Al-Farouk journal of sciences
)2026), Issue (3) (JUNE, 2Volume (
ISSN: 3135-2359

مجلة الفاروق للعلوم
المجلد (2) ملحق العدد 3 يونيو 2026
ردمد: 3135-2359

تأثير درجة الحرارة المتطرفة علي نمو المحاصيل الزراعية في منطقة سهل الجفارة للمدة الزمنية 1990-2020م

عبدالزاهر الهادى عثمان شراطة

جامعة الزاوية /كلية الآداب / قسم الجغرافيا

The Impact of Extreme Temperatures on Crop Growth in the Jafara Plain Region, 1990-2020

Abdulzahir Al-Hadi Othman Sharata

University of Zawiya / Faculty of Arts / Department of Geography
a.sharatah@zu.edu.ly
https://orcid.org/0009-0000-4520-6940

تاريخ الاستلام: 2026/05/30 تاريخ المراجعة 2026 /06/20 تاريخ القبول:2026/06/28- تاريخ النشر:2026 /07/26

الملخص:
تناولت الدراسة عرض لخصائص التطرف الحرارى من أعلى وأدنى حرارة تعرض لها سهل الجفارة للمدة الزمنية من 1990-2020م واثرالتطرف على كيفية نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية التي تتلائم زراعتها في المنطقة ،كما عرضت اهم المتطلبات الحرارية المثلى التي ينمو فيها النبات وينشط وظائفه الحيوية ، والضارة التي قد يتوقف عندها النمو ويموت ؛ أو يلحق الضرر بكميات انتاجه ؛ واستنتجت الدراسة ان متوسطات الحرارة الدنيا لا تتناسب مع محصولي القمح والشعير اذ سجل متوسط فصل الشتاء للمنطقة حوالى 2.8 درجة مئوية ؛ بينما يتطلب المحصول درجة حرارة دنيا حوالي 4-5 درجة مئوية ، إضافة الى ان محصولي البطيخ (الدلاع) والفول السودانى (الكاكاوية) يتم زراعتهما في شهر ابريل الذي يسجل حوالى معدل ربيعي للمنطقة لأدنى حرارة ما بين 6.1و 8.5 درجة مئوية بينما يتطلب المحصولي حرارة دنيا حوالى من 10الى 15درجةمئوية الامر الذي يعزز انخفاض الإنتاجية في الأسواق زد على ذلك ارتفاع أسعارها للمستهلك لتكاليف نقلها من مكان انتاجها
الكلمات المفتاحية :الحرارة القصوى – الحرارة المتجمعة – حرارة مثلى .

Abstract: The study presented the characteristics of extreme temperatures, including the highest and lowest temperatures experienced by the Jafara Plain during the period from 1990-2020 AD, and the impact of extreme temperatures on the growth and production of agricultural crops suitable for cultivation in the region. It also presented the most important optimal temperature requirements at which the plant grows and activates its vital functions, and the harmful temperatures at which growth may stop and it may die, or damage its production quantities. The study concluded that the average minimum temperatures are not suitable for wheat and barley crops, as the average winter temperature for the region was recorded at about 2.8 degrees Celsius. While the crop requires a minimum temperature of around 4-5 degrees Celsius, watermelon and peanuts are planted in April, which typically sees a low spring temperature of between 6.1 and 8.5 degrees Celsius for the region, whereas the crop requires a minimum temperature of around 10 to 15 degrees Celsius. This contributes to lower market yields and higher prices for consumers due to transportation costs.
Keywords: Maximum temperature – Accumulated temperature – Optimal temperature.

المقدمة

يعد تأثير التطرف الحراري على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية من المواضيع الهامة لارتباطها بالغذاء الذي لاغنى عنه في احتياجاتنا اليومية ، ولا يمكن تجاهله فيبدو واضحا في قلة إنتاجية المحاصيل الموسمية ، حيث تترك التطرفات بصمات على اطوار النباتات سواء في طور النمو او التزهير اوالنضج وبالتالي ينعكس الدور السلبي على كمية ونوعية الإنتاج وتزداد الخطورة في اتلاف وتدمير المحاصيل ، ولايزال الانسان يعانى من تلك المشكلة رغم التقدم العلمي والتقني ، حتى بعد اختراع البيوت الزجاجية كحماية من التطرفات الطبيعية الا انه وقف عاجزا امام بعض النباتات الأخرى كما ان التقنية والتكنولوجيا تحتاج تكاليف باهظة الثمن واستغلالها لمساحات محدودة ولأصناف معينة دون الأخرى .

لقد اشارت الدراسات المناخية التطبيقية في الوقت الحاضر لأهمية كبرى لمثل هذه المواضيع التى تبحث في العلاقة بين المناخ وكيفية نمو المحاصيل الزراعية فظهر اول كتاب سنة 1847م في روسيا وبعده تطورت البحوث العلمية بشأن الدراسة التطبيقية للمناخ في مجال الزراعة وقد تم دراسة كل الظواهر المناخية كتطرفات الحرارة التي يتعرض لها النبات ومدى مقاومته واضرارها وادنى حرارة يمكن ان يعيش او يستمر فيها النمو واستكمال اطواره ،إضافة الى الانتباه حول بعض الظواهر التي قد يتعرض لها النبات مثل الندى و الضباب والصقيع المبكر والمتأخر الذي من شأنه يؤثر على الأوراق والثمار ؛ وقد تناولت الدراسة اهم الخصائص المناخية لأقصى درجة حرارة وادناها في منطقة سهل الجفارة تم تطرقت الى المتطلبات الحرارية التي يحتاجها كل نبات في المنطقة من اعلى الحدود الحرارية يمكن ان يعيش فيها النبات و ادناها و المثلي التي ينشط ويتم فيها كافة العمليات الحيوية وبعد ذلك تم طرح تأثير الحرارة على نمو النبات واستنتاج القيمة الفعلية للحرارة المتجمعة التي يحتاجها كل نبات في المنطقة

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة الدراسة **في :**

ماهو تأثير التطرف الحرارى على نمو وإنتاج المحاصيل في منطقة سهل الجفارة ؟

فرضيات البحث

تتعرض منطقة سهل الجفارة لأقصي درجات حرارية تتجاوز الحد الأعلى لنمو بعض المحاصيل في أيام الصيف واوئل الخريف واوخر الربيع التي تلحق التلف للنبات كما تمر بموجات برد ايام الشتاء والتي قد تضعف الإنتاج .

أهمية البحث:

1- التعرف على اثر التطرفات التي تتعرض لها المنطقة وإبراز دورها المؤثر على الأصناف النباتية المنتجة للغذاء .
2- توضيح الأثر السلبي على المحاصيل الزراعية ومحاولة الحد من المشكلة لضمان كميات الانتاج وجودة للغذاء .

أهداف البحث

1-ابراز الخصائص المناخية الهامة للمنطقة خاصة اعلى حرارة وادناها من اجل وضع الحلول المناسبة والناجحة للمنطقة أولًا وللسكان ثانياً

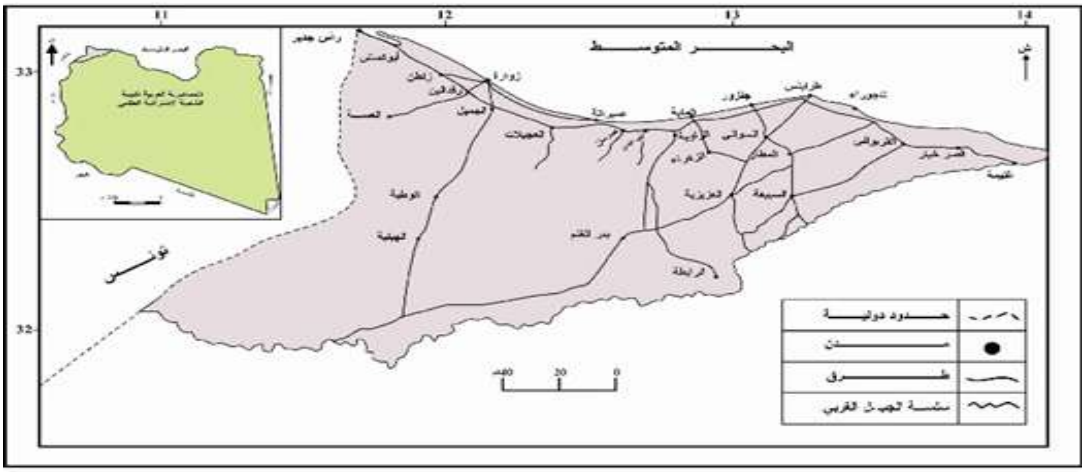
2-التركيز على الاثار الاقتصادية التى ترافق التطرفات الحرارية وتأثيراتها على محاصيل الخضر، حتى يتم وضع خطط و اقترحات للتنمية الزراعية التي من شأنها تقليل الاضرار المناخية النباتية الناتجة عن التطرفات الحرارية .

حدود المنطقة

موقع منطقة الدراسة:

يقع سهل الجفارة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، ويأخذ شكل مثلث يمتد من الشرق إلى الغرب، وأقصى أتساع له في الغرب حيث توجد قاعدة المثلث التي تتمشى مع الحدود الليبية التونسية، أما رأسه فيقع بالقرب من منطقة رأس المسن غرب مدينة الخمس، ويحده من الشمال البحر المتوسط، في حين يمثل الجبل الغربي الذي يقترب من البحر كلما اتجهنا شرقاً إلى أن يلتقي الجبل مباشرة بالساحل الحد الجنوبي لهذا السهل مما يترك مساحة تقدر بنحو 17000 كيلو متر مربع (الحجاجي ، 1989م، ص5) الخريطة (1).

خريطة (1)
موقع منطقة الدراسة (سهل الجفارة)



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الأطلس الوطني للجماهيرية، ط1، استكهولم، السويد، 1978، ص 33-34.

المبحث الأول :

1-خصائص درجة الحرارة العليا

تعد درجة الحرارة احدى عناصر المناخ البالغة الأهمية فهي تؤثر تأثيراً مباشراً في حياة الانسان وعلى عناصر النظام الحيوي من نبات وحيوان ؛ كما تؤثر في عمليات التجوية بأنواعها اما مناخيا فهى تؤثر على بقية عناصر المناخ الأخرى في الضغط الجوي والرياح من حيث الاتجاه والسرعة والرطوبة والتبخروكميةالامطاروغيرها من العناصر والظواهر الأخرى **(العجمي ، 1987،ص104)**

تقع منطقة سهل الجفارة في شمال غرب ليبيا وهي احد اهم المناطق الزراعية والسكانية التي شهدت تدهوراً في الإنتاج الزراعي ، نتيجة للتغيرات المناخية خاصة الارتفاع غير المسبوق في درجات الحرارة وبعض الظروف المناخية الأخرى القاسية التي أدت الى انخفاض حاد في الإنتاج الزراعي والتعرض لمخاطر الامن الغذائي .

فالحرارة الشديدة تؤدي الي اجهاد حراري بسبب ذبول النباتات وتوقف نموها مما يقلل بشكل ملحوظ من حجم المحاصيل الزراعية خاصة القمح و الشعير كما تؤدي الحرارة العالية خاصة عند تزامنها مع فترات التزهير الى تساقط ازهار المحاصيل كما في نبات الطماطم و البطيخ وتشقق ثمار أشجار الفاكهة كالعنب والتفاح والتين ،الامر الذي يتطلب عند زراعة المحاصيل متابعة ورصد العناصر المناخية المختلفة **(القماطي ، 1990، ص101)** من الجدول (1) يتبين ان أقصى درجة حرارة شهرية في فترة زراعة المحاصيل لشهر نوفمبر سجلت 31.4 درجة مئوية واذا قورنت بالحرارة المثلي التي ينمو فيها القمح والشعير والفول السوداني فانها لا تتعدى 20-35درجة مئوية ، هذا على اعتبار شهر نوفمبر شهر يتم فيه زراعة محصولي القمح والشعير ودرجة تحمله تصل الى 40 درجة مئوية واقصى حرارة في شهر ابريل الذي يعد شهر نضج للمحصول فان ابريل يسجل حرارة 37.5 درجة مئوية ومايو 41.2درجة مئوية لذلك ان محصولي القمح والشعير من انجح المحاصيل الزراعية في المنطقة .

جدول (1) المتوسطات الشهرية لأعلى درجة حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020م

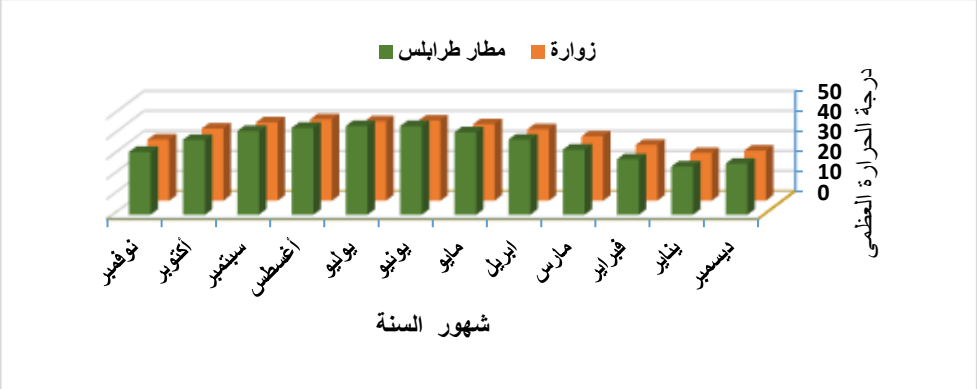
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مطار طرابلس	25.5	24.1	27.7	32.5	37.5	41.2	44.3	44.3	43.4	41.8	37.4	31.4
زوارة	25	23.8	27.8	32.1	35.7	38.2	40.1	39.6	40.7	39.1	36.1	30.6

المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات الأرصاد الجوية طرابلس.

اما في المحاصيل الصيفية فإن اقصى حرارة لتحمل نبات البطيخ والذرة (السبول) هي 38الى 45درجة مئوية وبالنظر للجدول (1) فإن البطيخ يزرع في شهر ابريل الذي تسجل حرارته 37.5 درجة مئوية وينضج في شهر أغسطس الذي ترتفع فيه الحرارة الى 43.4 لذلك لا يصلح مناخ المنطقة لزراعة تلك المحاصيل .

اما بالسبة لأشجار الفاكهة النفضية كالخوخ والعنب والرمان فان اقصى حرارة ضارة لها تتراوح ما بين 37-49 واقصى حرارة للنمو من 28-32درجة مئوية وهذا ما نلاحظه من الجدول (2) حيث يصل المعدل الصيفي الى 44 درجة مئوية ، وعليه فان اغلب الإنتاجية من الخوخ والعنب تتعرض للضرر وانخفاض كبير في الإنتاج .

شكل (1) المتوسطات الشهرية لأعلى حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020م



المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات جدول (1)

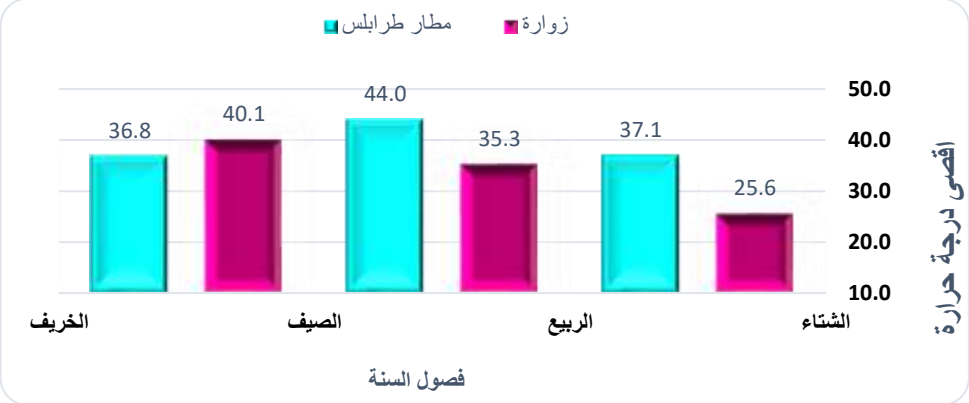
المعدلات الفصلية لأعلى درجة حرارة

جدول (2) المعدلات الفصلية لأعلى حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020

	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
مطار طرابلس	25.8	37.1	44.0	36.8
زوارة	25.6	35.3	40.1	35.3

المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات الأرصاد الجوية طرابلس.

شكل (2) المعدلات الفصلية لأعلى حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020م



المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات جدول (2).

2-خصائص درجة الحرارة الدنيا

يتبين من الجدول (3) ان ادنى حرارة للمنطقة في شهر فبراير 2.4درجة مئوية كما يعتبر شهر تزهير لأغلب المحاصيل وخاصة البرتقال واللوزيات كالخوخ واللوز والمشمش ، الى جانب انه شهر انبات لبعض الأشجار الأخرى .

ويحتاج نبات القمح والشعير لأدنى حرارة لا تقل عن 4-5 درجات مئوية وفترة انباته تبدأ من شهر نوفمبر؛ وينضج في شهر ابريل لذلك نلاحظ ان ادنى حرارة في شهر نوفمبر 6.4درجة مئوية وابريل 5.7درجة مئوية لكنة يمر اثناء فترة نموه وتطوره بفترات انخفاض للحرارة قد تصل الى 2.5 و 3.4 وهي ادنى درجة حرارة يتحملها المحصول .

اما نبات الذرة والبطيخ يحتاج لدرجة حرارة لا تقل عن 10درجات مئوية ، ولاحظنا من الجدول (3) ان ادنى انخفاض في شهر ابريل في المنطقة يصل الى 5.7 وهى تعد فترة انبات للمحصولين؛ اما في شهر أغسطس فتصل الحرارة الى 17.1درجة مئوية وهي فترة نضج المحصولين، الامر الذي يجعل الإنتاجية تضعف من سنة الى أخرى لانخفاض الحرارة عن المعدل الأدنى لنمو تلك النباتات

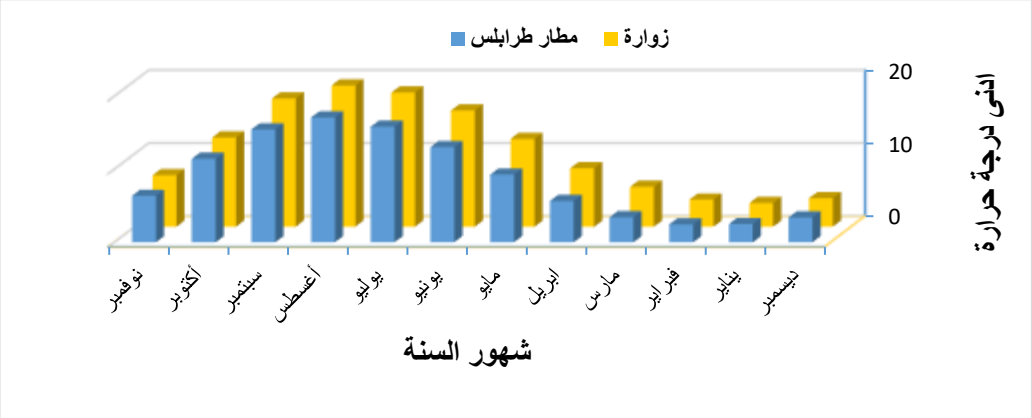
اما الفول السوداني (الكاكاوية) فأدنى حرارة يحتاجها 15درجة مئوية واذا تتبعنا فترة نموه من ابريل تسجل الحرارة 5.7الى شهر أغسطس 17.1وسبتمبر 15.5 لذلك نلاحظ انخفاض الإنتاجية لمحصول الكاكاوية في منطقة سهل الجفارة ومن ثم زيادة أسعارها بشكل ملحوظ في الفترات الأخيرة

جدول (3) المتوسطات الشهرية للأدنى حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020م

السنوات	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مطار طرابلس	3.4	2.5	2.4	3.4	5.7	9.3	13.0	15.8	17.1	15.5	11.4	6.4
زوارة	3.9	3.3	3.7	5.5	8.0	12.0	15.9	18.4	19.4	17.6	12.2	7.1

المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات الأرصاد الجوية طرابلس.

شكل (3) المتوسطات الشهرية لادنى حرارة في سهل الجفارة



المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على بيانات جدول (3)

المعدلات الفصلية لأدنى حرارة

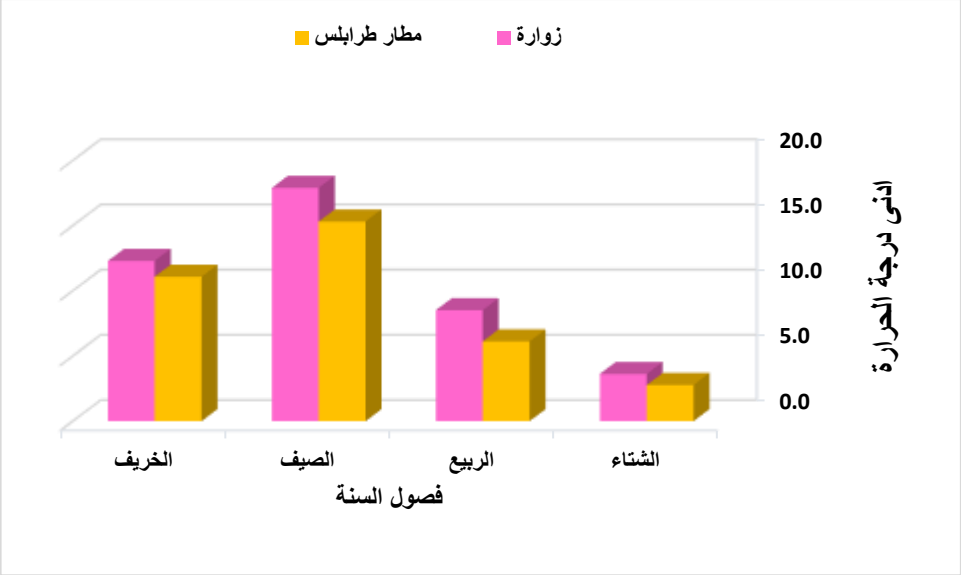
يتضح من الجدول (4) ان المعدل الشتوى يسجل 2.8درجة مئوية وهذا ضار جداً لمحصولي القمح والشعير، اما المعدل الربيعي يصل الى 6.1 و 8.5 اذ يعد المعدل اقل من معدل نمو محصولي البطيخ والذرة لذلك يسبب انخفاض الحرارة في المنطقة لنقص في إنتاجية محاصيلها الزراعية التي يعتمد عليها سكان المنطقة في الغذاء.

جدول(4) المعدلات الفصلية لأدنى حرارة في سهل الجفارة للمدة 1990-2020م

	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
مطار طرابلس	2.8	6.1	15.3	11.1
زوارة	3.6	8.5	17.9	12.3

المصدر : اعداد الباحث استنادا على بيانات الأرصاد الجوية طرابلس.

شكل (4) المعدلات الفصلية لأدنى حرارة في منطقة سهل الجفارة للمدة 1990-2020م



المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على بيانات جدول (4)

المبحث الثاني :

المتطلبات الحرارية اللازمة لنمو المحاصيل الزراعية

تعد درجة الحرارة من العناصر المناخية المهمة المؤثرة التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في حياة النبات ، وتحدد انتشاره ومواعيد زراعته وجودته ونضجه ، كما توثر على العمليات الفسيولوجية والحيوية للنبات كعملية التمثيل الضوئي وكيفية التنفس ومدى امتصاص كمية الماء و المواد الغذائية والاملاح داخل النبات للاستفادة منها لنموه (عزام، 1976، ص60)

إضافة الى ان لكل محصول زراعي حدود حرارية عليا ودنيا ، وتختلف الحدود باختلاف نوع المحصول ، فالحد الأدنى لنمو المحاصيل هو الذي يحدد مواعيد الزراعة وبداية النمو اما اذا انخفضت عن تلك الحدود او تجاوزت الحد الأعلى للنبات فانه يتعرض للضرر، فلكل نبات حد ادنى يطلق عليه Minimum temperature growth او صفر النمو Zero point of grwth ولكل نبات حد اعلى ينمو فيه ويزدهر maximum growth temperature وله حرارة مثلى Optimum growth temperature أي لكل نبات حد اعلى و حد ادنى قد يموت عنده وحد امثل ينمو وينضج وينتج انتاج وفير (البنا، 1970، ص253) كما انه لكى ينمو النبات يحتاج الى قدر معين من السعرات الحرارية التى تتراكم فوق الصفر النمو وهى الحرارة المتجمعة Accumuleated temperature (حسن، 1984، ص44-50)

1-درجة الحرارة الصغري

يمكن تعريف درجة الحرارة الصغرى هي ادنى درجة من الحرارة يحتاجها النبات للنمو واقل منها يتعرض النبات للسبات او يتوقف عن النمو ويطلق عليها بصفرالنمو Zero of Grwth (محمود ، 1989، ص61) ويختلف تأثيرها باختلاف نوع النبات وطبيعته ودرجة تحمله على المقاومة .

فهناك نباتات لا تقاوم انخفاض الحرارة دون الحد الأدنى لنموها؛ وفي كل المراحل يحتاج النبات درجة معينة لكي ينمو فيها خاصة اثناء النمو او ما يطلق عليها دورة الحياة ، فمثلا نجد البذرة اكثر حساسية الي البرودة من النباتات الأكبر عمراً ، الى جانب ان كل عضو من النبات له قدرته على التحمل فالاوراق والجذور هي الجزء الأكثر تعرض للهلاك عند انخفاض الحرارة لان تجمد التربة وعدم قدرة النبات على امتصاص الماء والاملاح ليصل الى الاوراق عن طريق الجدور، كما ان الأوراق الطرية اكثر حساسية لانخفاض الحرارة الصغري (الاسدى ، 200، ص390) وتشير الدراسات العلمية على الرغم من اختلاف الحد الأدنى اللازم لنمو النبات الا انهم حددوا درجة الحرارة 6 درجة مئوية كحد ادنى للنمو أي نبات في العروض المعتدلة واطلقوا عليها بصفر النمو ، و ترتفع القيمة في العروض الدنيا وتنخفض في العروض العليا الباردة (عبدالعال ، 2000، ص434) وتتراوح الحدود الدنيا لنمو المحاصيل الصيفية مابين (11-18درجة مئوية) والمحاصيل الشتوية مابين (7-16درجة مئوية) بمعنى أي انخفاض عن تلك الحدود للنبات يؤثر تأثير سلبي على نمو المحاصيل وانخفاض عمل ونشاط الجذور من حيث امتصاص العناصر الغذائية اللازمة للمحاصيل ، في حالة انخفاضها عن 10درجة مئوية خلايا النبات تموت بسبب تجمد الماء داخل المسافات البينية وهذا التجمد يتسبب في تهشم جدار الخلايا النباتية وموته (عاشور ، 2007، ص104) وبعد ذلك يتوقف العمليات الفسيولوجية داخل الخلية النباتية بسبب فقد الماء وبالتالي تنعدم الهرمونات والانزيمات والبروتينات والدهون الخاصة بالنمو (دينماير ، 1988، ص232)

اما الانخفاض المفاجئ لدرجة الحرارة عن الحد الأدنى للنمو يكون اشد تأثيراً من التدريجي لان الانخفاض المفاجئ يسبب في موت الأوراق الطرية عند الانخفاض ويلحق الضرر على حبوب اللقاح في حالة وصول النبات للنضج وتتوقف البراعم عن النمو وتبقي ساكنة (الكناني ، 1987، ص60)

درجة الحرارة العظمى

ويقصد بها اقصى حرارة يمكن ان يمارس فيها النبات نشاطه وتتباين حسب نوع النبات وطوره ، كما ان الدرجات الحرارية قد لا تكون ضارة بل نعتبرها حدود لازمة لنمو النبات ،وهذا يختلف تبعا لنوع المحصول ووقت زراعته ، فالمحاصيل الصيفية تتحمل ارتفاع حد اكثر مما تتحمله المحاصيل الشتوية ، وتتباين قدرة المحاصيل على التحمل في مراحل نموها فمثلا تكون في المراحل الأولى اقل تحمل للحرارة العالية مقارنة بالمراحل النضج .

ان ارتفاع الحرارة يؤدى الى بطئ نمو المحاصيل ؛ حتى قد يصل الى الهلاك خاصة عند ما تسجل درجة الحرارة حوالى 45درجة مئوية كحد أعلى يتحمله النبات ، فاستمرار ارتفاع الحرارة الى 55درجة مئوية يسبب موت النبات لانه يحدث اختلال في التوازن المائي نتيجة زيادة عمليات التبخر نتح مقارنة بضعف امتصاص النبات للماء (مرعي ، 1996، ص21)

تؤثر الحرارة العظمى على النبات في مرحلة التزهير وإنتاج الثمار؛ ذلك لان ارتفاع الحرارة يضعف حبوب اللقاح ، كما ان الحرارة العالية تعمل على استنزاف الكربوهيدرات مما يعمل على بطئ نمو النبات ، والى ذبول الأوراق الطرية (سفاف ، 1973، ص164)

درجة الحرارة المثلى

تعد الدرجة التي ينمو فيها النبات ويقوم بكافة العمليات الحيوية مثل التمثيل الضوئي والتنفس وامتصاص الماء وعمليات النتح والتبخرهى غالبا مايطلق عليها بدرجة الحرارة المثلى ،وتقوم فيها العمليات بدرجة مثلى وبكفاءة أعلى (Jon,1989,w 24) تقع بين حدين الحد الأدنى والاعلى ويستطيع النبات من خلالها النمو ضمن حدود طبيعية من عمليات النمو الى التزهير والثمار الى الجني او النضج (الشريف ، 1995، ص 152) .

كما هو معروف ان درجة الحرارة المثلى ليست واحدة لجميع المراحل النمو بل تتباين حسب كل مرحلة وتتباين حسب نوع النبات واختلاف المرحلة التي يكون فيها النبات .

المبحث الثالث :

تأثير درجة الحرارة المتطرفة على نمو النبات

1-اضرار ارتفاع درجات الحرارة

يتعرض النبات عند ارتفاع الحرارة الى اضرار متباينة على النبات اذ تكون درجة الحرارة مميتة اذ تراوحت ما بين 50- 60درجة مئوية ولكن تختلف حسب نوع النبات ومرحلة نموه وفترة تعرضه للحرارة وشدتها ، ويضعف عدد الثمار لان مع ارتفاع الحرارة يقل نشاط حبوب اللقاح (حديد واخرون ،1997) كما تعمل على نقص الكربوهيدات وبالتالي بطيء نمو الأوراق ويحدث مع الخضروات الصيفية اثناء تعرضها للحرارة العالية وتؤثر الحرارة على النبات وقت التزهير فتنتج سنابل فارغة او تسقط الازهار ولا تصل لتكون عقد، اما بالنسبة لأشجار الفاكهة فانها تعمل على سقوط اوراقها عندما تسجل الحرارة 43-54درجة مئوية ، كما هو الحال لأشجار الحمضيات حيث تتسبب في ذبول الأجزاء الطرية نتيجة لجفاف الأوراق وخاصة اذا حدث الارتفاع المفاجئ للحرارة فيقل الماء من الانسجة بسبب زيادة النتح وتضعف عملية نقل المواد الغذائية للنبات من الجذور الى الجزء الخضري مما يؤثر على عمليات التنفس زد على ذلك تقل عمليات البناء الضوئي كما تتراكم مواد سامة داخل خلايا النبات نتيجة للجفاف المفاجئ وهنا تكمن الخطورة فيحدث نقص للبروتينات والانزيمات نتيجة لزيادة معدل الهدم عن معدل البناء ومع استمرا رفي شدة الموجة الحارة يحدث تغير في تركيبة البروتين وفقدان الاحماض النووية المضرة بأنسجة الخلايا النباتية .

ومع ارتفاع الحرارة وخاصة أيام الصيف واواخر الربيع واوائل الخريف تلك الفترات المعروفة بشدة تكرار موجات الحر مع ارتفاع معدلات الرطوبة وزيادة سرعة الرياح من شأنه يزيد الامر خطورة كبرى على المحاصيل الزراعية فتزيد من جفافها وذلك تتم عملية تبريد الجذور والأوراق و الاغصان عن طريق تبخر نتح من شأنه يزيد تحمل النبات لارتفاع الحرارة لكن مع زيادة أيام الحر او زيادة ساعات التعرض الحراري فيذبل النبات ويموت

اما سرعة الرياح الجافة سوف تعمل على زيادة نشاط عمليات تبخر نتح للنبات ثم جفاف الأوراق وتساقطها كما تحد من عمليات البناء الضوئي وتضعف قدرة النبات على مقاومة الحرارة العالية ويموت .

2-اضرار انخفاض درجات الحرارة

يعد لكل نبات نظامه الحرارى الخاص به ، اثناء فترة نموه لكن عندما تسجل درجات الحرارة انخفاض كبير هنا يتعرض النبات الى عرقلة في نمه وتطوره ، الى ان قد يدخل النبات لحالة سكون وتبقي عملية التنفس والبناء الضوئي مستمرة ولكن تستمر ببطئ .

مع استمرار انخفاض الحرارة تقل حركة جزيئات الماء في التربة وتضعف كيفية نقلها وامتصاصها عن طريق الجذور وهنا يقل نسب البروتين في خلايا النبات فيتوقف نمو الجذور ثم تموت الجدور في التربة وتكون هذه الحالة في التربة الحصوية المختلطة بالرمال اكثر من الطينية لانها الفراغات البينية اكبر تبرد بدرجة اسرع من الطينية المتماسكة خاصة عندما تنخفض الحرارة في أيام الشتاء البارد وتستمر لعدة أيام الى ان تصل حوالى 4-5درجات تحت الصفر حيث تتوقف جدور النبات عن النمو وتموت (فايد، 1973، ص11)

ومع استمرار موجات البرد الى اقل من الصفر المئوي فان الماء والاملاح داخل انسجة النبات فتتجمد وهذ التجمد (يتمدد) يزداد اتساع الفراغات البينية في انسجة النباتات فمن المعروف ان النبات يمتلك عصارة داخل سيقانه وعند تعرضه لانخفاض في الحرارة يكبر التجمد ويحطم الانسجة الخاصة بالغشاء الخلية النباتية وهذه الظاهرة تتضح عند فترة الربيع وبعد اخراج بعض النباتات أوراق الطرية وثم يحدث برود ة ربيعية مفاجئة تتعرض له نباتات الخوخ والمشمش واللوزيات بشكل عام .

تأثير الحرارة المتطرفة (العظمى) على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية

1- محصول القمح

تختلف درجة الحرارة اللازمة لنمو المحصول باختلاف نوعه وصنفه وطور نموه ، فينمو في درجة حرارة مثلى تتراوح ما بين 25-31درجة مئوية واقصي حرارة 40درجة مئوية

وارتفاع الحرارة والتي غالبا ما تجاوز 40درجة مئوية تؤدى الى موت الجنين او لا نباتات البذور انتاج غير منظم (عشوائي ضمن مجموعات متفرقة) اما التطرف اذا حدث اثناء التزهير تنقص اعداد حبوب اللقاح لعدم حدوث عملية الاخصاب أو تكون بعض الحبوب ضامرة أي يقل إنتاجية المحصول وتضر الحرارة المتطرفة اثناء تكون السنابل مما يضعف نمو النبات ويتقلص عدد السنابل .

2-محصول الشعير

يعتبر محصول الشعير اكثر مقاومة من محصول القمح الا ان ارتفاع الحرارة عن الدرجة المثلي والقصوى التي يستطيع فيها النبات النمو والتطور يتسبب في حدوث اضرار ، وتكون الدرجة المثلى للنبات الشعير حوالى 20درجة مئوية ، بينما الدرجة القصوى 30درجة مئوية ، ارتفاع الحرارة في مرحلة التزهير يؤثر علي عدد ووزن البذور والنتيجة يقل الإنتاج .

تأثير درجات الحرارة المتطرفة على الخضروات

1-الخضروات الصيفية :

تتحمل اغلب الخضروات التي تنمو في فصل الصيف لحرارة 15-24درجة مئوية حيث تنمو بصورة مثلى وتعطي مردوداً وفيراً وعندما ترتفع الحرارة لتصل مابين 26-35درجة مئوية فيصبح النمو الخضري درجة نموه بشكل اسرع ؛ لكنه يضعف تواجد المواد الكربوهيدراتية المهمة لبناء انسجة الخلايا النباتية جديدة ، وعند تعرضها لارتفاع اثناء فترة التزهير يسرع النبات في عملية التزهير المبكر ، ثم يتعرض للفحة الشمس الحارة والقوية فتقل حبوب اللقاح أي ضعف إنتاجية محاصيل الخضر عند ارتفاع الحرارة .

2-الخضروات الشتوية :

تتلخص درجة الحرارة المثلي للنباتات الشتوية مابين 13-21 درجة مئوية واقصى حرارة ما بين 24-30درجة مئوية

جدول (5) المتطلبات الحرارية لبعض أنواع المحاصيل الزراعية

المحصول	ادنى حرارة (م)	اقصى حرارة (م)	حرارة مثلى (م)
القمح	4-5	40-42	25
الشعير	4-5	38-40	20

الذرة	10	45-40	35-32
البطيخ	10	40	35
الفول السودانى	15	41	25

المصدر: على صاحب الموسوي ، عبد الحسن مدفون أبو رحيل ، علم المناخ التطبيقي ، الطبعة الأولى ، دار الضياء للطباعة 2016، ص314.

تأثير الحرارة المتطرفة على نمو وإنتاج أشجار الفاكهة المختلفة :

1-الفاكهة الدائمة الخضرة

تتمثل في الحمضيات والزيتون والنخيل كل نوع له درجة حرارة جدول (6) يبين الدراجات المثلى والقصوى التي يتحملها البنات ، وتشير الدراسات العلمية ان أشجار الحمضيات عند بداية نموها تحتاج لدرجة حرارة 13-15درجة مئوية وبعدها يبدأ النبات في بطئ مرحلة النمو، في حالة استمرار نفس درجة الحرارة وينعدم النمو عند درجة حرارة 49 درجة مئوية ،

ان ارتفاع الحرارة يجعل النمو الخضري للأشجار بطيء ويسبب تلف للثمار، ويعد البرتقال والليمون اقل أصناف الحمضيات تحملاً لدرجة حرارة متطرفة لانهما يتأثرا عند حرارة تصل مابين 45- 47درجة مئوية مع انخفاض كميات الرطوبة نتيجة لارتفاع الحرارة فتزيد نسب تساقط الازهار والثمار الموجودة على هيئة عقد، أو تعمل على اسراع عملية نضج الثمار قبل موعدها ؛ أي تغير طبيعي للنمو الخضري والتركيب الكيميائي للثمار وشكلها الخارجي ، فتصبح رديئة الطعم وتميل للحموضة هنا سوف يتدنى أسعارها للمستهلك (الأسواق) ، اما نبات النخيل يستطيع التحمل حتى درجة حرارة 50 درجة مئوية (العزوتى ، 1970، ص40) كما في جدول (6) .

جدول (6) المتطلبات الحرارية للأشجار دائمة الخضرة

نوع النبات	الدرجة المثلى للنمو (م)	الدرجة العليا للنمو(م)	الدرجة الضارة للنمو (م)
الحمضيات	26	33	49
النخيل	31	44	50
الزيتون	26	37	49

المصدر : محمد مهدي العزوتي ، أساسيات زراعة واكثار أشجار الفاكهة ، القاهرة ، مكتبة الانجلو المصرية ،1970، ص35.

2- الفاكهة النفضية

تتباين بعض أشجار الفاكهة في حدودها الحرارية ودرجة تحملها للحرارة العالية المتطرفة التي تتجاوز 43درجة مئوية كما في جدول (7) وتشكل خطراً على الأشجار وبالأخص على الجزء الخضري وذلك بتساقط اوراقها أو الجزء الثمري منها كما يبدو الضرر في إصابة الثمار، وذلك بتحول انسجتها الى اللون البني ذو طعم ردئ.

جدول (7) المتطلبات الحرارية اللازمة لنمو الشجار الفاكهة النفضية في المنطقة الدراسة

نوع الفاكهة	الدرجةالمثلى للنمو(م)	الدرجة العليا للنمو (م)	الدرجةالضارة للنمو (م)
الخوخ	29	34	37
المشمش	28.5	28	40
العنب	29.5	32	45

الرمان	29.5	28	45
التين	29	25	49

المصدر : محمد مهدي العزوتي ، أساسيات زراعة واكثار أشجار الفاكهة ، القاهرة ، مكتبة الانجلو المصرية ،1970، ص4

تأثير الحرارة المتطرفة (الصغرى) على نمو وإنتاج المحاصيل الزراعية

1-محصول القمح :

يؤدي انخفاض الحرارة الى تجمد الانسجة وموت النباتات لبعض أصناف القمح الربيعية التي لا تتحمل الحرارة المنخفضة ،و يتحمل ادنى درجة حرارة في طور النمو (-5) وعند النمو (5) ، كما تعتبر مرحلة النضج من أهم المراحل لمحصول القمح فاذا انخفضت عن 12 درجة مئوية تسبب اضرار بالغة

2-**محصول الشعير**

يستطيع محصول الشعير ان يتحمل ادنى حرارة لإنباته تتراوح من 3-5 درجات مئوية وعلى حسب طور نموه وينتج المحصول انتاج من الحبوب وينمو المجموع الخضري اذا انخفضت الحرارة عن 10درجات مئوية كما ان عملية انبات البذور تتأثر بانخفاض الحرارة اذا انخفضت عن 2 درجة مئوية فان انتاج البذور للشعير يقل وهذا الضرر يكون للمحصول الشعير اكثر من القمح .

تأثير الحرارة الدنيا المتطرفة علي أشجار الفاكهة

1- أشجار دائمة الخضرة

تتسبب الحرارة المنخفضة المتطرفة عدم حدوث اخصاب خاصة اثناء فترة التزهير وهذا من شأنه يقلل من عقد الثمار ،ويقل الإنتاج ، ويؤثر الانخفاض على عملية نضج الثمار ولكن ثمار البرتقال تكون ذات طعم جيد عند حرارة العليا 17 درجة مئوية واذا قلت الى 8درجات وقت النضج فان يقل حجم الثمار وبذلك يكون صغيراً جداً .

2-**الفاكهة النفضية**

تمتاز الأشجار النفضية انها اكثر تحمل من من أشجار دائمة الخضرة لانخفاض الحرارة (المتطرفة) راجع لتركيبتها الطبيعية فهى تدخل في فترة سكون أيام الشتاء البارد، ومع ذلك تلحق الحرارة الدنيا اضرار بالغة لاشجار الخوخ والمشمش بالجزء الخضري اثناء التزهير عند مرور المنطقة بفترات الصقيع المبكر والمتأخر **(اليونس ، 1978، ص34)**

القيمة الفعلية لدرجة الحرارة التي يحتاجها النبات

درجة الحرارة المتجمعة

يقصد بالحرارة المتجمعة عدد او مجموع الوحدات المتجمعة فوق الحد الأدنى الملائم لنمو النبات طيلة فصل النمو .

ان زراعة المحاصيل لا تعتمد على طول فصل النمو ، وإنما تحدد بمقدار ما يتجمع خلالها من وحدات حرارية ضرورية لنمو المحاصيل ونضجها بشكل عام ، ولحساب درجة الحرارة المتجمعة خلال مدة نمو المحاصيل في منطقة سهل الجفارة تم الاستعانة بمعادلة التالية

م=ح-ص*ع **(الشلش ، 1984م، ص6)** حيث ان

م= الحرارة المتجمعة خلال الشهر (م)

ح=المعدل الشهري لدرجة الحرارة (م)

ص=الصفر النوعي (النمو) للمحصول (م)

ع=عدد الايام التي تزيد فيها درجة الحرارة عن الصفر النوعي للمحصول

جدول (8) درجة الحرارة المتجمعة خلال فصل النمو للمحاصيل الخضروات (مْ)

اسم المحصول	كمية الحرارة المتجمعة مْ
الطماطم	2298
الباذنجان	2298
الفلفل الحلو	2298
الخيار	4309
البطيخ	1853
البطاطا	1751
الخس	1388

المصدر :من عمل الباحث اعتمادا على المعادلة الحرارة المتجمعة

النتائج

1–اتضح ان درجات الحرارة المرتفعة المتطرفة التي تتعرض لها المنطقة أعلى بكثير من الحدود القصوى التي تتطلبها المحاصيل الخضر والأشجار الفاكهة مما يؤثر سلباً على نموها وانتاجها

2–أظهرت الدراسة ان درجات الحرارة الدنيا المتطرقة التي تتعرض لها المنطقة هي ادنى من الحدود الحرارية الدنيا لمحاصيل الخضر والأشجار الفاكهة وهذا يؤثر سلباً على مستويات النمو للمحاصيل وكميات الإنتاج

3–معظم محاصيل الخضر الصيفية تتعرض لاضرار ارتفاع درجات الحرارة مما يلحق الضرر بالمحاصيل فتتعرض للذبول او الهلاك .

التوصيات :

1–يجب تحسين نوعية البذور واستنباط سلالات من البذور مقاومة للحرارة المختلفة، من ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها .

2–جلب سلالات جديدة ذات موسم نمو قصير للتقليل من اضرار درجات الحرارة القصوى والدنيا

3–يجب زراعة المحاصيل الصيفية في مساحات ضيقة ومتقاربة لحماية النباتات من حدة الاشعاع الشمسي

4–تقارب فترات الري في ظل ارتفاع درجات الحرارة اثناء أيام الحر لتخفيف من حدة تأثير الحرارة القصوى وتأثير السلبي على محاصيل الخضر

المراجع

1– الاسدي ، شمخي فيصل ، العلاقة المكانية لزراعة أشجار الفاكهة بتباين خصائصها الحرارية ، مجلة الجمعية الجغرافية ، العدد الخامس والاربعون ، سنة 2000م ، ص390

2-البنأ ، علي ، أسس الجغرافيا المناخية والنباتية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، 1998.ص253.
3-الحجاجي ، سالم ، ليبيا الجديدة ، منشورات مجمع الفاتح للجامعات ، ط الثانية ، 1989م،ص30.
4-ار.اف . دينماير ، النباتات وبيئتها ، ترجمة يحي داوود المشهدانى ، وزارة التعليم العالى والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، مكتبة دار الكتب للطباعة والنشر، 1988م، ص 43
5-الشريف ، عبدالله محمد ، اساسيات البساتين الحديثة ، البيضاء ، منشورات جامعة عمر المختار ، ليبيا ، ط1، 1995م.
6- الشلش ، على حسن ، اثر الحرارة المتجمعة على نمو ونضج المحاصيل الزراعية في العراق ، الجمعية الكويتية ، العدد الأول ، 1984م ، ص6.
7-العجمى ، ضاوي ناصر ، صقر ، محمود عزو، مدخل الى علم المناخ والجغرافية المناخية ، مكتبة الفلاح للنشر ، ط 1، بيروت ، 1987م، ص144.
8-العزوتى ، محمد المهدي ، اساسيات زراعة واكثار أشجار الفاكهة ، القاهرة ، مكتبة الانجلو المصرية ، 1970م ، ص35.
9-العزوتى ،محمد المهدى ، المصدر نفسه ، ص4.
10- القماطي ، عبد الباري خليل ، الدراسة المنظورة للتنمية الزراعية في ليبيا ، افاق عام 2000م ، دار داوود ، 1999م ، ص101 .
11-الكناني ، فيصل رشيد ، مبادئ البستنة ، الموصل ، مطبعة جامعة الموصل ، 1987م
12-الموسوى ، على صاحب ، حسن مدفون أبو رحيل ، علم المناخ التطبيقي ، الطبعة الأولى ، دار ضياء للطباعة ، سنة 2016م، ص314.
13-اليونس ، عبدالحميد ، محاصيل الحبوبية والبقولية ، فرنسا ، 1978م، ص34.
14-حديد ، احمد سعيد ، على حسن الشلش ، ماجد السيد ولى ، علم الطقس ، جامعة بغداد ، 1979م، ص54.
15-حسن ، احمد عبد المنعم، اساسيات انتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية ، الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، 1984م، ص44.
16-سفاف ، ادهم ، المناخ والارصاد الجوية ، مطبعة جامعة حلب ، سوريا ، 1973م
17-طريح ، عبدالعزيز شرف ، الجغرافية المناخية والنباتية ، المملكة العربية السعودية ، 1999م ، ص65.
18-عاشور ، طالب احمد عبد الرزاق ، تقييم دور المناخ في الاقتصاد الزراعي لمنطقة الجبلية وشبه الجبلية في العراق ، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، 2011م
19-عبدالعال ، احمد فاروق ، اساسيات بساتين الفاكهة ، ط3، دار المعارف ، مصر ، مطبعة البلاغ ، 2000م .
20-عزام ، حسن ، اساسيات انتاج المحاصيل الحقلية ، المطبعة الجديدة ، دمشق ، 1976م ، ص60.
21-فايد، عبد المجيد ، مناخ وزراعة التفاح والحمضيات في لبنان ، بيروت ، دار الاحد ، 1973م ، ص11.
22-محمود ، عدنان ناصر ، عز الدين سلطان محمد ، كريم صالح عبدول ، انتاج الخضروات ، الجزء الأول ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، ط1، 1989م، ص61.

23–مرعى ، مخلف شلال ، إبراهيم محمد حسون ، جغرافية الزراعة ، الموصل مطبعة الجامعة ، 1996

24-محمود ، عدنان ناصر ، عز الدين سلطان محمد ، كريم صالح عبدول ، انتاج الخضروات ، الجزء الأول ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، ط1، 1989م، ص61.

1- John. E. Oliver ,Climatology , Selected Application ,Mc ,Grow – Hill ,New York , 1989.