاحق، الأمر الذي سيضعف مقدرتها على النشاط الأمثل والإنتاج الجيد (Andreev، 1986).

تستطيع محاصيل الحبوب تحمّل مستويات ضيقة من ارتفاع الحرارة، فمن المعروف مثلاً أن المجال الأمثل لنمو القمح هو 16 إلى 23 م° وذلك خلال الفترة من استطالة الساق حتى النضج اللبني، لذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة خارج هذا المجال خلال مرحلة الإزهار يؤدي إلى حدوث أضرار في معدل الإخصاب وتشكل الحبوب، ولاسيما إذا تجاوزت الحرارة 31 م° (Porter، 2005). وعلى الرغم من بعض التأثيرات الإيجابية لارتفاع درجة الحرارة خلال مرحلة امتلاء الحبوب في تحسين خصائص الدقيق والخبز (Perrotta وزملاؤه، 1998) بسبب زيادة نسبة البروتين (Wardlow وزملاؤه، 2002)، فإنه يؤدي إلى ضعف الامتلاء ونقص وزن الحبوب ومن ثمّ تدني الإنتاجية بشكل كبير (Guilioni وزملاؤه، 2003)، لذلك يتوقع أن يكون لارتفاع الحرارة خلال فصل الربيع تأثيرات سلبية عديدة، نظراً لأن هذا الارتفاع يتوافق مع مراحل حساسة جداً للإجهاد الحراري (مرحلة ما قبل الإزهار، والإزهار، ومرحلة امتلاء الحبوب)، ما يؤدي إلى تعزيز ظاهرة العقم وضعف الامتلاء، وينعكس سلباً على إنتاجية المحاصيل، وتشكيل الوحدات التكاثرية لنباتات المراعي التي تضمن تجددها في المواقع المختلفة. ولا يقتصر التأثير السلبى في النجيليات بل إن الكثير من الأنواع الأخرى، ولاسيما البقوليات تكون ذات حساسية مرتفعة تجاه ارتفاع الحرارة خلال الفترة من الترعّم وحتى المراحل الأولى من تشكل القرون (Guilioni وزملاؤه، 1997، Young وزملاؤه، 2004). من ناحية أخرى يمكن أن يؤثر ارتفاع حرارة الصيف والخريف سلباً في إنتاجية بعض المحاصيل الصيفية مثل الذرة بنوعيهما الصفراء (Corn) والبيضاء

السنوية للحرارة الجافة والصغرى والعظمى خلال النصف الثاني من الفترة المدروسة، وقد ترافق ذلك بتزايد التباين أحياناً في بعض المناطق.

## المراجع

المديرية العامة للأرصاد الجوية. 1977. الأطلس المناخي السوري. دمشق.

Ainsworth, E.A; and A. Rogers. 2007. The response of photosynthesis and Stomatal conductance to rising [CO<sub>2</sub>]: mechanisms and environmental interactions. Plant Cell and Environment. 30: 258 - 270 .

Andreev, N. G .1986. Rangeland and pasture production. M: Kolos Press.383pp. Moscow.

Anon, S; J. A. Fernandez, J. A. Franco, A .Torrecillas, J.J, Alarcon, M.J. Sanchez-Blanco. 2004. Effects of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of Lotus creticus plants. Horticulture Science. 101: 333–342.

Ashraf, M; and M, Hafeez. 2004. Thermotolerance of pearl millet and maize at early growth stages: growth and nutrient relations. Journal of Plant Biology. 48: 81–86.

Berry, J. A; and O. Bjrkman.1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. Annual Review of Plant Physiology. 31: 411–534.

Boyer, J. S. 1982. Plant productivity and environment. Science. 218:443– 448.

Chattopadhyay, N; and M. Hulme. 1997. Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change. Agricultural Forest Meteorology.87(1): 55 – 73.

Cleland, E. E ; I. Chuine, A. Menzel, H. A. Mooney, and M.D., Schwartz.2008. Shifting plant phenology in response to global change. Trends in Ecology and

نظراً لتوفر الرطوبة الكافية في التربة مع مستويات الحرارة المناسبة (Le Houerou, 2004)، كذلك فإن ارتفاع الحرارة خلال هذه الفترة يمكن أن يوفر الظروف المناسبة للتكبير بزراعة المحاصيل الصيفية المروية، إلا أنه قد يعرّز الإجهاد المائي بالنسبة للغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل الشتوية البعلية في حال عدم توافر الأمطار الكافية خلال الشتاء وبداية الربيع، ممّا يؤثر سلباً في استئناف النمو لدى الكثير من الأنواع المعمّرة، وفي إنبات ونمو العديد من النباتات، ولاسيما الحوليات الصيفية مثل الخذراف (*Salsola volkensis*)، والنداوى (*Salsola inermis*) وغيرها، والتي تتشكل مورداً علفياً مهماً للأغنام في المناطق الجافة خلال أواخر الربيع وبداية الصيف، أما في حال توافر الرطوبة الكافية في التربة، فإن ارتفاع الحرارة سوف يسمح بنمو هذه الأنواع بشكل مبكر.

بعد تناقص فتح الثغور أحد الاستجابات الفورية تجاه نقص الماء، والتي ينجم عنها تراجع في معدل التمثيل الضوئي، إضافة إلى الحد من مقدرة الأوراق على التبريد (Cooling Effect) نتيجة النتج (Dubey, 1997)، لذلك يؤدي ارتفاع الحرارة المرافق مع نقص الماء إلى زيادة حرارة الأوراق ويزيد من تثبيط عملية التمثيل (Feller و Haldimann, 2005)، ممّا يعرّز تأثيرات الإجهاد الحراري.

إن ارتفاع الحرارة خلال الفترة الدافئة من العام سوف يغيّر الإجهادات الإحيائية (الأمراض والحشرات) بالنسبة للمزروعات والغطاء النباتي الطبيعي، فمن جهة سيعمل على تعديل العلاقة المتبادلة بين الأنواع (Tylianakis وزملاؤه، 2008)، وبالتالي سوف يغيّر قدرة المزروعات على منافسة الأعشاب الضارة وقدرة الأنواع الطبيعية على منافسة بعضها البعض ومنافسة الأنواع الغازية، ومن جهة أخرى، سيؤثر في سلوك المسببات المرضية (Harvell وزملاؤه، 2002) والحشرات (Parmesan, 2006) سواءً من حيث أنواعها وأعدادها، أو من حيث فترة انتشارها والأنواع النباتية التي يمكن أن تتأثر بها تبعاً للتغير في المراحل الفينولوجية لكل منها (العائل و الطفيل).

### الاستنتاجات:

1 - أظهرت نتائج تحليل القيم الفصلية والسنوية للحرارة الجافة خلال الفترة من 1958 إلى 2008 وجود ارتفاع واضح ومعنوي في الحرارة السنوية في جميع المناطق المدروسة بمقدار تراوح بين 0.14 و 0.3 م° لكل عقد، وهذا الارتفاع ناتج عن التزايد في معدّلات الحرارة لجميع الفصول الدافئة وبمعنوية واضحة، ولاسيما خلال الصيف.

2 - بيّنت الدراسة تزايد معدّلات الحرارة الصغرى بشكل أكثر وضوحاً ومعنوية من تزايد معدّلات الحرارة العظمى سواءً على المستوى السنوي أو على مستوى جميع الفصول عدا فصل الشتاء.

3 - أكّدت نتائج البحث وجود انزياح واضح تجاه الزيادة في المعدّلات

- Haldimann, P; and U. Feller. 2005. Growth at moderately elevated temperature alters the physiological response of the photosynthetic apparatus to heat stress in pea (*Pisum sativum* L.) leaves. *Plant, Cell and Environment*. 28: 302 - 317.
- Hansen, J; M. k. I. Sato, R. Ruedy; D. W. Lea, and M. Medina-Elizade. 2006. Global temperature change. *Proc. The National Academy of Sciences of the USA*.103: 14288 - 14293.
- Harvell, C. D; C. E. Mitchell , J. R. Ward, S. Altizer, A. P. Dobson, R. S. Ostfeld, and M. D. Samuel. 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*. 296:2158 -2162.
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution*. 15:56 - 61.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 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*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, H. L. Miller (eds). Cambridge University Press: Cambridge ,New York.
- Kendall, M.G; and J. D. Gibbons. 1990. *Rank Correlation Methods*, fifth ed. Griffin London.
- Kotak, S; J. Larkindale, U. Lee, P. von Koskull- Doring, E. Vierling, and K.D. Scharf .2007. Complexity of the heat stress response in plants. *Current Opinion Plant Biology*.10:310 - 316.
- Larcher, W. 2003. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer-Verlag.
- Le Houerou, H. N. 1996. Climate change, drought resolution.22 (7):357 - 365.
- Crafts-Brandner, S. J; and M. E. Salvucci. 2000. Rubisco activase constrains the photosynthetic potential of leaves at high temperature and CO<sub>2</sub>. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97:13430 –13435.
- Dubey, R.S. 1997. Photosynthesis in Plants Under Stressful Conditions In :Pessarakli, M (ed.). *Handbook of Photosynthesis*. Marcel Dekker, Inc., New York : 859 - 875.
- Easterling, J; L. Evans, P. Ya. Groisman, T. R. Karl, K. E. Kunkel, and P. Ambenje. 2000. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. *Bull. American Meteorology Society*.81: 417– 421.
- Gifford, R. M; M. Roderick and G. D. Farquhar. 2007. Evaporative demand: does it increase with global warming?. *Global Change Newsletter*. 69: 32- 23.
- Giorgi, F; and P. Lionello. 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global Planet Change*. 63: 90–104.
- Gordo, O; and J. J. Sanz. 2005. Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia*. 146:484 - 495.
- Gratani, L., L. varoni, and R. Catoni. 2008. Relationship between net photosynthesis and leaf respiration in Mediterranean evergreen species. *Photosynthetica*.46(4).5- 67.
- Guilioni, L; J. Wery , and F. Tardieu. 1997. Heat stress-induced abortion of buds and flowers in pea: is sensitivity linked to organ age or to relations between reproductive organs?. *Journal of Annals Botany*. 80: 159–168.
- Guilioni, L .2003. High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Function Plant Biology*. 30: 1151–1164.

- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 37: 637- 669.
- Parmesan, C; and G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*. 421: 37 - 42.
- Perrotta, C; A. S. Treglia, G. Mita, E. Giangrande, P. Rampino, G. Ronga, G. Spano, and N. Marmioli. 1998. Analysis of mRNAs from ripening wheat seeds: the effect of high temperature. *Journal of Cereal Science*. 27: 127 -132.
- Peterson, T. C; V. S. Golubev, and P. Y. Groisman. 1995. Evaporation losing its strength. *Nature*. 377: 687-688.
- Peuelas, J; and L. Filella. 2001. Responses to a Warming World. *Science*. 294: 793 - 794.
- Porter, J. R. 2005. Rising temperatures are likely to reduce crop yields. *Nature*. 436. 174p.
- Roderick, M. L; and G. D. Farquhar. 2005. Changes in New Zealand pan evaporation since the 1970s. *International Journal of Climatology*. 25: 2031-2039.
- Sneyers, R. 1990. On the Statistical Analysis of Series of Observations. WMO: N°. 143.
- Stephens, M. A. 1974: EDF statistics for goodness of fit and some comparisons. *Journal of the American Statistical Association*. 69: 730 -737
- Stone, P. 2001. The effects of heat stress on cereal yield and quality. In: Basra, A.S. (Ed.), *Crop Responses and Adaptation to Temperature Stress*. Food Products Press, Binghamton, NY, : 243 - 291.
- Stoyanova, D; and I. Yordanov. 1999. Influence of drought, high temperature, and carbamide cytokinin 4-PU-30 on photosynthetic activity of plants. 2. and desertification. A review. *Journal of Arid Environments* 34: 133 - 185.
- Le Houerou, H. N. 2004. An agro-bioclimatic classification of arid and semiarid lands in the isoclimatic Mediterranean zones. *Arid Land Research. and Management*. 18: 301 - 346.
- Liu, B. H., M. Xu, H. Mark, M. Henderson, and W. Gong. 2004. A spatial analysis of pan evaporation trends in China, 1955-2000, *Journal of Geophysical Research*. 109.
- Menzel, A; T. H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm, Z. Kübler, P. Bissolli, O. Braslavsk, A. Briede, F. M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, A. Dahl, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jatzcak, F. Mge, A. Mestre, J. Peuelas, P. Pirinen, V. Remisova, H. Scheifinger, M. Striz, A. Susnik, A. J. H. Van Vliet, F. E. Wielgolaski, S. Zach, and A. Zust. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*. 12: 1969 -1976.
- Menzel, A; N. Estrella, and A. Testka. 2005. Temperature response rates from long-term phenological records. *Climate Research*. 30: 21 -28
- Mittler, R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*. 11(1) : 15 -19.
- Morales, D; P. Rodriguez, J. Dell'amico, E. Nicolas, A. Torrecillas and M.J. Sanchez- Blanco. 2003. High-temperature preconditioning and thermal shock imposition affects water relations, gas exchange and root hydraulic conductivity in tomato. *Plant Biology*. 47: 203 - 208.
- Murat, T; M. S. Utku, and K. Gonul. 1996. Observed changes in maximum and minimum temperatures in Turkey. *International Journal of Climatology*. 16: 436 - 477.

- Chloroplast ultra structure of primary bean leaves. *Photosynthetic*.37(4): 621- 625.
- Sung, D.Y; F. Kaplan, K.J. Lee, and C.L. Guy. 2003. Acquired tolerance to temperature extremes. *Trends Plant Science*. 8:179 - 187.
- Tebakari, T; J. Yoshitani, and C. Suvanpimol. 2005. Time-Space Trend Analysis in Pan Evaporation over Kingdom of Thailand. *Journal of Hydrological Engineering*. 10(3): 205 - 215.
- Tylianakis, J. M; R. k . Didham, J. Bascompte, and D. A. Wardle. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*. 11:1351 - 1363.
- Wardlaw, I. F; C. Blumenthal Tylianakis, O. Larroque, and C. W. Wrigley. 2002. Contrasting effects of chronic heat stress and heat shock on kernel weight and flour quality in wheat. *Functional Plant Biology*. 29: 25 - 34.
- Wilhelm, E. P; R. E. Mullen, P. I. Keeling, and G.W. Singletary. 1999. Heat stress during grain filling in maize: effects of kernel growth and metabolism. *Crop Science*. 39:1733 - 1741.
- Young, L. W; R. W. Wilen, and P. C. Bonham-Smith. 2004. High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro - and megagametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. *Journal of Experimental. Botany*. 55: 485- 495.