المناخ وأثره على الزراعة في المنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية

دراسة حالة

أ.د. محمد فوزي عطا

أستاذ بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب – جامعة بني سويف

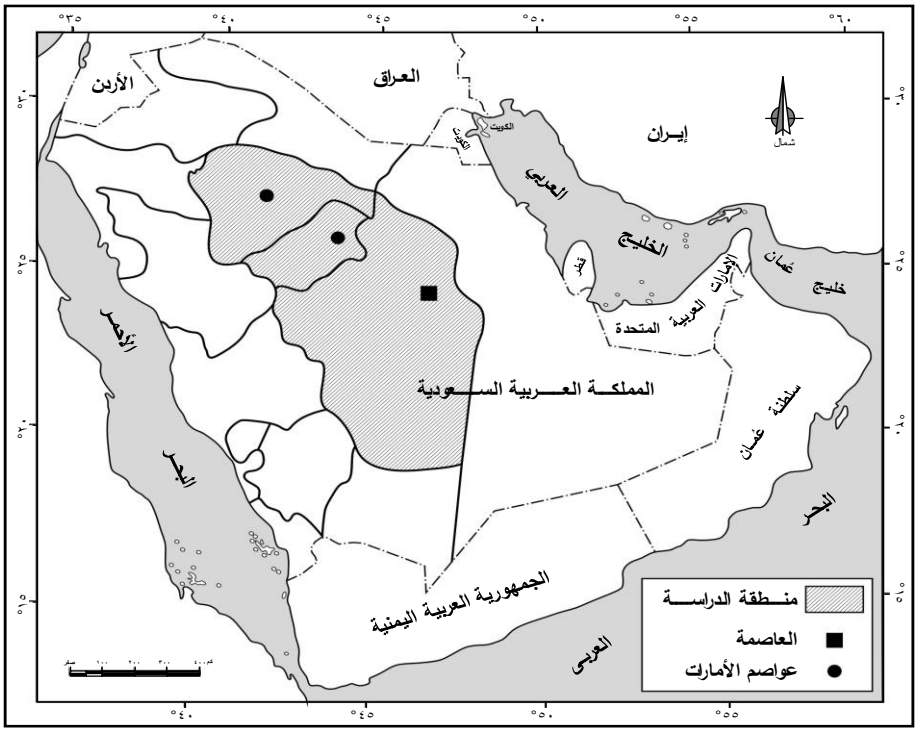
المقدمة

المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية هي تلك المنطقة التي تحتل وسط شبه الجزيرة العربية والتي يتراوح إرتفاعها بين ٤٠٠ – ١٠٠٠ متر فوق مستوي سطح البحر، وتشغل بالتحديد الأراضي الواقعة بين حوض النفود الكبير في الشمال وحوض الربع الخالي في الجنوب، وفي شرقيها يمتد نطاق الدهناء الرملي وهونطاق طولي من العروق الرملية الطولية المتحركة يمتد من حوض النفود الكبير عند حدود المنطقة الوسطى الشمالية إلى حوض الربع الخالي الرملي عند حدودها الجنوبية، وهذا النطاق يحيط بأطراف المنطقة الوسطي من الشرق ومن الجنوب، وفي غربها مجموعة من الحرارة تتوزع طولياً من الشمال إلي الجنوب علي طول الجبهة الشرقية لجبال الحجاز.

أما تحديد المنطقة الوسطي فلكياً فيمتد من دائرة عرض ٢٠ درجة شمالاً وحتي دائرة العرض ٢٨ درجة شمالاً أي ما يقارب من ٩٠٠ كيلو متر، كذلك فهي تمتد بين خطي طول ٤٠ درجة شرقاً وحتي ٤٨ درجة شرقاً لمسافة تقدر بنحو ٦٥٠ كيلو متر (شكل رقم ١)، وهذا الإمتداد الفلكي يعني أنها تقع ضمن النطاق الصحراوي المداري الجاف لغرب القارات، كما أنها تقع في منطقة الضغط المرتفع المداري شتاء، والذي يجعلها بصفة عامة في مهب الرياح التجارية الجافة، وضمن سيطرة الضغط المنخفض الحار في جنوب آسيا (علي هامشة الغربي) صيفاً مما يجعلها في مهب الرياح القارية الجافة أيضاً، ولهذا تميز مناخها بالجفاف النسبي علي مدار السنة وبإرتفاع درجة الحرارة خاصة في فصل الصيف، لأن الشمس تكون عمودية أو شبه عمودية وما يتبع ذلك من أثر في الظروف والأحوال المناخية وأيضاً علي عناصر المناخ المختلفة، فنجد أن موقع منطقة الدراسة المداري وشبه المداري أبعدها عن تأثير الرياح الموسمية المطيرة الهابة صيفاً علي الركن الجنوبي الغربي لشبه الجزيرة العربية، كذلك بعد المنطقة عن خط سير الرياح الغربية (أعاصير البحر المتوسط)

المطيرة الهابة شتاء علي البحر المتوسط، لذلك فإن أمطار المنطقة محل الدراسة تخضع للتذبذب الشديد في الكمية وفي موعد سقوطها بل إن تذبذب المطر من سنة إلي أخري هو أحد الصفات المهمة لأمطار المنطقة.

مما سبق يتضح أن المنطقة الوسطي من المملكة والواقعة في قلب شبه الجزيرة العربية تقع وسط كتلة قارية وآسعة ولا يوجد بوسطها بحار أو بحيرات أو أنها جارية، ولكن يقع إلي الغرب منها البحر الأحمر وفي شرقها الخليج العربي، وكلاهما بحران ضيقان ويقتصر تأثيرهما علي رفع نسبة الرطوبة في المنطقتين الساحليتين المجاورتين لهما، ولا يكادان يسهمان في زيادة كمية الأمطار حتي في تلك المناطق الساحلية التي يطل عليها البحران، كما أن وجود جبال الحجاز والسراة في الغرب تعوق التأثير البحري من العبور من البحر الأحمر نحو الداخل، كذلك توجد



شكل رقم (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمملكة العربية السعودية

الحواف الصخرية والتلال والكثبان الرملية في الشرق فتمنع عبور التأثيرات البحرية من الخليج العربى بإتجاه الداخل.

وبالإضافة إلي ذلك فإن إتجاه خط الشاطئ لساحل شبه الجزيرة العربية الجنوبي المطل علي البحر العربي والذي يقع ضمن المنطقة دون المدارية ووجود مرتفعات حضرموت واليمن وكثبان الربع الخالي في الجنوب تمنع جميعا وصول تأثيرات المحيط الهندي إلي المنطقة الوسطي بقلب شبه الجزيرة العربية، حيث نجد أن منطقة الدراسة تبعد عن كل من ساحل الخليج العربي بنحو ٧٠ كيلو متر إلي الشرق منها، كذلك يبعد ساحل البحر الأحمر عنها بنحو ٧٥٠ كيلو متر وأيضا البحر المتوسط يبعد بمسافة تقارب ١١٠٠ كيلو متر، أما البحر العربي فيبعد عن منطقة الدراسة بنحو ١٢٠٠ كيلو متر.

كل ذلك جعل من مناخ المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية مناخا قارياً، حيث إرتفعت فيه الفروق الحرارية اليومية والسنوية إلي حد كبير(ملحق رقم ٨)، كما ساد الجفاف فيها، كما أن موقع المنطقة الوسطي في غربي قارة آسيا الواسعة وبالقرب من قارة إفريقيا التي تليها في المساحة وليست بعيدة عن قارة أوربا، لذلك فإن مناخها تأثر بالظواهر التي تأتيها من تلك القارات ولا سيما من حيث الكتل الهوائية التي تصلها والضغط الجوي الذي يسيطر عليها، إذ يسيطر علي المنطقة الوسطي وصول التأثيرات السيبيرية (وإن كانت ليست بدرجة كبيرة) في الشتاء، ووصول التأثيرات الهندية والإفريقية أو المحلية أحيانا من الربع الخالي في الصيف، وقلة سيطرة التأثيرات البحرية مثل تأثير البحر المتوسط أو المحيط الهندي أو المحيط الأطلنطي.

الهدف من الدراسة:

عمدت المملكة العربية السعودية إلي إنتهاج إسلوب التخطيط منذ ١٣٩٠هـ (١٩٦٩ ميلادية)، وقد إستهدفت الخطط الخمسية التي إتبعتها تنمية المجتمع السعودي في المجالين الأساسيين الإقتصادي والإجتماعي، وركزت في المجال الإقتصادي علي تطوير قطاعي الزراعة والصناعة.

ولما كانت مقومات التطور الزراعي في إقليم صحراوي جاف ضعيفة وكانت تنميتها صعبة التحقق، فإن الإصرار علي تلك التنمية يحتاج إلي تضافر جهود المختصين في مجالات بحثية مختلفة، فتوجهها إلي طرق التنفيذ المثلي وتجنبها الإضطراب وتذلل لها الصعاب، ولقد نشأت عدة مراكز أبحاث زراعية في مناطق مختلفة من المملكة من قبل وزارة الزراعة والمياه أو بإشرافها، أو من قبل كليات الزراعة إلا أنه لم يمض الوقت والجهد الكافيين للوصول إلي نتائج حاسمة. ومن هذا المنطلق فإن مساهمة الجغرافيين التطبيقيين ولا سيما في المناخ الزراعي ستعزز هذا الإتجاه، وبالتالي فإن هذا البحث يهدف إلي التعرف علي أثر إختلاف المناخ وظروف البيئة في المنطقة الوسطي علي إمكانية تطوير إنتاجية المحاصيل الزراعية بصفة عامة.

وتهدف هذه الدراسة إلي تحليل عناصر المناخ المؤثرة علي النشاط الزراعي في المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية مع توضيح درجات هذا التأثر من خلال التطبيق علي عدد من المحاصيل الزراعية وهي:

١. محاصيل الحقل ويمثلها هنا محصول القمح.

٢. محاصيل الخضر ويمثلها هنا محصول الطماطم.

٣. محاصيل الفاكهة ويمثلها هنا البرتقال.

وسوف يقتصر الباحث في دراسته علي تأثير الحرارة علي نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية، حيث تؤثر درجة الحرارة تأثيراً كبيراً فى النباتات، فهى تؤثر علي كافة العمليات بين امتصاص وتبخر وتنفس وبناء ضوئي وغير ذلك وتعتمد معدلات هذه العمليات المختلفة علي درجة الحرارة فتؤثر درجة الحرارة بشكل مباشر أو غيرمباشر في كل وظيفة من الوظائف الحيوية للنبات، فهي تؤثر في العمليات الطبيعية كالإنتشار والنفاذية وإمتصاص الماء وتبخره، وفي كافة العمليات الكيميائية للتحول الغذائي، وتعتمد معدلات هذه العمليات المختلفة علي تغير درجة الحرارة، فترتفع بإرتفاعها إلي أن تصل هذه المعدلات إلي درجتها المثلي، وتنخفض بإنخفاض درجة الحرارة إلي حد أدني معين حيث تبطئ هذه المعدلات لدرجة شديدة، وتلعب البيئة دورا هاما في تحديد تأثير درجة الحرارة علي كل نوع من أنواع النبات، فقد ألف كل نوع حدين أقصي للحرارة المرتفعة وأدني للحرارة المنخفضة، وألف ايضا درجات حرارة معينة في المواسم المختلفة، وإذا إرتفعت درجة الحرارة أو إنخفضت عن هذين الحدين (الأقصي والأدني) أدي ذلك إلي توقف النشاط النباتي، ولكن كما يقول باركر (Parker) إن من أكبر المشكلات في دراسة العلاقات بين المناخ والزراعة في الوقت الحاضر هو التأثير المندمج للعناصر المناخية علي نمو النبات (Parker, N.W., 1946, PP. 109-119).

فتأثير الحرارة علي المحاصيل الزراعية يتضمن تداخلاً كبيراً في التأثيرات الناتجة عن أهم الظروف الجوية المصاحبة لموجات الحر والبرد، فتأثير موجة الحر الخماسينية (رياح السموم) علي سبيل المثال لا يتضمن فقط تأثير درجة الحرارة العظمي، بل يتضمن أيضا تأثير كل من سرعة الرياح والرطوبة النسبية المصاحبة لهذه الموجة. ولهذا سوف نهتم بتأثير عناصر الموجة الحارة علي نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية، وتتمثل هذه العناصر في درجة الحرارة العظمي وسرعة الرياح والرطوبة النسبية المسجلة خلال فترات حدوث موجات الحر. وكذلك الحال بالنسبة

لتأثير موجات البرد، كما أنه سيتم دراسة تأثير كل من درجة الحرارة الصغري وسرعة الرياح والرطوبة النسبية المسجلة خلال فترات حدوث تلك الموجات الباردة.

وفيما يلي سوف نعرض لأثر الحرارة بما تشمله من (موجات الحر وموجات البرد) وأهم الظواهر الجوية المصاحبة لها (سرعة الرياح – الرطوبة النسبية) علي عدد من المحاصيل منها المحاصيل الحقلية ممثلة في القمح، والخضروات ممثلة في الطماطم والفاكهة ممثلة في البرتقال.

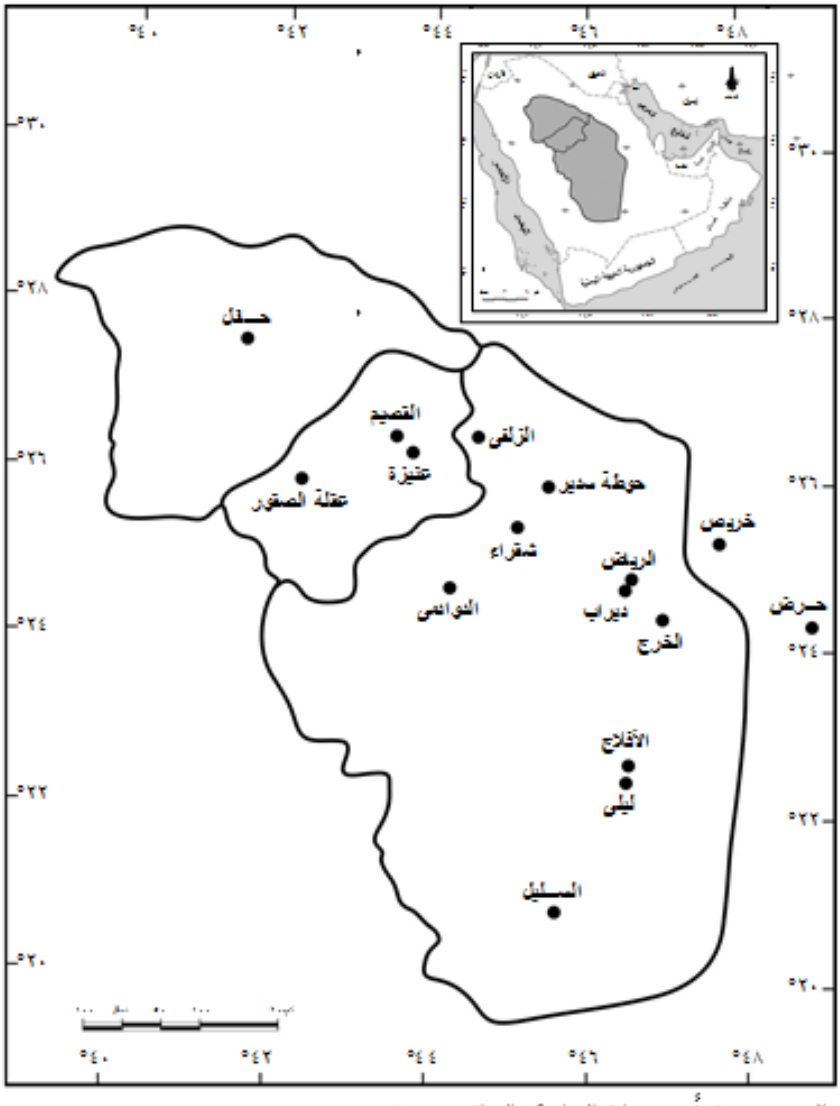
وفي سبيل تحقيق هذه الأهداف إستعان الباحث بثمانية عشر محطة مناخية موزعة علي جميع أنحاء المنطقة منذ بداية عملها وحتي عام ٢٠٠٥ (جدول رقم ١، شكل رقم ٢). كما أستعان الباحث ببعض البرامج الإحصائية ممثلة في Excel, SAS, SPSS في عمل المعاملات والإرتباط.

جدول رقم (١)

محطات منطقة الدراسة من بداية عملها وحتي عام ٢٠٠٥

البلد	خطوط الطول		خطوط العرض		الإرتفاع
	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	(متر)
القصيم	٠٤	٤٦	١٨	٢٦	٧٢٤
الرياض	٤٣	٤٦	٤٣	٢٤	٥٦٤
السليل	٣٤	٤٥	٢٨	٢٠	٦٠٠
الدوادمي	٢٢	٤٤	٢٩	٢٤	٩٤٠
ديراب	٣٤	٤٦	٢٥	٢٤	٦٠٠
الخرج	٢٤	٤٧	١٠	٢٤	٤٣٠
عنيزة	٥٩	٤٣	٠٤	٢٦	٦٥٠
عقلة الصقور	١١	٤٢	٥٠	٢٥	٧٤٠
ليلى	٤٢	٤٦	١٥	٢٢	٥٠٠
الأفلاج	٤٤	٤٦	١٧	٢٢	٥٣٩
بيرين	٥٧	٤٨	١٩	٢٣	٢٠٠
العزيزية	–	–	–	–	–
حائل	٣٨	٤١	٢٨	٢٧	١٠١٠
شقراء	١٥	٤٥	١٥	٢٥	٧٣٠
خريص	٠٨	٤٨	٠٥	٢٥	٤٣٠
حوطة سدير	٣٧	٤٥	٣٢	٢٥	١٦٠
الزلفي	٤٨	٤٤	١٨	٢٦	٦٠٥
خرص	٠١	٤٩	٠٤	٢٤	٣٠٠

المصدر : وزارة الزراعة والمياة، ٢٠٠٥



المصدر : نقلاً عن وزارة الزراعة والمياه، ٢٠٠٥

شكل رقم (٢) الموقع والمحطات المناخية للمنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية

أولا: محاصيل الحقل (القمح)

يرجع سبب إختيار محصول القمح إلي عدة عوامل منها:-

١. أهمية هذا المحصول ليس فقط علي مستوي المنطقة الوسطي من المملكة بل علي مستوي المملكة.

٢. تولي المملكة العربية السعودية أهمية خاصة لزيادة إنتاجه نظراً للتزايد المضطرد في عدد سكان المملكة ودخول دول كثيرة مستوردة للقمح مما أدي إلي زيادة أسعاره عالمياً.

٣. توفر البيانات اليومية الخاصة بموجات الحر والبرد وأهم الظواهر الجوية المصاحبة لهما من سرعة رياح ورطوبة نسبية منخفضة خلال فترة نمو محصول القمح.

١) الظروف المناخية الملائمة لمراحل نمو القمح

لكل مرحلة من مراحل نمو نبات القمح منذ إنبات البذور حتي نضج المحصول ظروف مناخية ملائمة، وتوفر أو عدم توفر المتطلبات المناخية يحدد كمية المحصول ونوعيته، فإذا توفرت جميع العوامل الملائمة خلال حياة القمح فإنه سوف يعطي عدداً كبيراً من الأفرع الجانبية، وسوف يكون له كتلة خضرية كبيرة مع قدرة كبيرة علي التمثيل الضوئي، إضافة إلي سنابل طويلة، هذا إلي جانب حبات كبيرة الحجم وممتلئة، وإن مجموع هذه العوامل تؤدي إلي محصول جيد (علي حسن موسي، ١٩٧٥، ص ١٩٠).

أما تأثير العوامل غير الملائمة للقمح فتختلف بإختلاف المرحلة أو المراحل التي قد يتعرض لها، فإذا حدثت قبل الإشطاء (التفرع) أي في المراحل الأولي فإن عدد الإشطاءات (التفرعات) يكون قليلا، أما إذا حدثت بعد الإشطاء فإن بعض الإشطاءات تنمو جيدا، وقد تكون عديمة السنابل ويكون إرتفاع النبات قصيراً. أما إذا

كان تأثير هذه العوامل أثناء المراحل الأولي لتشكل السنابل فإن السنابل تصبح قصيرة، وإذا حدثت في المراحل الأخيرة من تشكل السنبلة فيكون عدد الحب في السنيبلات قليلاً.

وإذا تعرض لها نبات القمح بعد تشكل السنيبلات والزهرات، فإنها قد تكون السبب في تساقط الأزهار وعدم تشكل الحبوب، كما أن حبات القمح تصبح أصغر من الحجم العادي فيما لو حدثت بعد التلقيح، وقد تؤدي في المراحل الأخيرة للنمو وبعد تشكل حبوب كبيرة إلي أن تتقلص الحبات وتتكمش، ويؤدي إرتفاع الحرارة أو الجفاف إلي تلف الطرف العلوي من السنبلة.

أما عن المراحل التي يمر بها نبات القمح خلال نموه فهي كالتالي:

أ) مرحلة الإنبات والنشأة:

تمتد هذه المرحلة إبتداء من زراعة البذور إلي الإنبات والتوريق وتتم هذه المرحلة عادة في الفترة من نوفمبر إلي يناير (الأسبوع من ١ – ٥)، وإن كانت هذه المدة تختلف علي حسب توفر الظروف المناخية الملائمة لكل منها، ويكون النبات خلالها الجذور والساق والأفرع والأوراق، ويستغرق الإنبات وظهور البادرات مدة تتراوح من (٧ – ١٠) أيام منذ وقت الزراعة حتي ظهور البادرات (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ٦٧).

وتبدأ بذور القمح في الإنبات تحت درجات حرارة مناسبة ولقد أظهر آرنون عام ١٩٧٢ (A. Abdel Kader A., 1978, P. 366) في بحث عن إسرائيل أن درجات الحرارة العظمي المثالية خلال مرحلة الإنبات تتراوح ما بين ٢٠° – ٢٢° م. ولقد أثبت أيضا أن درجات الحرارة العظمي إذا إنخفضت عن المعدل الأمثل السابق تؤدي إلي إنخفاض معدل الإنبات، ويتوقف النبات عن النمو تماما عندما تصل درجة الحرارة الصغري إلي ٤°م، كما أنه ذكر أيضا بأن درجة الحرارة العظمي إذا زادت عن

القيمة المثالية تؤذي النبات، وتكون عملية الإنبات غير منتظمة بالإضافة إلي تعرض النبات لبعض الأمراض.

ولمعرفة أثر الحرارة علي إنبات بذور القمح تم عمل تجربة كان الإنبات ١٠٠% عند درجة حرارة ٢١ᵒم، إنخفض إلي ٣٠% عند درجة حرارة ٢٧ᵒم. (عبد الرحيم الشاطر، ١٩٦٤، ص ٢٤). والحرارة العظمي التي يتوقف عندها الإنبات تتراوح بين ٣٥ᵒ م– ٤٨ᵒم (السيد محمد صقر، ١٩٦٥، ص ١٥٧).

هذا وقد أوضح باير عام ١٩٧٣ (Baier, 1973) في بحث عن كندا أن درجة الحرارة العظمي المثالية للقمح خلال مرحلة الإنبات تتراوح ما بين ١٨،١ᵒ م– ٢٠ᵒم، مع درجة حرارة صغري تتراوح بين ٦،٣ᵒم – ١٠،٦ᵒم. كما أنه أظهر أيضا بأن أعلي درجة حرارة عظمي لا تزيد عن ٣٣،٩ᵒم وأعلي درجة حرارة صغري لا تزيد أيضا عن ٢١،٤ᵒم (A. Abdel kader A., 1978, P. 366).

أما علي موسي فيري أن القمح يحتاج إلي بيئة حرارية معينة حتي ينمو نموا مثاليا وهي تتراوح في حدها الأدني بين ٤ – ٥ᵒم، ٣٠ – ٣٢ᵒم في حدها الأقصي (علي موسي، ١٩٧٥، ص ١٣٨).

ومن خلال قراءة البيانات اليومية لدرجات الحرارة خلال مرحلة الإنبات والنشأة لنبات القمح والتي توافق الفترة من ١٠ نوفمبر إلي ٨ ديسمبر – وهذه الفترة تدخل مناخيا ضمن فصل الخريف (الإعتدال الحراري) – تبين أن متوسط درجة الحرارة العظمي يتراوح بين ٢٧،٨ᵒم – ٢٢،٥ᵒم (ملحق رقم ١، ٣) والحرارة الصغري ١١،٧ᵒ م– ٧،٥ᵒم (ملحق رقم ٢، ٤) في منطقة الدراسة. هذا ولم ترتفع درجة الحرارة العظمي في المتوسط عن (٣٠ᵒم – ٢٥،٣ᵒم) ولم تنخفض درجة الحرارة الصغري في المتوسط عن (٧،٧ᵒ م– ٥،٢ᵒم) وبذلك تتوفر درجات الحرارة اللازمة والمناسبة خلال مرحلة الإنبات والنشأة لنبات القمح بالمنطقة الوسطي للمملكة.

ب) مرحلة النمو الثمري:

تشمل هذه المرحلة فترة النمو النشط والأخضرار وظهور الثمار، والفترة الأساسية في هذه المرحلة تتمثل في الإنبات والتوريق (من الأسبوع ٥ – ١٤) ثم يلي ذلك النمو الجيد (من الأسبوع ١٤ – ١٩)، ثم ظهور الثمار (من الأسبوع ١٩ –٢٢) (A. Abdel Kader, A. 1978, P. 347).

وتظهر في هذه المرحلة السنابل منذ أن تجف الورقة السفلي وذلك لانتقال الغذاء المخزن بها إلي السنبلة، ودرجة الحرارة المثلي لتشكيل السنبلة هو (٢١،١°م) فإذا ارتفعت حرارة النهار عن (٢٧°م) فإن ذلك يؤدي إلي تباطؤ في تشكيل السنابل وتناقص حجم السنبلة مما يؤثر علي الإنتاج. (علي موسي، ١٩٧٥، ص ١٩٥). وأوضح أرنون عام ١٩٧٢ (Arnon) أن متوسط درجة الحرارة المثالية (٢٥°م) ودرجة الحرارة العظمي المثالية يتروح بين (٣٠°م – ٣٢°م) وذلك خلال مرحلة النمو لمحصول القمح، كما سجل هوفمان ١٩٧٣ (Hoffman) في بحث له أن درجات الحرارة العظمي المثالية خلال فترة نمو القمح كانت حوالي (٢٦°م) مع درجة حرارة صغري مثالية (١٠°م). (A. Abdel Kader, A. 1978, P. 368).

وفترة تكوين السنابل توافق الفترة الممتدة من منتصف يناير حتي نهايته والتي يصل فيها المتوسط اليومي للحرارة إلي (١٣،٦°م) ولا ترتفع درجة الحرارة العظمي في المتوسط عن (٢١°م) (ملحق رقم ٣)، ولا تنخفض درجة الحرارة الصغري في المتوسط عن (٦،٥°م) ، في منطقة الدراسة (ملحق رقم ٤)، وهذا يعني توافر درجات الحرارة المناسبة لنمو السنابل بالشكل الطبيعي في زيادة حجمها وعددها.

وتجدر الإشارة إلي أنه قد يحدث إنخفاض الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي وما دونه خلال هذه الفترة من نمو السنابل وذلك في مناطق الدراسة المختلفة وخاصة الشمالية منها. فعلي سبيل المثال في منطقة القصيم بشمال منطقة الدراسة

إنخفضت درجة الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي (الصقيع) حيث وصلت في يناير من عام ١٩٧٧ إلي -٤ْم، - ١،٥ْم في كل من عقلة الصقور، ومطار القصيم علي الترتيب، وإستمر هذا الإنخفاض في درجات الحرارة مدة تراوحت بين اليومين والثلاثة أيام، كذلك الحال في منطقة حائل أقصي شمال منطقة الدراسة حيث حدث هذا الإنخفاض في يناير من أعوام (٧٠، ٧١، ٧٢) وإستمر في كل مرة مدة ما بين يومين إلي ثلاثة أيام، ووصلت فيها درجة الحرارة إلي -٧ْم (ملحق رقم ٥).

ويشكل الصقيع ضرراً علي السنابل، إذ يؤدي إلي عقم السنابل قبل فترة التزهير وأثناءها، وهذا يقلل من عدد الحبات في السنبلة من إمتلاء الحب (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ٦٩) وبالتالي إنخفاض متوسط إنتاجية الدونم خلال السنوات التي حدثت فيها إنخفاض في درجة الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي فما دونه.

ويتم الإزهار بعد عدة أيام من ظهور السنابل ويستمر الإزهار من (١٠ – ١٥ يوما) ويتم الإزهار للسنبلة الواحدة خلال (٣ – ٥ أيام)، ويحتاج النبات في هذه المرحلة إلي إرتفاع الحرارة نسبيا حتي تتفتح الأزهار ويحدث الإخصاب في درجات حرارة تتراوح بين (١٠ْم – ٣٢ْم) مع درجة حرارة مثلي تتراوح من (٨ْم – ٢٤ْم) وتعتبر فترة الإزهار أخطر مرحلة يتعرض فيها القمح للضرر أو للتلف حيث أن إرتفاع الحرارة كثيرا عن الحد الأمثل خلال فترة التزهير يؤدي إلي قتل حبوب اللقاح ونقص عدد الحبوب.

كما أن إرتفاع الحرارة في مرحلة الإخصاب حتي النضج من (٣١ْم – ٣٧ْم) وسط النهار يؤدي إلي نقص المادة الجافة وإنخفاض في كمية البروتين وبالتالي نقص في وزن الحبة، ولكن إرتفاع الحرارة بعد (٣ أو ٤ اسابيع) من تفتح الأزهار يؤدي إلي نضج الحبوب مبكرا ولكن بأحجام صغيرة، وإذا إنخفضت الحرارة

عن الحد الأمثل لنمو الأزهار إلي درجة الصقيع تؤدي إلي قتل حبوب اللقاح وبالتالي عدم تكوين الحبوب في السنابل (علي حسن الخشن وآخرون، ١٩٨٠، ص ٧٧).

وعند دراسة المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة في بعض المحطات المختارة خلال فترة التزهير، والتي توافق أوائل شهر فبراير، وتستمر لمدة ثلاثة أسابيع، وجد أن المتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمي بمنطقة الدراسة لم يتعد (٢٣،٧°م) حيث تراوح بين (٢٢،٢°م) في حائل اقصي شمال المنطقة الوسطي، (٢٧،٦°م) في السليل أقصي جنوب المنطقة (ملحق رقم ٣)، وهي بذلك تدخل في النطاق الحراري الأمثل لتفتح الأزهار وحدوث الإخصاب.

ونجد أنه حدث في شهر فبراير من عام ١٩٨٧ موجة حارة سجلتها معظم محطات منطقة الدراسة، وعلي سبيل المثال سجلت كل من الرياض الجديدة والرياض القديمة والسليل والخرج يوم ١٩٨٧/٢/٢٨ درجة حرارة عظمي وصلت في كل منها علي الترتيب (٤٧،٤°م، ٤٨°م، ٤٧،٦°م، ٤٩،٥°م) أي أنها أعلي من المعدل بحوالي (٢١،٩°م، ٢٢،٤°م، ٢٠،٢°م، ٢٤،١°م)، علي الترتيب (ملحق رقم ٥).

وفي عام ١٩٩١ تكرر حدوث تلك الموجة الحارة حيث سجلت كل من الرياض الجديدة والرياض القديمة والسيل والخرج يوم ١٩٩١/٢/٢٧ (٣٢،٦°م، ٣٢،٨°م، ٣٣،٥°م، ٣٦،٤°م) علي التوالي).

وإرتفاع درجة الحرارة خلال مرحلة تفتح الأزهار وحدوث الإخصاب أدي إلي قتل حبوب اللقاح ونقص في عدد الحبوب والمادة الجافة وإنخفاض في كمية البروتين وبالتالي نقص في وزن الحبة والمردود. ولذلك يلاحظ أن سنتي ١٩٨٧، ١٩٩١ من السنوات التي سجلت إنخفاضا ملحوظا في متوسط إنتاجية الدونم من محصول القمح.

كما نجد أن درجة الحرارة الصغري إنخفضت إلي الصفر المئوي في عدة محطات بالمنطقة الوسطي من المملكة وذلك في ١٩٨٩/٢/٧ في كل من القصيم

والرياض الجديدة والرياض القديمة والدوادمي وديراب والخرج وعنيزة حيث كانت درجة الحرارة فيها علي التوالي (-٣،٦°م، صفر°م، -٢،٥°م، -١°م، -٣،٢°م، -٤،٥°م) ومن المعروف إنه إذا إنخفضت درجة الحرارة عن الحد الأمثل لنمو الأزهار إلي درجة الصقيع، فتؤدي إلي قتل حبوب اللقاح وبالتالي عدم تكوين الحبوب في السنابل، وهذا ينعكس علي إنخفاض متوسط إنتاجية الدونم من محصول القمح في هذه السنوات.

ج) مرحلة النضج:

تتميز هذه المرحلة بإصفرار النباتات وتكوين الحبوب، ومن ثم يبدأ تخزين النشا في الحبوب، وذلك بعد أسبوعين تقريبا من تفتح الأزهار (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ٧١) وتمتد مرحلة النضج ما بين (٦ أبريل – ١٠ مايو) (الأسبوع من ٢٢ – ٢٦) (A. Abdel Kader A., 1978, P. 349).

ويلائم نمو الفتح خلال الفترات المتقدمة من حياته (مرحلة النمو الثمري وخاصة تكوين الحبوب) الحرارة الأخذة في الإرتفاع لإكتمال النضج وجفاف الحبوب، ويعلل ذلك بإتاحة الفرصة لانتقال المواد الكربوهيدراتية المخزنة في الأوراق والسيقان إنتقالا تدريجياً إلي الحبوب وبالتالي يتم الحصول علي حبوب ممتلئة ذات وزن مناسب وهي أحد المكونات الأساسية للمحصول النهائي، بينما يؤدي الإرتفاع الحراري كثيرا إلي قصر فترة إمتلاء الحبوب لحصول النبات علي الإحتياج الحراري في فترة قصيرة تؤدي إلي النضج المبكر للحبوب وبالتالي تأتي الحبوب غير ممتلئة الامتلاء المطلوب، إذ يؤدي الإرتفاع الحراري كثيرا إلي جفاف وإختفاء الأنسجة الخضراء مبكراً وبالتالي عدم الإنتقال الكامل للمواد الكربوهيدراتية المخزنة في أنسجة النبات المختلفة إلي الأوراق أو أن إنتقالها يكون بطريقة غير تدريجية، وهذا ينعكس علي إعطائها حبوباً غير ممتلئة وصغيرة الحجم، حيث تقصر فترة إمتلاء الحبوب بزيادة درجة الحرارة وتطول بإنخفاض الحرارة مسببة زيادة وزن الحبوب (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ٧١).

وتعد درجة الحرارة (٢٥°م) نهاراً هي الدرجة المثلي لنمو القمح أثناء فترة تكوين الحبوب، وقد دلت دراسات وتجارب (أسنا وويليامز عام ١٩٦٥) (Asna & Williams, 1965) إن إرتفاع حرارة النهار من (٢٥°م – ٣١°م) يؤدي إلي خفض حجم الحبوب بمقدار (١٦%)، وفي دراسات أخري وجد أن إرتفاع حرارة النهار من (٩°م – ٢٦°م) تؤدي إلي إنخفاض محصول الحبوب (القمح) بمقدار النصف (٥٠%) كما استنتج لوماس (Lomas, 1971) من تجاربه أن إرتفاع درجة الحرارة العظمي خلال نضج محصول القمح من (٢٧،٥°م – ٣٢،٣°م) يؤدي إلي نقص وزن الحبة بحوالي (١٧،٣%) (شحاتة سيد أحمد، ١٩٩٤، ص ٢٦٠).

كما أوضح باير (Baier) أن أعلي درجة حرارة عظمي في مرحلة النضج لمحصول القمح يجب ألا تصل إلي أعلي من (٣٧،٢°م) مع درجة حرارة صغري ليست أقل من (٢٣،٦°م)، وسجل كل من (باير وروبرتسون) عام ١٩٦٨ أنه توجد علاقة قوية بين إنتاج القمح والمتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمي والصغري في مرحلة النضج (A. Abdel Kader, A., 1978, P. 369).

ومن دراسة البيانات اليومية للحرارة خلال مرحلة النضج، اتضح أنها في بعض السنوات لا تلائم تكوين حبوب ممتلئة الوزن، لأنه من المعروف في هذه المرحلة (إبريل – مايو) عادة ما تحدث موجات الحر الربيعية التي تعمل علي زيادة درجات الحرارة العظمي وسرعة الرياح وإنخفاض الرطوبة النسبية فعلي سبيل المثال تعرضت منطقة الدراسة لموجة حارة جافة في الفترة من ١٦ – ١٩/٤/١٩٨٧ حيث سجلت درجة الحرارة العظمي خلالها في كل من القصيم والرياض الجديدة والرياض القديمة والخرج والسليل (٣٨،٤°م، ٤٠،٢°م، ٤١°م، ٤١،٤°م، ٤٣°م) علي الترتيب كما تراوحت سرعة الرياح أثناءها ما بين ١٧ – ٢١ عقدة/ساعة في كل من القصيم والرياض والخرج والسليل، وإنخفضت الرطوبة النسبية إلي ٣٦% كمتوسط عام لمنطقة الدراسة.

وقد أدت هذه الموجة الحارة المصحوبة برياح جافة إلي تبخر الماء الموجود في حليب الحبة عند بدء تشكلها – مرحلة النضج اللبني – فتشاهد النباتات عندئذ قائمة، وتحسب سنابلها ملانة، ولكن الضرر لا يدرك إلا بعد وصول السنابل إلي المخازن ودرسها، فإذا بها قشر كثير وحب قليل، وهذا الحب القليل يكون ضامرا متجعدا، فيخف وزنه ويتدني الإنتاج ولذلك فإن عام ١٩٨٧ كان من السنوات التي تميزت بإنخفاض متوسط إنتاجية الدونم من محصول القمح بمزارع المنطقة الوسطي.

٢) تأثير ميعاد الزراعة علي محصول القمح:

تتوقف الإنتاجية الجيدة للمحصول علي مدي إتباع التعليمات الصحيحة لزراعته فيجب الإلتزام بميعاد بدء الزراعة الذي توصي به الدراسات الزراعية التي تناولت تحديده علي أساس الضوابط المناخية المناسبة لبدء الزراعة، فالتبكير أو التأخير عن الميعاد المحدد لبدء الزراعة، يتبعه خلل في مواعيد الإنبات ونمو الساق والأوراق والأثمار وبالتالي يؤثر ذلك علي إنتاجية المحصول.

والقمح من المحاصيل الزراعية التي تتأثر تأثرا واضحا بميعاد الزراعة وقد دلت التجارب أن أنسب ميعاد لزراعة القمح هو النصف الثاني من نوفمبر، ويتم حصاده في أواخر مارس وأوائل إبريل، (Ministry of Agriculture and Water, 1980, P. 101).

ومن أضرار تأخير الزراعة إلي ديسمبر الآتي:

١. تأخير طرد السنابل مما يعرضها إلي رياح السموم الحارة والتي تؤدي إلي قلة عدد الحبوب في السنبلة مع ضمور في الحبوب الناتجة.

٢. زراعة القمح في ديسمبر تسبب تأخير نضج القمح بحيث تقع فترة تكوين الحبوب في الفترة التي ترتفع فيها الحرارة خلال شهر مايو، فتعمل هذه الحرارة علي سرعة النضج قبل إعطاء الفرصة للحبوب لتمتلئ جيدا بحبيبات النشا

وبالتالي يصغر حجم الحبيبات ويقل إمتلاؤها فيؤدي في النهاية إلي قلة المحصول (علي علي الخشن، ١٩٨٠، ص ٧١).

٣. تؤدي الزراعة المتأخرة في ديسمبر إلي زيادة إحتمال الإصابة بأمراض الصدأ وكذلك حشرة المن قبل طرد السنابل.

٤. عدم التمكن من إعطاء رية ثانية بخلاف رية الزراعة، مما يؤثر علي قدرة تحمل النبات لفترة العطش والتي تطول أحيانا إلي أربعين يوما، مما يؤدي إلي قلة التفريغ وقلة عدد السنابل وبالتالي ضعف المحصول (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، مركز البحوث الزراعية، ١٩٩٠، ص ٣).

وقد أوضحت التجارب أن زراعة القمح خلال أكتوبر أو ديسمبر تؤدي إلي نقص في المحصول وأن الزراعة في خلال نوفمبر تؤدي إلي زيادة في المحصول بما لا يقل عن ٣٠% كما تبين ذلك من خلال قراءة الجدول رقم (٢).

أثر مواعيد زراعة القمح في مقدار المحصول

تاريخ الزراعة	نسبة النقص في المحصول
١٠/١٥	%٢٩
١١/١	%٥
١١/١٥	صفر%
١١/٣٠	%١٧
١٢/١٥	%٣٠

المصدر: وزارة الزراعة، مركز البحوث الزراعية، معهد بحوث المحاصيل الحقلية، زراعة وإنتاج القمح (تقرير رقم ٤)، ٢٠٠٥.

) التحليل الإحصائي لأثر الحرارة (موجات الحر والبرد) علي إنتاجية القمح بمنطقة الدراسة:

تم حساب معامل الإرتباط لبيرسون بين متوسط إنتاجية الدونم من محصول القمح وبين مجموع عدد موجات الحر والبرد التي حدثت خلال الفترة من نوفمبر وحتي مايو، وهي الفترة التي يمكثها المحصول في الأرض، فكانت درجة الإرتباط ضعيفة جداً وغير واضحة سلباً أو إيجاباً، حيث وجد أن أكثر السنوات حدوثا لموجات الحر والبرد ليس بالضرورة أقلها في غلة الدونم، وليس اقلها حدوثا لموجات الحر والبرد أعلاها في غلة الدونم، وذلك لأننا نجد أن المجموع السنوي لعدد موجات الحر والبرد ليس وحده المؤثر في غلة الدونم، بل هناك أسباب أخري منها توزيعها الشهري وشدتها وطول مدتها والظروف الجوية المصاحبة لها والأمراض التي يتعرض لها المحصول.

ولهذا فقد تم الاهتمام عند دراسة درجات الحرارة سواء المرتفعة أو المنخفضة علي المحاصيل الزراعية بمنطقة الدراسة في نقطتين أساسيتين هما:

١. **توقيت حدوث الموجة:** بمعني في أي مرحلة من مراحل نمو النبات حدثت موجة الحر أو البرد، لأنه من الممكن أن تحدث الموجات في مرحلة ما وليس لها تأثير واضح علي النبات، لأنها قد تكون ملائمة للإحتياجات المناخية التي تتطلبها هذه المرحلة، مثل المراحل الأولي من نمو نبات القمح حيث تتطلب درجة حرارة منخفضة نسبياً، بينما تتطلب مرحلة النضج الأخيرة درجة حرارة آخذة في الإرتفاع لإكتمال النضج وجفاف الحبوب.

٢. **شدة الموجة:** لأنه من الممكن أن تكون بعض هذه الموجات التي حدثت خلال فترة نمو النبات، متوسطة الشدة أو خفيفة، ولم تصل في شدتها إلي الحد الأدني أو الأعلي الملائم لنمو النبات أي صفر النمو والحد الأقصي للنمو.

لذلك تم حصر موجات الحر والبرد التي حدثت في مراحل نمو المحصول الحرجة والحساسة والتي تتأثر كثيرا بهذه الموجات، ثم تم أخذ متوسط شدة موجات الحر والبرد التي حدثت خلال هذه الفترات ويتمثل في (متوسط درجة الحرارة العظمي – متوسط درجة الحرارة الصغري – متوسط الرطوبة النسبية – متوسط سرعة الرياح).

هذا وقد تم إستخدام عدة طرق لعمل هذا التحليل الإحصائي هي:

١. معامل ارتباط بيرسون Person Correlation Coefficient لإيجاد العلاقة بين موجات الحر والبرد من جهة وإنتاجية الدونم من جهة أخري.
٢. معادلة الإنحدار المتعدد Multiple Regression Equations للحصول علي معادلة خطية تفسر العلاقة بين مجموعة المتغيرات المستقلة.
٣. إستخدام طريقة الإنحدار التدريجي Stepwise Regression.

وشرح هذه المعادلات في الملحق رقم (٦) وتم حساب هذه المعادلات عن طريق برنامج الكمبيوتر SPSS وسوف نعرض فيما يلي التحليل الإحصائي لأثر موجات الحر والبرد علي محصول القمح للتعرف علي العلاقة الإرتباطية بين هذه الموجات وإنتاجية المحصول وأهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي لها تأثير فعلي علي إنتاجية الدونم من محصول القمح في منطقة الدراسة.

من خلال تحليل مصفوفة معاملات الإرتباط بين المتغيرات الأربع المستقلة (متوسط درجة الحرارة العظمي – متوسط درجة الحرارة الصغري – متوسط الرطوبة النسبية – متوسط سرعة الرياح) وبين متوسط إنتاجية الدونم لمحصول القمح بمنطقة الدراسة ممثلة في محطة القصيم أمكن التعرف علي العلاقة الإرتباطية بين هذه المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية بالنسبة لمحصول القمح.

ويتضح من خلال قراءة الجدول رقم (٣) للمصفوفة أن هذه المتغيرات ترتبط ببعضها البعض بعلاقات ارتباط قوية، حيث بلغت العلاقة الإرتباطية بين متوسط

درجة الحرارة العظمي وبين متوسط درجة الحرارة الصغري (٠،٨٩) ذات مستوي ثقة يصل إلي (٩٩%) وهذه العلاقة موجبة طردية، فكلما إرتفع متوسط درجة الحرارة العظمي يرتفع أيضا متوسط درجة الحرارة الصغري، وتوجد علاقة ارتباط قوية عكسية بين الرطوبة النسبية وكل من درجة الحرارة العظمي والصغري وسرعة الرياح، وهذه العلاقات منطقية إلي حد كبير.

جدول رقم (٣) مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول القمح بمحطة القصيم

المتغيرات	ص	س١	س٢	س٣	س٤
ص (متوسط إنتاجية الدونم)	١	–	–	–	–
س١ (متوسط درجة الحرارة العظمي)	٠،٨٥–	١	–	–	–
س٢ (متوسط درجة الحرارة الصغري)	٠،٧٨–	٠،٨٩	١	–	–
س٣ (متوسط درجة الرطوبة النسبية)	٠،٩٤	٠،٨٧–	٠،٧٧–	١	–
س٤ (متوسط سرعة الرياح)	٠،٧٧–	٠،٥٢	٠،٥١	٠،٦٩–	١

أما عن علاقة الإرتباط بين إنتاجية القمح وبين هذه المتغيرات، فكما هو واضح من المصفوفة ترتبط إنتاجية القمح بكل من:

١. درجة الحرارة العظمي، العلاقة قوية عكسية، إذ بلغت درجة الإرتباط (– ٠،٨٥) بمستوي ثقة يصل إلي (٩٩%) وهذا يتفق مع ما سبق أن أوضحناه من أن القمح من المحاصيل التي تتأثر سلبياً بموجات الحر وخاصة في مراحل نموه الحرجة والحساسة.

٢. درجة الحرارة الصغري، العلاقة عكسية أيضا، إذ بلغت درجة الإرتباط (– ٠،٧٨) بدرجة ثقة تصل إلي (٩٠%) وهذا يعني أن لموجات البرد التي تحدث خلال فترات تكون الأزهار والسنابل والنضج اللبني تأثيرا سلبيا، حيث قد تنخفض درجة الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي في شهر فبراير كما سبق وذكرنا من قبل.

٣. هناك علاقة إرتباط عكسية بين إنتاجية القمح وسرعة الرياح، أي أنه كلما زاد متوسط سرعة الرياح قلت إنتاجية الدونم وبلغت هذه العلاقة الإرتباطية (-٠،٧٧) بدرجة ثقة (٩٠%)، وهذا يتفق مع ما سبق ذكره من أن هبوب الرياح شديدة السرعة في فترات تلقيح الأزهار وتكوين سنبلة الحبوب يتسبب في إنخفاض إنتاجية الفدان بنسبة تتراوح من ٣٠ – ٤٠%.

٤. بالنسبة للرطوبة النسبية، توجد علاقة إرتباط قوية موجبة وطردية بين متوسط إنتاجية الدونم من محصول القمح ودرجة الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة والتي يمثلها في تلك الجزئية محطة القصيم، حيث بلغت درجة الإرتباط (٠،٩٤) ذات مستوي ثقة يصل إلي (٩٩%) وهذا يشير إلي ملاءمة متوسط درجة الرطوبة النسبية لزراعة محصول القمح في هذه المنطقة.

وللتعرف علي أهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي تؤثر في متوسط إنتاجية الدونم لمحصول القمح وبعد تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي (Stepwise Regression) الملحق رقم (٦) فكانت نتائجها مطابقة لما أظهرته المصفوفة ويوضح ذلك الجدول رقم (٤).

جدول رقم (٤)

تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي (Stepwise Regression)

رقم الخطوة	المتغير الأكثر إرتباطا بإنتاجية الدونم	درجة الحرية	قيمة ف		الخطأ المعياري في (ص)	معامل التحديد المصحح (%)
			المحسوبة	المعنوية		
١	س٣ (الرطوبة النسبية)	١٠	٧٢،٣٦	٠،٠٠٠٠	١،١٣٨	%٨٧

أي أن س٣ (الرطوبة النسبية) هي المتغير المسئول وحده عن ٨٧% من التغير في إنتاجية الدونم لمحصول القمح في منطقة القصيم.

وبتحليل درجة الثقة في هذا المتغير، ثبت أنه ذو تأثير واضح علي إنتاجية الدونم لمحصول القمح بدرجة ثقة لا تقل عن (٩٩%) وضوحها الجدول (٥) الآتي:

جدول رقم (٥)

درجة الثقة في المتغير

المتغير	المعاملات	قيمة ت		قيمة ديربران وآتسون عند ١%		
		المحسوبة	المعنوية	المحسوبة	الحد الأعلي	الحد الأدني
س٣	٠،٢٤٧	٨،٥٠٥	٠،٠٠٠٠	٢،٢٦	١،٤٠	١،٠١

هذا بالإضافة إلي أنه لا يوجد إرتباط ذاتي بين هذه المتغيرات طبقا لدرجة ديربران وآتسون المحسوبة، إذ ترتفع قيمتها كثيراً عن الحد الأعلي لنقطة المعنوية، وبذلك نستطيع التعبير عن تأثير هذا المتغير في إنتاجية الدونم من محصول القمح بصورة المعادلة الآتية:

ص (متوسط إنتاجية الدونم) = ٦،٥١٦ + ٠،٢٤٧ س٣ (متوسط درجة الرطوبة النسبية)

وهذا يعني أن زيادة الرطوبة النسبية بمقدار ١% فوق المتوسط، يترتب عليه زيادة في محصول القمح بمقدار ٠،٢٤٧ أردب للفدان بدرجة ثقة تصل إلي (٩٩%).

ونخلص من هذا التحليل الإحصائي أن موجات الحر وبصفة خاصة موجات الحر الجافة المصحوبة بإنخفاض واضح في الرطوبة النسبية، وكذلك موجات البرد الشديدة (درجة الحرارة الصغري أقل من ٦°م) والرياح الشديدة السرعة المصاحبة لتلك

الموجات الحارة والباردة، تؤثر تأثيرا سلبيا علي متوسط إنتاجية الفدان من محصول القمح في جميع أجزاء منطقة الدراسة.

أما بالنسبة للإحتياجات الضوئية لنبات القمح، فإنه من نباتات النهار الطويل والتي تحتاج إلي عدد من ساعات الإشراق يصل في المتوسط إلي ١٥ ساعة يوميا ولكمية من الضوء تتراوح بين ١٨٠٠ – ٢٠٠٠ لوكس، وقد أتضح من خلال قراءة الملحق رقم (٧) والخاص بالمعدل الشهري لعدد الساعات النظرية وعدد الساعات الفعلية بمحطات منطقة الدراسة أن المنطقة تتمتع بنهار طويل مشمس حتي في شهور الشتاء وبذلك فهي تلبي حاجة نبات القمح للضوء الشديد.

وتوفر النهار الطويل في المنطقة يحول دون تعرض نبات القمح لأي شذوذ في نمو السنابل مثل تفرع السنابل، أو إستطالة محور السنبلة وتقارب السنيبلات السفلي.

كما أن توفر الضوء يساعد علي زيادة عدد السنيبلات في السنبلة الواحدة والإسراع في تكوين الأزهار وزيادة عدد الحبوب في السنبلة، وتأتي أهمية توفر الضوء للقمح في كونه يتحكم في عملية التمثيل الضوئي التي تعد من أهم العوامل المؤثرة ليس فقط علي نمو المحصول بل وعلي كميته، إذ أن هذه العملية تسهم بعد طور تفتح الأزهار في إمداد الحبوب بكمية تتراوح بين ٩٠ – ٩٥% من المواد الكربوهيدراتية الموجودة في الحبوب، وبذلك تؤثر علي حجم الحبوب وكمية الإنتاج ونوعيته (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ص ٧٨ – ٨٠).

أما المتطلبات المائية لنبات القمح فنجد أنها لا تتوافر من الأمطار ولذا فزراعته تعتمد إعتماداً كاملاً في المنطقة الوسطي من المملكة علي الري، ويحتاج القمح للري طوال فترة النمو، وتتراوح الفترة المحصورة بين كل رية وأخري بين ١٠ – ١٤ يوماً، حسب حاجة التربة وإحتياج النبات، وهما يحددان أيضا كمية المياه

المستخدمة في كل رية (البنك الزراعي العربي السعودي، إدارة البحوث والدراسات، ١٩٨١، ص ٨).

وغالبا ما يروي نبات القمح مثل غيره من النباتات في المنطقة بعد الظهيرة لتجنيب فقدان كمية كبيرة من مياه الري نتيجة لشدة الحرارة وسرعة التبخر بالإضافة إلي خصائص التربة في المنطقة حيث إنها رملية سريعة النفاذية للماء (وزارة الزراعة والمياه، التقرير السنوي، ١٩٨١، ص ٧١).

هذا وينبغي ري القمح قبل استنفاذ أكثر من ٦٠% من ماء التربة الصالح للإمتصاص بواسطة النبات في قطاع التربة السطحي علي عمق ٣٠ سم (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩، ص ٦٨) إذ أن المياه في الطبقة السطحية من التربة مهمة جداً، لأن عمق جذور نبات القمح تتراوح بين ٦٠ – ٩٠ سم (مصطفي علي مرسي، ١٩٧٩) وهذا يعني أنها تحصل علي جميع إحتياجاتها من نطاق لا يتجاوز هذا العمق ولذا تجدر التوصية بالإهتمام بتوفير إحتياجات القمح المائية في الطبقة السطحية من التربة، حتي لا يتعرض للإجهاد المائي (الإجهاد المائي عبارة عن نقص كمية المياه القابلة للإمتصاص عن حاجة النبات وكلما زاد هذا النقص كان تأثير الإجهاد المائي أخطر)، خاصة في فترات نموه الحرجة للماء (الفترة الحرجة للماء هي الفترة التي يكون فيها النبات في أشد الحاجة للماء للقيام بإحدي العمليات الفسيولوجية الهامة)، حيث ينتج عنه العديد من الأضرار التي تتضح من الجدول رقم (٦).

جدول رقم (٦)

الفترات الحرجة للإجهاد المائي لنبات القمح

الفترة الحرجة	مدتها بالإيام	تأثير الإجهاد المائي
الإنبات وظهور البادرات	١٠	يؤثر علي عدد النباتات
تكوين الأفرع القاعدية	١٥	تتأثر عدد الأشطاء في وحدة المساحة
بدء تكوين أصول الأزهار	٢٠	تتأثر عدد الحبوب المختلفة
تكوين الحبوب وإزدياد حجمها	٣٥	تتأثر حجم ووزن الحبوب

المصدر: مصطفي علي مرسي، أسس إنتاج محاصيل الحقل، ١٩٧٩، ص ٣٤٠.

هذا ويصبح تأثير الإجهاد المائي خطير علي القمح في أطوار معينة من النمو وهي:-

(١) طور تهيئة الأزهار وتكوين النورة، وينتج عن الإجهاد المائي فيها:-

أ. بطء ظهور أصول الأزهار.

ب. ثقل عدد السنيبلات.

ج. أثناء تكوين النورة تتأثر عدد من العمليات بالإجهاد المائي إبتداء من تكوين أصول السنيبلات حتي إخصاب البويضات، ولذلك ينتج عن الإجهاد المائي في هذا الطور نقص عدد الحبوب في النورة وقلة عدد النورات الخصبة في القمح.

(٢) طور إمتلاء الحبوب، ويؤثر فيه الإجهاد المائي علي وزن الحبة خاصة إذا تعرض القمح للإجهاد المائي بعد فترة الأزهار.

(٣) طور تفتح الأزهار والإخصاب، حيث يؤدي الإجهاد المائي إلي نقص الإخصاب وعقد الأزهار.

وتجد الإشارة هنا إلي الإهتمام المكثف بالري في هذه الأطوار من نمو القمح، مع الأخذ في الاعتبار كمية الفاقد من مياه الري بواسطة التبخر والنتح الكلي المرتفع في منطقة الدراسة، والجريان السطحي للماء (Runoff) والترشيح العميق (Deep Percolation) مع محاولة معرفة محتوي التربة الرطوبي باستمرار، واحتمال سقوط كمية من مياه الأمطار والتي يمكن أن تؤثر عليه، وذلك لأن نبات القمح شديد الحساسية للماء ليس فقط في الأطوار السابق ذكرها بل وفي مختلف مراحل نموه، ونستدل علي ذلك من أن محصول القمح بالمنطقة يتاثر بدرجة كبيرة بأي إختلاف في كمية الري سوء بالزيادة أو النقصان، فعلي سبيل المثال – إذا حدث إختلاف بنسبة ١% فإن إستجابة محصول القمح تصل إلي ٠،٧% وهي استجابة كبيرة نسبيا لكونها لا تزيد عن ٠،٤% لنفس نسبة الإختلاف في الإشعاع الشمسي (عبد الرحمن صادق الشريف، ١٩٨٥، ص ٢٩).

هذا وينبغي التنويه إلي أن نبات القمح يتباين في استهلاكه للماء وفقا لمرحلة نموه، إذ أن استهلاكه للماء يكون منخفضا في بداية موسم زراعته، خاصة وأنه يزرع في المنطقة شتاء حيث تنخفض درجات الحرارة ومعدلات التبخر والنتح. بالإضافة إلي إرتفاع الرطوبة النسبية الجوية (ملحق رقم ٩) مما يوفر كمية أكبر من الندي ليلا. بينما تزيد حاجته واستهلاكه للماء أثناء فترة التفريع والإزهار، حيث ترتبط بإرتفاع درجات الحرارة في بداية فصل الربيع، ويصل أقصي مستوي لإستهلاكه المائي عند تكوين الحبوب في الفترة بين طرد السنابل وحتي النضج، وعند نضج نبات القمح يتوقف الري تماما حتي تجف الحبوب.

وإجمالا لما سبق فإن الظروف المناخية في المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية لا تعوق زراعة القمح بل تعتبر مناسبة لدرجة كبيرة لزراعة القمح.

هذا وتحتل المنطقة الوسطي مكانة هامة بالنسبة للمملكة في زراعة القمح حيث يزرع فيها نحو ٦،٥٩٠،٠٠٦ أي ما يعادل ٨٨،٥% من مساحة القمح الكلية بالمملكة، وتجود زراعة القمح في الأراضي الطينية والصفراء ولا تنجح زراعته في الأراضي الملحية ولا الرملية.

وتقدر المساحة المزروعة بالقمح علي المطر في منطقة الدراسة بنحو ١٦٤،٧٥٠ دونم أي ما يعادل ٢،٥% من مساحة القمح بالمنطقة ويتركز أكثر من ٨٨% من المساحة المزروعة بالقمح علي المطر في منطقة القصيم، ويعتبر القمح المروي أكثر أهمية وأوفر إنتاجاً من القمح المزروع علي مياه المطر، وتختلف المقننات المائية لهكتار القمح من منطقة إلي أخري بمنطقة الدراسة علي النحو الموضح بالجدول رقم (٧).

جدول رقم (٧)

المقننات المائية لهكتار القمح

المنطقة	عدد الأيام ما بين كل رية وأخري	كمية المياه المستخدمة في ري هكتار القمح
ليلي	مرة كل ٥ – ١٠ يوم	١٠ – ١٥ ألف متر مكعب
الخرج وسدير	مرة كل ١٠ – ٣٠ يوم	٤ – ١٢ ألف متر مكعب
ضرماء	مرة كل ١٠ – ١٥ يوم	٨ – ١٢ ألف متر مكعب
القصيم	مرة كل ١٠ – ٣٠ يوم	٤ – ١٢ ألف متر مكعب

المصدر : وزارة الزراعة والمياة، قسم الحاصلات الزراعية، الرياض، ٢٠٠٥

ويتفاوت إنتاج الدونم في منطقة الدراسة ما بين ٣٠٧ كيلو جرام بمنطقة الرياض، ٣٦٦ كيلو جرام بمنطقة حائل وتحقق مناطق زراعة القمح في التربات الرملية الطفلية أكبر إنتاج للهكتار.

٤) أهم مناطق زراعة القمح في المنطقة الوسطي:

تنتشر زراعة القمح في منطقة الدراسة كما يتضح من الجدول رقم (٨):-

جدول رقم (٨)

المساحات المزروعة بالقمح بمنطقة الدراسة مع نسبة

المساحات المزروعة علي الري والمساحات المزروعة علي الأمطار

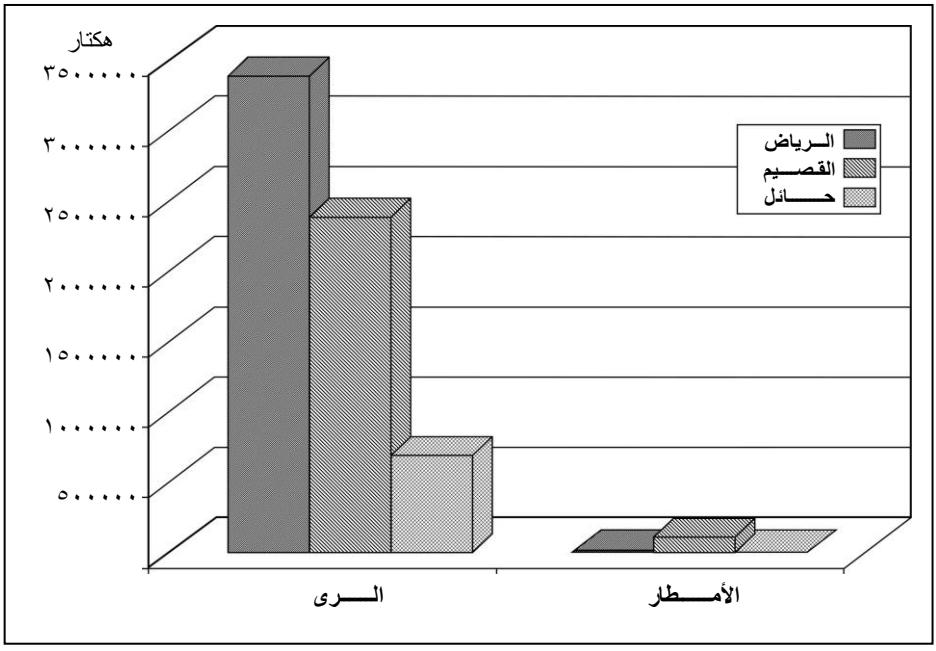
المنطقة	المساحة	%	علي الري	%	علي الأمطار	%
الرياض	٣٤١١٧١٠	٥١،٨	٣٣٩٤٦٥٢	٩٩،٥	١٧٠٥٨	٠،٥
القصيم	٢٤٨٨٢٠٤	٣٧،٨	٢٣٧٦٢٣٥	٩٥،٥	١١١٩٦٩	٤،٥
حائل	٦٩٠٠٩٢	١٠،٤	٦٨٨٧١٢	٩٩،٨	١٣٨٠	٠،٢
الإجمالي	**٦٥٩٠٠٠٦**	**١٠٠**	**٦٤٥٩٥٩٩**	**٩٨**	**١٣٠٤٠٧**	**٢**

المصدر من إعداد الباحث إعتماداً علي الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي ٢٠٠٥، ص ٦.

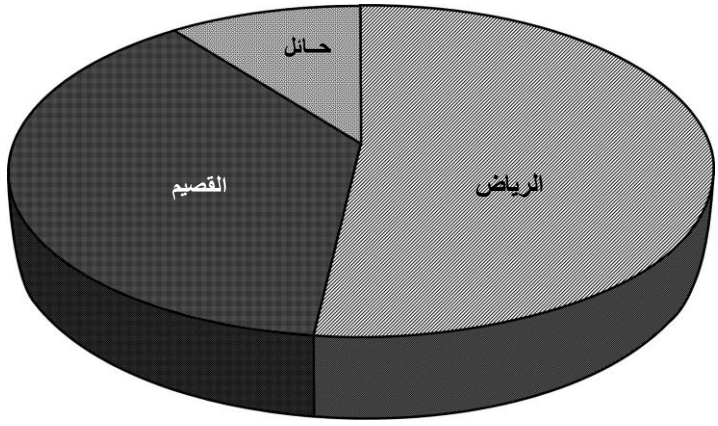
من الجدول رقم (٨) نستخلص الحقائق التالية:

(١) يشغل القمح من المساحة المزروعة حبوب بمنطقة الدراسة حوالي ٩٣%، وتتركز أكثر من نصف المساحة المزروعة بالقمح في منطقة الدراسة بمنطقة الرياض حيث تمثلها ٥١،٨% من إجمالي المساحة ومن أهم الأصناف التي تزرع بالمنطقة الوسطي "الماكسيباك" وأهم مناطق زراعة القمح علي المطر بمنطقة الرياض منطقة المجمعة التي تستأثر بنسبة ٩٨% من المساحة المزروعة بالقمح علي المطر في منطقة الرياض، وتشترك منطقتا حوطة بني تميم والقويعية بالنسبة الباقية (٢%) شكل رقم (٣، ٣-١).

شكل رقم (٣) المساحات المزروعة على الرى والأمطار بمنطقة الدراسة



شكل رقم (٣-١) إجمالى المساحة المزروعة بالقمح (هكتار) بمنطقة الدراسة



هذا وتختلف أهمية زراعة القمح في منطقة الرياض ما بين جهة وأخري وتتصدر زراعة القمح أهم المحاصيل الزراعية من حيث المساحة في مناطق الرياض الزراعية الفرعية، فنجدها في ضرماء تصل نسبة المساحة المزروعة بالقمح إلي المساحة المزروعة بها من ٦٠% إلي ٦٥%، تليها الزلفي وتصل نسبة القمح إلي الزراعات الأخري من حيث المساحة المزروعة بين ٤٥% إلي ٥٠% ثم الحوطة ونسبة القمح فيها من ٤٠% إلي ٤٥% من المساحات المزروعة. وتحتل زراعة القمح النسبة الثانية في ا لمساحة المزروعة بكل من الخرج والأفلاج والدرعية حيث تتراوح نسبة المساحة المزروعة بالقمح إلي المساحات الزراعية بين ١٠% إلي ٢٥%.

(٢) يلي منطقة الرياض من حيث المساحة المزروعة بالقمح منطقة القصيم حيث تبلغ النسبة المزروعة بالقمح إلي إجمالي المساحة المزروعة بالقمح بمنطقة الدراسة إلي ٣٧،٨%، ويشغل القمح حوالي ٩٧% من االمساحة المزروعة بالحبوب في القصيم والتي تبلغ ٢٥٦،٥٦٣،٤ دونم، وتعتبر منطقة بريدة أهم مناطق زراعة القمح بالقصيم حيث يتركز بها نحو ٧٥% من مساحة القمح بالقصيم، وتصل نسبة مزارع القمح في عنيزة إلي ١٦% من المساحة الكلية لمزارع القمح في القصيم، وتتركز المساحات المزروعة بالقمح علي المطر في منطقة بريدة ومنطقة عنيزة.

(٣) تمثل زراعة القمح في منطقة حائل نسبة تصل إلي ١٠،٤% من إجمالي المساحات المزروعة بالقمح في منطقة الدراسة وأهم مناطق زراعته بقعاء ٤٨% من مساحة القمح بحائل وحائل ٣١%، وموقق ٩%، أما أهم مناطق زراعة القمح علي المطر بمنطقة حائل هي (حائل، بقعاء، موقق).

ثانيا: محاصيل الخضر

تتميز المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية بمناخ مداري جاف يتسم بصيفه الطويل، وعلي الرغم من طول فصل الصيف وإرتفاع درجات الحرارة فيه، إلا أن درجات الحرارة الصغري تنخفض في فصل الشتاء إلي دون الصفر المئوي في بعض السنوات كما هو الحال في عام ١٩٦٤ حيث إنخفضت درجة الحرارة الصغري في شهر يناير إلي (-٦°م) في الرياض وإلي (-٣،٣°م) في فبراير من عام ١٩٨٣ بالرياض الجديدة، أما في الخرج فوصلت درجة الحرارة عام ١٩٨٩ إلي (-٣،٢°م) وفي عنيزة عام ١٩٨٩ خلال شهر فبراير وصلت درجة الحرارة إلي (-٤،٥°م). ولذا فإن إنخفاض درجة الحرارة إلي ما دون الصفر المئوي يؤدي بطبيعة الحال إلي تكوين الصقيع والذي بدوره يحدث اضرارا جسيمة خاصة علي المحاصيل الزراعية التي لا تحتمل البرودة مثل بعض الخضروات والفواكه وغيرها، ويكون الضرر الناتج من حدوث هذه الظاهرة أكثر تأثيراً عندما تستمر لعدة أيام.

والواقع أن إنخفاض درجات الحرارة خلال شهور الشتاء لم يمنع زراعة بعض الخضروات في هذه المنطقة، حيث إن نسبة المساحة المزروعة في فصل الشتاء لهذه المحاصيل في الحقول التقليدية في منطقة الدراسة إزدادت من ٢٠% في عام ٢٠٠٣ إلي ٤٢% في عام ٢٠٠٧ من المساحة الكلية المزروعة وأن متوسط المساحة المزروعة بهذه المحاصيل في الفترة الشتوية تصل إلي حوالي ٦٠٨١٤ دونم أي نحو ٢٠% من المساحة الكلية للخضروات. (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي لعام ٢٠٠٦/٢٠٠٧).

ومن أهم المشكلات التي تواجه زراعة هذه الخضروات في هذه العروة هي انخفاض درجات الحرارة الصغري خلال الشتاء إلي ما دون درجة المقاومة الطبيعية لهذه المحاصيل للصقيع (Resenberg, 1983) وإلي دون صفر النمو الخضري لهذه المحاصيل.

وإنخفاض درجة الحرارة إلي ما دون درجة المقاومة الطبيعية لمحاصيل الخضروات يؤدي إلي أضرار بالغة لهذه الخضروات، وتتفاوت أضرار الصقيع في درجة أثرها وتصل أقصاها في حقول الخضروات إذا كانت هذه المحاصيل في طور الإثمار، حيث تموت بعض النباتات تماما، وهذا يحدث في العروة الشتوية في منطقة الدراسة إذ إن فترة الصقيع توافق فترة الإثمار (ديسمبر – يناير – فبراير).

ولهذا السبب تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل المؤثرة علي فصل النمو الحراري، وعلي عقد الثمار لمعظم الخضروات والتي لها الأثر الملحوظ في الإنتاجية ويتفاوت هذا الأثر داخل الحدود الحرارية لهذه المحاصيل خاصة من ناحية نموها وإنتاجها (عبد العال وآخرون، ١٩٧٧) فنجد أن هذه المحاصيل تتوقف عن النمو عندما تنخفض درجة الحرارة إلي ما دون صفر النمو الخضري.

وبما أن إنخفاض درجات الحرارة وخاصة تلك الدرجات التي تنخفض إلي دون الصفر المئوي لا تحدث عادة في كل سنة في منطقة الدراسة، لذا فالإنخفاض في درجات الحرارة فجأة خلال الموسم الزراعي قد يؤدي إلي أضرار جسيمة لتلك المحاصيل الزراعية.

ولذلك فإن التنبؤ بحدوث إنخفاض درجات الحرارة يعد من الأمور المهمة للمزارعين، إذ إنه يساعد المزارعين علي اتخاذ القرار المناسب لحماية محاصيلهم من خطر إنخفاض درجات الحرارة أو عدم الزراعة أو الزراعة وتحمل الفاقد في الإنتاج. إلا أن إتخاذ هذا القرار لحماية المحصول من أضرار البرد يرجع إلي سلوك المزارع وعاداته وتقاليده ومعتقداته ومدي إدراكه لخطورة الآثار السلبية التي يسببها إنخفاض درجات الحرارة للمحاصيل الزراعية وإلي مدي التأكد من حدوث الخطر الطبيعي (Baquet, 1976, PP 511 – 520).

هذا ويمكن تقسيم محاصيل الخضر علي أساس درجات الحرارة المناسبة لها إلي أربعة مجموعات كالآتي:

(١) خضر يمكن زراعتها في مدي واسع من درجات الحرارة لكن لا تتحمل درجات الحرارة المتدنية حتي درجة التجمد، مثل الكوسة والخيار والطماطم.

(٢) خضر تتحمل درجات حرارة منخفضة وتتعرض لتلف دون درجة التجمد، مثل محصول الخس.

(٣) خضر تتحمل درجات حرارة منخفضة ولا تتعرض للتلف بإنخفاض درجة الحرارة الحدية دون درجة التجمد، مثل محصول الكرنب.

(٤) خضر بحاجة إلي درجات حرارة مرتفعة وموسم نمو طويل، ولا تتحمل درجات الحرارة المنخفضة مثل البطاطا والباذنجان.

هذا وقد قسمت المنطقة الوسطي إلي ثلاث مناطق زراعية هي الشرق والغرب والجنوب وسوف يتم تسميتها هنا بالمنطقة الأولي (الشرق) والمنطقة الثانية (الغرب) والمنطقة الثالثة (الجنوب) علي التوالي، هذا وقد تم تصنيف تلك المناطق المناخية الزراعية إلي فئات حرارية كالآتي:

(١) المنطقة الأولي والثانية (شرق وغرب منطقة الدراسة) يصل معدل حرارتها السنوي من ٢٠°م إلي أقل من ٢٥°م (حار).

(٢) المنطقة الثالثة (جنوب منطقة الدراسة) يتعدي معدل حرارتها السنوي ٢٥°م (حار جداً).

وهنا سوف نستعرض أثر المناخ علي الخضروات ممثلة في محصول الطماطم بمنطقة الدراسة موزعة علي المناطق الثلاث المناخية الزراعية التي تشتملها المنطقة وسبق ذكرها.

تأثير الحرارة المرتفعة علي محاصيل الخضر:

يعد إرتفاع الحرارة سلاح ذو حدين، فبينما يؤدي إلي سرعة نمو النباتات، نجده يعتبر ضاراً في حالات معينة، فالخس مثلا والذي ينمو في درجات الحرارة المرتفعة نسبيا، يتاثر بالإرتفاع المفاجئ في درجات الحرارة خاصة في فصل الربيع، إذ يسبب ذلك زيادة المرارة في الأوراق وزيادة نسبة الرووس الصغيرة المفككة (عز الدين فراج، بدون تاريخ، ص ٤١)، ونلاحظ مثل هذه الظاهرة في مناطق الدراسة المختلفة وخاصة جنوب المنطقة، وأثناء الزراعة المتأخرة للخس والذي يتعرض للإرتفاع المفاجئ في حرارة الربيع لذا ينصح بالزراعة المبكرة ما بين أواخر أكتوبر وأوائل إبريل.

وتؤدي موجات الحر الربيعية التي تتعرض لها محاصيل الخضر إلي العديد من المخاطر، فعلي سبيل المثال لا تتحمل ثمار الطماطم الحرارة المرتفعة كما تتأثر محاصيل الخضر برياح السموم (الخماسين) المصاحبة لهذه الموجات الحارة (بيوتركونو نكوف، ١٩٨٩، ص ١٢١) فقد دلت الدراسات علي أن الرياح التي تزيد سرعتها عن ٤ – ٦ كم/ساعة تؤثر سلبيا علي الخضروات ولذلك عندما تتعرض محاصيل الخضر لموجات الحر الخماسينية المصحوبة بالرياح النشطة الجافة المحملة بالرمال والأتربة تؤدي إلي مضاعفة عملية التبخر والنتح ويترتب علي ذلك ذبول المحاصيل وسقوط الثمار.

ويتم تقليل هذه الأضرار بمحاصيل الخضر بقيام المزارعين بري الأرض ريات إستثنائية لتعويض الفاقد من المياه عن طريق سرعة النتح وكذلك تعويض التربة للفاقد من المياه بالتبخر، ويقوم بعضهم بتقليب التربة بين صفوف المحصول لتهويتها ومحاولة خفض درجة حرارتها نتيجة لاختلاط حبيباتها السفلي مع الحبيبات العليا المعرضة للهواء الساخن. فى حين يقوم بعضهم ببناء أسوار من البوص تحيط بالحقول المزروعة بمحاصيل الخضر للتقليل من إرتفاع درجة الحرارة وإنتشار الأتربة

علي سطح التربة الزراعية وعلي سطوح أوراق النباتات مما يؤدي إلي انسداد مسام الأوراق.

وعندما تقترن الحرارة المرتفعة برطوبة الهواء المرتفعة، فإن ذلك يتسبب في إصابة محاصيل الخضر بالأمراض الفطرية ويساعد علي نشاط الحشرات، حيث لوحظ أن الإصابة بكليهما تزداد عند زيادة الرطوبة مع إرتفاع درجات الحرارة، أما في الجو الجاف فيقل نشاط الآفات بل قد يساعد علي موت بعض اليرقات أو الجراثيم (هلال السيد الحطاب، ١٩٧٨، ص ٢٢٨) ويعتبر مرض الندوة المبكرة في البطاطس والطماطم من الأمراض الهامة التي تصيب المجموع الخضري، كما أنه يسبب تلفاً كبيراً في ثمار الطماطم وورقات البطاطس ويتسبب عنه خسارة كبيرة في المحصول تقدر بحوالي ٣٠% وقد تصل في بعض السنوات إلي ٧٠% (وزارة الزراعة، مركز البحوث الزراعية، ١٩٧٨، ص ٢١)، ويلائم نمو هذا المرض الرطوبة ودرجة الحرارة المرتفعة.

هذا ويري البكري وآخرون من خلال دراسات لهم عام ١٩٩٠ (El Bakery & etal, 1990, PP 43-53) أن هناك علاقة بين انتشار مرض الندوة المتأخرة – وهو من أخطر الأمراض الفطرية – علي البطاطس والفترات التي تتميز برطوبة نسبية مرتفعة ودرجات الحرارة المرتفعة (ملحق رقم ٩).

<u>تأثير الحرارة المنخفضة علي محاصيل الخضر:</u>

يختلف تأثير درجات الحرارة المنخفضة علي محاصيل الخضر حسب نوعها وصنفها، فإذا إنخفضت الحرارة عن الحد المناسب للنمو فإن سرعة النمو تقل، وإذا استمر ذلك الإنخفاض لمدة يومين أو أكثر فإن سرعة النمو تتناقص إلي الحد الذي يتوقف عنده النمو نهائيا عند درجة الصفر المئوي، حيث يقل إمتصاص الجذور لرطوبة التربة وبالتالي يعجز النبات عن تعويض المياه الفاقدة بالنتح مما يجعله يذبل

ثم ييبس، ويحدث ذلك في محاصيل الخضر الحساسة كالباذنجان والكوسة، لأن إتساع الورقة في مثل هذه المحاصيل يقلل من درجة تحملها للبرودة عكس بعض محاصيل الخضر الأخري مثل الجزر ذي الأوراق القوية التي تتحمل موجات البرد الشديدة (عبد العال وآخرون، ١٩٧٧، ص ٤٢).

هذا بالإضافة إلي أن إنخفاض الحرارة يؤدي إلي تأخير الإنبات والأزهار وتباطؤ في القدرة علي إمتصاص الغذاء وإصفرار الأوراق وجفاف السيقان، ومن أهم المشاكل التي تواجه زراعة محاصيل الخضر خلال فصل الشتاء إنخفاض درجات الحرارة الصغري خلال شهور الشتاء إلي ما دون درجة المقاومة الطبيعية لهذه المحاصيل للصقيع، وإلي دون صفر النمو الخضري لهذه المحاصيل، كما هو وآضح من الجدول رقم (٩).

جدول رقم (٩)

درجة المقاومة الطبيعية للصقيع ودرجة النمو الخضري لبعض محاصيل الخضر

المحصول	درجة المقاومة الطبيعية للصقيع	درجة النمو الخضري
الطماطم	-٠،٩	١٠
الخيار	-٠،٨	١٤
الشمام	-١،٤	١٤
البطيخ	-٠،٩	١٤
الفاصوليا	-١،١	١٤
الباذنجان	-٠،٩	١٢

المصدر: علي فتحي حمايل، ١٩٨٧، ص ٣٤.

إن إنخفاض درجة الحرارة إلي ما دون درجة المقاومة الطبيعية لمحاصيل الخضروات يؤدي إلي أضرار بالغة لهذه الخضروات، وتتفاوت أضرار الصقيع في درجة تأثيرها، وتصل أقصاها في محاصيل الخضر إذا كانت هذه المحاصيل في طور الإثمار حيث تموت بعض النباتات تماما، ويحدث هذا أحيانا للعروة الشتوية من الخضر في المناطق المختلفة من منطقة الدراسة وخاصة المنطقة الشمالي منها (حائل والقصيم) إذ إن فترة الصقيع توافق، فترة الإثمار.

وتعد هذه المناطق أكثر المناطق تعرضا لظاهرة تكون الصقيع حيث تنخفض درجات الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي أو ما دونه، وكذلك تعد أيضاً أكثر المناطق تعرضاً لانخفاض درجة الحرارة الصغري إلي أقل من (٦°م) وهي درجة الصفر المئوي للنمو الجوهري للنبات وذلك كما حددتها الدراسات الزراعية.

ويعني ذلك أن محاصيل الخضر المزروعة في نطاقات شمال منطقة الدراسة تعد أكثر تعرضا للصقيع من مثيلتها المزروعة بالنطاقات الجنوبية من منطقة الدراسة فتتعرض المنطقة الأولي لخطر التوقف عن النمو وإعاقة وصول المياه الممتصة من التربة إلي جسم النبات أو الإصابة بالأمراض الطفيلية التي يزداد نشاطها خلال هذا الإنخفاض الحراري الشديد مثل مرض لفحة الطماطم والبطاطس (منير نجيب أستينو، ١٩٦٩، ص ٢١).

وترتب علي ذلك تفاوت متوسط إنتاجية الدونم من محاصيل الخضر المزروعة خلال الموسم الشتوي من نطاق إلي آخر، فعلي سبيل المثال إنخفض متوسط إنتاجية الدونم من محصول الطماطم الشتوي في النطاقات الشمالية من منطقة الدراسة عنها في النطاقات الجنوبية فبلغ ١٤٣ كيلو جرام في حائل أقصي شمال منطقة الدراسة بينما كان في الرياض ٢٧١ كيلو جرام عام ٢٠٠٥ (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥) ومن ناحية أخري تتفاوت المساحة المزروعة بالمحاصيل الشتوية من نطاق إلي آخر تبعاً لمدة تعرضه لأخطار موجات البرد الشديدة، إذ

إنخفضت نسبة مساحة محصول الطماطم من جملة مساحة محاصيل الخضر تدريجيا بالإتجاه من الجنوب إلي الشمال وهو نفس الإتجاه الذي تزداد معه فرصة حدوث الصقيع – فبلغت تلك النسبة ٨٢،٦% في منطقة الرياض، ١٣،٥% بمنطقة القصيم، ٣،٩% بمنطقة حائل أقصي شمال منطقة الدراسة وذلك عام ٢٠٠٥ (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥) ويرجع ذلك إلي عزوف المزارعين عن زراعة الطماطم خلال الموسم الشتوي خوفاً من الأضرار التي يتعرض لها المحصول شديد الحساسية للإنخفاض الحراري الشديد المتكرر في شهري يناير وفبراير وسوف يتضح ذلك عندما يتم الحديث عن محصول الطماطم بالتفصيل.

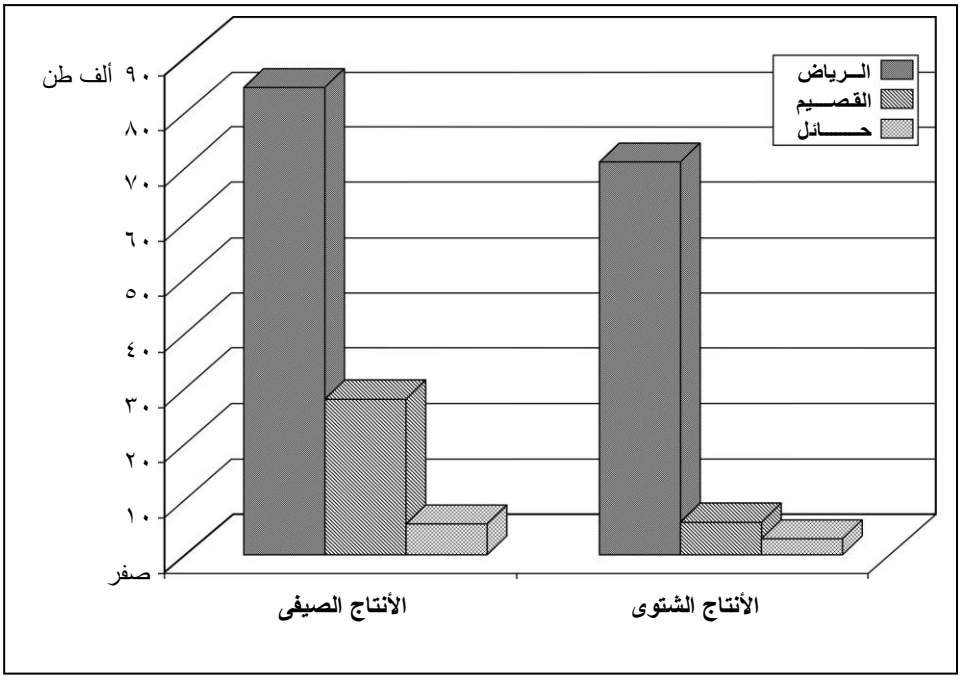
هذا وينخفض متوسط إنتاج الدونم من محصول الطماطم خلال الموسم الزراعي الشتوي عن متوسط إنتاجيتها خلال الموسم الزراعي الصيفي ومثال ذلك وكما يتضح من الجدول رقم (١٠) الشكل رقم (٤).

جدول رقم (١٠)

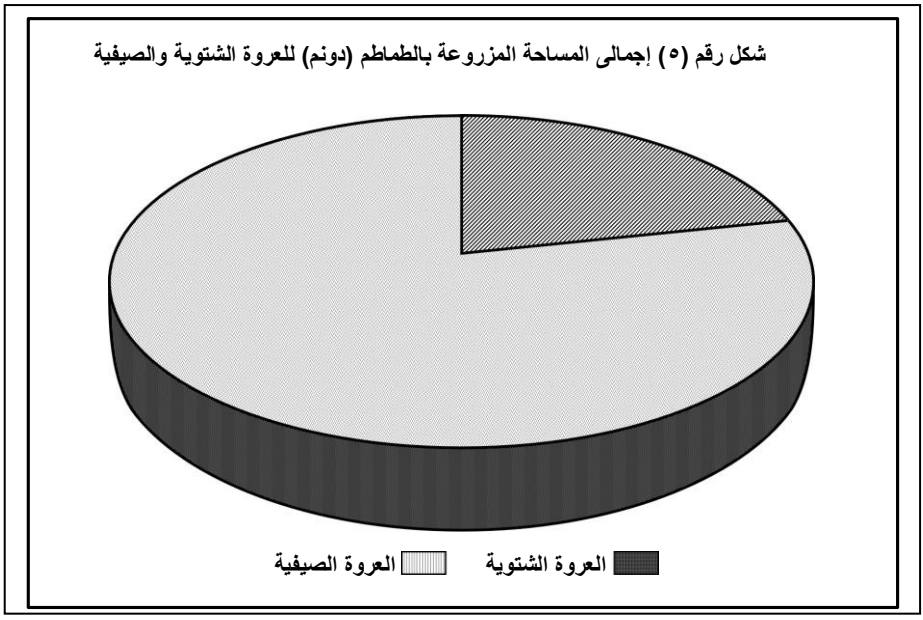
إنتاج محصول الطماطم الصيفي والشتوي بالمنطقة الوسطي ونسبة كل منطقة إلي إجمالي المنطقة

المنطقة	الإنتاج الصيفي (طن)		الإنتاج الشتوي (طن)		نسبة الشتوي إلي الصيفي
	الإنتاج	% من المنطقة الوسطى	الإنتاج	% من المنطقة الوسطى	
الرياض	٨٣،٩٧١	٧٢،٢	٧٠،٥٣٩	٧٠،٤	٤٥،٦
القصيم	٢٧،٤٣٥	٢٣،٦	٥،٢٦٣	٦،٧	١٦،١
حائل	٤،٨٨٢	٤،٢	٢،٢٤٨	٢،٩	٣١،٥
الإجمالي	١١٦،٢٨٨	٥٩،٨	٧٨،٠٥٠	٤٠،٢	%١٠٠

المصدر: (من عمل الباحث إعتمادا علي الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥).



شكل رقم (٤) إنتاج محصول الطماطم الصيفى والشتوى (طن) بمنطقة الدراسة



حيث يتضح من الجدول أن متوسط إنتاجية المحصول الشتوي بمناطق الرياض والقصيم وحائل بلغت ٧٠،٥٣٩ طناً و ٥،٢٦٣ طناً، ٢،٢٤٨ طناً علي التوالي وذلك عام ٢٠٠٥ في حين بلغ متوسط إنتاجية المحصول الصيفي من الطماطم خلال العروة الصيفية في نفس العام ٨٣،٩٧١ طناً، ٢٧،٤٣٥ طناً، ٤،٨٨٢ طناً علي الترتيب في كل من الرياض والقصيم وحائل.

ولا يقتصر الأمر علي إنخفاض إنتاجية الدونم من محصول الطماطم الشتوي عن مثيله الصيفي، بل دفع إحتمالية حدوث موجات البرد الشديدة والصقيع خلال شهري يناير وفبراير بعض المزارعين إلي عدم زراعة الطماطم خلال الموسم الشتوي مما أدي بدوره إلي إنخفاض مساحة الأراضي المزروعة بالطماطم نسبياً خلال الموسم الشتوي عن مساحتها خلال الموسم الصيفي، حيث بلغ إجمالي المساحة المزروعة بالطماطم الشتوية ١٨،١٧ دونم عام ٢٠٠٥ في حين بلغ إجمالي المساحة المزروعة بالطماطم الصيفية نحو ٦٦،٠١٨ دونم، أي أن المساحات المزروعة بالطماطم الصيفية حصلت علي نسبة وقدرها ٧٨،٤% من إجمالي المساحة المزروعة بالطماطم الصيفية والشتوية وهذا ما يوضحه الجدول رقم (١١) والشكل رقم (٥).

جدول رقم (١١)

إجمالي المساحة المزروعة بالطماطم (دونم) للعروة الشتوية والصيفية والنسبة المئوية لكل منها في عام ٢٠٠٥

العروة الشتوية	العروة الصيفية	المساحة الكلية	نسبة المساحة الشتوية %	نسبة المساحة الصيفية %
١٨،١٧٧	٦٦،٠١٨	٨٤،١٩٥	٢١،٦	٧٨،٤

المصدر: الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥، ص ص ١٢٢ – ١٥٠، ص ص ١٨٢ – ٢١٢.

ويمكن القول بأن تكرار حدوث موجات البرد الشديدة (درجات الحرارة الصغري أقل من ٦°م) وإحتمالية حدوث الصقيع خلال أشهر ديسمبر ويناير وفبراير، يدعو المزارعين إلي إتخاذ الحيطة ومضاعفة الجهد الخاص بالعمليات الزراعية لحماية مزارعهم من أضرار البرد، فيقوم المزارعون بعدة عمليات تساعد علي تهوية التربة بالحرث أو نثر السباخ فوق التربة الزراعية المكشوفة بين صفوف المحاصيل أو التذريب بالجرد في صفوف مائلة والتغطية بالبلاستيك كما في نبات الطماطم والبطاطس والخيار. وكل هذه العمليات تقلل من خطورة الآثار السلبية التي يسببها إنخفاض درجة الحرارة لمحاصيل الخضر.

وعلي الرغم من تلك الآثار الضارة لإنخفاض الحرارة علي محاصيل الخضر السابقة الذكر إلا أن لها أثراً منشطاً في بعض النباتات إذ يساعد تعريض البذور المبتلة لدرجات الحرارة المنخفضة علي سرعة أزهارها، كما أن لدرجة حرارة الليل المنخفضة أهمية كبري بالنسبة لنمو بعض النباتات كالبطاطس، إذ يقوم بتخزين معظم المواد الكربوهيدراتية خلال فترة الليل الباردة (عبد العال وآخرون، ١٩٧٧، ص ٤٥).

دراسة تطبيقية علي محصول الطماطم:

في هذا الجزء من الدراسة سوف يتم التعرض بالدراسة التفصيلية للعلاقة بين درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة وأهم الظواهر الجوية المصاحبة لها من سرعة الرياح والرطوبة النسبية وبين إنتاج محصول الطماطم خلال الفترة من ١٩٦٥ – ٢٠٠٥ وذلك بإستخدام الأساليب الإحصائية المختلفة لإظهار هذه العلاقة.

ويعود سبب إختيار محصول الطماطم إلي عدة اسباب منها:

١- تعد الطماطم من أكثر محاصيل الخضر تأثرا بموجات الحر والبرد.

٢- أهمية موقعها في التركيب المحصولي للخضرحيث تعتبر من أهم محاصيل الخضر وأكثرها انتشارا واستعمالا.

٣- توفر البيانات اليومية الخاصة بدرجات الحرارة العظمي ودرجات الحرارة الصغري وأهم الظواهر الجوية المصاحبة لها (سرعة الرياح – الرطوبة النسبية) خلال فترات نمو الطماطم.

(١) موعد الزراعة الملائم لكل عروة:

تزرع الطماطم في منطقة الدراسة في عروتين رئيسيتين هما:

١- **العروة الشتوية:** وفيها تزرع الطماطم في مناطق الدراسة الثلاث (الأولي والثانية والثالثة) ففي *المنطقة الأولي* (الشرق) تزرع البذور مع بداية شهر يناير وتشتل في نهاية الشهر لتزرع في الحقل مع بداية شهر فبراير، ويبدأ جني الثمار مع منتصف شهر مايو ويستمر حتي نهاية شهر يوليو، أما *المنطقة الثانية* (الغرب) فتبدأ زراعة البذور مع بداية شهر سبتمبر وتستمر زراعته حتي نهاية شهر يناير. أما *المنطقة الثالثة* (الجنوب) فتزرع البذور مع بداية شهر نوفمبر وتشتل في نهاية الشهر وتزرع في الحقل مع بداية شهر ديسمبر ويبدأ جني المحصول مع بداية شهر مارس ويستمر حتي نهاية يوليو.

٢- **العروة الصيفية:** وفيها تزرع بذور الطماطم في المنطقة الثانية فقط حيث تبدأ زراعة البذور مع بداية شهر فبراير وتستمر زراعته حتي نهاية شهر أغسطس.

(٢) الإحتياجات الحرارية اللازمة

تشير الدراسات السابقة إلي أن هناك ارتباطا بين درجة الحرارة ونمو الطماطم، إذ تعتبر درجة الحرارة العامل الأساسي في تحديد فترة النمو اللازمة لمحصول الطماطم، ويرجع ذلك إلي أن درجة الحرارة تؤثر علي معظم العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات مثل حركة الماء والمادة المغذية في الجذور والسيقان

والأوراق وعملية التمثيل الضوئي وعلي عقد الثمار والتي لها الأثر الملحوظ في الإنتاجية. (عبد الله أحمد الطاهر، ١٩٨٩، ص ١٢).

هذا وقسم الباحثون مراحل نمو الطماطم إلي أربعة مراحل هي:

١- **مرحلة الإنبات:** تبدأ هذه المرحلة من إنبات البذور حتي ظهور البادرات، وأفضل حرارة للإنبات تتراوح بين ١٨°م – ٢٠°م، وأدني درجة حرارية يستطيع أن يتحملها نبات الطماطم في هذه المرحلة تساوي ١٣°م. ويتأخر ظهور النباتات فوق سطح الأرض وقد يتوقف نمو النبات عند درجة حرارة ١٠°م (محمد العودات وآخرون، ١٩٨٤، ص ص ١٤٩ – ١٥٠).

٢- **مرحلة النمو الخضري:** تبدأ منذ ظهور النباتات فوق سطح الأرض، وتتكون خلالها السوق والأوراق والجذور، وأنسب درجة حرارة لهذه المرحلة تتراوح ما بين ٢٢°م – ٢٤°م نهارا ومن ١٦°م – ١٨°م ليلا..

ومن الجدير بالذكر أن ونت (Went) عام ١٩٥٧، إعتبر درجة الحرارة المناسبة لهذه المرحلة ٢٤°م، وأن درجة الحرارة القصوي التي يستطيع أن يتحملها نبات الطماطم في هذه المرحلة هي ٢٩°م (أحمد محمد مجاهد وآخرون، ١٩٨٧، ص ٩٣) أما (دوناهيو عام ١٩٨٣) (Donahugh 1983) فقد ذكر أن الحرارة عند ١٣°م تمثل درجة الحرارة الدنيا لنمو الطماطم حيث إن إنخفاض درجة الحرارة عن ١٣°م يؤدي إلي إنخفاض إنتاج محصول الطماطم (عبد الله أحمد الطاهر، ١٩٨٩، ص ص ١٢ – ١٣).

٣- **مرحلة الإزهار:** وجد (Ward) أن أنسب درجة حرارة لإنبات حبة اللقاح في هذه المرحلة تتراوح بين (٢١°م – ٢٦،٧°م) وأن الحرارة الحرجة لنمو اللقاح والإخصاب تتراوح بين (١٥°م – ١٨°م) وأن إنخفاض درجة الحرارة عن ذلك يقلل من إنتاج حبوب اللقاح، (عز الدين فراج، ١٩٧٢، ص ٦٦).

وتتأثر عمليتي التلقيح والإخصاب التي تتم في هذه المرحلة بإرتفاع درجة الحرارة، فبينما تصل نسبة التلقيح والإخصاب إلي ٦٦% في درجة حرارة ٣٠°م، تهبط هذه النسبة من ١٥ – ٢٠% إذا إرتفعت درجة الحرارة إلي ٣٧°م فأكثر (عبد العال وآخرون، ١٩٧٧، ص ٧٣) حيث إن إرتفاع درجات الحرارة عن الحد الأقصي يسبب موت كثير من حبوب اللقاح، ولذلك لا تتم عملية التلقيح والإخصاب ولا تعقد الثمار كثيرا وبسببها يقل الإنتاج، كما تؤثر درجة الحرارة المرتفعة تأثيرا مباشرا علي نسبة التمثيل الغذائي حيث يحدث تساقط للبراعم الزهرية أحيانا قبل تفتحها.

وفي هذا الشأن أشار (Mather, 1974) إن إنتاج محصول الطماطم يبدأ في الإنخفاض إذا إرتفعت درجة الحرارة عن ٢٨°م أو إنخفضت عن ١٩°م، كما ذكر أيضاً وجود علاقة قوية سلبية بين إرتفاع درجات الحرارة وإنتاج الطماطم يصل فيها معامل الإرتباط إلي (– ٠،٩) (محاسن عبد الحكيم، ١٩٩٠، ص ٦) وهذا ما أظهره التحليل الإحصائي للعلاقة بين موجات الحر وإنتاجية الطماطم، حيث توجد علاقة إرتباط قوية سلبية بين متوسط إنتاجية الدونم من محصول الطماطم وبين متوسط درجة الحرارة العظمي، بلغت درجة الإرتباط (– ٠،٩٠).

٤- **<u>مرحلة عقد الثمار ونضجها:</u>** تمتد هذه المرحلة من بدء عقد الثمار حتي إكتمال نضجها، وتشير الدراسات إلي أن أحسن درجات حرارة للعقد تتراوح بين ١٨°م – ٢٣°م، كما ذكر (Went) أن العامل المحدد لعقد ثمار الطماطم هو درجة الحرارة أثناء الليل، حيث يجب ألا تنخفض عن ١٢°م، وإذا إنخفضت عن ذلك أدت إلي عدم عقد الثمار (عز الدين فراج، ١٩٧٢، ص ٦٧).

كما يري (مورنيك Murneek) أن إرتفاع درجة الحرارة عن ٢٤°م خلال هذه المرحلة يؤدي إلي عدم تكوين الثمار أو قلة تكوينها، ومن أهم العوامل التي تحدد محصول الطماطم عدد الأزهار التي ينتجها النبات، والنسبة المئوية للعقد في الأزهار وكذلك حجم الإثمار، وتعد نسبة العقد في الإزهار من أهم العوامل التي تحدد كمية المحصول الناتج ودرجة الحرارة المرتفعة تؤثر تاثيرا سلبياً علي نسبة العقد في الثمار وبالتالي علي محصول الطماطم (عز الدين فراج، بدون تاريخ، الجزء الأول، ص ٥٣).

والخلاصة أنه يمكن تحديد المستويات الحرارية اللازمة لنمو محصول الطماطم في منطقة الدراسة من فترة نقل الشتلة حتي نهاية موسم الإنتاج كالتالي:

١- **درجة الحرارة الدنيا:** وهي أدني درجة حرارة يستطيع أن يتحملها محصول الطماطم دون أن تتعرض أنسجته للتلف أو الذبول وتساوي هذه الحرارة ثلاث عشر درجة مئوية.

٢- **درجة الحرارة العظمي:** وهي أعلي درجة حرارة يستطيع أن يتحملها محصول الطماطم وتساوي هذه الحرارة ثلاثون درجة مئوية.

٣- **الحدود الحرارية المثلي:** وهي الدرجة التي ينمو فيها محصول الطماطم أحسن ما يكون، وتتراوح هذه الدرجة بين عشرين إلي اربع وعشرين درجة مئوية.

ومن خلال العرض السابق يتضح أن التعرض لدرجات حرارة أقل من أو تساوي ١٣°م أو أعلي من أو تساوي ٣٠°م يعرض محصول الطماطم للأضرار حيث يقل معدل الإثمار وفي النهاية يقل المحصول الناتج، ومن الأهمية بمكان معرفة مدي حدوث الإنخفاض أو الإرتفاع في درجة الحرارة

عن الحدين ١٣ᵒم، ٣٠ᵒم خلال فترة زراعة الطماطم بكل عروة للتعرف علي الآثار السلبية والتي يمكن تتبعها من خلال الدراسة التالية:

١) <u>العروة الشتوية:</u>

من السنوات التي تعرضت فيها العروة الشتوية لمحصول الطماطم إلي إنخفاض درجة الحرارة الصغري إلي الصفر المئوي وما دونه عام ١٩٨٩، حيث حدثت موجة صقيع خلال شهر فبراير إنخفضت درجة الحرارة إلي الصفر المئوي في منطقة الرياض القديمة وإلي (- ٣٦ᵒم، - ٣،٣ᵒم، - ٢،٥ᵒ، - ١ᵒم، - ٣،٢ᵒم، - ٤،٥ᵒم) في كل من القصيم والرياض الجديدة والدوادمي وديراب والخرج وعنيزة علي التوالي، وقد أدي هذا إلي إنخفاض متوسط إنتاجية الدونم لمحصول الطماطم بكل من تلك المناطق، ففي منطقة حائل إنخفض متوسط إنتاج الدونم لمحصول الطماطم من ٢١٥٧ عام ١٩٨٨ إلي ٢٠٧٥ طن عام ١٩٨٩، ولكننا نجده عاود الإرتفاع مرة أخري عام ١٩٩٠ حيث وصل إلي ٢٢٤٨ طن.

وتتأثر الطماطم بالصقيع وإنخفاض الحرارة شتاء إلي ما دون الحد الأدني المناسب لنمو الطماطم بدرجات متفاوتة حسب ظروف زراعتها وحسب نوع التربة وعلي مدي حدوث فترات دافئة تتخلل الإنخفاض الحراري، بالإضافة إلي عمر النبات، فالطماطم المزروعة في أرض رملية أشد تاثراً بالصقيع من المزروعة في الأرض الصفراء أو السوداء، لأن توفر الرطوبة في التربة عامل هام في مقاومة الصقيع، ومن ناحية العمر فالنباتات الكبيرة التي وصلت إلي طور الإثمار تموت تماماً أو تصبح ثمارها غير قابلة للتلوين الطبيعي، أما الصغيرة أي التي لم تزهر فهي أكثر تحملا لموجات الصقيع (عبد العال وآخرون، ١٩٧٧، ص ٧٣).

هذا وقد دلت التجارب أن أفضل الطرق لتقليل خطر أضرار الصقيع هي طريقة التذريب بالغاب أو الجريد أو البوص من ناحية الشمال (الناحية البحرية) وقد أعطت هذه الطريقة زيادة في محصول الطماطم وقدرها ١٧% (عز الدين فراج،

١٩٧٢، ص ٤٠) كما أن طريقة التدفئة بالتدخين أدت إلي إرتفاع درجة الحرارة في حقول الطماطم من درجتين إلي أربع درجات، كما أن تغطية النباتات بأغطية من البلاستيك خلال الليالي الباردة يرفع من درجة الحرارة تحت الغطاء، حيث لوحظ أن الفرق بين درجة الحرارة تحت الغطاء وخارجه حوالي من ١ – ٢°م.

والخلاصة أنه يجب الاهتمام بزراعة الطماطم خلال العروة الشتوية حيث إنها تتعرض لأضرار الصقيع في الفترة من منتصف ديسمبر إلي أوائل فبراير، حيث أن نجاح الزراعة الشتوية للطماطم يتوقف عليه توفر هذا المحصول في الأسواق.

٢) العروة الصيفية:

تعرضت منطقة الدراسة لموجة حارة جافة خلال الأسبوع الأخير من شهر إبريل عام ١٩٨٨ وسجلت درجة الحرارة العظمي خلالها ٣٨،٢°م بالقصيم، ٤٠،٢°م بالرياض الجديدة، ٤١°م بالرياض القديمة، ٤١،٤°م بالسليل، ٤٣°م بالخرج، كما تراوحت سرعة الرياح أثناءها ما بين ١٨ – ٢١ عقدة / ساعة في كل من حائل والقصيم، وإنخفضت الرطوبة النسبية إلي ٣٢،١%، ٣١،٧%، ٣٣،٩%، ٣٠%، ٣٦،٧% في كل من الرياض الجديدة والرياض القديمة والخرج وعنيزة وحائل علي الترتيب.

وقد اثرت هذه الموجة الحارة تأثيرا ضاراً علي عقد الأزهار في نبات الطماطم وكذلك علي حجم الإثمار وبالتالي كمية المحصول، حيث إنخفض متوسط إنتاج الدونم من الطماطم في العروة الصيفية عام ١٩٨٨ إلي ٤٣٥٠ طن مقابل ٧١٩٨ طن عام ١٩٨٧ بحائل وإلي ٢١٧٥٩ طن عام ١٩٨٨ مقابل ٢٣٩٩٩ طن عام ١٩٨٧ بالقصيم.

هذا وتؤدي موجة الحر الربيعية إلي إصابة نبات الطماطم خلال العروة الصيفية ببعض الأمراض الفطرية مثل مرض ذبول الطماطم (جون تشارلز ووكر،

١٩٦٦، ص ٢٩٨) وهو من الأمراض الهامة التي تسبب خسائر كبيرة في بعض المناطق، وكذلك يلائم مرض الندوة المبكرة في الطماطم درجات الحرارة المرتفعة نسبيا، ودرجة الحرارة المناسبة والملائمة لانتشار الجراثيم المسببة لهذا المرض بين (٢٨ – ٣٠°م) (صبحي قاسم، ١٩٦٨، ص ٤٩) وينتشر هذا المرض في جميع مناطق زراعة الطماطم ويسبب لها خسائر جسيمة ليس فقط في أماكن زراعتها الدائم بل وفي المشاتل ايضاً وخاصة في المنطقة المناخية الزراعية الثالثة بمنطقة الدراسة (جنوب المنطقة) وذلك نظراً لإرتفاع درجات الحرارة فيها عن النطاقين الأول والثاني (شرق وغرب منطقة الدراسة) وتتركز مدة الإصابة بهذا المرض في الفترة من (فبراير إلي إبريل) حيث توفر درجات الحرارة الملائمة في هذه الأشهر.

من خلال العرض السابق لأثر درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة علي نمو محصول الطماطم خلال العروة الشتوية والعروة الصيفية نستطيع أن نلاحظ الحقائق التالية:

١- يتعرض محصول الطماطم المزروع في العروة الشتوية للضرر الناتج عن الإنخفاض الحراري بشكل أكثر من مثيله الذي يحدث لمحصول الطماطم المزروع بالعروة الصيفية وحجم هذا الضرر يكون أكثر وضوحاً في مناطق تكون الصقيع (حائل والقصيم) أقصي شمال منطقة الدراسة.

ونتيجة لتزايد عدد موجات البرد خلال العروة الشتوية وتعرض محصول الطماطم للضرر الشديد، تنكمش مساحة محصول الطماطم المزروع في بعض الإمارات خلال الموسم الشتوي عن مثيلتها في الموسم الصيفي وعلي سبيل المثال نجد أن مساحة محصول الطماطم في العروة الشتوية في منطقة حائل ٩٢٧ دونم مقابل ٢٥٦٥ دونم في العروة الصيفية وذلك عام ٢٠٠٥، وبهذا نجد أن العروة الصيفية تزيد نسبة مساحتها عن العروة الشتوية بنسبة قدرها ٤٦،٩%.

٢- تتعرض العروة الصيفية لمحصول الطماطم لموجات الحر الربيعية بشكل أكثر من العروة الشتوية، ولا تتساوي الأضرار الناتجة عن موجات الحر المرتفعة مع الأضرار الناتجة عن موجات البرد المنخفضة، فالأولي تتمثل في نقص حجم الثمار والثانية تتمثل في ضعف النمو وإصفرار الأوراق والإقلال من حجم الثمار، كما تساعد علي إصابة المحصول بمرض لفحة الطماطم إذا كان الإنخفاض في درجة الحرارة مصاحباً لإرتفاع الرطوبة النسبية، لذلك يفضل المزارعون زراعة الطماطم في العروة الصيفية عن زراعتها في العروة الشتوية، فالآثار الناتجة عن موجات الحر تقل اضرارها عن مثيلتها الناتجة عن موجات البرد.

(٣) التحليل الإحصائي لأثردرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة علي إنتاجية محصول الطماطم

في هذا الجزء تم استخدام المعادلات الخاصة بالعلاقات الإرتباطية وهي معامل الإرتباط لبيرسون ومعمل الإنحدار المتعدد السابق ذكرها (ملحق رقم ٦) في التحليل الإحصائي لأثر إرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة علي محصول الطماطم في العروتين الصيفية والشتوية للتعرف علي أهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي لها تأثير فعلي علي إنتاجية الدونم في المناطق المختلفة بالمنطقة الوسطي من المملكة.

هذا ويزرع في المنطقة الوسطي ما يعادل ٣٩% من جملة المساحة المزروعة بالطماطم في العروتين الصيفية والشتوية، منها ٨٤،٢% تزرع بمنطقة الرياض، ١١،٦% تزرع بمنطقة القصيم وأخيرا ٤،٢% تزرع بمنطقة حائل وذلك عام ١٩٩٠ (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥، ص ٢٠).

١) العروة الشتوية:

من خلال تحليل مصفوفة معاملات الإرتباط بين المتغيرين المستقلين (درجة الحرارة العظمي ودرجة الحرارة الصغري) وبين متوسط إنتاج الدونم لمحصول الطماطم في العروة الشتوية للمنطقة الوسطي، أمكن التعرف علي العلاقة الإرتباطية بين هذين المتغيرين المستقلين بالإضافة إلي التعرف علي اهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية بالنسبة لمحصول الطماطم الشتوي، جدول رقم (١٢).

جدول رقم (١٢)

مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول الطماطم الشتوي

المتغيرات	ص	س١	س٢
(ص) متوسط إنتاجية الدونم	١	–	–
(س١) متوسط درجة الحرارة العظمي	٠,٧٧–	١	–
(س٢) متوسط درجة الحرارة الصغري	٠,٩٠–	٠،٩٣	١

وكما هو وآضح من المصفوفة (جدول رقم ١٢) ترتبط هذه المتغيرات بعضها بالبعض الآخر بعلاقات إرتباط قوية، حيث بلغت العلاقة الإرتباطية بين درجة الحرارة العظمي ودرجة الحرارة الصغري (٠،٩٣)، ذات مستوي ثقة يصل إلي ٩٩%، وهذه العلاقة موجبة طردية، فكلما ارتفع متوسط درجة الحرارة العظمي يرتفع أيضا متوسط درجة الحرارة الصغري.

كما توجد علاقة إرتباط قوية عكسية بين متوسط إنتاجية الدونم من محصول الطماطم الشتوي وبين متوسط درجة الحرارة الصغري، إذ بلغت درجة الإرتباط (– ٠،٩٠) بمستوي ثقة يصل إلي ٩٩% وهذا يتفق مع ما سبق إيضاحه من أن

محصول الطماطم الشتوي في منطقة الدراسة وخاصة الأجزاء الشمالية منها يتعرض في بعض الليالي لإنخفاض ملحوظ في درجات الحرارة ما دون ١٣°م وهي الدرجة التي تمثل الحد الحراري الأدني المناسب لنمو الطماطم، وقد تنخفض درجة الحرارة الصغري في بعض الليالي إلي الصفر المئوي وما دونه، مما يؤدي إلي موت الكثير من الأزهار وبالتالي خسائر كبيرة في المحصول.

كما أنه توجد علاقة إرتباطية عكسية أيضاً بين متوسط إنتاج الدونم من الطماطم الشتوي وبين درجة الحرارة العظمي، إذ بلغت درجة الإرتباط (- ٠،٧٧) بدرجة ثقة تصل إلي ٩٠%، وهذا يعني أن لموجات الحر التي تحدث خلال فترات عقد الأزهار وتكوين الثمار تأثيرا سلبيا.

هذا وتم تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي (Stepwise Regression) (ملحق رقم ٦) للتعرف علي أهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي تؤثر في إنتاجية الدونم لمحصول الطماطم وكانت نتائجها مطابقة لما أظهرته المصفوفة ويوضحها الجدول رقم (١٣).

جدول رقم (١٣)

تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي علي العروة الشتوية لمحصول الطماطم

رقم الخطوة	المتغير الأكثر إرتباطا بإنتاج محصول الطماطم الشتوي	درجات الحرية	قيمة ف		الخطأ المعياري	معامل التحديد الصحيح %
			المحسوبة	المعنوية		
١	(س٢) درجة الحرارة الصغري	١٠	٤٣،٣١٠	٠،٠٠١	٢،١٩٧	%٧٩

ومن خلال الجدول (١٣) نجد أن (س٢) (درجة الحرارة الصغري) هو المتغير المسئول وحده عن ٧٩% من التغير في إنتاجية الدونم من محصول الطماطم الشتوي بمنطقة الدراسة.

وبتحليل درجة الثقة في هذا المتغير، ثبت أنه ذو تأثير وآضح علي إنتاجية الدونم بدرجة ثقة تصل إلي ٩٥% ويتضح هذا من خلال قراءة الجدول رقم (١٤).

جدول رقم (١٤)

درجة الثقة في المتغير

المتغيرات	المعاملات	قيمة ت		قيمة ديبرين وآتسون عند ١%		
		المحسوبة	المعنوية	المحسوبة	الحد الأعلي	الحد الأدني
(س٢) درجة الحرارة الصغري	١،٥٩	٦،٥٨	٠،٠٠٠١	٠،٩٩	٠،٨٠	٠،٦٥

بالإضافة إلي هذا نجد أنه لا يوجد إرتباط ذاتي بين هذه المتغيرات كما توضحها درجة ديبرين وآتسون، إذ ترتفع قيمتها المحسوبة عن قيمتها النظرية للحد الأعلي لمستوي المعنوية وبذلك يكون قد تم تحقيق الغرض الذي وضع لتحقيق معادلة الإنحدار وتكون صورة المعادلة بالنسبة لمحصول الطماطم المنزرعة في العروة الشتوية كالآتي:

ص (متوسط إنتاجية الدونم) = ١،١٨٩ + ١،٥٩ س٢ (متوسط درجة الحرارة الصغري)

وهذا يعني أنه عند زيادة درجة الحرارة الصغري بمقدار درجة مئوية واحدة فإنه يترتب علي ذلك زيادة في محصول الطماطم الشتوي بمقدار ١،٥٩ طن للدونم بدرجة ثقة تصل إلي ٩٥%.

٢) العروة الصيفية:

من خلال تحليل الجدول رقم (١٥) لمحصول الطماطم الصيفي يتضح لنا الآتي:

جدول رقم (١٥)

مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول الطماطم الصيفي

المتغيرات	ص	س١	س٢
(ص) متوسط إنتاجية الدونم	١	–	–
(س١) متوسط درجة الحرارة العظمي	٠،٨٥–	١	–
(س٢) متوسط درجة الحرارة الصغري	٠،٩٥	٠،٨٧	١

١- توجد علاقة إرتباط قوية عكسية بين متوسط إنتاجية الدونم لمحصول الطماطم الصيفي وبين متوسط درجة الحرارة العظمي، إذ بلغت العلاقة الإرتباطية (– ٠،٨٥) بدرجة ثقة تصل إلي ٩٩%، وهي علاقة قوية جداً ولكنها سلبية، بمعني أن لموجات الحر التي تحدث خلال العروة الصيفية تأثيراً سلبياً علي محصول الطماطم وكما ذكرنا من قبل.

٢- توجد علاقة إرتباط قوية موجبة بين متوسط إنتاجية الدونم لمحصول الطماطم الصيفي ومتوسط درجة الحرارة الصغري، حيث بلغت درجة الإرتباط (٠،٩٥) بمستوي ثقة يصل إلي ٩٩% وهذا يعني أن متوسط درجة الحرارة الصغري بالمنطقة الوسطي والذي يتراوح بين ١٧°م – ٢٠°م يلائم زراعة الطماطم خلال العروة الصيفية، وهذا عكس متوسط درجة الحرارة الصغري خلال العروة الشتوية حيث العلاقة سلبية بسبب إحتمالية حدوث موجات البرد

الشديدة والصقيع خلال فترة العروة الشتوية بمناطق نجد وخاصة الشمالية منها (حائل والقصيم).

وللوقوف علي أهمية المتغيرات التي لها تأثير كبير علي إنتاجية الدونم، تم تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي أيضاً حيث أظهرت معنوية س٢ (درجة الحرارة الصغري) كما يتضح من خلال تحليل الجدول رقم (١٦).

جدول رقم (١٦)

تطبيق طريق الإنحدار التدريجي علي العروة الصيفية لمحصول الطماطم بالمنطقة الوسطي من المملكة

رقم الخطوة	المتغير الأكثر إرتباطا بإنتاجية الدونم	درجات الحرية	قيمة ف		الخطأ المعياري	معامل التحديد الصحيح %
			المحسوبة	المعنوية		
١	(س^{٢}) درجة الحرارة الصغري	١٠	١٠٠،٣١	٠،٠٠٠	١،٠٩٨	%٩٠

ومن خلال قراءتنا للجدول نجد أن تأثير (س٢) (درجة الحرارة الصغري) يصل إلي ٩٠%، وهذا يعني أن ما نسبته ٩٠% من التغير في إنتاجية الدونم من محصول الطماطم الصيفي في منطقة الدراسة يرجع إلي التغير في درجة الحرارة الصغري.

أما الجدول رقم (١٧) والخاص بالمعاملات ودرجة الثقة في المتغير فيوضح الآتي:

جدول رقم (١٧)

درجة الثقة في المتغير

المتغيرات	المعاملات	قيمة ت		قيمة ديبرين وآتسون عند ١%		
		المحسوبة	المعنوية	المحسوبة	الحد الأعلي	الحد الأدني
(س٢) درجة الحرارة الصغرى	١،١٢٥	١٠،٥٢	٠،٠٠٠٠	١،٢٦	١،٤٠	١،٠١

إن درجة الثقة في تأثير هذا المتغير (درجة الحرارة الصغري) علي إنتاجية الطماطم لا يقل عن ٩٩% علاوة علي أنه لا يوجد إرتباط ذاتي بين هذه المتغيرات كما توضحها درجة ديبرين وآتسون، إذ ترتفع قيمتها المحسوبة عن قيمتها النظرية للحد الأعلى لمستوي المعنوية، وهذا يدل علي تاثيرها الفعلي في إنتاجية الدونم من محصول الطماطم (العروة الصيفية) وتكون الصورة النهائية لعلاقة هذا المتغير بإنتاجية الطماطم الصيفي:

ص (متوسط إنتاجية الدونم) = ١،٣٨٨ + ١،١٢٥ س٢ (متوسط درجة الحرارة الصغري)

ثالثا: محاصيل الفاكهة

تحتل زراعة أشجارالفاكهة جزءا مهما في المركب الزراعي للمنطقة الوسطي حيث بلغت مساحتها ٤١٠٤٩٣ دونم عام ٢٠٠٥ (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥، ص ٥٠) وهو ما يعادل ٤٧،٣% من جملة المساحة المزروعة عام ٢٠٠٥ بالفواكه علي مستوي المملكة العربية السعودية وهي موزعة علي مختلف مناطق المنطقة الوسطي حيث تصل نسبة الأراضي المزروعة بأشجار الفاكهة بمنطقة الرياض إلي إجمالي المنطقة الوسطي نحو ٥٨،٨%، أما القصيم فتصل فيها النسبة ٢٢،٧% وأخيرا حائل ونسبة المساحة المزروعة بأشجار الفاكهة إلي المساحة المزروعة بالمنطقة الوسطي إلي ١٨،٥%.

هذا وتعد أشجار الفاكهة من أكثر أنواع الزراعة ربحاً، كما أن الزيادة المستمرة في الطلب علي استهلاكها يفسر لنا الزيادة المستمرة في مساحتها من سنة إلي أخري حيث إرتفعت مساحتها بالمنطقة الوسطي من ٣٩٢،٦٢٤ دونم عام ٢٠٠٠ إلي ٤١٠،٤٩٣ دونم عام ,٢٠٠٥

١) تأثير الحرارة المرتفعة علي نمو محاصيل الفاكهة في منطقة الدراسة:

تعتبر الحرارة بصفة عامة من أهم العوامل المسئولة عن النمو وتنشيط التفاعلات الحيوية اللازمة لحياة النبات، كما أن لها تأثيرا واضحا علي طول ومدة حياة النبات، كذلك تلعب دوراً هاماً في نضج الثمار (عز الدين فراج وآخرون، بدون تاريخ، ص ص ٧٩ – ٩٠) ويتوقف الضرر الذي تحدثه موجات الحر لمحاصيل الفاكهة علي النوع والصنف ويتوقف أيضاً علي عمر الأشجار ودرجة نضج الثمار وعلي شدة الموجة وقت حدوثها.

ومن أهم أضرار موجات الحر علي أشجار الفاكهة، ذبول الأجزاء الخضرية الحديثة ثم جفافها، وذلك نتيجة تأثيرها المباشر في زيادة النتح من الأوراق، الأمر الذي يؤدي إلي حدوث اختلال في التوازن المائي في الأشجار كما أن موجات الحر لها تأثير ضار أيضا علي الأجزاء الزهرية الغضة، فتجف الأوراق والنموات الحديثة كلياً أو جزئياً، وتسقط الأزهار والثمار الصغيرة والكبيرة مما ينشأ عنه خسارة في كمية المحصول (محمد مهدي العزوني، ١٩٦٢، ص ٥٨).

وقد يتسبب عن إرتفاع درجة الحرارة تشويه ظاهر في قشرة الثمار التي قاربت النضج نتيجة للفحة الشمس (Sun Burn) حيث تخترق بقع من هذه القشرة وتتلون بلون بني مخالف لباقي لون قشرة الثمار، وهذا يقلل من جودتها.

ومن الطبيعي أن الضرر الناتج عن إرتفاع درجة الحرارة يكون معظمه ناتج عن نقص الماء داخل أنسجة النبات ولو بصفة مؤقتة بالإضافة إلي الإختلال في

النشاط الإنزيمي والتوازن المائي نتيجة لعدم مقدرة جذور الإمتصاص وأوعية توصيل المياه علي تعويض الفاقد الناتج عن شدة التبخر والنتح. (محمد أحمد باشة، بدون تاريخ، ص ص ٦٣، ٧١). هذا ويمكن التغلب علي الحرارة المرتفعة جدا بتغطية الأشجار الصغيرة لحمايتها من لفحة الشمس، وزراعة بعض أشجار الموالح تحت أشجار طويلة تظللها كالنخيل مثلا، أو تدهن سيقان الأشجار وأوراقها بالجير الأبيض ليساعد علي إنعكاس أشعة الشمس والتقليل من حدة الحرارة والتبخر، كما تفيد الزراعة الكثيفة للأشجار كذلك في حماية بعضها البعض.

وغالبا ما تصاحب موجات الحر الربيعية رياح السموم (الخماسين) النشطة والحارة الجافة، ونظرا إلي أن الضرر الناتج من الحرارة المرتفعة علي الأشجار المثمرة يعود في معظمه إلي إشتراك كل من الرطوبة المنخفضة والرياح شديدة السرعة، لذلك سوف نتعرض إلي تأثير رياح السموم (الخماسين) والرطوبة النسبية المنخفضة المصاحبة لموجات الحر علي محاصيل الفاكهة بمنطقة الدراسة.

١- **رياح السموم (الخماسين):**

من أهم الظواهر الجوية المصاحبة للموجات الحارة الربيعية والتي تؤثر تأثيراً ضاراً علي إنتاج الفاكهة، ويختلف هذا التأثير الضار علي حسب شدتها ووقت هبوبها، وتقسم أضرار هذه الرياح علي محاصيل الفاكهة إلي الأضرار الميكانيكية وتعتمد هذه الأضرار إعتماداً كبيراً علي شدة الرياح وسرعتها والتي يتسبب عنها إقتلاع الأشجار كلية، وقد تؤدي الرياح شديدة السرعة ايضا إلي إنتزاع الأوراق والثمار والأزهار، وكسر الأفرع وعلي الأخص المحملة بالثمار، بالإضافة إلي جرح الثمار بتصادمها مع الأفرع والأشواك، كما يحدث لثمار الموالح مما يؤدي إلي تلفها أو الإقلال من جودتها.

هذا ما يحدث أثناء موجات الحر المصاحبة لرياح السموم (الخماسين) في أشهر الربيع وأوائل الصيف وهذه الفترة تتركز فيها مرحلة إزهار وإثمار الكثير من الأشجار المثمرة، حيث يبدأ ميعاد الإزهار من بداية فبراير ويستمر إلي مايو ويكون الإزهار علي أشده في إبريل، هذا وقد حدثت في شهر إبريل من عام ١٩٨٧ موجة حارة استمرت في الفترة ٢٦ – ٣٠ وكانت درجة الحرارة العظمي في هذه الموجة أعلي من معدلها بقيم تتراوح بين ٥°م، ٨°م، وأصطحبت هذه الموجة برياح نشطة تراوحت سرعتها بين ٤٠ – ٦٠ كم/ساعة مما أدي إلي تساقط أكثر من ٢٠% من أزهار العنب والمشمش بالمنطقة الوسطي (وزارة الزراعة والمياه، الإنتاج الزراعي، ١٩٨٨).

ثم نأتي للأضرار الفسيولوجية لرياح السموم (الخماسين) المصاحبة لموجات الحر الربيعية فتتمثل في زيادة النتح من الأوراق الأمر الذي يؤدي إلي إختلال التوازن المائي، ويؤدي هذا إلي سقوط نسبة كبيرة من الأزهار والثمار، كما هو الحال في العنب، كما أن الرياح الساخنة المصاحبة لموجات الحر تسبب النضج المبكر للعناقيد وضمورالثمار فلا تأخذ حجمها الطبيعي (علي موسي، ١٩٨٣، ص ١٤١).

مما سبق نستطيع أن نذكر أن إزدياد سرعة الرياح وهبوبها أثناء مواسم الإزهار والعقد الصغير وفترة بدء نشاط النمو الخضري بصفة عامة تسبب أضراراً كبيرة، فأثناء موجات الحر الربيعية تتعرض منطقة الدراسة إلي رياح السموم التي تسبب مشاكل عديدة لزراعة الفاكهة وتزداد أضرار هذه الرياح كلما زادت سرعتها وقلت رطوبتها وإرتفعت درجة حرارتها، وعلي هذا فالمناطق المراد زراعتها يجب أن تأخذ في الاعتبار نظام هبوب الرياح وإتجاهاتها وسرعتها بحث تزرع الأشجار في خطوط مستقيمة تتفق مع إتجاه الرياح، كما يمكن أن تحاط بساتين الفاكهة بمصدات قوية للرياح تعمل علي حماية الأشجار وبالتالي تحول دون سقوط الأزهار والثمار وكسر الفروع، كذلك يمكن زراعة أشجار الفاكهة الأكثر مقاومة كالنخيل في مواجهة الرياح لكي تحمي الأشجار الأقل مقاومة كالمشمش والعنب والموالح.

٢- **الرطوبة النسبية:**

إن تأثير الرطوبة النسبية المنخفضة علي محاصيل الفاكهة ينتج عنه أثناء الموجات الخماسينية جفاف أوراق أشجار الفاكهة وبخاصة إذا حدث هذا الإنخفاض فجأة بعد فترات إرتفعت خلالها الرطوبة النسبية، خاصة وأن الموجات الحارة والتي غالبا ما تكون مصحوبة برطوبة نسبية منخفضة تضر بأشجار الفاكهة، إذ لا يموت النبات مباشرة من إرتفاع الحرارة، بل هي تزيد من النتح ولذا لا يتضرر النبات إلا قليلاً إذا كانت الرطوبة الكافية، أما إذا كانت الرطوبة منخفضة وغير كافية وقل الإمتصاص عن النتح أدي ذلك إلي الجفاف وموت النبات.

أما إذا أقترنت موجات الحرباإرتفاع الرطوبة، فيؤدي هذا إلي إصابة محاصيل الرمان والموالح والتين بحشرة البق الدقيقي، كما يؤدي هذا إلي تعطيل عملية التلقيح وسقوط الأزهار، بالإضافة إلي تعفن ثمار الفاكهة. (أحمد فاروق عبد العال، ١٩٦٨، ص ص ٤٣٩ – ٤٤٠).

٢) تأثير الحرارة المنخفضة علي نمو محاصيل الفاكهة في المنطقة الوسطي بالمملكة:

من الممكن تقسيم حالات إنخفاض الحرارة الضارة بأشجار الفاكهة إلي فئتين رئيسيتين هما:

١- تكون فيها درجة الحرارة الصغري (٦°م) أو أقل وهذه الحالة قد لا ينشأ عنها أي تأثير علي بعض النباتات التي تنفض أوراقها أثناء فصل الركود (محمد مهدي العزوني، ١٩٦٢، ص ٣٠) أما في فصل النمو (الربيع وأوائل الصيف) فينشأ عن هذه الحالة أضرار عدة بالنسبة لنمو الأشجار المثمرة، تتمثل في تأخير تفتح الأزهار وهذا يؤدي إلي تأخير النضج وظهور الأوراق (علي حسن موسي، ١٩٨٣، ص ١٤٠).

٢- تكون فيها درجة الحرارة الصغري (الصفر المئوي) أو أقل أي (درجة الصقيع)، ويتراوح الصقيع في شدته ما بين خفيف (الصفر المئوي) وشديد (أقل من الصفر المئوي) والأضرار التي تنشأ عن الصقيع بصفة عامة تنحصر في تلف النموات الطرفية الغضة والأزهار والأوراق والثمار الصغيرة والكبيرة كليا أو جزئيا (فيصل عبد العزيز المنيسي، ١٩٧٥، ص ١٠٥).

هذا ونجد أن تأثير موجات البرد يختلف بصفة عامة علي أشجار الفاكهة تبعا لنوعها وتوقيت حدوث موجات البرد والصقيع، فالصقيع الذي يحدث خلال فصل النمو النشط والأزهار أثناء الربيع يكون أكثر تأثيرا من الصقيع الذي يحدث أثناء الشتاء عندما تكون الأشجار في حالة راحة أو سكون، لذلك يشكل الصقيع الربيعي خطرا كبيرا علي إنتاج الأشجار المثمرة كالمشمش.

ويختلف أيضا تأثيرموجات البرد علي حسب حالة نمو أشجار الفاكهة، فالأشجار القوية أكثر مقاومة لموجات البرد والصقيع من الأشجار الصغيرة الضعيفة، كما تختلف أعضاء الأشجار المختلفة في مقاومة البرودة، فالمعروف أن الأزهار والنموات الغضة هي أكثرها تأثرا بإنخفاض درجات الحرارة وتليها الثمار الصغيرة ثم الثمار الكبيرة والأوراق البالغة ثم الأفرع والجذوع (حسن أحمد بغدادي، ١٩٦٤، ص ١٩٧).

هذا ونجد أن الإنخفاض المفاجئ لدرجة الحرارة اكثر تأثيراً من الإنخفاض التدريجي، ومن الملاحظ أن الصقيع الذي يحدث بعد فترة دفء يحدث ضرراً أكثر لأن النبات يكون عندئذ قد بدأ يدخل مرحلة النشاط وبدء النمو، ولذلك فصقيع الربيع في المنطقة الوسطي هو من أخطر انواع الصقيع لأنه يأتي في وقت أخذت فيه النباتات في النمو بعد فترة الركود واصبحت في حالة نشطة وإندفعت نحو الأزهار.

وهذا ما يحدث في بعض السنوات لأشجار المشمش، حيث أنها تتأثر بموجات البرد والصقيع في بعض مراحل نموها وخاصة الفترة من أوائل فبراير إلي

أواخر مارس وهي فترة ظهور الأزهار والأوراق، ويعتبر الصقيع الذي يحدث خلال هذه الفترة أهم عامل يؤثر علي الأزهار، خاصة إذا سبق حدوثه موجات دافئة ترتفع فيها الحرارة فجأة بحث تتفتح البراعم بسرعة وتصبح غضة ومعرضة لتاثير الصقيع عند حدوثه فالأزهار المبكر لشجرة المشمش يعرضها لتأثير الصقيع الربيعي، حيث تكون براعمها الزهرية أكثر حساسية للبرودة الشديدة (وزارة الزراعة والمياه، إدارة بحوث البساتين، ٢٠٠٤، ص ٢٢).

هذا وقد تتعرض منطقة الدراسة لموجة حارة خلال شهر فبراير، فيتفتح الزهر ثم يعقب ذلك إنخفاض في درجة الحرارة يؤدي إلي تلف جزء كبير من أزهار المشمش، مما يؤدي في النهاية إلي خفض كمية الإنتاج، حيث حدث في عام ١٩٩٠ في الفترة من (٣ – ٦) فبراير موجة حارة كانت درجة الحرارة العظمي خلالها في الخرج ٣٦،٤°م وفي السليل ٣٣،٥°م، وفي الرياض ٣٤،١°م وهي بذلك أعلي من المعدل خلال شهر فبراير بدرجات تتراوح بين (١٧،٦°م – ٢٠،٥°م) ثم حدثت بعد هذه الموجة الحارة موجة أخري باردة في الفترة من (٧ – ١٠) فبراير من نفس العام (١٩٩٠) حيث وصلت درجة الحرارة بالرياض (– ١،٧°م) وفي القصيم (– ٣،٦°م) وفي الخرج (– ٣،٢°م) وفي عنيزة (– ٤،٥°م).

وكان لتعاقب حدوث موجات الحر والبرد في شهر فبراير من عام ١٩٩٠ تأثير سيئ علي محصول العنب، حيث أدي ذلك إلي نقص كمية الإنتاج بنسب مختلفة حيث إنخفض متوسط إنتاج الدونم من ٧٦٠٥ طن عام ١٩٨٩ إلي ٧٢١٥ طن عام ١٩٩٠ بمنطقة القصيم، كذلك الحال خلال نفس العام إنخفض الإنتاج بمنطقة الرياض من ٤٢٦١ طن عام ١٩٨٩م إلي ٣٨٥٠ طن عام ١٩٩٠م.

دراسة تطبيقية علي محصول البرتقال:

تعد الموالح من أهم محاصيل الفاكهة في المنطقة الوسطي، حيث تبلغ مساحة حدائقها ١٩٤٦٣ دونم أي ما يعادل ٤٠% من جملة مساحة محاصيل الفاكهة بمنطقة الدراسة ومن تلك البيانات تنعكس مدي أهمية الموالح بين محاصيل الفاكهة المزروعة بمنطقة الدراسة حيث إزدادت المساحة المزروعة بها بإضطراد حيث كانت عام ٢٠٠٣ (١٥٧٠٢ دونم) وعام ٢٠٠٤ (١٨٨٩١ دونم) وإزدادت عام ٢٠٠٥ إلي (١٩٤١٣ دونم) ويرجع ذلك إلي عدة أسباب منها:

١- طول موسم الإثمار الذي يمتد من أكتوبر حتي آخر مايو.

٢- تتحمل الموالح الحفظ بعد قطفها أو علي الأشجار.

٣- زيادة إستهلاك الموالح فهي تعد بمثابة الفاكهة الرئيسية مما أدي إلي زيادة المساحة المزروعة منها.

٤- ظروف إنتاجها المناخية يلائم منطقة الدراسة.

ويأتي في مقدمة محاصيل الموالح من حيث اتساع المساحة محصول البرتقال حيث تبلغ مساحته ٨٦٧،٠٩١ دونم وهو ما يعادل ٤٤،٦% من جملة مساحة الموالح المزروعة بالمنطقة الوسطي وهي موزعة كالآتي علي المناطق المختلفة بمنطقة الدراسة، ففي الرياض كانت المساحة المنزرعة بالبرتقال ١،٦٩١ دونم، القصيم ٧٤،٩ دونم، حائل ١٦٠،٥ دونم، كما ان البرتقال يعتبر من أكبر محاصيل الموالح إنتاجا، فقد بلغ حجم إنتاجه عام ١٩٩٠ نحو ١٠٥٨ طن تمثل نحو ٥٧،٢% من جملة إنتاج الموالح بالمنطقة الوسطي ونظراً لهذه الأهمية الكبيرة لمحصول البرتقال فسوف نركز هنا علي دراسته ودراسة التحليل الإحصائي له علي النحو التالي:

١) **أثر الحرارة المنخفضة علي نمو أشجار البرتقال:**

يتوقف تحمل أشجار البرتقال لدرجات الحرارة المنخفضة علي عدة عوامل منها النوع والصنف وحالة الشجرة من حيث النشاط أو السكون، والدرجة التي تنخفض إليها الحرارة ومدة بقائها والحرارة السابقة واللاحقة لها وغطاء التربة وعناصر المناخ الأخري كالرطوبة والرياح والإشعاع (فيصل عبد العزيز المنيسي، ١٩٧٥، ص ٢٢٨).

فالأشجار الناضجة أكثر تحملاً للحرارة المنخفضة من الأشجار الصغيرة، ووجود غطاء نباتي تحت الأشجار يزيد من ضرر الحرارة المنخفضة، وكلما زادت سرعة الرياح كلما زادت درجة تأثر الأشجار بالحرارة المنخفضة كالرياح الشمالية والشمالية والغربية الباردة والنشطة المصاحبة لموجات البرد الشتوية، وتقلل الرطوبة الأرضية والجوية من ضرر الحرارة المنخفضة، وكلما قلت المدة التي تبقي فيها الحرارة منخفضة كلما قل ضررها ويزيد هذا الضرر إذا كانت الحرارة السابقة مرتفعة أو إرتفعت الحرارة بسرعة بعد إنخفاضها كتعاقب حدوث موجات الحر والبرد الربيعية.

ومن خلال دراسات عديدة أجريت لمعرفة الحدود الصغري والعظمي لدرجة الحرارة التي يتحملها محصول البرتقال، إتضح أن درجة الحرارة المناسبة – التي تصل فيها شجرة البرتقال إلي اقصاها في النمو والقيام بوظائفها الحيوية – تتراوح بين (١٥°م – ٣٠°م)، في حين تتراوح الحرارة الصغري لنموها ما بين (١٢°م – ١٨°م) والحرارة العظمي ما بين (٣٣°م – ٣٥°م) بينما يتوقف نموها إذا إرتفعت الحرارة عن (٥٠°م).

ومن خلال هذه الحدود الحرارية يتضح أن موجات البرد الشديد (درجة الحرارة الصغري أقل من ٦°م) والصقيع يضران بأشجار البرتقال، فإنخفاض الحرارة إلي الصفر المئوي فما دونه يضر بأشجار البرتقال حيث تنمو النموات الحديثة والأزهار

وقد يمتد الضرر إلي الأفرع الكبيرة وإلي الثمار الحديثة العقد فتصاب أنسجتها بالتجمد الكلي أو الجزئي، وتعتبر درجة الحرارة (- ٣،٢°م) وما دونها من الدرجات المانعة لزراعة أشجار البرتقال لأنها تتلف معظم أجزاء الشجرة وحدوثها مرة كل عدة سنوات في منطقة ما يجعل من الصعب زراعة أشجار البرتقال بها (محمد مهدي العزوني، ١٩٦٥، ص ص ٦٣ – ٦٤).

ولهذا يتركز في منطقة الرياض حوال ٦٦،٢% من المساحة المزروعة بأشجار البرتقال في منطقة الدراسة، كما أن أعلي إنتاجية من محصول البرتقال يوجد في منطقة الدراسة أيضا حيث يبلغ الإنتاج ٥٢٣ طن بنسبة ٤٩،٤% من إنتاج منطقة الدراسة من محصول البرتقال (النتائج العامة للتعداد الزراعي الشامل عام ٢٠٠٥، ص ص ١٦١ – ١٦٣).

ونجد أن منطقة الرياض ملائمة أكثر لزراعة محصول البرتقال من منطقتي القصيم وحائل، حيث أن درجات الحرارة الصغر عادة تزيد عن ١٢°م (الحد الحراري الأدني لأشجار البرتقال) ولا توجد درجات حرارة منخفضة تضر بأشجار البرتقال في أي مرحلة من مراحل حياتها وخاصة في منطقة جنوب الرياض (الخرج والأفلاج) لأنه من النادر أن تنخفض درجة الحرارة إلي الصفر المئوي وما دونه كما لا تنخفض الحرارة نهائياً إلى الدرجة المانعة لزراعة أشجار البرتقال (- ٣،٢°م) ولذلك فإن دفء الشتاء يعتبرمن العوامل الأساسية المشجعة علي زراعة أشجار البرتقال في منطقة الرياض خاصة المنطقة الجنوبية منها.

بينما في منطقتي القصيم وحائل، فعادة ما تنخفض فيها درجة الحرارة الصغري في فصل الشتاء إلي الصفر المئوي وما دونه وهذا يؤدي إلي ضرر واضح لأشجار البرتقال خاصة بالنسبة للأزهار والبراعم والثمار، لذلك يعتبر الإنخفاض في درجات الحرارة أثناء الشتاء من أهم المشاكل التي تواجه زراعة أشجار البرتقال في منطقتي القصيم وحائل وعلي الأخص الأخيرة.

وعلي سبيل المثال تعرضت منطقة القصيم في شتاء عام ١٩٨٩ لموجة صقيع في الفترة من ٧ – ١٠ يناير حيث إنخفضت درجة الحرارة الصغري إلي (– ٣،٦°م) في القصيم، وفي عنيزة وصلت درجة الحرارة إلي (– ٤،٥°م)، أما في حائل أقصي شمال منطقة الدراسة فوصلت درجة الحرارة إلي أدني حد لها حيث وصلت إلي (– ٧°م). وهذا ما يوضحه إنتاج منطقتي القصيم وحائل حيث يصل إنتاج منطقة القصيم إلي ٣٧،٣% من إجمالي إنتاج المنطقة الوسطي من البرتقال أما حائل فإن إنتاجها من المحصول أقل إنتاج حيث كانت نسبة إنتاجها إلي إجمالي إنتاج منطقة الدراسة ١٣،٣%.

لذلك ينصح في الليالي الباردة التي يتوقع حدوث الصقيع فيها بحرق اي مادة ولتكن الحشائش بين خطوط الأشجار، ولا شك انه إلي جانب ما يسببه إحتراقها من رفع درجة الحرارة فإن الدخان الناتج منه يعلو الأشجار مكونا طبقة تمنع تسرب الحرارة إلي أعلي سريعا وتعكسها إلي أسفل، كذلك ينصح بإجراء حماية لأشجار البرتقال بزراعة مصدات للرياح إلي جانب العناية بخدمة الأشجار من ناحية التسميد والري وغيرها حيث أن الشجرة القوية تقاوم التقلبات الجوية السريعة والحادة أكثر من الشجرة الضعيفة (شحاتة سيد أحمد، ١٩٩٤، ص ٣٣٠).

٢) <u>أثر الحرارة المرتفعة علي نمو أشجار البرتقال:</u>

إن النهاية العظمي لدرجة الحرارة التي يمكن أن تتحملها أشجار البرتقال بدون أضرار كبيرة كما سبق الذكر هي (٥٠°م) ويختلف الضرر الذي ينشأ عن إرتفاع درجة الحرارة عن هذا الحد لشجرة البرتقال. فقد يؤثر في الأزهار فيسقطها وكذلك الثمار صغيرها وكبيرها، وقد يقتصر علي تغيير شكل الثمار المألوف أو تشويهه (نصر الدين الحسيني، ١٩٥٨، ص ١٠١)، وبصفة عامة يتوقف مقدار الضرر الذي تحدثه الحرارة المرتفعة علي عمر الأشجار ودرجة نضج الثمار ومدة التعرض لدرجة

الحرارة العالية، فكلما طالت المدة كلما كان الضرر أشد، وعلي الدرجة الي ترتفع إليها الحرارة وسرعة إرتفاعها، فالإرتفاع التدريجي أقل ضررا من الإرتفاع المفاجئ.

أما عن أهم الأضرار التي تصيب أشجار البرتقال نتيجة لإرتفاع درجات الحرارة هي الظاهرة المعروفة بتساقط يونيه (فيصل عبد العزيز المنيسي، ١٩٧٥، ص ٢٣٥)، إذ تتساقط كثير من الثمار العاقدة حديثاً وخصوصاً في البرتقال أبو سرة الذي يعتبر أكثر أنواع البرتقال حساسية لإرتفاع درجات الحرارة، ولذلك ينخفض الإنتاج مع موجات الحر المرتفعة وهذا ما حدث في عام ١٩٨٧ عندما تعرضت منطقة الدراسة لموجة شديدة الحرارة في أواخر مايو وأوائل يونيه وسجلت درجة الحرارة العظمي في كل من القصيم والرياض الجديدة والرياض القديمة والسليل والدودامي وديراب والخرج (٤٤،٣ْم، ٤٤،٦ْم، ٤٥ْم، ٤٥،٣ْم، ٤٤،٢ْم، ٤٧ْم) علي الترتيب، وأدت هذه الموجة الحارة إلي تساقط بعض الثمار العاقدة حديثا، وتؤكد بعض الدراسات (علي حسن موسي، ١٩٧٨، ص ٣٥٥) أن عملية السقوط هذه تحدث عندما ترتفع درجة الحرارة إلي ٣٨ْم وأكثر، الأمر الذي أدي إلي نقص في متوسط إنتاج الدونم في هذه السنة مقارنة بالسنة التي تليها (١٩٨٨) حيث كان الإنتاج في عام ١٩٨٧ في الرياض ٣١٥٥ طن إرتفع إلي ٣٧٣٨ طن أما القصيم فكان ٢١٣٠ طن إرتفع إلي ٢٢٠٨ طن، أما حائل فكان فيها الإنتاج عام ١٩٨٧ (٨٤١ طن) إرتفع عام ١٩٨٨ إلي ١٨٢٦ طن (الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، ٢٠٠٥).

وتصاب الثمار الخارجية للشجرة بلفحة الشمس وخاصة البرتقال أبو سرة واليوسفي، وتؤدي إلي سقوطها وكذلك تحترق بعض النموات نتيجة لأشعة الشمس المباشرة الشديدة، وكثيراً ما تسبب تشققاً وجفافاً لسيقان الأشجار نفسها – في حالة موجات الحر الجافة – وهذا ما يجعل المزارع يقوم بطلاء سوق الأشجار بالجير للتخفيف من حدتها.

والضرر الناتج عن موجات الحر علي محصول البرتقال، يعود في معظمه إلي إشتراك عوامل أخري، كالرطوبة المنخفضة والرياح الجافة شديدة السرعة – وهناك فترتان حرجتان في حياة شجرة البرتقال، تكون الشجرة فيهما حساسة لنقص الماء، الأولي في بداية الربيع عندما تبدأ الأغصان في النمو وتعقد الثمار، والثانية في أواخر الربيع وأوائل الصيف عندما تكون الثمار قد بدأت في النمو بسرعة، ففي الفترة الأولي، تؤدي موجات الحر الربيعية المصاحبة لرياح السموم والرطوبة النسبية المنخفضة إلي تساقط شديد للثمار (تساقط يونيه) وبالتالي قلة المحصول ويكون هذا التساقط كبيراً في المناطق الجنوبية من منطقة الدراسة الأكثر جفافاً ويتناقص تدريجياً إلي الشمال من منطقة الدراسة حيث تزداد درجة الرطوبة وتتناقص درجة الحرارة، وإذا كان إنخفاض الرطوبة علي علاقة بسقوط الثمار، فإن إرتفاع نسبتها وقت الإزهار وعقد الثمار يؤدي إلي إنتشار الفطريات التي تقلل من الثمار (نصر الدين الحسيني، ١٩٥٨، ص ١٢) أما الفترة الثانية (نهاية الربيع وأوائل الصيف) فتؤثر موجات الحر الربيعية المصحوبة برطوبة منخفضة علي جودة الثمار وعلي نعومتها (فيصل عبد العزيز المنيسي، ١٩٧٥، ص ص ٢٥٣ – ٢٥٤).

<u>التحليل الإحصائي لأثر موجات الحر والبرد علي محول البرتقال:</u>

تم إستخدام المعادلات الإحصائية الخاصة بالعلاقات الإرتباطية وهي معامل إرتباط بيرسون ومعادلة خط الإنحدار المتعدد، ملحق رقم (٦) للتعرف علي العلاقة الإرتباطية بين موجات الحر والبرد ومتوسط إنتاجية الدونم من محصول البرتقال، والتعرف علي أهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي لها تأثير فعلي علي إنتاجية الدونم في منقطة الرياض (الجزء الجنوبى من منطقة الدراسة) ومنطقتي القصيم وحائل (الجزء الشمالي لمنطقة الدراسة).

أولا: منطقة الرياض (جنوب المنطقة الوسطي)

يزرع في منطقة الرياض حوالي ٦٦،٢% من جملة المساحة المزروعة بالبرتقال علي مستوي المنطقة الوسطي (النتائج العامة للتعداد الزراعي الشامل، ٢٠٠٥، ص ص ١٦١ – ١٦٣).

هذا وتم عمل مصفوفة لمعاملات الإرتباط بين المتغيرات الأربعة المستقلة وهي (متوسط درجة الحرارة العظمي – متوسط درجة الحرارة الصغري – متوسط الرطوبة النسبية – متوسط سرعة الرياح) والمتغير التابع وهو متوسط إنتاجية الدونم من محصول البرتقال، وكانت مصفوفة معاملات الإرتباط بين هذه المتغيرات كما يوضحها الجدول رقم (١٨).

جدول رقم (١٨)

مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول البرتقال بمنطقة الرياض

المتغيرات	ص	س١	س٢	س٣	س٤
ص (متوسط إنتاجية الدونم)	١	–	–	–	–
س١ (متوسط درجة الحرارة العظمي)	٠،٩٧–	١	–	–	–
س٢ (متوسط درجة الحرارة الصغري)	٠،٧٩–	٠،٧٥	١	–	–
س٣ (متوسط الرطوبة النسبية)	٠،٩٥	٠،٩٣–	٠،٧٩–	١	–
س٤ (متوسط سرعة الرياح)	٠،٨١–	٠،٨٣	٠،٥٦	٠،٨٣–	١

ومن خلال تحليل هذه المصفوفة بالجدول رقم (١٨) يتضح لنا الآتي:

١- ترتبط المتغيرات المستقلة بعضها بالبعض الآخر بعلاقات إرتباط قوية، حيث بلغت العلاقة الإرتباطية بين متوسط درجة الحرارة العظمي وبين متوسط درجة الحرارة الصغري (٠،٧٥) ذات مستوي ثقة يصل إلي ٩٥%، وهذه العلاقة

موجبة طردية، فكلما إرتفع متوسط درجة الحرارة العظمي يرتفع أيضا متوسط درجة الحرارة الصغري.

٢- توجد علاقة إرتباط قوية عكسية بين الرطوبة النسبيــة وكل من درجة الحرارة العظمي (- ٠،٩٣) بدرجة ثقة ٩٩%، ودرجة الحرارة الصغري (- ٠،٧٩) بدرجة ثقة ٩٥%، وسرعة الرياح (-٠,٨٣) بدرجة ثقة ٩٧% وجميع هذه العلاقات منطقية إلى حد كبير .

وما يهمنا في هذا الإطار هو علاقة الإرتباط القوية والعكسية بين متوسط إنتاج الدونم لمحصول البرتقال وبين درجة الحرارة العظمي (- ٠،٩٧) بدرجة ثقة ٩٩% وهذا يتفق مع ما سبق واوضحناه من تأثير موجات الحر الشديدة علي محصول البرتقال وخاصة في مرحلة عقد الثمار، وتعد هذه المرحلة أكثر المراحل حساسية لإرتفاع درجة الحرارة، كما أنه توجد علاقة عكسية أيضاً بين متوسط إنتاج الدونم من محصول البرتقال وبين درجة الحرارة الصغري، بلغت درجة الإرتباط (- ٠،٧٩) بدرجة ثقة تصل إلي ٩٧% وهذا يعني أن لموجات البرد الشديد تأثير سلبي علي أشجار البرتقال، حيث تؤدي إلى تلف بعض الأزهار وسقوط الثمار الحديثة العقد.

وهنا يجب أن نشير إلي تأثير أهم الظواهر الجوية المصاحبة لموجات الحر الربيعية علي محصول البرتقال، حيث يتضح من خلال قراءتنا لمصفوفة معامل الإرتباط، أنه توجد علاقة إرتباط موجبة بين متوسط إنتاج الدونم لمحصول البرتقال وبين متوسط درجة الرطوبة النسبية السائدة خلال فترات الموجات الحارة، بلغت درجة الإرتباط (٠,٩٥) بمستوي ثقة يصل إلي ٩٩% وكذلك هناك علاقة إرتباط بين إنتاجية الدونم من البرتقال وبين متوسط سرعة الرياح السائدة خلال فترات موجات الحر الربيعية، ولكن هذه العلاقة عكسية بلغت (- ٠،٨١) بدرجة ثقة تصل إلي ٩٨%.

وللتعرف علي أهم المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية والتي تؤثر في متوسط إنتاجية الدونم من محصول البرتقال، تم تطبيق طريقة الإنحدار التدريجي وكانت نتائجها مطابقة لما أظهرته المصفوفة ويتضح هذا من خلال قراءة الجدول رقم (١٩).

جدول رقم (١٩)

طريقة الإنحدار التدريجي علي محصول البرتقال في منطقة الرياض

رقم الخطوة	المتغير الأكثر إرتباطا بإنتاجية الدونم	درجات الحرية	قيمة ف		الخطأ المعياري	معامل التحديد الصحيح %
			المحسوبة	المعنوية		
١	س١ (درجة الحرارة العظمي)	١٠	١٤٩،١	٠،٠٠٠٠	٠,٣٩	%٩٣

ومن خلال قراءة الجدول نجد أن س١ (درجة الحرارة العظمي) هو المتغير المسئول وحده عن ٩٣% من التغير في إنتاجية الدونم لمحصول البرتقال بمنطقة الرياض، وهذا يتفق مع الواقع، حيث موقع الرياض الجنوبي البعيد عن المنخفضات الشمالية والشمالية الغربية والتي يتعرض لها النطاق الشمالي من المنطقة الوسطي

وبتحليل درجة الثقة في هذا المتغير، ثبت أنه ذو تاثيراً واضحاً علي إنتاجية الدونم لمحصول البرتقال بدرجة ثقة لا تقل عن ٩٩% وهذا ما يوضحه الجدول رقم (٢٠).

جدول رقم (٢٠) درجة الثقة في المتغير

المتغيرات	المعاملات	قيمة ت		قيمة ديبرين وآتسون عند ١%		
		المحسوبة	المعنوية	المحسوبة	الحد الأعلي	الحد الأدني
س١ (درجة الحرارة العظمى)	-٠,٣٩٩	-١٢،٢	٠,٠٠٠	١،٢٧	٠,٩٧	٠,٨٦

ومن خلال قراءة الجدول تبين أنه بالإضافة إلي أنه لا يوجد إرتباط ذاتي بين هذه المتغيرات طبقا لدرجة ديبرين وآتسون المحسوبة، إذ ترتفع قيمتها عن الحد الأعلي لنقطة المعنوية، وبذلك نستطيع التعبير عن تأثير هذا المتغير في إنتاجية الدونم من محصول البرتقال بصورة المعادلة التالية:

ص (متوسط إنتاجية الدونم) = ٢٠،٩٧ – ٠،٣٩٩ س١ (متوسط درجة الحرارة العظمي)

أي أنه عند إنخفاض درجة الحرارة العظمي عن متوسطها بمقدار درجة مئوية واحدة، فإنه يترتب علي ذلك زيادة في محصول البرتقال بمقدار ٠،٣٩٩ طن للدونم بدرجة ثقة تصل إلي ٩٩%.

ثانيا: منطقتي القصيم وحائل (النطاق الشمالي من المنطقة الوسطي)

يزرع في النطاق الشمالي من المنطقة الوسطي من المملكة ما يعادل ٣٣،٨% من جملة المساحة المزروعة بأشجار البرتقال في منطقة الدراسة حيث تتوزع بين منطقتي القصيم وحائل وإن إختلفت النسبة بينهما حيث تشتمل منطقة القصيم علي نسبة ٢٧،٦% من جملة مساحة منطقة الدراسة المزروعة بمحصول البرتقال، أما حائل فتمثل المساحة المزروعة فيها من محصول البرتقال نسبة وقدرها ٦،٢% من المساحة المزروعة بمنطقة الدراسة (النتائج العامة للتعداد الزراعي الشالم، ٢٠٠٥، ص ص ١٦١ – ١٦٣).

ومن خلال عمل مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول البرتقال في شمال منطقة الدراسة نتج الجدول رقم (٢١).

جدول رقم (٢١)

مصفوفة معاملات الإرتباط لمحصول البرتقال في شمال منطقة الدراسة (القصيم وحائل)

المتغيرات	ص	س١	س٢	س٣	س٤
ص (متوسط إنتاجية الدونم)	١				
س١ (متوسط درجة الحرارة العظمي)	-٠،٩٤	١			
س٢ (متوسط درجة الحرارة الصغري)	٠،٩٢	-٠،٩٨	١		
س٣ (متوسط درجة الرطوبة النسبية)	٠،٩٨	-٠،٩١	٠،٩٠	١	
س٤ (متوسط سرعة الرياح)	-٠،٣٣	٠،٢٤	-٠،٢٥	-٠،٤٣	١

ومن خلال قراءة الجدول رقم (٢١) يتضح لنا الآتي:

١- العلاقات الإرتباطية القوية بين هذه المتغيرات بعضها والبعض الآخر، وهي في مجملها علاقات منطقية تتفق مع ما سبق أن ذكرناه.

٢- بالنسبة لعلاقة إنتاجية البرتقال بهذه المتغيرات، هناك علاقة إرتباط قوية بين متوسط إنتاجية الدونم من محصول البرتقال ودرجة الحرارة العظمي، حيث بلغت درجة الإرتباط (-٠،٩٤) بمستوي ثقة يصل إلي ٩٩%، وهذا يعني أنه توجد علاقة قوية جدا ولكنها سلبية بمعني أن موجات الحر لها تأثير سلبي خاصة عندما تتعرض لها أشجار البرتقال في فترات التزهير وعقد الثمار، حيث تؤدي إلي تساقط الكثير من الثمار حديثة العقد.

٣- هناك علاقة إرتباط قوية موجبة (علاقة طردية) بين متوسط إنتاجية الدونم لمحصول البرتقال وبين درجة الحرارة الصغري، إذ بلغت العلاقة الإرتباطية (٠،٩٢) ذات مستوي ثقة يصل إلي ٩٩% وهي علاقة قوية جدا وموجبة

وتشير إلي أنه كلما إرتفع متوسط درجة الحرارة الصغري زاد متوسط الإنتاج للدونم من محصول البرتقال بالنطاق الشمالي من منطقة الدراسة.

ومن هنا يجدر بنا أن نشير إلي تأثير الرطوبة المنخفضة المصاحبة للموجات الحارة علي محصول البرتقال في شمال المنطقة الوسطي، حيث يتضح لنا من خلال قراءة المصفوفة سابقة الذكر أنه توجد علاقة إرتباط بين إنتاجية البرتقال ومتوسط الرطوبة النسبية خلال فترات موجات الحر بلغت درجة الإرتباط (٠،٩٨) ذات مستوي ثقة يصل إلي ٩٩%، وهذا يعني أن الرطوبة المنخفضة المصاحب لموجات الحر الخماسينية تعمل علي تساقط شديد للثمار (تساقط يونيه) ولهذا فكلما زاد متوسط الرطوبة إلي حد ما، وبصفة خاصة في مرحلة الإزهار وعقد الثمار زاد متوسط إنتاج الدونم من محصول البرتقال في النطاق الشمالي من المنطقة الوسطي.

وبالنسبة لتأثير سرعة الرياح المصاحبة لموجات الحر علي إنتاجية الدونم، توجد علاقة إرتباط ضعيفة سلبية، حيث بلغت درجة الإرتباط (-٠،٣٣) وهذا يتفق مع الواقع حيث تقل سرعة الرياح كلما إتجهنا من الشمال إلي الجنوب ويقل تاثيرها السلبي أيضاً في نفس الاتجاه من الشمال إلي الجنوب، حيث بلغ هذا التأثير (-٠،٨١) بالنطاق الشمالي من منطقة الدراسة.

ونخلص من هذا التحليل الإحصائي إلي أن إنتاجية محصول البرتقال تتأثر سلبياً بموجات الحر بصفة عامة وبموجات الحر المصحوبة برياح نشطة ورطوبة نسبية منخفضة بصفة خاصة، ويمكن ترتيب المتغيرات الأكثر تأثيراً علي إنتاجية محصول البرتقال كما يلي (درجة الحرارة العظمي – الرطوبة النسبية المنخفضة – سرعة الرياح – درجة الحرارة الصغري).

النتائج والتوصيات

من خلال إستعرض تحليل عناصر المناخ المؤثرة علي النشاط الزراعي في المنطقة الوسطي من المملكة العربية السعودية مع توضيح درجات هذا التاثير من خلال التطبيق علي عدد من المحاصيل الزراعية يمكن أن نخرج بعدة توصيات منها:

١- من أنسب المحاصيل الحقلية التي يمكن زراعتها القمح والشعير، ومن أنسب محاصيل الخضروات التي يمكن زراعتها بمنطقة الدراسة كل من الطماطم والخيار والخس والكوسة، أما أنسب محاصيل الفاكهة التي يمكن زراعتها بالمنطقة فهي الموالح والبلح والبطيخ والعنب.

٢- القمح من المحاصيل الزراعية التي تتأثر تأثراً واضحاً بميعاد الزراعة وأن أنسب ميعاد لزراعة القمح بمنطقة الدراسة هو النصف الثاني من نوفمبر ويتم حصاده في أواخر مارس وأوائل إبريل، حيث تزداد نسبة النقص في المحصول كلما تم التبكير أو التأخير في زراعة القمح عن ١٥ نوفمبر، وذلك تلافياً لموجات الحر الربيعية التي تؤدي إلي قلة عدد الحبوب في السنبلة مع ضمور الحبوب الناتجة، وتلافياً لضرر الصقيع في يناير المسبب لعقم السنابل وخاصة في شمال ووسط المنطقة الوسطي.

٣- أهم المناطق لزراعة القمح بمنطقة الدراسة هي علي الترتيب منطقة الرياض ثم القصيم وأخيراً منطقة حائل.

٤- التنبؤ بحدوث إنخفاض درجات الحرارة يعتبر من الأمور المهمة للمزارعين إذ إنه يساعد المزارعين، علي إتخاذ القرار المناسب لحماية محاصيلهم من خطر إنخفاض درجات الحرارة أو عدم الزراعة أو الزراعة وتحمل الفاقد من الإنتاج.

٥- أنسب المواعيد لزراعة الطماطم وأفضل المناطق من وجهة النظر المناخية.

أ) **في جنوب المنطقة الوسطي يمكن للمزارع زراعة محصول الطماطم علي فترتين هما:**

الفترة الأولي: يبدأ مع أول شهر يناير ويقطف أول ثمار المحصول في منتصف شهر مارس ويستمر في الجمع حتي نهاية إبريل ومن إبريل حتي ٢٠ سبتمبر لا يمكن زراعة المحصول حيث ترتفع درجات الحرارة عن الحد الأعلي لمحصول الطماطم، فيمكن للمزارع استخدام البيوت المحمية في الزراعة في هذه الفترة إن رغب في ذلك.

الفترة الثانية: تبدأ في ٢٠ سبتمبر ويبدأ قطف أول ثمار المحصول في بداية شهر ديسمبر ويستمر في جمع الثمار حتي نهاية الشهر.

ويمكن للمزارع إن فضل الزراعة لفترة واحدة يطول فيها فترة جمع المحصول حتي تنفذ جميع ثمار الطماطم، فتكون بداية الزراعة نهاية شهر سبتمبر ويبدأ في قطف أول المحصول في منتصف شهر ديسمبر ويجمع ثمار المحصول حتي نهاية شهر إبريل أي حتي ينفذ المحصول والأمر متروك لرغبة المزارع وما هو أجدي له وأنفع.

ب) **يمكن للمزارع زراعة محصول الطماطم في شرق المنطقة الوسطي خلال الفترة الصالحة لزراعة الطماطم وهي حوالي تسعة أشهر يمكن للمزارع فيها زراعة المحصول لفترتين زراعيتين هما:**

الفترة الأولي: تبدأ من ١٩ سبتمبر ويبدأ فيها المزارع بغرس الشتلات في الحقل ويمكنه قطف أول المحصول مع بداية شهر ديسمبر ويستمر في جمع المحصول حتي نهاية شهر فبراير.

الفترة الثانية: يتم إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة في بداية شهر مارس وتبدأ غرس الشتلات في منتصف شهر مارس ويمكنه قطف أول المحصول مع منتصف شهر مايو ويستمر في الجمع حتي ١٩ مايو أي لفترة اسبوع فقط.

ومن ٢٠ مايو حتي ١٩ سبتمبر فترة ترتفع درجات الحرارة بها عن (٣٠°م) الحد الأعلي لمحصول الطماطم فلا يمكن زراعة المحصول بها في الحقل.

ج) في غرب المنطقة الوسطي يمكن زراعة محصول الطماطم علي فترتين زراعيتين هما:

الفترة الأولي: يبدأ في غرس الشتلات مع منتصف شهر فبراير ويبدأ في قطف المحصول بنهاية إبريل ويستمر في جمع المحصول حتي ٢٥ يونيه.

الفترة الثانية: يبدأ في غرس الشتلات في الأرض مع منتصف شهر سبتمبر ويبدأ في قطف أول ثمار المحصول بنهاية نوفمبر ويستمر في الجمع حتي منتصف ديسمبر.

الفترة الواقعة من بداية شهر يوليه حتي منتصف سبتمبر ترتفع بها درجات الحرارة عن الحد الأعلي للمحصول، أما الفترة من منتصف ديسمبر حتي منتصف فبراير تنخفض درجات الحرارة عن الحد الأدني للمحصول، فلا يمكن الزراعة في تلك الفترتين الزراعيتين.

٦- درجة الحرارة المناسبة التي تصل فيها شجرة البرتقال إلي أقصاها في النمو والقيام بوظائفها الحيوية تتراوح بين (١٥°م – ٣٠°م) في حين تتراوح الحرارة الصغري لنموها ما بين (١٢°م – ١٨°م) والحرارة العظمب ما بين (٣٣°م – ٣٥°م) بينما يتوقف نموها إذا إرتفعت الحرارة عن (٥٠°م).

٧- أفضل المناطق لزراعة محصول البرتقال بالمنطقة الوسطي هي منطقة الرياض وخاصة منطقتي الخرج والأفلاج لأنه من النادر أن تنخفض درجة

الحرارة إلى الصفر المئوي وما دونه كما لا تنخفض الحرارة نهائيا إلي الدرجة المانعة لزراعة أشجار البرتقال وهي (-٣،٢°م).

٨- ينصح في الليالي الباردة التي يتوقع حدوث الصقيع فيها بحرق أي مادة ولتكن الحشائش بين خطوط أشجار البرتقال، ولا شك أنه إلي جانب ما يسببه احتراقها من رفع درجة الحرارة فإن الدخان الناتج منه يعلو الأشجار مكونا طبقة تمنع تسرب الحرارة إلي أعلي سريعا وتعكسها إلي اسفل.

٩- الحرص علي حماية المحاصيل من أخطار موجات الحر بإعطاء ريات إستثنائية لتعويض الفاقد من المياه عن طريق سرعة النتح وكذلك تعويض التربة للفاقد من المياه بالتبخر أو تكثيف الزراعة في البيوت المحمية أو بناء أسوار من البوص تحيط بالحقول المزروعة خاصة بمحاصيل الخضر، أو التذريب بالجريد لنباتات الخضر في المراحل الأخيرة من نموها لحمايتها من ضوء الشمس وإرتفاع الحرارة المسببة لمرض (لفحة الشمس).

١٠-التأكيد علي ضرورة مقاومة رياح السموم عن طريق التوسع في إنشاء مصدات للرياح بزراعة الأشجار حول بساتين الفاكهة والأحواض الزراعية، كما يمكن زراعة أشجار الفاكهة الكبيرة الأكثر مقاومة كالنخيل في مواجهة الرياح لكي تحمي الأشجار الأقل مقاومة مثل أشجار الموالح.

١١-الحرص علي حماية المحاصيل من نوبات الصقيع وخاصة في مناطق شمال ووسط المنطقة الوسطي بإختيارالموعد الملائم للزراعة حتي لا تتعرض مرحلة النمو الحساسة التي تتأثر كثيرا بالصقيع الذي يتكرر حدوثه أثناء هذه الفترة من النمو وأكثر الشهور إحتمالية لحدوث الصقيع هي (ديسمبر ويناير وفبراير) وعلي أساس ذلك يمكن تبكير موعد الزراعة أو تأخره تلافياً لموجة

الصقيع. كما يفيد التذريب بالجريد في صفوف مائلة أو إشعال الحرائق حول المزارع أو التغطية بالبلاستيك كما في نباتات الخضر مثل الطماطم.

١٢-التركيز علي زراعة الأصناف المقاومة للجفاف والحرارة في مختلف المحاصيل وبخاصة محاصيل المناطق المعتدلة البرودة كالقمح مثلا.

ملحق رقم (١)

معدلات درجات الحرارة العظمي خلال فصل الخريف (°م)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	الشهر / المحطة	شهور فصل الخريف			معدل فصل الخريف
		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١	القصيم	٤٠،٨	٣٥،٤	٢٨،٦	٣٤،٩
٢	الرياض الجديدة	٣٩،٩	٣٥،١	٢٨،٢	٣٤،٤
٣	الرياض القديمة	٤١	٣٦،١	٢٩،٦	٣٥،٦
٤	السليل	٤٠،٩	٣٦،١	٣٠	٣٥،٧
٥	الدوادمي	٣٨،٥	٣٣،٤	٢٦،٥	٣٢،٨
٦	ديراب	٤٠،٤	٣٥،٥	٢٩،٣	٣٥،١
٧	الخرج	٤٢،١	٣٦،٥	٢٩،٢	٣٥،٩
٨	عنيزة	٣٩،٨	٣٤،٣	٢٦،٦	٣٣،٦
٩	عقلة الصقور	٤٠،١	٤٨،٥	٢٦،٩	٣٨،٥
١٠	الغايل	٤٠،١	٣٤،٩	٢٩،١	٣٤،٧
١١	الأفلاج	٤٢	٣٦،٤	٢٩،٧	٣٦
١٢	مقلة	٣٩،٩	٣٤،٦	٢٦،١	٣٣،٥

١٣	بيرين	٤٠،٩	٣٣،٩	٢٨	٣٤،٣
١٤	العزيزية	٣٩	٣٣،٣	٢٥،٩	٣٢،٧
١٥	حائل	٣٨،١	٣٢،٩	٢٥،٩	٣٢،٣
١٦	شقراء	٤١،٢	٣٥،٦	٢٨،١	٣٥
١٧	خريص	٣٩،٧	٣٤،٢	٢٦،٩	٣٣،٦
١٨	تثليث	٣٧،٢	٣٢،٥	٢٨،٧	٣٢،٨
١٩	حوطة سدير	٣٩،٦	٣٤،٤	٢٦،٨	٣٣،٦
٢٠	الزلفي	٤١،٤	٣٥،٧	٢٧،٧	٣٤،٩
	المجموع	**٤٠،١**	**٣٥،٤**	**٢٧،٨**	**٢٩،٣**

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على البيانات المناخية الصادرة عن وزارة الزراعة والمياة، المملكة العربية السعودية

ملحق رقم (٢)

معدلات درجات الحرارة الدنيا خلال فصل الخريف (°م)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	الشهر / المحطة	شهور فصل الخريف			معدل فصل الخريف
		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١	القصيم	٢٠،٨	١٦	١٠،٦	١٥،٨
٢	الرياض الجديدة	٢١،٧	١٧،٦	١٢،٣	١٧،٢
٣	الرياض القديمة	٢٣،٢	١٧،٩	١٢،٢	١٧،٨
٤	السليل	٢٢،٥	١٧،١	١٢،٣	١٧،٣
٥	الدوادمي	٢٢،٢	١٨،٦	١٣،٣	١٨
٦	ديراب	٢٠،٧	١٦،٢	١٢،٣	١٦،٤
٧	الخرج	٢٠،٥	١٥،٦	١٠،٦	١٥،٦
٨	عنيزة	٢٢	١٨،٥	١٢،٧	١٧،٧
٩	عقلة الصقور	٢١،٣	١٧	١٢،٣	١٦،٩
١٠	الغايل	٢١،٩	١٥،٣	١٠،٢	١٥،٨
١١	الأفلاج	٢١،١	١٥،٨	١١	١٦
١٢	مقلة	٢٣،٦	١٩،٨	١٤	١٩،١
١٣	بيرين	٢٣،٧	١٧،٨	١٢،٥	١٨
١٤	العزيزية	٢٠،١	١٦،٨	١١،١	١٦
١٥	حائل	١٨	١٣،١	٧،٧	١٢،٩
١٦	شقراء	٢١،٤	١٧،٩	١٢،٧	١٧،٣

١٧	خريص	٢٢	١٧،٣	١٢	١٧،١
١٨	تثليث	١٩،٢	١٤	١٠،٣	١٤،٥
١٩	حوطة سدير	٢١،٧	١٧،٩	١٢،٦	١٧،٤
٢٠	الزلفي	٢١،٢	١٦،٩	١١،٩	١٦،٧
	المجموع	**٢١،٤**	**١٦،٨**	**١١،٧**	**١٢،٤**

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على البيانات المناخية الصادرة عن وزارة الزراعة والمياة، المملكة العربية السعودية

ملحق رقم (٣)

معدلات درجات الحرارة العظمي خلال فصل الشتاء (ْم)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	الشهر / المحطة	شهور فصل الشتاء			معدل فصل الخريف
		ديسمبر	يناير	فبراير	
١	القصيم	٢٣،١	٢٠،٦	٢٥،١	٢٢،٩
٢	الرياض الجديدة	٢١،٨	١٩،٨	٢٢،٤	٢١،٣
٣	الرياض القديمة	٢٣،٦	٢٢،٩	٢٦	٢٤،٢
٤	السليل	٢٥،٣	٢٤،٨	٢٧،٦	٢٥،٩
٥	الدوادمي	٢١،٦	٢٠	٢٢،١	٢١،٢
٦	ديراب	٢٣،٦	٢٢،٢	٢٤،٢	٢٣،٤
٧	الخرج	٢٣،٧	٢٢،٤	٢٥	٢٣،٧
٨	عنيزة	٢١،٥	١٩،٤	٢٢،٢	٢١
٩	عقلة الصقور	٢١،٧	٢٠،٤	٢٣،٥	٢١،٩

١٠	الغايل	٢٣	٢١،٤	٢٤	٢٢،٨
١١	الأفلاج	٢٤،٦	٢٣،٣	٢٥،٧	٢٤،٥
١٢	مقلة	٢٠،١	١٧،٩	٢١،١	١٩،٧
١٣	بيرين	٢٤	٢١،٧	٢٤،٦	٢٣،٤
١٤	العزيزية	١٩،٩	١٦،٨	١٩،٤	١٨،٧
١٥	حائل	٢١،١	١٩،٦	٢٢،٢	٢١
١٦	شقراء	٢٢،٦	٢١	٢٣،٧	٢٢،٤
١٧	خريص	٢١،٣	١٩،٩	٢٢،٦	٢١،٣
١٨	تثليث	٢٥،١	٢٥،١	٢٨،١	٢٦،١
١٩	حوطة سدير	٢١،٣	١٩،٤	٢٢	٢٠،٩
٢٠	الزلفي	٢٢	١٩،٩	٢٢،٨	٢١،٦
	المجموع	**٢٢،٥**	**٢٠،٩**	**٢٣،٧**	**٢٢،٤**

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على البيانات المناخية الصادرة عن وزارة الزراعة والمياة، المملكة العربية السعودية

ملحق رقم (٤)

معدلات درجات الحرارة الدنيا خلال فصل الشتاء (°م)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	الشهر / المحطة	شهور فصل الشتاء			معدل فصل الخريف
		ديسمبر	يناير	فبراير	
١	القصيم	٥،٢	٤	٥،٥	٤،٩
٢	الرياض الجديدة	٧،٩	٦،٢	٨،١	٧،٤
٣	الرياض القديمة	٦،٩	٦،٢	٧،٨	٧
٤	السليل	٨،٨	٨،٣	١٠،٨	٩،٣
٥	الدوادمي	٩،١	٧،٥	٩،٥	٨،٧
٦	ديراب	٨،٥	٧،٧	٩،٦	٨،٦
٧	الخرج	٧	٦،٣	٨،٢	٧،٢
٨	عنيزة	٨،٤	٦،٩	٨،٥	٧،٩
٩	عقلة الصقور	٨	٦،٥	٨،٥	٧،٧
١٠	الغايل	٦،٧	٦	٩،٢	٧،٣
١١	الأفلاج	٧،٦	٦،٩	٨،٦	٧،٧
١٢	مقلة	٩،٤	٦،٩	٨،٦	٨،٣
١٣	بيرين	٩،١	٧،٤	٩،٩	٨،٨
١٤	العزيزية	٦،٢	٥،٢	٤،٦	٥،٣
١٥	حائل	٢،٤	٢،٤	٢،٨	٢،٥
١٦	شقراء	٨،٧	٧،٣	٨،٧	٨،٢

١٧	خريص	٧،٩	٧،٦	٩	٨،٢
١٨	تثليث	٨،١	٧،٧	١٠،٩	٨،٩
١٩	حوطة سدير	٨،٤	٦،٧	٨،٣	٧،٨
٢٠	الزلفي	٧،٦	٦	٧،٤	٧
	المجموع	**٧،٥**	**٦،٥**	**٨،٢**	**٧،٤**

المصدر : من عمل الباحث إعتماداً على البيانات المناخية الصادرة عن وزارة الزراعة والمياة، المملكة العربية السعودية

ملحق رقم (٥)

درجة الحرارة القياسية (م) في محطات منطقة الدراسة

م	المحطة	الحرارة القصوي المطلقة (مئوية)	تاريخ التسجيل	الحرارة الدنيا المطلقة (مئوية)	تاريخ التسجيل
١	القصيم	٤٦،٧	٨٧/٧/٢١	-٢	٩١/١٢/١٨
٢	الرياض الجديدة	٤٧،٤	٨٧/٧/٢٨	-٢	٩٠/١٢/٢٩
٣	الرياض القديمة	٤٨	٨٧/٧/٢٥	-٠،٥	٨٩/١/٧
٤	السليل	٤٧،٦	٨٨/٧/٢٨	-٠،٦	٨٦/١/٣
٥	الدوادمي	٤٦،٥	٨٧/٧/١	-٣،٣	٨٩/١/١
٦	ديراب	٤٧،٥	٨٣/٧ & ٨٥/٨	-٢	٨٩/١/١
٧	الخرج	٤٩،٥	٨٧/٧/١	-٤،٤	٨٩/١/١
٨	عنيزة	٥٠،٢	٨٧/٧/١	-٤،٥	٨٩/٢/١
٩	عقلة الصقور	٤٦،٨	٨٥/٧/١	-٤	٨٦/١٢/١
١٠	الغايل	٤٩	٩١/٦/١	-٦	٩٠/١٢/١
١١	الأفلاج	٤٨	-٧ & ٩٠/٧ & ٨٥/٨ & ٨٤/٧ & ٨٢/٨	-٢	٩٣/١/١
١٢	مقلة	٤٨،٥	٩٠/٥ & ٨٨/٨ & ٨٧/٧ & ٨١/٨	-٢	٨٢/١ & ٧٩/١٢
١٣	بيرين	٥٠	٨٩/٦ & ٩٠/٨	-٥،٣	٨٣/١/١
١٤	العزيزية	٤٦	٩٠/٧/١	-٤،٥	٨٩/١/١

م	المحطة	الحرارة القصوي المطلقة (مئوية)	تاريخ التسجيل	الحرارة الدنيا المطلقة (مئوية)	تاريخ التسجيل
١٥	حائل	٤٣،٤	٦٦/٨/١	٧-	٧١/١٢/١
١٦	شقراء	٤٨	٧-٨١/٨ & ٨٧/٨	٣،٣-	٨٨/١٢/١
١٧	خريص	٤٨،٧	٨٧/٨/١	٣-	٨٢/١/١
١٨	تثليث	٤٣،٨	٨٩/٨/١	٤،٤-	٨٧/١/١
١٩	حوطة سدير	٤٨	٧٩/٧/١	٤،٦-	٨٩/١/١
٢٠	الزلفي	٤٩،٨	٨٧/٧/١	٧-	٨٩/١/١

ملحق رقم (٦)

طرق التحليل الإحصائي المستخدمة في الحاصلات الزراعية

١) معامل ارتباط بيرسون Person correlation co-efficient لإيجاد العلاقة بين موجات الحر والبرد من جهة وإنتاجية الدونم من جهة أخري،

٢) معادلة الإنحدار المتعدد Multiple regression equation للحصول علي معادلة خطية تفسر العلاقة بين مجموعة المتغيرات المستقلة Independent variables وسيرمز لها بالرمز (س) والمتغير التابع dependent variable وسيرمز له بالرمز (ص) وهو متوسط إنتاجية المحصول، هذا وتم استخدام برنامج SPSS وبرنامج SAS في عمل هذا التحليل الإحصائي،

وتجدر الإشارة هنا إلي بعض المفاهيم والفروض الأساسية الخاصة بمعادلة الإنحدار المتعددة لمعرفة كيفية معالجتها للبيانات الإحصائية، والهدف الأساسي من وراء إستخدام هذا الإسلوب الإحصائي هو تحديد العلاقة بين المتغير التابع (ص) وهو في دراستنا متوسط إنتاجية الدونم لكل محصول، ومجموعة المتغيرات المستقلة وهي في دراستنا أربع متغيرات وأعطيت لكل متغير رمزا محددا وهي بحسب ترتيب وضعها بالجداول التحليلية كما يلي:

١. متوسط درجة الحرارة العظمي خلال فترات موجات الحر وسيرمز لها بالرمز ($س_١$).

٢. متوسط درجة الحرارة الصغري خلال فترات موجات البرد وسيرمز لها بالرمز ($س_٢$).

٣. متوسط درجة الرطوبة النسبية خلال فترات موجات الحر والبرد وسيرمز لها بالرمز ($س_٣$).

٤. متوسط سرعة الرياح خلال فترات موجات الحر والبرد وسيرمز لها بالرمز (س٤).

وبعد تحليل مصفوفة معاملات الإرتباط Matrix correlation بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، وللوقوف علي أهم المتغيرات المستقلة الأكثر تأثيرا علي المتغير التابع (متوسط إنتاجية المحصول)، تم استخدام طريقة الإنحدار التدريجي Stepwise regression وتعتمد هذه الطريقة علي الخطوات الآتية:

حساب المصفوفة معاملات الإرتباط البسيطة بين المتغيرات المستقلة بعضها البعض وبين هذه المتغيرات والمتغير التابع (ص) والمتغير المستقل وليكن (س١) الذي تم اختياره في الخطوة السابقة من مصفوفة معاملات الإرتباط البسيط، وإيجاد التقديرات الخاصة لمعاملات الإنحدار للحصول علي مجموعة من الاختبارات الإحصائية يمكن عن طريقها تقييم هذا المتغير واختبار معنوية هذه للمعاملات بالنسبة له، وتتمثل هذه الاختبارات الإحصائية في:

أ. **<u>قيمة (ف):</u>** وتستخدم لاختبار معنوية هذا المتغير وإن كان ذا دلالة إحصائية أم لا، وكلما اقتربت قيمة (ف) من الصفر كلما أكد علي أن هذا المتغير له تأثير علي إنتاجية المحصول ويجب إلا تزيد هذه القيمة عن ٠،٠٥.

ب. **<u>معامل التحديد:</u>** وهو يوضح النسبة المئوية لتأثير هذا المتغير علي المتغير التابع أي (ص) ويتم الحصول علي هذا المعامل عن طريق تربيع معامل الإرتباط، ولابد أن تكون قيمته موجبة ومحصورة بين الصفر والواحد الصحيح، وكلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح أكد ذلك علي قدرة هذا المتغير في التأثير علي المتغير التابع (إنتاجية الدونم) والعكس صحيح فإذا قلت قيمة معامل التحديد، فإن ذلك يرجع لعدة أسباب منها أن المتغيرات

المستقلة ليست مناسبة أو أهمل بعضها ويجب البحث عن عوامل أخري تفسر المتغير التابع.

ج. **قيمة (ت):** وتستخدم لإختبار معنوية أو درجة الثقة في كل متغير مستقل عن طريق التعرف علي نسبة إحتمال حدوث هذه العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع نتيجة للصدفة أو خطأ في العينة.

٣) للتأكد من عدم وجود ارتباط ذاتي Autocorrelation بين المتغيرات التي استخلصت خلال عمليات Stepwise وأن هذه المتغيرات تؤثر فعلا في إنتاجية الدونم، وإن معاملة خط الإنحدار صحيحة وتحقق الغرض منها، ثم استخدام اختبار يسمي باختبار (ديبرين وآتسون) والذي يعده الاحصائيون أكفأ الاختبارات المستخدمة في هذا الصدد، ويوجد هذا الاختبار في برنامج SPSS وقيم هذا الاختبار والتي يرمز لها (DW) تتراوح بين (الصفر وأربعة) وكلما اقتربت قيمة (DW) من (الصفر) نجد أن هناك ارتباطاً ذاتياً بين هذه المتغيرات بعضها البعض وأن تأثير هذا المتغير ضعيف وغير معنوي علي المتغير التابع أي إنتاجية الدونم، وهذا يرجع إلي عدة عوامل منها اغفال بعض المتغيرات الأخري الأكثر تأثيرا علي إنتاجية المحصول، وكلما اقتربت (DW) من (٤) يعني عدم وجود ارتباط ذاتي بين المتغيرات المختارة ومن ثم تكون ذات تأثير حقيقي ومعنوي علي إنتاجية الدونم أي المتغير التابع (ص).

ملحق رقم (٧)

المعدل الشهري لعدد الساعات النظرية وعدد الساعات الفعلية بمحطات منطقة الدراسة

الشهر / المحطة	يناير		فبراير		مارس		إبريل		مايو		يونيو	
	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف
السليل	١٠٠٩٠	٨٠٢٠	١١٠٣٠	٨٠٤٤٠	١١٠٩٠	٨٠٩٠	١٢٠٥٠	٩٠٦٠	١٣٠٠٠	٩٠٧٠	١٣٠٢٠	١٠٠٧٠
الأفلاج	١٠٠٨٠	٨٠٣٠	١١٠٣٠	٨٠٤٤٠	١١٠٩٠	٨٠٧٠	١٢٠٥٠	٨٠٩٠	١٣٠١٠	٩٠٧٠	١٣٠٣٠	٨٠٠٨٠
الخرج	١٠٠٧٠	٨٠٣٠	١١٠٢٠	٧٠٦٠	١١٠٩٠	٨٠٧٠	١٢٠٦٠	٨٠٩٠	١٣٠٢٠	٩٠٦٠	١٣٠٥٠	١٠٠٨٠
دوراب	١٠٠٧٠	٧٠٠٠	١١٠٢٠	٧٠١٠	١١٠٩٠	٨٠٧٠	١٢٠٦٠	٨٠٧٠	١٣٠٢٠	٩٠٥٠	١٣٠٥٠	١٠٠٥٠
الدوادمي	١٠٠٧٠	٧٠٠٠	١١٠٢٠	٧٠٢٠	١١٠٩٠	٨٠٦٠	١٢٠٦٠	٨٠٦٠	١٣٠٢٠	٩٠٦٠	١٣٠٥٠	١٠٠٦٠
الرياض	١٠٠٧٠	٧٠٣٠	١١٠٢٠	٧٠٥٠	١١٠٩٠	٨٠٦٠	١٢٠٦٠	٨٠٦٠	١٣٠٢٠	٩٠٦٠	١٣٠٥٠	١٠٠٥٠
شقراء	١٠٠٦٠	٧٠٥٠	١١٠٢٠	٧٠٤٤٠	١١٠٩٠	٨٠٦٠	١٢٠٦٠	٨٠٦٠	١٣٠٢٠	٩٠٢٠	١٣٠٥٠	١٠٠٦٠
حوطة سدير	١٠٠٦٠	٧٠٥٠	١١٠٢٠	٧٠٢٠	١١٠٩٠	٨٠٧٠	١٢٠٦٠	٨٠٤٠	١٣٠٣٠	٩٠٢٠	١٣٠٦٠	١٠٠٦٠
عقلة الصقور	١٠٠٦٠	٧٠٠٠	١١٠١٠	٧٠٣٠	١١٠٩٠	٨٠٣٠	١٢٠٦٠	٨٠٥٠	١٣٠٣٠	٩٠٠٠	١٣٠٦٠	١٠٠٥٠
عنيزة	١٠٠٦٠	٧٠٢٠	١١٠١٠	٧٠٥٠	١١٠٩٠	٨٠٤٠	١٢٠٦٠	٨٠٥٠	١٣٠٣٠	٩٠٢٠	١٣٠٦٠	١٠٠٢٠
الزلفي	١٠٠٦٠	٧٠٠٠	١١٠١٠	٧٠٢٠	١١٠٩٠	٨٠٣٠	١٢٠٦٠	٨٠٤٠	١٣٠٣٠	٩٠٠٠	١٣٠٦٠	١٠٠٣٠
حائل	١٠٠٥٠	٧٠٣٠	١١٠١٠	٧٠٣٠	١١٠٩٠	٨٠٤٠	١٢٠٧٠	٨٠٤٠	١٣٠٤٠	٩٠٢٠	١٣٠٧٠	١٠٠٣٠
المعدل	١٠٠٦٠	٧٠٣٠	١١٠١٠	٧٠٥٠	١١٠٩٠	٨٠٥٠	١٢٠٥٠	٨٠٧٠	١٣٠٢٠	٩٠٣٠	١٣٠٥٠	١٠٠٥٠

تابع ملحق رقم (٧)

المعدل الشهري لعدد الساعات النظرية وعدد الساعات الفعلية بمحطات منطقة الدراسة

الشهر	يوليو		أغسطس		سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		ديسمبر	
المحطة	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف	ن	ف
السليل	١٣،١٠	١١،١٠	١٢،٧٠	١٠،٨٠	١٢،٢٠	٩،٨٠	١١،٦٠	٩،٣٠	١١،١٠	٩،٠٠	١٠،٨٠	٨،٩٠
الأفلاج	١٣،٢٠	١١،٣٠	١٢،٨٠	١٠،٥٠	١٢،٢٠	٩،٥٠	١١،٥٠	٩،٢٠	١١،٠٠	٩،٠٠	١٠،٧٠	٨،٨٠
الخرج	١٣،٣٠	١١،١٠	١٢،٩٠	١٠،٣٠	١٢،٢٠	٩،٦٠	١١،٥٠	٨،٦٠	١٠،٩٠	٨،٧٠	١٠،٥٠	٧،٨٠
دیراب	١٣،٤٠	١٠،٨٠	١٢،٩٠	١٠،٧٠	١٢،٢٠	٩،٤٠	١١،٥٠	٨،٤٠	١٠،٩٠	٨،٦٠	١٠،٥٠	٧،٧٠
الدوادمي	١٣،٤٠	١٠،٨٠	١٢،٩٠	١٠،٣٠	١٢،٢٠	٩،٢٠	١١،٥٠	٨،٤٠	١٠،٩٠	٨،٨٠	١٠،٥٠	٧،٥٠
الرياض	١٣،٤٠	١٠،٩٠	١٢،٩٠	١٠،٣٠	١٢،٢٠	٩،٧٠	١١،٥٠	٨،٥٠	١٠،٨٠	٨،٥٠	١٠،٥٠	٧،٤٠
شقراء	١٣،٤٠	١٠،٨٠	١٢،٩٠	١٠،٢٠	١٢،٢٠	٩،٤٠	١١،٥٠	٨،٦٠	١٠،٨٠	٨،٥٠	١٠،٥٠	٧،٥٠
حوطة سدير	١٣،٤٠	١٠،٧٠	١٢،٩٠	١٠،٣٠	١٢،٢٠	٩،٤٠	١١،٥٠	٨،٨٠	١٠،٨٠	٧،٩٠	١٠،٤٠	٧،٥٠
عقلة الصقور	١٣،٤٠	١٠،٩٠	١٢،٩٠	١٠،٢٠	١٢،٢٠	٩،٥٠	١١،٤٠	٨،٦٠	١٠،٨٠	٧،٨٠	١٠،٤٠	٧،٤٠
عنيزة	١٣،٥٠	١٠،٨٠	١٢،٩٠	١٠،٢٠	١٢،٢٠	٩،٤٠	١١،٤٠	٨،٢٠	١٠،٨٠	٧،٦٠	١٠،٤٠	٧،٤٠
الزلفي	١٣،٥٠	١٠،٨٠	١٢،٩٠	١٠،١٠	١٢،٢٠	٩،٣٠	١١،٤٠	٨،٠٠	١٠،٨٠	٧،٦٠	١٠،٤٠	٧،٢٠
حائل	١٣،٦٠	١٠،٧٠	١٣،٠٠	١٠،٢٠	١٢،٢٠	٩،٣٠	١١،٤٠	٨،٠٠	١٠،٧٠	٧،٧٠	١٠،٣٠	٧،٣٠
المعذل	١٣،٣٠	١٠،٩٠	١٢،٨٠	١٠،٢٠	١٢،٢٠	٩،٤٠	١١،٤٠	٨،٥٠	١٠،٧٠	٨،٣٠	١٠،٤٠	٧،٧٠

ن = ساعات سطوع الشمس النظرية (طول النهار)

ف = ساعات سطوع الشمس الفعلية (المسجلة)

ملحق رقم (٨) متوسط المدى الحراري الشهري والفصلي والسنوي (م) لمحطات المنطقة الوسطى من المملكة خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	المحطة	الشهور	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			المدى السنوي
			ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١	القصيم		١٧٫٩٠	١٦٫٦٠	١٩٫٦٠	١٩٫١٠	١٩٫١٠	١٨٫٩٠	١٨٫٠٠	١٨٫٧٠	١٨٫٨٠	٢٠٫٠٠٠	١٩٫٤٠	١٨٫٠٠	٢٢٫٢٠
				١٨٫٠٠			١٩٫٠٠٠			١٨٫٥٠		١٩٫١٠		
٢	الرياض الجديدة		١٣٫٩٠	١٣٫٦٠	١٤٫٣٠	١٤٫٠٠٠	١٤٫٥٠	١٦٫٣٠	١٧٫٠٠	١٧٫٨٠	١٧٫٧٠	١٨٫٢٠	١٧٫٥٠	١٥٫٩٠	٢٢٫٣٠
				١٣٫٩٠			١٤٫٩٠			١٧٫٧٠		١٧٫٢٠			
٣	الرياض القديمة		١٦٫٧٠	١٦٫٧٠	١٨٫٢٠	١٧٫٦٠	١٧٫٩٠	١٧٫٨٠	١٨٫١٠	١٧٫٢٠	١٧٫٥٠	١٨٫٢٠	١٨٫٤٠	١٧٫٤٠	٢١٫١٠
				١٧٫٢٠			١٧٫٨٠			١٧٫٥٠		١٧٫٨٠			
٤	السليل		١٦٫٥٠	١٦٫٥٠	١٦٫٨٠	١٧٫٦٠	١٨٫١٠	١٨٫٥٠	١٨٫٢٠	١٧٫٥٠	١٧٫٥٠	١٨٫٤٠	١٩٫٠٠٠	١٧٫٧٠	١٩٫٤٠
				١٦٫٦٠			١٨٫١٠			١٧٫٧٠				١٨٫٤٠	
٥	الدوادمي		١٢٫٥٠	١٣٫٥٠	١٢٫٦٠	١٣٫٠٠٠	١٣٫٩٠	١٤٫٦٠	١٥٫٩٠	١٥٫٧٠	١٦٫٢٠	١٦٫٣٠	١٤٫٨٠	١٣٫٢٠	١٩٫١٠
				١٢٫٩٠			١٣٫٨٠			١٥٫٩٠			١٤٫٨٠		
٦	ديراب		١٥٫١٠	١٤٫٨٥	١٤٫٨٠	١٤٫٣٠	١٥٫٥٠	١٧٫١٠	١٨٫١٠	١٨٫٥٠	١٨٫٥٠	١٩٫٧٠	١٩٫٣٠	١٧٫٠٠٠	١٩٫٤٠
				١٤٫٨٠			١٥٫٦٠			١٨٫٢٠			١٨٫٧٠		
٧	الخرج		١٦٫٧٠	١٦٫١٠	١٦٫٨٠	١٦٫٧٠	١٧٫٩٠	١٩٫٨٠	٢١٫٠٠٠	٢٠٫٦٠	٢٠٫٧٠	٢١٫٦٠	٢٠٫٩٠	١٨٫٦٠	٢٠٫٢٠
				١٦٫٥٠			١٨٫١٠			٢٠٫٨٠			٢٠٫٤٠		
٨	عنيزة		١٣٫١٠	١٣٫١٠	١٢٫٥٠	١٣٫٩٠	١٤٫٤٠	١٥٫٤٠	١٨٫٤٠	١٨٫٤٠	١٧٫٩٠	١٧٫٨٠	١٥٫٨٠	١٣٫٩٠	٢٠٫٤٠
				١٣٫١٠			١٤٫٦٠			١٨٫٠٠			١٥٫٨٠		
٩	عقلة الصقور		١٣٫٧٠	١٣٫٩٠	١٥	١٥٫٨٠	١٥٫٨٠	١٧٫٠٠٠	١٧٫٨٠	١٩٫١٠	١٨٫٨٠	١٨٫٨٠	٣١٫٥٠	١٤٫٦٠	١٩٫٠٠
				١٤٫٢٠			١٦٫٢٠			١٨٫٦٠			٢١٫٦٠		

تابع ملحق رقم (٨) متوسط المدى الحراري الشهري والفصلي والسنوي (م) لمحطات المنطقة الوسطى من المملكة خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	الشهر / المحطة	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف			المدى السنوي
		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
١٠	الغاط	١٦,٣٠	١٥,٤٠	١٤,٨٠	١٥,٢٠	١٥,٩٠	١٧,٥٠	١٨,٧٠	١٨,٣٠	١٧,٨٠	١٨,٢٠	١٩,٦٠	١٨,٩	٢٠,٣٠
			١٥,٥٠			١٦,٢٠			١٨,٣٠			١٨,٩٠		
١١	الإقلاج	١٧,٠٠٠	١٦,٤٠	١٧,٦١٠	١٦,٩٠	١٦,٦٠	١٩,٣٠	٢٠,٠٨٠	٢٠,٠١٠	٢٠,٢٠	٢٠,٩٠	٢٠,٦٠	١٨,٧٠	١٩,٨٠
			١٦,٨٠			١٧,٦٠			٢٠,٤٠			٢٠,١٠		
١٢	عكاظ	١٠,٧٠	١١,٠٠	١٢,٥٠	١١,٨٠	١٣,٣٠	١٥,٠٠٠	١٦,٧٠	١٥,٩٠	١٦,٠٠٠	١٦,٣٠	١٤,٨٠	١٢,٦١٠	٢٢,٩٠
			١١,٤٠			١٣,٤٠			١٦,٠٠٠			١٤,٤٠		
١٣	دبيرين	١٤,٩٠	١٤,٣٠	١٤,٧٠	١٥,٤٠	١٦,٥٠	١٧,٩٠	١٨,٤٠	١٧,٣٠	١٨,١٠	١٧,٢٠	١٦,١٠	١٥,٦١٠	٢٢,٠٠٠
			١٤,٦٠			١٦,٦٠			١٧,٩٠			١٦,٣٠		
١٤	العزيزية	١٣,٧٠	١١,٦٠	١٤,٨٠	١٤,٩٠	١٧,٢٠	١٧,٣٠	١٩,١٠	١٨,٩٠	١٨,٧٠	١٨,٩٠	١٦,٥٠	١٤,٨٠	٢٠,٩٠
			١٣,٤٠			١٦,٥٠			١٨,٩٠			١٦,٧٠		
١٥	حائل	١٨,٧٠	١٧,٢٠	١٩,٤٠	١٩,٦٠	١٩,٤٠	١٨,٦٠	١٨,٥٠	١٨,٤٠	١٨,٥٠	٢٠,١٠	١٩,٨٠	١٨,٢٠	٣٢,٧٠
			١٨,٤٠			١٩,٢٠			١٨,٥٠			١٩,٤٠		
١٦	شقراء	١٣,٩٠	١٣,٧٠	١٥,٠٠٠	١٤,١٠	١٤,٥٠	١٧,٠٠٠	١٨,٩٠	١٨,٧٠	١٨,٩٠	١٩,٨٠	١٧,٧٠	١٥,٤٠	١٩,٨٠
			١٤,٢٠			١٥,٢٠			١٨,٨٠			١٧,٦٠		
١٧	خريص	١٣,٤٠	١٢,٣٠	١٣,٦٠	١٢,٩٠	١٤,٦٠	١٦,٥٠	١٧,٤٠	١٦,٢٠	١٦,٤٠	١٧,٧٠	١٦,٩٠	١٤,٩٠	٢١,٤٠
			١٣,١٠			١٤,٧٠			١٦,٧٠			١٦,٥٠		
١٨	نثيث	١٧,٠٠٠	١٧,٤٠	١٧,٢٠	١٥,٢٠	١٥,٣٠	١٦,٦٠	١٧,٨٠	١٦,٠٠٠	١٥,٥٠	١٨,٠٠٠	١٨,٥٠	١٨,٤٠	١٥,٩٠
			١٧,٢٠			١٥,٧٠			١٦,٤٠			١٨,٣٠		
١٩	حوطة سدير	١٢,٩٠	١٢,٧٠	١٣,٧٠	١٣,٥٠	١٤,٢٠	١٥,٨٠	١٧,٥٠	١٧,٣٠	١٧,٨٠	١٧,٩٠	١٦,٥٠	١٤,٢٠	١٩,٣٠
			١٣,١٠			١٤,٥٠			١٧,٥٠			١٦,٢٠		
٢٠	الزلفي	١٤,٤٠	١٣,٩٠	١٥,٤٠	١٤,٨٠	١٦,٨٠	١٦,٤٠	١٨,٧٠	١٩,٣٠	١٩,٤٠	٢٠,٢٠	١٨,٨٠	١٥,٨٠	٢٠,٩٠
			١٤,٦٠			١٦,٠٠٠			١٩,١٠			١٨,٣٠		

ملحق رقم (٩)

العلاقة بين المتوسط الشهرى والسنوى لدرجة الحرارة (م) ورطوبة الهواء النسبية (%)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	المحطة		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط
١	القصيم	أ	٥١,٦٠	٥١	٤٤,٥٠	٣٨,١٠	٣٥,١٠	٢٤,٧٠	١٣,٧٠	١٢,٦٠	١٤	١٥,٤٠	٢٣,٢٠	٤١	٣٠,٨٠
		ب	١٣,٧٠	١١,٧٠	١٤,٥٠	١٩	٢٣,٣٠	٢٩,٩٠	٣١,٤٠	٣٢,٧٠	٣٣,٩٠	٣١,٦٠	٢٦,١٠	١٦,٦٠	٢٣,٩٠
٢	الرياض الجديدة	أ	٤٧,٦٠	٤٦,١٠	٣٧,٤٠	٣٤,١٠	٣٢,١٠	١٧	١٠,٤٠	٩,٩٠	١١,٩٠	١٣,٦٠	٢٠,٩٠	٣٢,١٠	٢٦
		ب	١٧,٥٠	١٣	١٥,٤٠	٢٠	٢٥,١١	٣١,٥٠	٣٣,٧٠	٣٥,٣٠	٣٥	٣١,٧٠	٢٦,٥٠	٢٠,٥٠	٢٥,٥٠
٣	الرياض القديمة	أ	٤٦,٩٠	٤٨	٤١,٦٠	٣٦	٣١,٧٠	٢١	١٢,٨٠	١٢,١٠	١٣,٢٠	١٨,٣٠	٢٢,٥٠	٣٦,٧٠	٢٨,٢٠
		ب	١٥,٢٠	١٤	١٦,٥٠	٢٠,٧٠	٢٥,٥٠	٣١,٥٠	٣٤,٣٠	٣٥,١٠	٣٤,٩٠	٣٢	٢٦,٨٠	٢٠,٦٠	٢٥,٦٠
٤	السليل	أ	٤٠,٥٠	٤١,٣٠	٣٥	٣٢,٨٠	٢٧,٤٠	١٨,٦٠	١١,١٠	١٤,٢٠	١٣,٧٠	١٥	١٨,٩٠	٣٢,٨٠	٢٦
		ب	١٧,٧٠	١٦,٨٠	١٩,٤٠	٢٤,٢٠	٢٨,٢٠	٣٢,٩٠	٣٥,٢٠	٣٦,٢٠	٣٥,٩٠	٣٢,٢٠	٢٨,٢٠	٢٢,٤٠	٢٧,٤٠
٥	الدوادمى	أ	٥١,٣٠	٥١,١٠	٤٥,٢١	٤١,٦٠	٣٩,٤٠	٢٩,١٠	٢١,٨٠	٢٠,٨٠	٢٠,٤٠	٢٠,٦٠	٢٩,٤٠	٤٣	٣٤,٦٠
		ب	١٥,٤٠	١٣,٨٠	١٥,٩٠	٢٠	٢٤,٦٠	٣٠,٤٠	٣٢,٣٠	٣٢,٩٠	٣٢,٦٠	٣٠,٣٠	٢٦	١٩,٩٠	٢٤,٥٠
٦	دير اب	أ	٤٨,٤٠	٤٨	٤٣,٧٠	٤١,٥٠	٣٧,٣٠	٢٩,٨٠	٢٣,٦٠	٢١,٧٠	٢٤,٢٠	٢٨	٣٥,٣٠	٤٣,٦٠	٣٥,٤٠
		ب	١٦,١٠	١٥	١٧	٢٠	٢٦,٢٠	٣٠,٩٠	٣٣	٣٤,٤٠	٣٣,٧٠	٣٠,٧٠	٢٥,٨٠	٢٠,٨٠	٢٥,٣٠
٧	الخرج	أ	٤٥,٧٠	٤٥,٧٠	٤١	٣٨,٥٠	٣٣,٩٠	٢٥	١٧,٥٠	١٥,٨٠	١٨,٢٠	٢٠,٢٠	٢٩,٤٠	٣٧,٣٠	٣٠,٦٠
		ب	١٥,٤٠	١٤,٣٠	١٦,٦٠	٢١,٢٠	٢٦,٦٠	٣١,٦٠	٣٣,٦٠	٣٤,٥٠	٣٤,٢٠	٣١,٤٠	٢٦	١٩,٩٠	٢٥,٤٠
٨	عنيزة	أ	٤٤	٤٧,٣٠	٣٩	٣٦,٣٠	٣٠	١٩,٤٠	١٢,٥٠	١٢,١٠	١٢,٦٠	١٤,٢٠	٢١,٦٠	٣٦,٦٠	٢٧,١٠
		ب	١٤,٨٠	١٣	١٥,٣٠	١٩,٦٠	٢٤,٦٠	٣٠,٢٠	٣٢,٤٠	٣٣,٤٠	٣٣,١٠	٣١,٤٠	٢٦,٣٠	١٩,٦٠	٢٤,٥٠
٩	الغاط	أ	٤٦,٣٠	٤٣,٨٠	٣٦,٩٠	٣٦,٨٠	٣٣,٩٠	٢٢,٦٠	١٦,٧٠	١٤,٧٠	١٧,١٠	١٨,٧٠	٢٤,٩٠	٣٥,٨٠	٢٩
		ب	١٤,٨٠	٣١,٧٠	١٦,٦٠	٢١,٢٠	٢٥,٥٠	٣١,١٠	٣٢,٦٠	٣٤	٣٣,٧٠	٣٠,٧٠	٢٥,١٠	١٩,٦٠	٢٤,٩٠
١٠	الأفلاج	أ	٥٦,٢٠	٥٣,٧٠	٤٦,٤٠	٤٣,٣٠	٣٩,٨٠	٢٨,٦٠	٢١,١٠	٢٠,٩٠	١٩,٧٠	٢٣,٨٠	٣٠,٦٠	٥٤,٣٠	٣٥,٨٠
		ب	١٦,١٠	١٥,١٠	١٧,١٠	٢١,٧٠	٢٦,٨٠	٣١,٨٠	٣٣,٧٠	٣٤,٩٠	٣٤,٤٠	٣١,٦٠	٢٦,١٠	٢٠,٣٠	٢٥,٨٠
١١	مكة	أ	٥٧,٤٠	٥٥,٤٠	٤٩,٥٠	٤٧,١٠	٤٠	٢٨,٦٠	٢٢,٣٠	٢٢	٢٣	٢٦,٢٠	٣٤,١٠	٤٧,١٠	٣٧,٤٠
		ب	١٤,٨٠	١٢,٦٠	١٤,٥٠	١٩,٥٠	٢٥,٥٠	٣١,٣٠	٣٣,٦٠	٣٥,٥٠	٣٤,٤٠	٣١,٨٠	٢٧,٤٠	٢٠	٢٥

تابع ملحق رقم (٩)

العلاقة بين المتوسط الشهري والسنوي لدرجة الحرارة (م) ورطوبة الهواء النسبية (%)

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	المحطة		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط
١٢	بيرين	أ	٥٠	٤٨,٥٠	٤٦,٣٠	٤١,٥٠	٣٤,٥٠	٢٥,٤٠	١٩,٥٠	٢١,٩٠	٢٤,٥٠	٢٤,٢٠	٣١,٨٠	٤١,٣٠	٣٥,١٠
		ب	١٦	١٤,٦٠	١٧,٢٠	٢٢,٤٠	٢٧,٨٠	٣١,٩٠	٣٤,٤٠	٣٦,٦٠	٣٥,٢٠	٣٢,٣٠	٢٥,٩٠	٢٠,٢٠	٢٦,٢٠
١٣	العزيزية	أ	٥٨,٩٠	٦١,٣٠	٥٤,٧٠	٥٢,٩٠	٤٤,٨٠	٣٩,٤٠	٣٢,٨٠	٣١,٣٠	٣٢,٨٠	٣٢,٧٠	٤١	٥٠,٧٠	٤٢,٩٠
		ب	١٣,١٠	١٠,٥٠	١٢,١٠	١٦,٢٠	٢١,١٠	٢٦,١٠	٢٩,٧٠	٣١,٤٠	٣١,٢٠	٢٩,٦٠	٢٥	١٨,٤٠	٢٢
١٤	حائل	أ	٥٦	٥٦,٩٠	٤٩,٥٠	٤٠,٤٠	٣٦,٧٠	٢٦,٤٠	١٨	١٦,٩٠	١٧,٨٠	١٩,٤٠	٣٠	٤٩	٣٤,٧٠
		ب	١١,٩٠	١٠,٢٠	١٢,٥٠	١٦,٥٠	٢١,٦٠	٢٧,٣٠	٣٠,٤٠	٣١,٧٠	٤٢,٩٠	٢٩,٦٠	٢٤	١٦,٩٠	٢٢,٩٠
١٥	شقراء	أ	٤٨,٢٠	٤٩,٥٠	٤٣,٤٠	٤٢,٧٠	٣٧,٤٠	٢٧,٦٠	١٦,٦٠	١٥,٤٠	١٦,٩٠	٢٠,٤٠	٢٧	٣٩,٤٠	٣٢,٥٠
		ب	١٥,٧٠	١٤,٢٠	١٦,٢٠	٢٠,٦٠	٢٥,٦٠	٣١,١٠	٣٣,١٠	٣٤	٣٣,٥٠	٣١,٣٠	٢٦,٨٠	٢٠,٤٠	٢٥,٢٠
١٦	حوطة سدير	أ	٥٣,٢٠	٥٣,٧٠	٤٨,٣٠	٤٥,٨٠	٤١,١٠	٣٢,١٠	٢٢,٥٠	٢١,٤٠	٢٢,٤٠	٢٤,٦٠	٢٣,٦٠	٤٥,٨٠	٣٧,٢٠
		ب	١٤,٩٠	١٣,٢٠	١٥,١٠	١٩,٣٠	٢٤,٣٠	٢٩,٤٠	٣١,١٠	٣٢,٥٠	٣٢	٢٩,٧٠	٢٥,٢٠	٣١,٩٠	٢٤,٩٠
١٧	الزلفي	أ	٣٥,٤٠	٥٥,٩٠	٤٧,٩٠	٤٤,٣٠	٣٧,٨٠	٢٥,٦٠	١٥,٩٠	١٦,٨٠	١٦,١٠	١٧,٥٠	٢٧,٧٠	٤٣,١٠	٣٣,٤٠
		ب	١٤,٨٠	١٣	١٥,١٠	١٩,٥٠	٢٤,٨٠	٣٠,٦٠	٣٢,٩٠	٣٣,٧٠	٣٣,٧٠	٣٢	٢٦,٣٠	١٩,٨٠	٢٤,٧٠
١٨	خريص	أ	٥٠,٣٠	٤٨,٧٠	٤٤,٦٠	٤٠,٢٠	٣٣,٨٠	٢٥,٩٠	٢٠,٦٠	١٩,٦٠	٢١,٢٠	٢٣,٩٠	٣١,٨٠	٤٤,٣٠	٣٣,٤٠
		ب	١٤,٧٠	١٣,٨٠	١٥,٥٠	٢٠,٥٠	٢٦	٣١,١٠	٣٣,٢٠	٣٥,٢٠	٣٤,٣٠	٣١,١٠	٢٦,١٠	١٩,٨٠	٢٥,١٠
١٩	عكلة الصقور	أ	٤٨,٧٠	٥٠,٩٠	٤٤,٥٠	٤٠,٢٠	٣٧	٢٧	١٨,٣٠	١٨,٤٠	١٧,٨٠	١٦,٨٠	٢٩,٢٠	٤٢	٣٢,٣٠
		ب	١٦,٢٠	١٣,٥٠	١٦	١٩,٨٠	٢٤,٣٠	٢٩,٢٠	٣١,٦٠	٣٢,٥٠	٣٢,٤٠	٣٠,٧٠	٢٥,٦٠	١٩,٦٠	٢٤,٣٠
٢٠	تثليث	أ	٥٨,٧٠	٥٩,٩٠	٥٢,١٠	٤٦,٨٠	٤٥,٤٠	٣٩,٨٠	٢٨,٦٠	٣٠,٦٠	٣٤,٤٠	٣١,٤٠	٣٧,٣٠	٥١	٤٤,٥٠
		ب	١٦,٦٠	١٦,٤٠	١٩,٥٠	٢٤	٢٦,٢٠	٢٩	٣٠,٦٠	٣١,٩٠	٣٢,٣٠	٢٨,٢٠	٢٣,٣٠	١٩,٥٠	٢٤,٨٠

أ = الرطوبة

ب = الحرارة

ملحق رقم (١٠)

المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة الدراسة

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	المحطة		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط السنوي
١	القصيم	أ	٥,٢٠	٥,٣٠	٦	٦,٨٠	٧	٧,٦٠	٦,١٠	٦	٥,٣٠	٤,٩٠	٥	٥,٢٠	٥,٩٠
		ب		٥,٥٠			٧,١٠			٥,٨٠			٥		
٢	الرياض الجديدة	أ	٥,٣٠	٦	٧,١٠	٧,٧٠	٦,٦٠	٦,٤٠	٧,٤٠	٧,٣٠	٥,٩٠	٤,٧٠	٣,٩٠	٤,٤٠	٦,١٠
		ب		٦,١٠			٦,٩٠			٦,٩٠			٤,٣٠		
٣	الرياض القديمة	أ	٦	٦,٨٠	٧,٥٠	٨,٢٠	٧,٣٠	٧,٦٠	٧,٩٠	٨	٧,١٠	٦	٤,٧٠	٥,١٠	٦,٩٠
		ب		٦,٨٠			٧,٧٠			٧,٧٠			٥,٣٠		
٤	السليل	أ	٦,٣٠	٧,٣٠	٧,٧٠	٧,٧٠	٧,٧٠	٦,٤٠	٦	٦,٤٠	٦	٥,٦٠	٥,٣٠	٥,٨٠	٦,٥٠
		ب		٧,١٠			٧,٣٠			٦,١٠			٥,٦٠		
٥	الدوادمى	أ	٨,٣٠	٨,٩٠	٩,٥٠	١٠,٧٠	١٠,١٠	٩,٩٠	٨,٢٠	٨	٧,٩٠	٦,٦٠	٧,١٠	٨,١٠	٨,٦٠
		ب		٨,٩٠			١٠,٢٠			٨			٧,٣٠		
٦	دبراب	أ	٣,٧٠	٤,٦٠	٥,٦٠	٦	٥,٤٠	٥,٥٠	٦	٥,٩٠	٥,٤٠	٣,٩٠	٣,٤٠	٣,٦٠	٤,٩٠
		ب		٤,٦٠			٥,٦٠			٥,٨٠			٣,٦٠		
٧	الخرج	أ	٣,٧٠	٣,٩٠	٤,٧٠	٥	٤,٧٠	٤,٣٠	٥,١٠	٤,٩٠	٤,٣٠	٣,٧٠	٣,١٠	٣,٣٠	٤,٢٠
		ب		٤,١٠			٤,٧٠			٤,٨٠			٣,٤٠		
٨	عنيزة	أ	٦,١٠	٦,٥٠	٧,٧٠	٨,٦٠	٨,١٠	٨,٣٠	٧,١٠	٦,٦٠	٦,٢٠	٥,٥٠	٦,١٠	٦,٥٠	٦,٩٠
		ب		٦,٨٠			٨,٣٠			٦,٦٠			٦		
٩	الغاط	أ	٧,٦٠	٨,٩٠	١٠,٢٠	١٠,٩٠	١٠,١٠	٨,٧٠	٩,٢٠	٩,٢٠	٨,٦٠	٨,٢٠	٨,١٠	٨,٦٠	٩
		ب		٨,٩٠			٩,٩٠			٩			٨,٣٠		
١٠	الأقلاج	أ	٣,٩٠	٤,٢٠	٤,٨٠	٥,٧٠	٥,٧٠	٥,٢٠	٤,٥٠	٤,٤٠	٤,١٠	٤	٤	٤	٤,٥٠
		ب		٤,٣٠			٥,٥٠			٤,٣٠			٤		
١١	مقنة	أ	١٠,٨٠	٨,٣٠	١٢,٩٠	١٤,١٠	١٣,٣٠	١٢,٦٠	١٥,٨٠	١٥,٦٠	١٢,٤٠	٩,٦٠	٩,٢٠	١٠,١٠	١٢,١٠
		ب		١٠,٧٠			١٣,٣٠			١٤,٦٠			٩,٦٠		

تابع ملحق رقم (١٠)

المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة الدراسة

خلال الفترة من بداية عمل المحطات وحتى عام ٢٠٠٥

م	المحطة		ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط
١٢	بيرين	أ	٧,١٠	٧,٦٠	٧,٩٠	٨,٦٠	٨,٣٠	٨	٩,٩٠	٩,٤٠	٨	٦,٥٠	٥,٧٠	٦,٢٠	٧,٨
		ب		٧,٥			٨,٣٠			٩,١٠			٦,١٠		
١٣	العزيزية	أ	٥	٥,٥٠	٥,٦٠	٥,٨٠	٥,٨٠	٥,٤٠	٥,٤٠	٥,٢٠	٤,٨٠	٤,٣٠	٥,١٠	٥,٤٠	٥,٣٠
		ب		٥,٤٠			٥,٧٠			٥,١٠			٤,٩٠		
١٤	حائل	أ	٥,٦٠	٦,١٠	٦,٥٠	٧,٣٠	٧,٣٠	٦,٧٠	٦	٥,٨٠	٥,٣٠	٥	٥,٨٠	٥,٧٠	٦,١٠
		ب		٦,١٠			٧,١٠			٥,٧٠			٥,٥٠		
١٥	شقراء	أ	٧,٣٠	٧,٤٠	٨,٩٠	١٠	٩,١٠	٨,٤٠	٧,٥٠	٧	٦,٦٠	٥,٧٠	٦,٣٠	٧,٦٠	٧,٧٠
		ب		٧,٩٠			٩,٢٠			٧			٦,٥٠		
١٦	حوطة سدير	أ	٧,١٠	٧,٦٠	٨,٨٠	٩,٧٠	٩	٩	٨,٣٠	٨,١٠	٧,٢٠	٦,١٠	٦,١٠	٦,٨٠	٧,٨٠
		ب		٧,٨٠			٩,٢٠			٧,٩٠			٦,٣٠		
١٧	الزلفي	أ	٢,٨٠	٣,١٠	٣,٦٠	٤	٣,٩٠	٤,٢٠	٣,٩٠	٣,٦٠	٣,٥٠	٢,٧٠	٢,٨٠	٢,٩٠	٣,٤٠
		ب		٣,٢٠			٤			٣,٧٠			٢,٨٠		
١٨	خريص	أ	١٠,٩٠	١١	١٢,١٠	١٣,٦٠	١٢,٥٠	١١,٧٠	١٣,٥٠	١٢,٤٠	١١,٤٠	٩,٤٠	٨,٧٠	٩,٤٠	١١,٥٠
		ب		١١,٣٠			١٢,٦٠			١٢,٨٠			٩,٢٠		
١٩	عكلة الصقور	أ	١٠,٦٠	١١,٦٠	١٢,٧٠	١٤,٣٠	١٣,٣٠	١٣,٤٠	١١,٩٠	١٠,٦٠	١٠,٤٠	٩,٦٠	٩,٨٠	١١,٥٠	١١,٦٠
		ب		١١,٦٠			١٣,٧٠			١١			١٠,٣٠		
٢٠	نثيث	أ	٦,٥٠	٨,٢٠	١٠,٦٠	١٠	٩	٨,٨٠	٧,٨٠	٩,٧٠	٨,٢٠	٧	٧,٦٠	٧,١٠	٨,٤٠
		ب		٨,٤٠			٩,٣٠			٨,٦٠			٧,٢٠		

المراجع العربية

١- أحمد فاروق عبد العال، (١٩٦٨): أساسيات بساتين الفاكهة، القاهرة.
٢- أحمد محمد مجاهد وآخرون، (١٩٨٧): علم البيئة النباتية، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
٣- البنك الزراعي العربي السعودي، (١٩٨١): إدارة البحوث والدراسات، دراسة عن تكاليف الإنتاجية ومستقبل زراعة القمح بالمملكة، التقرير الأول.
٤- بيوتركونكوف، (١٩٨٩): زراعة الخضروات في البلدان الحارة، ترجمة كامل توما، دار مير، موسكو.
٥- جون تشارلز روكر، (١٩٦٦): أمراض النبات، ترجمة محمود ماهر رجب وآخرون، دار النهضة العربية، القاهرة.
٦- حسن أحمد بغدادي، (١٩٦١): الفاكهة، أساسيات إنتاجها، الطبعة الثانية، دار المعارف، القاهرة.
٧- زيدان السيد عبد العال وآخرون، (١٩٧٧): الخضر، الجزء الأول (الأساسيات)، دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية.
٨- زيدان السيد عبد العال وآخرون، (١٩٧٧): الخضر، الجزء الثاني (الإنتاج)، دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية.
٩- السيد محمد صفر، (١٩٦٥): محاصيل الخضر، الطبعة الرابعة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
١٠- شحاتة سيد أحمد، (١٩٩٤): موجات الحر والبرد في مصر وأثرها علي المحاصيل الزراعية، دراسة في المناخا لتطبيقي، رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
١١- صبحي قاسم، (١٩٦٨): أمراض الخضروات في الأردن، عمان،

١٢- عب الرحمن صادق الشريف، (١٩٨٥): الإنتاج الواقعي والمحتمل للقمح المزروع علي الري أو الأمطار في المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، كامعة الملك سعود، المجلد الرابع عشر، العدد الأول.

١٣- عبد الرحيم الشاطر، (١٩٦٤): المحاصيل الحقلية، الجزء الأول، دمشق.

١٤- عبد الله أحمد سعد الطاهر، (١٩٨٩): الحرارة وتكاليف تمديد موسم إنتاج الطماطم في البيوت المحمية المكيفة في واحة الأحساء، مجلة الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، العدد الثالث.

١٥- عز الدين فراج (بدون تاريخ): محصولات الخضر، الجزء الأول، مكتبة الفلاح، الكويت.

١٦- عز الدين فراج، (١٩٧٢): الطماطم (البندورة)، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

١٧- علي حسن موسي، (١٩٧٨): المناخ الإقليمي، مكتبة الأنوار، دمشق، سوريا.

١٨- علي حسن موسي، (١٩٨٣): الوجيز في المناخ التطبيقي، دار الفكر، دمشق، سوريا.

١٩- علي علي الخشن وآخرون (١٩٨٠): إنتاج المحاصيل، الجزء الأولي (المبادئ دار المعارف، الأسكندرية.

٢٠- علي علي الخشن وآخرون، (١٩٨٠): إنتاج المحاصيل، الجزء الثاني (المعاملات)، دار المعارف، الإسكندرية.

٢١- علي فتحي حمايل، (١٩٨٧): تكنولوجيا الزراعات المحمية بإستخدام الصوبات الزراعية، دار الوفاه للطباعة والنشر والتوزيع، المنصورة.

٢٢- علي موسي، (١٩٧٥): أثر المناخ علي الزراعة في سوريا، رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٢٣- فيصل عبد العزيز المنيسي، (١٩٧٥): الموالح، أساسيات إنتاجها، الإسكندرية.

٢٤- محاسن عبد الحكيم، (١٩٩٠): إنتاج الطماطم تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة، الصحيفة الزراعية، الإدارة العامة للثقافة الزراعية بوزارة الزراعة، عدد نوفمبر – ديسمبر.

٢٥- محمد عبدو العوادات وعبد الله الشيخ، (١٩٨٤): المحاصيل الزراعية في المملكة العربية السعودية، دار المريخ للنشر، الرياض.

٢٦- محمد مهدي العزوني، (١٩٦٢): أساسيات زراعة إكثار أشجار الفاكهة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

٢٧- محمد مهدي العزوني، (١٩٦٥): الموالح، بغداد، العراق.

٢٨- مصطفي علي مرسي، (١٩٧٩): أسس إنتاج محاصيل الحقل، الطبعة الثانية، الأنجلو المصرية، القاهرة.

٢٩- مصطفي علي مرسي، (١٩٧٩): محاصيل الحبوب، الجزء الثاني، الأنجلو المصرية، القاهرة.

٣٠- ممد علي أحمد باشة، (بدون تاريخ): أساسيات زراعة الفاكهة، دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية.

٣١- نصر الدين الحسيني، محمود عبد القادر الشيتي، (١٩٥٨): الموالح في مصر، وزارة الزراعة، مصلحة الثقافة الزراعية، القاهرة.

٣٢- وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، (١٩٩٠): المشروع القومي للأبحاث الزراعية – القمح، مركو البحوث الزراعية نشرة ١٠١.

٣٣- وزارة الزراعة والمياه، (١٩٨٨): الإنتاج الزراعي.

٣٤- وزارة الزراعة والمياه، (٢٠٠٤): إدارة بحوث البساتين.

٣٥- وزارة الزراعة والمياه، شعبة الإحصاء الزراعي، الرياض نتائج التعداد الزراعي الشامل للأعوام (١٩٧٣، ١٩٧٤، ١٩٨١، ١٩٨٢، ١٩٩٠، ١٩٩٥، ٢٠٠٠، ٢٠٠٢، ٢٠٠٥) .

٣٦- وزارة المالية والبترول، (٢٠٠٥): الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي.

٣٧- وزراة الزراعة والمياه، إدارة تنمية موارد المياه، مصادر ومشروعات المياه في المملكة العربية السعودية، الرياض، مطابع الشرق الأوسط.

المراجع الأجنبية

1- Abdel Kader A., (1978): A Study of the Climates of Egypt with special reference to Agriculture, Ph.D. Thesis, un pub. Durham Univ., England.

2- Baquet, A.E., Halter, A.N. and Conklin, F.S., (1976): The value of forest forecasting: A Bayesian appraisal American Journal of Agricultural Economic, Vol. 58 (3): 146 – 151.

3- Donohue, R.L., Miller, R.W., and Shickluna, J.C., (1983): An Introduction to Soils and Plant Growth. 5th Edition, New Jersey.

4- El Bakery, M.M. and et. al., (1990): Relation between Weather Condition and potato late blight out break in Egypt. Metres. Bull. Vol. 15, March.

5- Mather, J.R., (1974): Climatology, Fundamental and Application, U.S.A., Mc Grtow Hill.

6- Parker, N.W., (1946): Environment Factors and their Control in Plant Environment, Soil Soci, Vol. 62.

7- Resenberg, J.N., Blad, B.L. and Verma, S.A., (1983): Microclimate the biological environment. John Wiley and Sons, inc.

8- Saudi Arabia, Ministry of Agriculture and water: Chinese Agriculture Technical Mission: Annual Report, Jan. 1979 – June 1980.