الجمعية الجغرافية المصرية

الصقيع وتأثيره على بعض المحاصيل الزراعية بمنطقتي حائل والقصيم
" دراسة بالمناخ التطبيقى "

مشبب بن محمد علي الحاضر
طالب دكتوراه بجامعة الملك سعود
المملكة العربية السعودية

سلسلة بحوث جغرافية
العدد التاسع والتسعون – ٢٠١٧

لا يسمح إطلاقا بترجمة هذا الكتاب الى أية لغة أخرى، أو بإعادة إنتاج أو طبع أو نقل أو تخزين أى جزء منه، على أية أنظمة استرجاع بأى شكل أو بأى وسيلة، سواء اليكترونية أو ميكانيكية أو مغناطيسية أو غيرها من الوسائل، قبل الحصول على موافقة خطية مسبقة من الجمعية الجغرافية المصرية.

Copyright ® 2017, Printed by Al-Resala Press, Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

قواعد النشر

تهدف هذه السلسلة إلى نشر البحوث الجغرافية الأصيلة التى يقوم بها الجغرافيون المصريون المتخصصون، بهدف تعريف المؤسسات العلمية العالمية والعربية، بالنشاط العلمى الذى تتبناه وتتوفر عليه الجمعية الجغرافية المصرية.

وتقوم بحوث هذه "السلسلة" على الدراسات الجغرافية الميدانية، وعلى البحوث التى تهتم بطرح رؤى جديدة فى مناهج البحث الجغرافى وأساليبه، كما تعنى بالبحوث النفعية فى مختلف مجالات الجغرافيا التطبيقية، وهو ما يتيح للجغرافيين العرب والأجانب الإطلاع على ما تقوم به الجمعية الجغرافية المصرية التى تعد أقدم الجمعيات الجغرافية فى العالم العربى، كما تعد زائدة فى إجراء البحوث والدراسات الجغرافية الجادة والأصلية.

وقد تتضمن بحوث هذه "السلسلة" ملخصات مكثفة لرسائل الماجستير والدكتوراة المجازة فى الجامعات المصرية والعربية وغيرها.

ويشترط فى البحوث التى تنشر ضمن هذه السلسلة مراعاة القواعد التالية:

- تقبل للنشر فى هذه السلسلة البحوث التى تتسم بالأصالة وتسهم فى تقدم المعرفة الجغرافية.
- يقدم مع البحوث المكتوبة باللغة العربية ملخص (Abstract) باللغة الإنجليزية. كما يقدم مع البحوث المكتوبة بلغة أجنبية ملخص باللغة العربية.
- لا يزيد البحث عن ١٥٠ صفحة، ويجوز لمجلس الإدارة استثناء البحوث الممتازة من هذا الشرط.
- يشترط ألا يكون العمل المقدم قد سبق نشره أو قدم للنشر فى أية جهة أخرى.
- يقدم البحث فى صورته الأخيرة المقبولة للنشر من ثلاث نسخ مرفقاً به اسطوانة ليزر (CD) مستخدماً إحدى برمجيات معالجة النصوص مع نظام ويندوز المتوافق مع IBM، على أن تكون الكتابة ببنط ١٤ ومسافة ١ بين الأسطر، وتقدم الخرائط والصور والأشكال مستقلة محفوظة فى صورة JPEG أو Tiff و Resolution ٢٠٠ فأكثر.
- يفضل أن تقدم الخرائط والأشكال البيانية بالألوان بحيث لا تتجاوز مساحتها (١٢سم عرض × ١٨ سم طول)، وإن تعذر ذلك تقدم بالأبيض والأسود وفق القواعد الكارتوجرافية.
- يكتب الباحث اسمه واسم البحث فى ورقة منفصلة ويكتفى بكتابة عنوان البحث فقط على رأس البحث مراعاة لسرية التحكيم.
- يعرض البحث على اثنين من المحكمين من كبار الأساتذة فى مجال التخصص، وفى حالة اختلاف رأى المحكمين، يرسل البحث إلى محكم ثالث مرجح، وبناء على تقاريرهم يمكن قبول البحث للنشر أو إعادته للباحث لإجراء التعديلات أو التصويبات الضرورة قبل نشره.
- البحوث التى تقدم للنشر لا ترد إلى مقدميها سواء نشرت أو لم تنشر.
- تحتفظ الجمعية بحقوق النشر كاملة.
- يسلم للباحث ٥٠ نسخة من بحثه بعد نشره، وإذا أراد نسخاً إضافية يسد ثمنها طبقاً لسعر البيع الذى تحدده الجمعية.

فهرس المحتويات

الموضــوع	صفحة
الملخص.	١١
المقدمة.	١٢
موضوع الدراسة وأهميتها.	١٤
مشكلة الدراسة وأهدافها.	١٦
الدراسات السابقة.	١٦
منطقة الدراسة.	١٩
منهجية الدراسة وأساليبها.	٢٥
النتائج والمناقشة.	٢٧
بعض النصائح والمقترحات التي قدمت للمزارعين أثناء المسح الميداني.	٨٢
تحليل العوامل المؤثرة في تفاقم تأثيرات الصقيع على منطقتي حائل والقصيم من خلال تحليل استمارات الاستبانة.	٨٢
١) التركيب العمري للمزارعين.	٨٣
٢) الخبرة.	٨٣
٣) المستوى التعليمي للمزارعين.	٨٤
٤) آلية الزراعة والاستثمار.	٨٥
٥) دور وزارة الزراعة.	٨٥
وسائل الحماية من الصقيع والمتبعة في منطقتي حائل والقصيم.	٨٥
١) التدخين.	٨٦
٢) الري.	٨٦
٣) طريقة التغطية.	٨٧
٤) وسائل وقائية أخرى.	٨٧
النتائج.	٨٨
التوصيات.	٨٩
المراجع.	٩١

فهرس الخرائط والأشكال

م	عنوان الخريطة أو الشكل	صفحة
١	المشاريع الزراعية الكبرى في منطقة حائل.	١٥
٢	موقع منطقة الدراسة بالنسبة للملكة العربية السعودية.	١٩
٣	طبوغرافية منطقة حائل.	٢٠
٤	موقع منطقة القصيم وحدودها الجغرافية.	٢٢
٥	طبوغرافية منطقة القصيم.	٢٥
٦	التكرار السنوي لحالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣١
٧	مقارنة بين التكرار السنوي التراكمي لحالات الصقيع في محطتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣١
٨	المتوسط السنوي لتكرار حالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣٢
٩	التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣٥
١٠	التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣٧
١١	مجموع حالات الصقيع لشهر نوفمبر في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣٩
١٢	التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر ديسمبر في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤١
١٣	تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر يناير في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٤
١٤	تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر فبراير في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٤

١٥	تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر ديسمبر في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٦
١٦	تصنيف أنواع الصقيع الشهرية في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥١
١٧	معدل حالات الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥١
١٨	احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع السنوية في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٣
١٩	احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٤
٢٠	احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٦
٢١	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر يناير في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٠
٢٢	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر فبراير في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦١
٢٣	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر مارس في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦١
٢٤	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر أبريل في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٢
٢٥	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر نوفمبر في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٢
٢٦	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر ديسمبر في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٣
٢٧	اتجاه تكرار حالات الصقيع السنوي في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٣
٢٨	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر يناير في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٥

٢٩	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر فبراير في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٥
٣٠	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر مارس في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٦
٣١	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر نوفمبر في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٦
٣٢	اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر ديسمبر في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٧
٣٣	اتجاه تكرار حالات الصقيع السنوي في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٧
٣٤	درجات الحرارة عند الساعة١٤:٠٠ ودرجة الحرارة لبعض الأيام التي حدث عندها الصقيع في منطقة حائل.	٧١
٣٥	درجات الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ ودرجة الحرارة التي حدث عندها الصقيع لبعض الأيام في منطقة القصيم.	٧١
٣٦	مثال على اتجاه درجة الحرارة الساعية ليوم الصقيع في محطة حائل ٤-٢٠٠٨/٢/٥م.	٧٣
٣٧	مثال على اتجاه درجة الحرارة الساعية ليوم الصقيع في محطة القصيم ١٥-٢٠٠٨/١/١٦م.	٧٣
٣٨	التركيب العمري للمزارعين في منطقتي حائل والقصيم.	٨٣
٣٩	المستوى التعليمي للمزارعين في منطقتي حائل والقصيم.	٨٤
٤٠	نسبة طرق الوقاية من الصقيع في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٨٦

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (°م) والرطوبة النسبية (%) بمنطقة حائل للفترة (١٩٨٥-٢٠١٠م).	٢١
٢	متوسط الهطول (مم) على منطقة حائل للفترة (١٩٩٤-٢٠٠٣م).	٢١
٣	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (°م) والرطوبة النسبية (%) بمنطقة القصيم للفترة (١٩٩٥-٢٠١١م).	٢٤
٤	التكرار السنوي والشهري لحدوث الصقيع في منطقة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٢٩
٥	التكرار السنوي والشهري لحدوث الصقيع في منطقة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٣٠
٦	تكرار حالات الصقيع الشهرية في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٢
٧	المتوسط والنسبة المئوية لتكرار حالات الصقيع في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٣
٨	تكرار حالات الصقيع المتتالية الشهرية لمحطتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٤٥
٩	تصنيف أنواع الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٠
١٠	تصنيف أنواع الصقيع الشهري في منطقة القصيم خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٠
١١	تصنيف أنواع الصقيع في منطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥١
١٢	احتمال التوزيع التراكمي لحالات الصقيع السنوية في محطتي الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٣
١٣	احتمالية التوزيع التراكمي لحالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٤
١٤	احتمالية التوزيع التراكمي لحالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٥

١٥	أصناف حالات الصقيع المركبة في منطقة حائل خلال فترة الدراسة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٨
١٦	أصناف حالات الصقيع المركبة في منطقة القصيم خلال فترة الدراسة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٥٩
١٧	ملخص لعلاقة انحدار الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٠
١٨	ملخص لعلاقة انحدار الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع في منطقة القصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.	٦٤
١٩	تتبع درجة الحرارة لساعة ١٤:٠٠ لبعض الأيام في منطقة حائل.	٦٩
٢٠	تتبع درجة الحرارة لساعة ١٤:٠٠ لبعض الأيام في منطقة القصيم.	٧٠
٢١	فترة الزراعة المتعارف عليها لدى المزارعين وفترات الزراعة المثلى لبعض المحاصيل الزراعية.	٧٥
٢٢	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠٠٥م.	٧٦
٢٣	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠٠٥م.	٧٧
٢٤	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠٠٨م.	٧٧
٢٥	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠٠٨م.	٧٨
٢٦	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠١٢م.	٧٩
٢٧	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠١٢م.	٧٩
٢٨	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠١٣م.	٨٠
٢٩	تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠١٣م.	٨٠

الملخص

تناولت هذه الدراسة مشكلة تكرار حالات الصقيع والتي تحدث من فترة إلى أخرى، مما يتسبب في أضرار كبيرة للمحاصيل الزراعية في منطقتي حائل والقصيم، وقد تم في هذه الدراسة جمع البيانات المناخية لمنطقتي الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، ومن ثم فرز هذه البيانات وجدولتها، واستخراج الأشهر والأيام التي حدثت بها حالات الصقيع، وحساب تكرار حالات الصقيع الشهرية والسنوية وشدتها في كل محطة على حدة ومقارنتها مع بعضها، وقد تبين إن منطقة حائل جاءت أولا بواقع ٨٧٠ حالة صقيع، تلتها منطقة القصيم بتكرار بلغ ٢٣٨ حالة صقيع.

كما تبين أن شهري يناير وفبراير أكثر الأشهر تكرارا لحالات الصقيع المتتالية في منطقتي الدراسة، وأوضحت الدراسة تصنيف لأنواع الصقيع السائد في منطقتي الدراسة، وقد تبين إن الصقيع الأبيض هو النوع السائد في منطقتي الدراسة بواقع ٦١٩ حالة، تلاه الصقيع الأسود بواقع ٢٨٨ حالة، وجاء الصقيع القاتل ثالثا بواقع ٢٠١ حالة، وفي درس الاتجاه الزمني لظاهرة الصقيع في منطقتي الدراسة، خلال سنوات الدراسة وشهورها، وقد تبين تناقص حالات الصقيع في منطقة حائل خلال الأشهر (يناير – فبراير – مارس – أبريل)، وتزايدها خلال شهر (نوفمبر– ديسمبر)، وفي منطقة القصيم تبين إن خط معادلة الانحدار، والاتجاه الزمني تميل إلى التناقص في جميع أشهر الصقيع.

وتم خلال هذه الدراسة توقع حدوث حالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم، في بعض الأيام وذلك باستخدام قياسات درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠، ووجد أنه من الممكن توقع حدوث الصقيع في اليوم التالي.

كما قامت هذه الدراسة بتقديم الفترات المناسبة لزراعة بعض المحاصيل الزراعية ومقارنتها بالفترات المثلى المقترحة من الجهات المعنية والمهتمة بالزراعة، ودراسة حالات الصقيع وأثرها على محاصيل الخضر السائدة في منطقتي الدراسة خلال بعض الأعوام، وأوضحت الدراسة أن المستوى التعليمي والخبرة والعمر وآلية الزراعة والاستثمار ودور وزارة الزراعة، عوامل تزيد من تفاقم ظاهرة الصقيع على المحاصيل الزراعية، كما تبين من خلال المسح الميداني أن التدخين والري وطريقة التغطية، هي أكثر وسائل الوقاية المستخدمة لمكافحة ظاهرة الصقيع في منطقتي حائل والقصيم.

الكلمات المفتاحية : الصقيع (frost) – الصقيع الأبيض (white frost) – الصقيع الأسود (black frost) – الصقيع القاتل (Killing frost) – نقطة الندى (Dew point) – المناخ التطبيقي (Applied Climatology) – محاصيل الخضر (Vegetable Crops) – محاصيل الفواكه (Fruit crops).

المقدمة :

المشاكل التي يعاني منها الإنتاج الزراعي العالمي عديدة، تنعكس سلبا على الأمن الغذائي للسكان، لاسيما وأن عدد سكان العالم في تزايد مطرد، يقدر نموهم بنحو ٧٠ مليون نسمة سنويا، ذلك مما يتطلب مضاعفة الإنتاج الزراعي في محاولة لسد الاحتياجات الغذائية والاكتفاء الذاتي من الغذاء (Foley, 2009).

الأراضي الصالحة للزراعة البعلية والمروية في العالم قليلة ومحدودة، وكذلك المياه العذبة الصالحة للري، وهذا ما يحدو بالسكان إلى ممارسة الزراعة المروية الحثية، والتقليدية والحديثة، والتوسع في الزراعة على حساب الأراضي الرعوية والغابية، مما يؤدي إلى استنزاف المياه الجوفية، وتدمير الأراضي الزراعية وتصحرها، وبالتالي تدمير الأراضي الغابية والرعوية، والقضاء على التنوع البيولوجي البيئي ناهيك عن الأمراض والآفات الأخرى التي تقضي على المحاصيل الزراعية، والأمثلة على ذلك كثيرة في مختلف أنحاء العالم (Nadia, 2010; Yongxin, 2002; ROR, 2008; John, 1999)

وتعد ظاهرة الصقيع من المشكلات الخطيرة التي تقف عقبة أمام نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجيتها، إذ تقضي على محاصيل مناطق شاسعة فجأة و بسرعة، مؤدية إلى كوارث اقتصادية واجتماعية فادحة بالأفراد والدول على حد سواء، والأمثلة على ذلك كثيرة، ففي الأردن ذكر اتحاد الفلاحين ونقابة عمال الزراعة أن موجة صقيع حصلت في يومي الحادي عشر والثاني عشر من شهر يناير عام ٢٠٠٨م دمرت ما بين ٢٥-٧٠% من المحاصيل الزراعية في منطقة أريحا والأغوار الوسطى والشمالية في الأردن (Alwatan, 2008)، كما تعرضت لبنان في اليوم التاسع من شهر تشرين من عام ٢٠٠٣م إلى موجة صقيع ضربت مئات الدونمات من الأراضي الزراعية القريبة من مجرى نهر الليطاني، أدت إلى كارثة زراعية لم تشهدها المنطقة منذ عشرات السنين، إذ قضت على نحو ٨٠% من محصول البندورة والكوسا والقثاء واللوبيا والفليفلة والباذنجان وعلى نحو ٥٠% من محصول البطاطا ودمرت المحاصيل الزراعية جميعها في مناطق مجدلون، وحوش بردى، وحوش تل صفية وحزين (Lebanonnews, 2003)، وفي الغرب الاسترالي قضى الصقيع على ما يزيد عن ٥٠٠ ألف هكتار من الأراضي المزروعة بالقمح في يومي ١٩ و ٢٣ من شهر سبتمبر من عام ١٩٩٨م مسببا إحدى أسوأ

الخسائر التي شهدتها استراليا (White, 1998)، وفي شهري أغسطس ونوفمبر من عام ١٩٩٩م قضت موجات الصقيع في البرازيل على نحو ٤٠% من محصول البن مما ترتب عليه زيادة أسعاره في الأسواق العالمية (منظمة البن العالمية، ٢٠٠١م).

يعمل الصقيع على نمو بلورات جليدية داخل خلايا النباتات مؤديا إلى تجمدها وتدميرها (Levine, 1999; Hall, 2009)، وفي حال وجود كمية زائدة من الأملاح والأحماض العضوية يؤدي إلى تسمم النباتات (Wölfel and Noga, 1998)، مع ذلك فإن أضرار الصقيع تتفاوت في شدتها حسب وقت حدوثها أثناء فصل نمو المحاصيل، فعندما تحدث موجات الصقيع خلال فترة ظهور البراعم فإن الأضرار تكون فادحة نظراً لشدة حساسيتها وسرعة تلفها.

ومن المفارقات المثيرة، أنه على الرغم من الأضرار الكبيرة للصقيع على المحاصيل الزراعية، إلا إن له فوائد عديدة لأشجار الفاكهة مثل التفاح والخوخ وغيرها خلال فترة سباتها الشتوي، إذ يزيد من قوة بنائها الخشبي ويحفزها على الإزهار وتحسين أنواع بذورها في فصل الربيع (الفندي، ١٩٧٥، عبد العظيم، ١٩٨٥)، كما للصقيع فائدة كبيرة في القضاء على الكثير من الحشرات كالمن والأمراض التي تصيب المحاصيل الزراعية (عبيد، ٢٠٠٦).

وبعيدا عن تأثير الصقيع على المحاصيل الزراعية فللصقيع تأثيرات خطرة، إذ تمتد أخطاره لتصيب وسائل المواصلات كالتأثير الواقع على الطرق المعبدة وما يتسبب فيه من انزلاقات مرورية ينتج عنها حوادث متعددة ومفجعة، كما قد يلحق الصقيع أضرارا جسيمة بأساسيات المباني، ويتلف أنابيب المياه وعداداتها، ويعود تلف عدادات المياه الى تجمد المياه داخلها مشكلا ضغطا فيها يزيد عن ١١٦ بار (المعايعة، ٢٠٠٣؛ Oroud, 1993).

لذلك فإن دراسة حالات الصقيع وأضرارها المختلفة احتلت حيزا واسعا من الدراسات المناخية التطبيقية في مختلف المجالات تناولتها دراسات وأبحاث حثيثة في مختلف بلدان العالم التي يحدث فيها.

موضوع الدراسة وأهميتها :

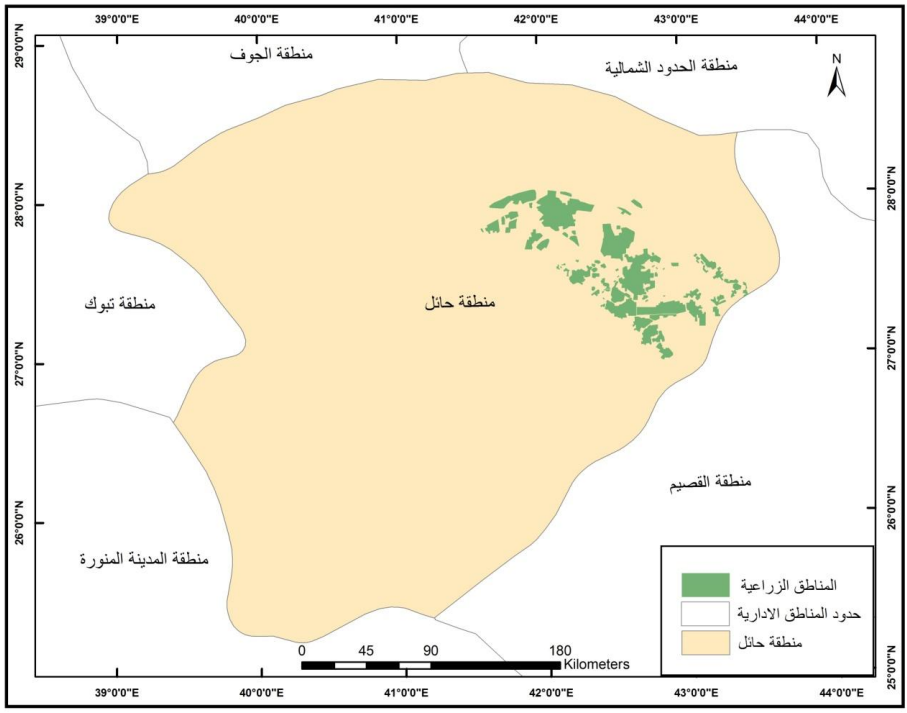
تشهد المملكة العربية السعودية في الآونة الأخيرة تزايدا ملحوظا في أعداد السكان، ونموا في المجالات الاقتصادية والصناعية والزراعية، وتعمل المملكة العربية السعودية جاهده لسد الاحتياج السكاني من الإنتاج الزراعي المحلي، حيث تقوم المملكة العربية السعودية ببناء الخطط والاستراتيجيات لتأمين احتياج السكان من الناتج الزراعي المحلي، ولكن تقف أمام هذه الخطط معوقات تحول دون إنجازها.

ولاشك في أن موقع المملكة العربية السعودية، في النطاق المداري الصحراوي الجاف، جعلها تعاني من قلة الأراضي الصالحة للزراعة وقلة المياه الصالحة للري وبالتالي تدني الإنتاج الزراعي، الأمر الذي يزيد من خطورة المشكلة هو حدوث الصقيع في بعض أهم أراضيها المزروعة بالمحاصيل المختلفة كما هو الحال في منطقة حائل.

تعد منطقة حائل من أهم مناطق المملكة العربية السعودية الزراعية وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية في منطقة حائل نحو ٣٨٢٧ كم^{٢} وتمثل نسبة ٣.٢٤% من إجمالي مساحة منطقة حائل (هيئة تطوير حائل)، والتي تقوم بها مشاريع زراعية ذات مساحات كبيرة مثل شركة هادكو للإنتاج الزراعي وشركة نادك ومشروع الجبرين الزراعي وغيرها (شكل ١)، والتي تمتلك مساحات كبيرة للإنتاج الزراعي والحيواني، إضافة إلى الحيازات الخاصة بالمزارعين، حيث تقوم هذه المشاريع في منطقة حائل بالاستثمار في الإنتاج الزراعي سوأ محاصيل فصلية مثل الخضار بأنواعها أو في المحاصيل الدائمة مثل النخيل والعنب وأشجار الفواكه والموالح أو محاصيل الأعلاف مثل البرسيم أو محاصيل الحبوب خاصة القمح والشعير (المديرية العامة للزراعة بمنطقة حائل، ١٤٢٨هـ).

وقد لوحظ تعرض منطقة حائل الى تكرار سنوات الصقيع بكافة أشكاله وأنواعه، ففي عام ٢٠٠٦م ألحق الصقيع أضرارا فادحة بمحصول البطاطس الذي يعتبر أهم المحاصيل الزراعية بمنطقة حائل، حيث تعرضت مناطق خطة ورجامه والمندسة والتيم إلى موجات صقيع في أوائل شهر يناير من هذا العام تسببت للمزارعين بخسائر تقدر بالملايين (الاقتصادية، ٢٠٠٦)، وفي عام ٢٠٠٨م ذكرت صحيفة الرياض أن موجات الصقيع التي ضربت حائل في هذا العام كلفت المزارعين خسائر فاقت الثلاثين مليون ريال، مما دفع بالمزارعين إلى وقف الزراعة خوفا من تكبدهم

خسائر جديدة (خالد العميم، ٢٠٠٨)، كما تعرضت منطقة حائل إلى موجات صقيع في العام ٢٠١٢م مما كبد المزارعين خسائر تقدر بملايين الريالات ورفع أسعار الخضار مثل البامية والطماطم والكوسا إلى أسعار خيالية، كما تعرض محصول البطاطس في معظم المزارع إلى التلف (سلطان العايضي، ٢٠١٢)، إضافة إلى رفع أسعار تلك المحاصيل المتضررة في الأسواق أو المعدة للتصدير مما يؤثر سلبا على الاقتصاد الوطني للبلاد، تتجلى أهمية الدراسة في كونها دراسة في المناخ التطبيقي الزراعي، تلقي الضوء على ظاهرة الصقيع التي تقضي على المحاصيل الزراعية وما ينجم عنها من نتائج.



شكل (١) : المشاريع الزراعية الكبرى في منطقة حائل.

المصدر: من أعداد الباحث بناء على بيانات وزارة الزراعة.

مشكلة الدراسة وأهدافها :

تعد منطقة حائل من كبرى وأهم المناطق الزراعية في المملكة العربية السعودية، إذ تزرع فيها أنواع عديدة من الخضروات والنخيل وأشجار الفاكهة وغيرها من المحاصيل الزراعية.

وكما يبدو تتعرض منطقة حائل لحالات صقيع عديدة ومتكررة ومتباينة الأصناف، وقد تختلف في شدتها من سنة إلى أخرى، ويعود بعضها لأسباب محلية أو إقليمية سنوبيه، ولا شك في أن حالات الصقيع المختلفة قد تؤدي إلى أضرار جسيمة بالمحاصيل الزراعية خلال فصل نموها، ينجم عنها أضرار وخسائر اقتصادية كبيرة، وأضرار اجتماعية تؤثر سلبا في حياة المزارعين بشكل مباشر وغيرهم بشكل غير مباشر، وقد لوحظ أن الدراسات والأبحاث العلمية التي تناولت هذه الظاهرة في منطقة الدراسة بشكل جاد غائبة، لذلك تتمحور مشكلة الدراسة الحالية حول دراسة حالات الصقيع في منطقة حائل وتبيان أصنافها، والعوامل المؤثرة فيها، وكيفية تكرارها. ومن خلال ذلك تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية :

١- تحديد تكرار حالات الصقيع في منطقة حائل واتجاهاتها الزمنية.
٢- تصنيف أنواع الصقيع التي تصيب المحاصيل الزراعية في منطقة حائل.
٣- دراسة آثار الصقيع على إنتاجية المحاصيل الزراعية في حائل.
٤- تمحيص طرق وأساليب الحماية من الصقيع المستخدمة في مزارع حائل.

الدراسات السابقة :

الدراسات السابقة التي تناولت ظاهرة الصقيع وأثرة وأضراره على المحاصيل الزراعية تمثلت في ما يأتي:

تعد الدراسات العلمية حول ظاهرة الصقيع في المملكة العربية السعودية دراسات قليلة جدا – في حدود ما أعلم – إذ لم يدرس الصقيع بشكل تفصيلي، رغم وجود دراسات مناخية كثيرة في المملكة العربية السعودية ولكنها تناولت المناخ بشكل عام أو تدرس عنصرا مناخا أو أكثر، بينما يذكر الصقيع ضمنيا في هذه الدراسات ومنها :

دراسة قراعين (١٩٧٦م)، التي بينت حالات الصقيع الشديدة التي أثرت على الأردن في يومي ١٩-١٩٦٤/١/٢٠م، وفي ٢١-١٩٦٤/١/٢٢م، وبينت أن أنواع الصقيع الذي يحدث في وأدي الأردن هو الصقيع المتنقل (الانسيابي) والصقيع الإشعاعي، وإن أكثرها يحدث خلال شهر كانون الثاني، وهذا يتلاءم مع حقيقة بأن كانون الثاني هو أكثر شهور السنة برودة في الأردن.

درست حمادة (١٩٨٧م)، المناخ الزراعي في منطقة القصيم، موضحة تأثير المناخ على النشاط الزراعي، وبخاصة تأثيره على التربة الزراعية، وتحديد أساليب الزراعة والري، كما تطرقت لبعض الأضرار الناتجة عن ظاهرة الصقيع والسيول، وعن الرياح الشديدة والعواصف الرملية، ووضعت بعض الحلول لتلافي أخطارها، وذكرت بعض أساليب الوقاية من الصقيع مثل التدخين والتغطية.

في دراسة (Bo, Huang Shou, 1990)، أوضحت هذه الدراسة أن التجمد هو المحدد الرئيسي في إنتاج الحمضيات في الجزء الشمالي من الصين، وقد تم تقييم أضرار التجمد في محصول البرتقال في الأقاليم شبه الاستوائية في الصين باستخدام التحليل العنقودي (Cluster Analysis)، وتوصلت الدراسة إلى حدوث التجمد عند أشجار الحمضيات لثلاث مرات خلال فترة الدراسة الممتدة لمدة ٢٤ سنة والتي أدت إلى انخفاض إنتاج الحمضيات عام ١٩٥٥م إلى نصف ما كانت عليه عام ١٩٥٤م، وخلال فترة الشتاء للعام ١٩٧٧/٧٦م تضرر ٥١% من أشجار الحمضيات بسبب التجمد.

وفي دراسة (Zasada, et al., 1994)، حول أثر الصقيع على تجديد الخشب الصلب شمال ولاية ويسكونسن، حيث تم قياس شدة ومدة الصقيع في أواخر شهر مايو وأوائل شهر يونيو حزيران من عام ١٩٩٤م، في غطاء تاجي يبلغ ٥٠%، وبينوا أن أوراق الأشجار هي الأكثر عرضة للصقيع، حيث قيموا أضرار الصقيع عند الغطاء ٥٠% أقل من المناطق واضحة المعالم، وقليل جدا عند تغطية ٧٠%، وتتأثر البراعم بشدة من الصقيع وتموت غالبا في المساحات واضحة المعالم، كم توصلت الدراسة الى اختلاف أضرار الصقيع تبعا للمواقع الطبوغرافية.

وفي دراسة (Linarce, et al., 1997)، تبين أن التغيرات في حدوث تكرار الصقيع السنوي وتراكمه يتعلق بالمناخ المحلي في منطقة شمال إنجلترا، وتم تقدير التغيرات المستقبلية بناء على تطبيق نماذج رياضية لتحويل توقعات لمتوسط درجات الحرارة الصغرى وتغيرها اليومي بالمقارنة مع درجات تراكم الصقيع وتكرار حدوثه.

وبينت القحطاني (١٤٢٩هـ)، تأثير الصقيع على المحاصيل الزراعية في بعض مناطق شمال المملكة العربية السعودية، ولاحظت أن الصقيع يقضي على معظم المحاصيل الزراعية في المنطقة، وأن حالات الصقيع تختلف من منطقة إلى أخرى فيها، بينت أن حالات الصقيع تكرر خلال شهور فصل الشتاء كلها (ديسمبر ويناير وفبراير)، وفي فصل الربيع في شهري (مارس وإبريل)، وفي فصل الخريف في شهر نوفمبر. وبينت أن منطقة طريف احتلت المركز الأول من حيث تكرار حالات الصقيع بواقع (٩٩٥ حالة صقيع)، تلتها القريات (٨٨١ حالة صقيع)، بينما جاءت رفحا أخيرا (٣٣٦ حالة صقيع)، كما أوضحت تنوع أصناف الصقيع وأن الصقيع الأبيض أكثر تكرارا في جميع المواقع تلاه الصقيع الأسود، كما اقترحت فترات لزراعة بعض المحاصيل الخضرية في مواقع الدراسة.

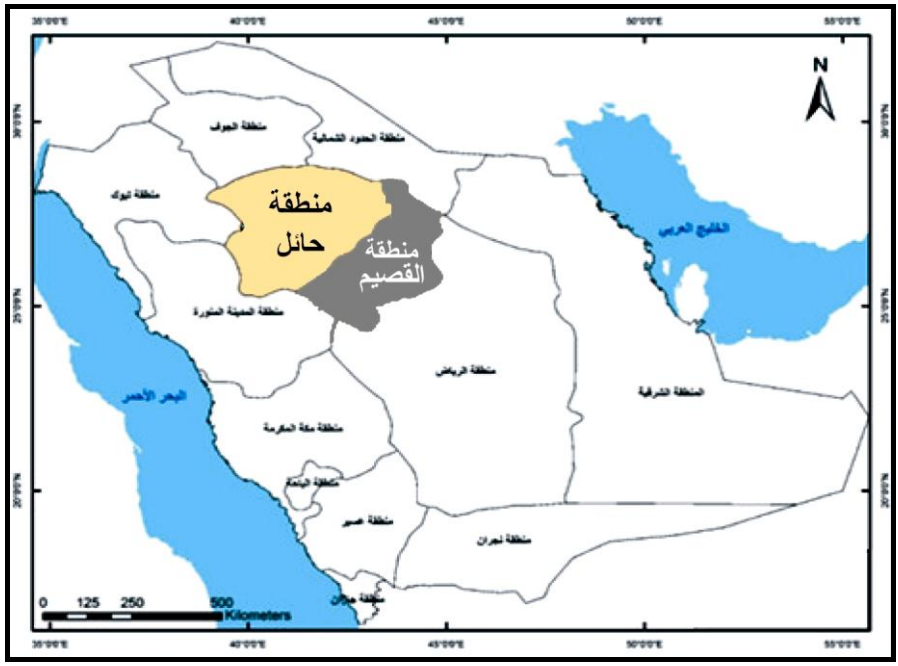
وفي دراسة المعايعة (٢٠٠٣م)، حول آثار نوبات الصقيع على المحاصيل الزراعية والمواصلات في الأردن، التي أظهرت أثر نوبات الصقيع على فسيولوجية النبات وشكله وتباين إنتاجية المحاصيل الزراعية وأثر الصقيع على المواصلات، وقد كشفت هذه الدراسة عن أن نوع الصقيع السائد بالأردن هو الصقيع الإشعاعي، وأن معظم حالات الصقيع كان يصاحبها وجود المرتفع السيبيري، وأن تكرار نوبات الصقيع على الأردن كان له أثر سلبي على المحاصيل الزراعية خاصة نوبة الصقيع الممتدة من ١٠-١٩٩٧/٤/١٢م، إذ ارتفعت نسبة الأضرار على مختلف المحاصيل وتباينت إنتاجيتها، كما كان لها أثر على حركة المواصلات والانزلاقات المرورية.

وفي دراسة عبيد (٢٠٠٦م)، التي تناول فيها إمكانية تقليل أضرار الصقيع على صنف التفاح Golden Delicious باستخدام فيتامين E والغليسيرين، وذكر أن انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي يؤدي إلى تشكل البلورات الجليدية في الخلايا النباتية، مما يؤدي موت النبات. وتظهر هذه الأعراض بشكل خاص في الخلايا كبيرة الحجم والغنية بالماء. وبين عدة وسائل مستخدمة عالميا لمكافحة ظاهرة الصقيع مثل: الغليسيرين Glycerin، جلايكول الأثيلين Ethylene glycol، وديميثيل سلفو أكسيد Dimethyl sulfoxid، وكذلك أهمية مضادات الأكسدة ودورها في خفض أضرار الصقيع ومن أهمها فيتامين E.

منطقة الدراسة :

منطقة حائل :

تقع منطقة حائل في الجزء الشمالي الغربي للمملكة العربية السعودية، وتشغل المنطقة مساحة جغرافية تبلغ نحو ١١٨.٢ ألف كيلومتراً مربعاً، أي ما يعادل ٥.٣% من إجمالي مساحة المملكة العربية السعودية، وتقع منطقة حائل ما بين خطى طول ً٥٢ َ٢٦ ٣٩° و ً٤٢ َ٢٢ ٤٤° شرقاً، ودائرتي عرض ً٣٤ َ١٦ ٢٥° و ً١٦ َ٥٣ ٢٨° شمالاً (هيئة تطوير حائل).



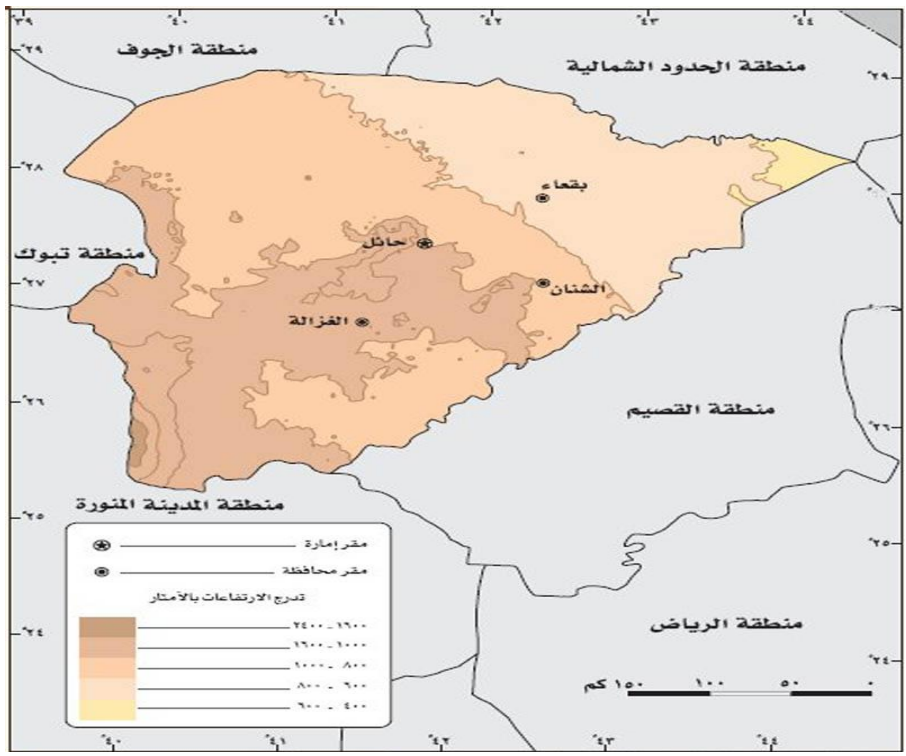
شكل (٢) : موقع منطقة الدراسة بالنسبة للملكة العربية السعودية.

المصدر: من أعداد الباحث بناء على بيانات هيئة المساحة العسكرية.

تتميز منطقة حائل بتنوع تضاريسها وتباينها واختلافها ما بين سهول وأودية وجبال وتكوينات رملية وتكوينات صخرية، حيث تتكون الصخور الظاهرة من صخور القاعدة المعقدة للدرع العربي التي تشكل الركن الشمالي الشرقي من هذا الدرع (سقا، ١٩٩٥؛ Al-Shammari, 2012)، كما تتسم منطقة حائل بمناخ قاري ترتفع فيه درجة الحرارة صيفاً وتنخفض

شتاءً وقد يحدث تباين حراري خلال اليوم الواحد، كونها تقع ضمن النطاق الصحراوي شبه المداري القاري الجاف (محسوب، ١٩٩٩)، وتتفاوت درجات الحرارة في منطقة حائل خلال فصول السنة، إذ تتراوح درجات الحرارة صيفا ما بين ٣٠°م و ٤٠°م، أما في فصل الشتاء فتتراوح درجات الحرارة ما بين ٥°م و ١٥°م، وفي منطقة حائل تزداد الرطوبة النسبية خلال فترة الشتاء في الأشهر (نوفمبر– ديسمبر– يناير)، إذ تتراوح الرطوبة بين (٤٧–٥٧%)، وقد يحدث ضباب في الصباح الباكر في مناطق السهول والوديان، أما في فصل الصيف فإن الرطوبة النسبية تنخفض انخفاضا ملحوظاً أحياناً لتصل إلى ٢% (هيئة تطوير حائل)، جدول (١).

وتسقط الأمطار على منطقة حائل خلال الفترة من النصف الثاني من شهر أكتوبر حتى شهر ابريل، أما فصل الصيف فهو فصل الجفاف (جدول ٢).



شكل (٣) : طبوغرافية منطقة حائل.

المصدر: هيئة المساحة العسكرية.

جدول (١) : المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (°م) والرطوبة النسبية (%) بمنطقة حائل للفترة (١٩٨٥-٢٠١٠م).

العناصر المناخية	الأشهر												المعدل
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	
المتوسط الشهري للحرارة	١٠,٤	١٢,٩	١٦,٨	٢٢,٤	٢٧,٧	٣١,٥	٣٢,٦	٣٣,٢	٣٠,٣	٢٤,٧	١٧,٣	١٢,٢	٢٢,٧
أقصى درجة حرارة وسنة تسجيلها	٢٧	٣٠,٢	٣٥	٣٨,٥	٤٢,٣	٤٣,٣	٤٣,٧	٤٤,٥	٤٣,٠	٣٨,٥	٣٤,٨	٢٨	
	١٩٩٤	٢٠٠٢	١٩٩٩	٢٠٠٢	٢٠٠٠	١٩٩٥	١٩٩٨	٢٠٠١	١٩٩٩	١٩٩٨	١٩٩٥	١٩٩٩	
أدنى درجة حرارة وسنة تسجيلها	-٣,٤	-٣	١	٥,٢	١٠,٤	١٦,٥	١٨	١٨	١٤	٨,٦	صفر	-٤,٩	
	٢٠٠٣	١٩٩٧	١٩٩٧	١٩٩٧	١٩٩٧	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٤	١٩٩٦	١٩٩٨	١٩٩٩	١٩٩٩	
متوسط الرطوبة النسبية	٥٤	٤٣	٣٩	٣١	٢٣	١٥	١٦	١٧	١٨	٢٨	٤٧	٥٧	

المصدر: متوسطات مناخية لمحطة أرصاد حائل (١٩٨٥-٢٠١٠م) صادرة من المركز الوطني للأرصاد والبيئة التابع لوزارة الدفاع والطيران بالمملكة العربية السعودية.

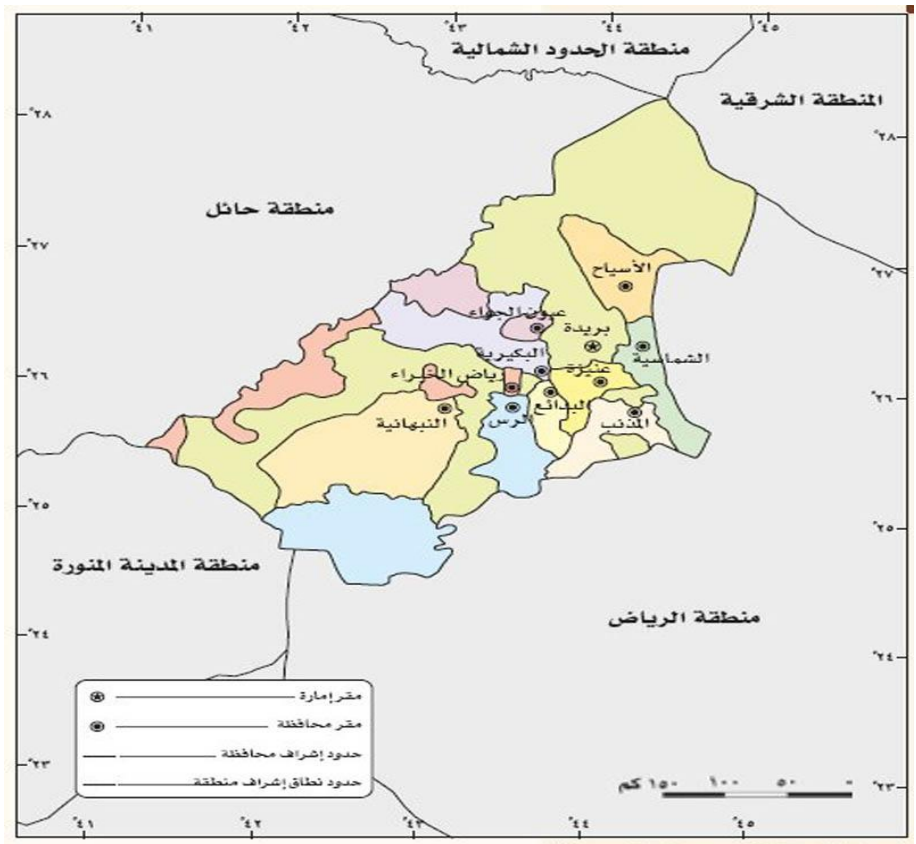
جدول (٢) : متوسط الهطول (مم) على منطقة حائل للفترة (١٩٩٤-٢٠٠٣م).

المؤشرات	الأشهر											
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المتوسط	١٣,٤	٥,١	٢٤,١	١٠,٦	٥	-	٠,٤	٠,٤	٠,١	٥,٣	٢٢,٤	١٤,٦
أكبر كمية	٢٧	٢٨,٧	٧٧,٣	٣٣,٤	١٧,٥	-	٤,٢	٣	٠,٤	١٩,١	٤٧,٨	٥٥,٢

المصدر: متوسطات مناخية لمحطة أرصاد حائل (١٩٩٤-٢٠٠٣م) صادرة من المركز الوطني للأرصاد والبيئة التابع لوزارة الدفاع والطيران بالمملكة العربية السعودية.

منطقة القصيم :

تقع منطقة القصيم في الوسط الشمالي من المملكة العربية السعودية، وتقع منطقة القصيم بين خطي طول ٥٠َ ٤١° و ٥٠َ ٤٤° شرقا ودائرتي عرض ٣٠َ ٢٤° و ١٥َ ٢٧° شمالا، وتبلغ مساحة منطقة القصيم ٧٣.٠٠٠ كم٢ وتمثل نحو ٣.٥% من إجمالي مساحة المملكة (Almisnid, 2005).



شكل (٤) : موقع منطقة القصيم وحدودها الجغرافية.

المصدر: هيئة المساحة العسكرية.

ويمكن تقسيم التكوينات الجيولوجية في منطقة القصيم إلى قسمين هما (الشريف، ١٩٩٩م):

١- إقليم الدرع العربي في النطاق الغربي، والذي يقع على امتداد الجزء الجنوبي الغربي من منطقة القصيم، ويتكون من الصخور النارية والمتحولة التي تعود إلى الزمن الأركي.
٢- إقليم الصخور الرسوبية ويمتد إلى الجهة الشرقية من منطقة القصيم، ويضم رسوبيات بحرية مثل رسوبيات الحجر الجيري والدولومايت والجبس ورسوبيات مثل الرسوبيات التي كونت طبقات الصخور الرملية، وتميل رسوبيات هذا الإقليم نحو الشرق على هيئة أقواس تبدأ بالصخور الرسوبية للزمن الأول وتنتهي بالصخور الرسوبية للزمن الرابع.

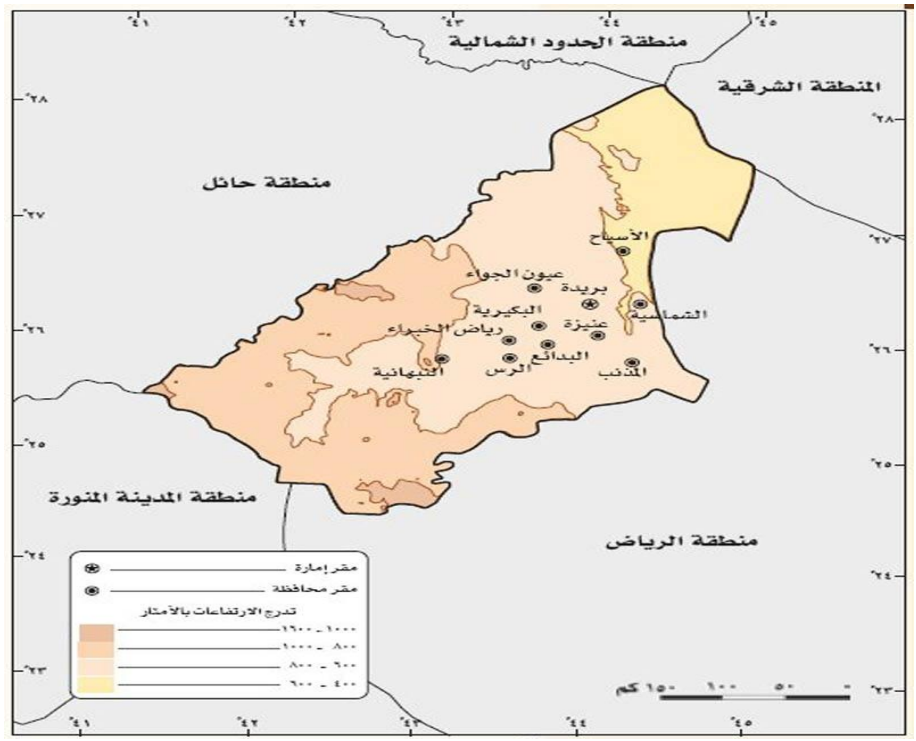
ومن أشهر ما يميز سطح منطقة القصيم جريان وادي الرمة بها والذي يعبر المنطقة من غربها إلى شرقها، والذي يعتبر مخزنا هائلا من المياه الجوفية والتي تعد مصدرا للآبار والواحات وللقرى الزراعية، وتقوم على ضفافه التجمعات العمرانية (المسلم، ١٤٠٨هـ)، ويعتبر مناخ منطقة القصيم هو جزء من مناخ وسط المملكة العربية السعودية والذي يتمثل في المناخ القاري الصحراوي والذي يتميز بالارتفاع والانخفاض في درجات الحرارة والذي ينتج عن عظم المدى الحراري (سقا، ١٩٩٥م)، حيث نجد أن شهري يوليو وأغسطس أشد شهور السنة حرارة وشهور الشتاء (ديسمبر – يناير – فبراير)، أقل شهور السنة حرارة، جدول (٣).

كما تتفاوت الرطوبة النسبية بمنطقة القصيم على مدار العام فتنخفض في شهور الصيف حيث تتراوح ما بين ١٤ و ١٧%، وترتفع هذه المعدلات في شهر ديسمبر ويناير وفبراير إذ تتراوح ما بين ٥٥ و ٥٦%، وتتساقط الأمطار على منطقة القصيم خلال فصلي الشتاء والربيع وبكميات متفاوتة إذ تزداد في الشمال وتقل كلما اتجهنا جنوبا، ويصل متوسط سقوط الأمطار السنوي على مدينة بريدة ١١٢.٥ ملم، وفي الرس ٨٥ ملم، وفي القوارة ٩٥ ملم، ويبلغ معدل الأيام المطيرة في السنة ٢٦ يوما، ويمتد موسم المطر من أكتوبر إلى مايو ويبلغ أقصاه في شهري مارس وأبريل (الشريف، ٢٠٠٩؛ سقا، ١٩٩٥).

جدول (٣) : المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (°م) والرطوبة النسبية (%) بمنطقة القصيم للفترة (١٩٩٥-٢٠١١ م).

العناصر المناخية	الأشهر												المعدل
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	
المتوسط الشهري للحرارة	١٣,١	١٥,٩	٢٠,٠	٢٥,٦	٣١,٣	٣٤,٧	٣٥,٧	٣٦,٠	٣٣,٠	٢٧,٣	١٩,٥	١٤,٨	٢٥,٦
أقصى درجة حرارة وسنة تسجيلها	٤٩	٤٨,٤	٤٨	٤٧,٥	٤٦	٤٣	٤٢	٣٩	٣٧	٣٤	٣٣	٣٢,٤	
	١٩٩٨	٢٠٠٢	٢٠٠٧	١٩٩٨	٢٠٠١	١٩٩٨	٢٠٠٧	٢٠١٠	٢٠٠٩	٢٠٠٢	٢٠٠٢	٢٠٠٦	
أدنى درجة حرارة وسنة تسجيلها	-٥	-٢	-٠,٦	١,٥	٣	٤,٧	٨,٥	١٠,٧	١٤	١٥,٦	٢٠	٢٠,٤	
	٢٠٠٨	٢٠٠٦	٢٠٠٨	٢٠١١	٢٠٠٢	٢٠٠٥	١٩٩٧	١٩٩٨	٢٠٠٥	٢٠٠٥	٢٠٠٨	١٩٩٧	
متوسط الرطوبة النسبية	٥٦	٤٣	٣٧	٣٣	٢٢	١٣	١٤	١٥	١٧	٢٤	٤٦	٥٥	٣١

المصدر: متوسطات مناخية لمحطة أرصاد القصيم (١٩٩٥-٢٠١١م)، صادرة من المركز الوطني للأرصاد والبيئة التابعة لوزارة الدفاع.



شكل (٥) : طبوغرافية منطقة القصيم.

المصدر: هيئة المساحة العسكرية.

منهجية الدراسة وأساليبها :

أعتمد هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي الوصفي التحليلي لدراسة تكرار حالات الصقيع في منطقة الدراسة، وذلك لوصف حالات الصقيع السائدة في منطقة الدراسة، ومعالجة البيانات والقياسات التي تم جمعها و بالتالي تحليلها وتصنيفها، وقد تم إتباع الإجراء التالي لإتمام الدراسة:

أولا – جمع المعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة كما يلي :

بيانات قياس عناصر الطقس اليومية لمنطقة حائل للفترة الزمنية من ١٩٨٥–٢٠١٣م، إذ اشتملت على القياسات اليومية لعناصر الطقس (درجة الحرارة الدنيا، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، وغيرها)، إذ تم الحصول على البيانات المناخية

الصادرة من الرئاسة العامة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة ومن محطة الرصد بشركة هادكو (المراعي) بمنطقة حائل.

ثانياً – الأساليب الإحصائية :

أعتمد هذه الدراسة على استخدام عدة أساليب إحصائية لتحليل البيانات المناخية المتوفرة في منطقة الدراسة كما يلي:

١. مقاييس النزعة المركزية والتشتت للمتغيرات (المتوسط الحسابي، التكرارات، الانحراف المعياري)، كدراسة عدد حالات الصقيع ومتوسطها الشهري والسنوي.
٢. معاملات الارتباط (Correlation) البسيطة "بيرسون" ومعادلة الانحدار الخطي.
٣. استخدام اختبار (T-test) عند وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات تكرار حالات الصقيع.
٤. استخدام أسلوب التوزيع الكمي (Cumulative Distribution)، لتحديد احتمال حدوث حالات صقيع خلال فترة الدراسة في منطقة الدراسة، من خلال استخدام المعادلة التالية (Oliver, 1973) :

$$F1 = \frac{m}{N+1}$$

حيث :

F = احتمالية حدوث القيم الأقل

M = موقع القيمة المحددة (قيمة العنصر) في البيانات المرتبة تنازليا .

N = عدد المتغيرات

وتأخذ F القيم التالية:

0.4–0.6 القيمة العادية للمتغير

0.3 القيمة الأقل من عادية

0.2 القيمة الأقل من العادية جدا

0.1 أقل من العادية متطرفة

0.7 القيمة الأكثر من العادية

0.8 أكثر من العادية جدا

0.9 أكثر من العادية متطرفة

ومثال على ذلك عندما تكون عدد حالات الصقيع 20 عند F = 0.2 فإنها تقرأ كما يلي: احتمال ٢٠% أن تكون عدد حالات الصقيع أقل من ٢٠ حالة، واحتمال ٨٠% تكون أكثر من ذلك.

٥. أسلوب التحليل العاملي (Factor Analysis)، والتحليل العنقودي التجميعي Cluster (Analysis)، بطريقة K.mean، لتصنيف حالات الصقيع المركبة في منطقتي الدراسة.

٦. استخدام طريقة السلاسل الزمنية لتحديد الاتجاه الزمني (Trend) لتكرار حالات الصقيع.

٧. تحديد بدء فترات الصقيع وتصنيفها بالاعتماد على درجة حرارة الهواء الدنيا والرطوبة النسبية (Linacre & Geerts, 1997 and Kelleher, 2001)، (القحطاني، ١٤٣٠هـ) كما يلي :

- صقيع أبيض أو ما يسمى بالصقيع الثقيل، الذي يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون +٢°م، وترتفع الرطوبة الجوية إلى أكثر من ٤٠%.
- الصقيع الأسود الذي يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد (0°C)، وتكون الرطوبة النسبية أقل من ٤٠%.
- الصقيع القاتل يحدث عندما تقل درجة الحرارة عن −٢°م، ويكون الهواء جافا وتنخفض فيه الرطوبة النسبية انخفاضا شديدا.

النتائج والمناقشة :

من خلال البيانات المناخية اليومية أعدت جداول تبين تكرار حالات الصقيع اليومية والشهرية والسنوية في حائل والقصيم خلال فترة الدراسة الممتدة من شهر نوفمبر ١٩٨٤م إلى شهر أبريل من ٢٠١٣م. والجدير بالذكر أن الفترة السنوية لحالات الصقيع في منطقة الدراسة حسبت وفقا للسنة الزراعية الممتدة ما بين شهر سبتمبر وأغسطس (المفكرة الزراعية، ٢٠١٢)، وتبين ما يلي:

التكرار السنوي لحالات الصقيع في حائل والقصيم :

تبين الجداول (٤) و (٥)، والأشكال (٦) و (٧)، تكرار حالات الصقيع خلال السنوات الزراعية في محطتي حائل والقصيم خلال فترة الدراسة، التي يلاحظ فيها تناسق إلى حد ما في الاتجاه السنوي لحدوث حالات الصقيع في المحطتين، وبالرغم من ذلك يلاحظ اختلاف كبير في تكرار حالات الصقيع، وكذلك اختلاف فترة حدوثها في المحطتين من سنة إلى أخرى، إذ يظهر بشكل عام أن تكرار حالات الصقيع في حائل يزيد كثيرا عن ما هو عليه في القصيم، فتراوحت بين ٥-١٠٠ حالة/سنة في حائل، بينما تراوحت في القصيم بين ٠ - ٣٤ حالة/سنة. وتبين الجداول السابقة والشكل (٨)، أن معدل حالات الصقيع في حائل ناهز ٢٩.٥ حالة/ سنة وبينما بلغ في القصيم ٨.٢ حالة/ سنة.

ويظهر من الجدول (٤)، والشكل (٦)، التباين الكبير في تكرار أيام الصقيع خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، في منطقة حائل، إذ سجل أعلى تكرار لأيام الصقيع خلال العام ١٩٨٩/١٩٩٠م، بواقع ١٠٠ حالة/ سنة، تلاه العام ١٩٨٨/١٩٨٩م، بواقع ٨٥ حالة/سنة، وسجل العام ١٩٩١/١٩٩٢م، ٧٠ حالة/سنة، بينما هبط معدل تكرار أيام الصقيع فلم يسجل سوى ٥ حالة/ سنة وذلك خلال العام ٢٠٠٩/٢٠١٠م، تلاها العام ٢٠١٢/٢٠١٣م، مسجلا ٨ حالة/سنة، بينما سجل العام ١٩٨٤/١٩٨٥م، ٩ يوم/سنة.

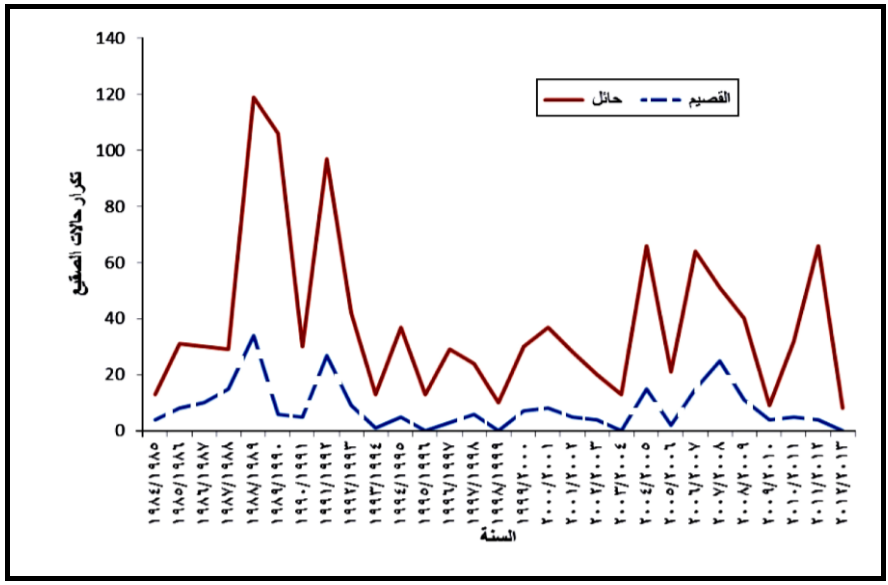
من خلال دراسة الجدول (٥)، والشكل (٧)، حول تكرار حالات الصقيع في منطقة القصيم خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، تبين من خلالها التباين والاختلاف في تكرار أيام الصقيع، إذ سجل العام ١٩٨٨-١٩٨٩م، أعلى تكرار لأيام الصقيع، إذ بلغت ٣٤ حالة/سنة، تلاها العام ١٩٩١-١٩٩٢م، بواقع ٢٧ حالة/سنة، والعام ٢٠٠٧-٢٠٠٨م بواقع ٢٥ يوم/سنة، والأعوام ١٩٨٧-١٩٨٨م و ٢٠٠٤-٢٠٠٥م و ٢٠٠٦-٢٠٠٧م بواقع ١٥ يوم/سنة، بينما هبط معدل تكرار الصقيع في العام ١٩٩٣-١٩٩٤م، إذ لم تسجل سوى يوم صقيع واحد فقط، وانعدمت ظاهرة الصقيع خلال الأعوام ١٩٩٥-١٩٩٦م، و١٩٩٨-١٩٩٩، و٢٠٠٣/٢٠٠٤ و ٢٠١٢-٢٠١٣م.

جدول (٤) : التكرار السنوي والشهري لحدوث الصقيع في منطقة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

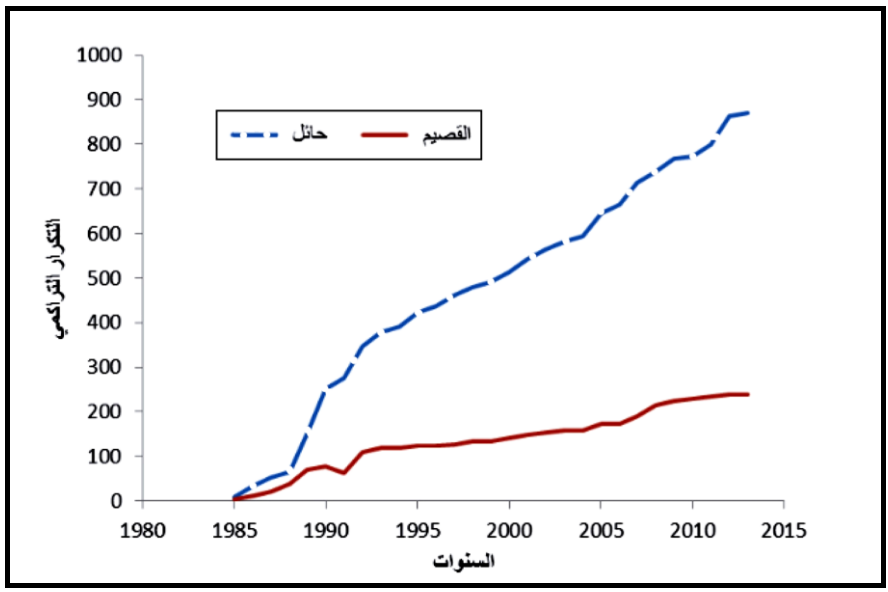
السنة	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	المجموع
١٩٨٤/١٩٨٥	٠	٠	٣	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩
١٩٨٥/١٩٨٦	٠	٦	١٢	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٣
١٩٨٦/١٩٨٧	٠	١	١٧	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٠
١٩٨٧/١٩٨٨	٠	٣	٨	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤
١٩٨٨/١٩٨٩	٧	١٥	٣١	٢٣	٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨٥
١٩٨٩/١٩٩٠	٠	٢٥	٣٠	٢٦	١٨	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٠٠
١٩٩٠/١٩٩١	٠	٥	١١	٧	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٥
١٩٩١/١٩٩٢	٠	١١	٢٦	٢٣	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧٠
١٩٩٢/١٩٩٣	١	٦	١٤	١٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٣
١٩٩٣/١٩٩٤	١	٣	٤	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢
١٩٩٤/١٩٩٥	٠	١١	١٢	٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٢
١٩٩٥/١٩٩٦	١	٤	٦	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٣
١٩٩٦/١٩٩٧	٢	٠	٧	١٥	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٦
١٩٩٧/١٩٩٨	٠	٢	١٠	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٨
١٩٩٨/١٩٩٩	٠	١	٦	٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٠
١٩٩٩/٢٠٠٠	٢	٧	٩	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٣
٢٠٠٠/٢٠٠١	٠	٦	١٣	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٩
٢٠٠١/٢٠٠٢	٣	٠	١٣	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٣
٢٠٠٢/٢٠٠٣	٠	٥	٦	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٦
٢٠٠٣/٢٠٠٤	٠	٣	٣	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٣
٢٠٠٤/٢٠٠٥	٤	٢٠	١٧	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥١
٢٠٠٥/٢٠٠٦	٠	٤	١٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٩
٢٠٠٦/٢٠٠٧	٤	٢١	١٩	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤٩
٢٠٠٧/٢٠٠٨	٠	٧	١٠	٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٦
٢٠٠٨/٢٠٠٩	٠	٧	٢٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٩
٢٠٠٩/٢٠١٠	٠	٠	١	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
٢٠١٠/٢٠١١	٠	١١	٩	٦	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٧
٢٠١١/٢٠١٢	١٠	١٨	٢٠	٩	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦٢
٢٠١٢/٢٠١٣	٠	١	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨
المجموع	٣٥	٢٠٣	٣٥٦	٢٢٤	٥٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨٧٠

جدول (٥) : التكرار السنوي والشهري لحدوث الصقيع في منطقة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

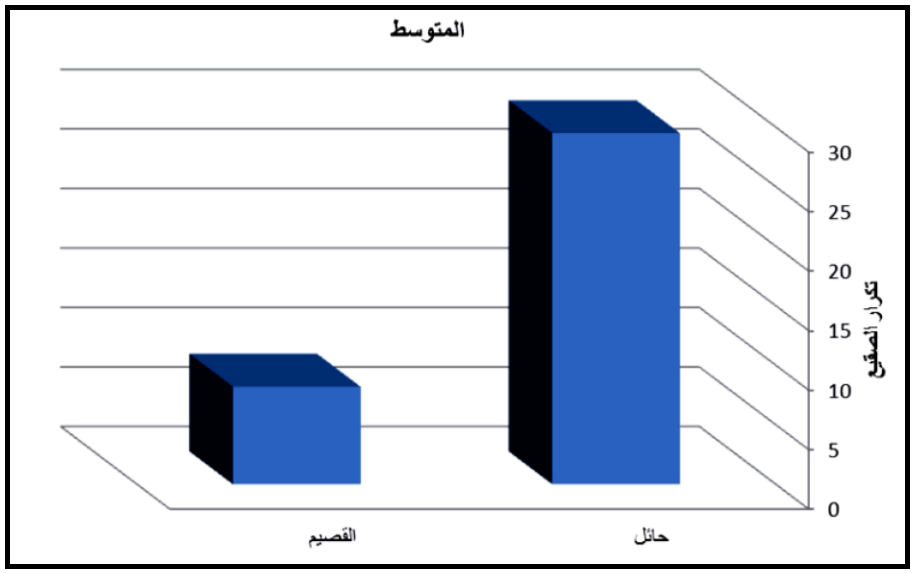
السنة	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	المجموع
١٩٨٤/١٩٨٥	٠	٠	٠	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤
١٩٨٥/١٩٨٦	٠	٤	٣	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨
١٩٨٦/١٩٨٧	٠	٤	٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٠
١٩٨٧/١٩٨٨	٠	٤	٨	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٥
١٩٨٨/١٩٨٩	١	٢	١٩	١٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٤
١٩٨٩/١٩٩٠	٠	٣	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦
١٩٩٠/١٩٩١	٠	٢	٢	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
١٩٩١/١٩٩٢	٠	٣	١٧	٦	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٧
١٩٩٢/١٩٩٣	٠	١	٦	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩
١٩٩٣/١٩٩٤	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١
١٩٩٤/١٩٩٥	٠	٤	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
١٩٩٥/١٩٩٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٩٩٦/١٩٩٧	٠	٠	١	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣
١٩٩٧/١٩٩٨	٠	٠	٥	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦
١٩٩٨/١٩٩٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٩٩٩/٢٠٠٠	٠	٢	٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧
٢٠٠٠/٢٠٠١	٠	٠	٧	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨
٢٠٠١/٢٠٠٢	٠	٠	٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
٢٠٠٢/٢٠٠٣	٠	١	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤
٢٠٠٣/٢٠٠٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢٠٠٤/٢٠٠٥	٠	٨	٦	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٥
٢٠٠٥/٢٠٠٦	٠	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢
٢٠٠٦/٢٠٠٧	٠	٧	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٥
٢٠٠٧/٢٠٠٨	٠	٤	١١	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٥
٢٠٠٨/٢٠٠٩	٠	٤	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١١
٢٠٠٩/٢٠١٠	٠	٠	٠	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤
٢٠١٠/٢٠١١	٠	٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥
٢٠١١/٢٠١٢	١	١	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤
٢٠١٢/٢٠١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
المجموع	٢	٥٧	١٢٣	٥١	٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٣٨



شكل (٦) : التكرار السنوي لحالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٧) : مقارنة بين التكرار السنوي التراكمي لحالات الصقيع في محطتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٨) : المتوسط السنوي لتكرار حالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

مقارنة إحصائية لتكرار حالات الصقيع السنوية في محطتي حائل والقصيم :

عند فرز البيانات وتدقيقها في عام ١٩٨٩/١٩٩٠م، سجلت في محطة حائل ١٠٠ حالة/سنة وكانت هذه السنة من أقسى وأشد السنوات التي حدث فيها الصقيع، تكبد المزارعون فيها خسائر كبيرة نتيجة لدمار المحاصيل الزراعية المختلفة، بينما من المفارقة أنه لم يسجل في محطة القصيم سوى ٦ حالات صقيع.

ومن خلال البيانات في السنوات كلها لوحظ كما ذكر سابقا وجود، تناسق في حالات الصقيع بين المحطتين، وظهرت قيمة السنة المذكورة في محطة القصيم متطرفة جدا، ولذلك أجرت عملية إحصائية لتصحيح قيمة حالات الصقيع في السنة المذكورة في محطة القصيم بطريقة عملية الارتباط وتبين أنه من المفترض أن تكون قيمتها ٣٢ حالة فقط، ولذلك كان من المناسب عدم إدخالها في عمليات التحليل الإحصائية المقارنة.

وعند أجراء اختبار T للفرق معدل حالات الصقيع السنوية بين محطتي حائل والقصيم تبين أن الفرق بينهما جوهري وذات أهمية إحصائية (Sig. = 0.0001).

كما أجريت عملية ارتباط إحصائية بين تكرار حالات الصقيع السنوي في المحطتين وتبين وجود علاقة ارتباط قوية موجبة معامل ارتباطها (r = 0.748)، ومعامل تفسيرها (r^2 = 0.559)، وخطؤها المعياري (13.337)، وذات أهمية إحصائية قوية (Sig. = 0.0001)، وتتمثل بعلاقة الانحدار التالية:

$$Y = - 0.613 + 0.324\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع في حائل

x = حالات الصقيع في القصيم

وباستخدام معادلة الانحدار المذكورة يمكن تقدير حالات الصقيع في حائل من حالات الصقيع في القصيم.

وفي حال تقدير حالات الصقيع في القصيم من حالاته في حائل تم اشتقاق علاقة الانحدار التالية لتستخدم لهذا الغرض:

$$Y = 12.657 + 1.737\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع في القصيم

x = حالات الصقيع في حائل

لا شك في أن ازدياد حالات الصقيع في حائل عما هي عليه في القصيم يعود أساسا إلى أن موقع حائل في الشمال من المملكة العربية السعودية، وإلى الشمال من القصيم، جعلها أكثر عرضة للكتل الهوائية الباردة، الزاحفة من الأطراف الجنوبية للمرتفع الجوي السيبيري (الأوراسي) خلال فصل الشتاء وأوائل فصل الربيع، ويظهر ذلك بوضوح خلال عام ١٩٨٩/١٩٩٠م إذ حدثت نحو ١٠٠ حالة صقيع في حائل بينما لم تزد حالات الصقيع في القصيم عن ٦ حالات. بالإضافة لذلك فإن حائل أكثر ارتفاعا (٦٠٠–١٣٥٠م) من القصيم (٦٠٠–٧٥٠م)، هذه الأمور كلها تجعل حالات الصقيع في حائل أكثر تكرارا وشدة وضررا عن ما هي في القصيم، فقد تدنت درجة الحرارة فيها في بعض الحالات إلى نحو –٩°م خلال شهر يناير من عام ١٩٨٩م، بينما لم تقل درجة الحرارة في القصيم عن –٥°م خلال شهر يناير من العام ٢٠٠٨م.

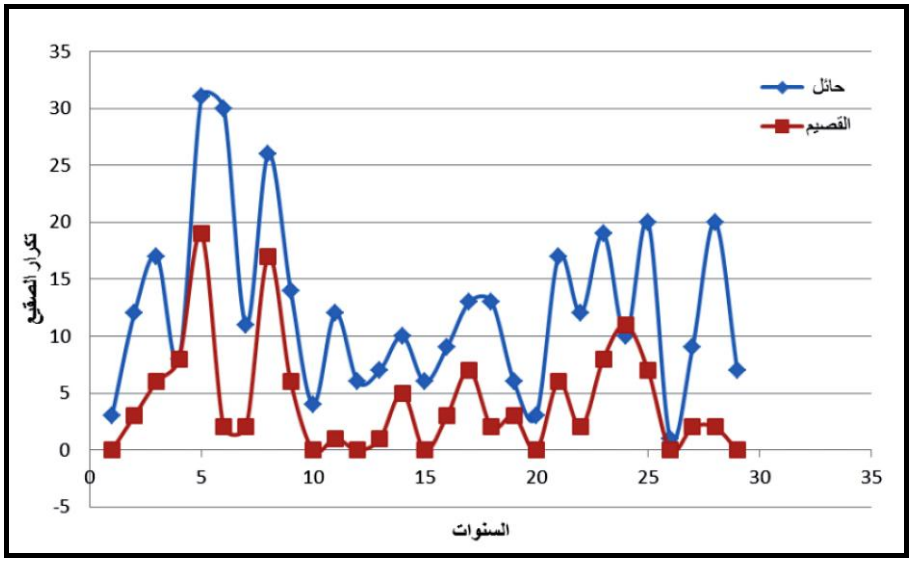
مقارنة التكرار الشهري لحالات الصقيع في حائل والقصيم :

أحصيت حالات الصقيع الشهرية في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، وتم جدولة هذه البيانات كما في الجداول (٦)، وتبين من خلاله أن تكرار حالات الصقيع حدثت خلال ستة أشهر في محطة حائل امتدت ما بين شهر نوفمبر – شهر أبريل، بينما امتدت فترة الصقيع خمسة أشهر في محطة القصيم، امتدت من شهر نوفمبر – شهر مارس، وقد تم دراسة تكرار حالات الصقيع الشهرية كما يلي :

أ- شهر يناير :

يلاحظ من دراسة الجداول (٦) و (٧)، والشكل (٩)، أن تكرار أيام الصقيع لشهر يناير في منطقة حائل بلغت ٣٥٦ حالة صقيع وذلك خلال فترة الدراسة، وهي الأعلى إذ تراوحت ما بين ١-٣١ حالة صقيع، وبلغ متوسط تكرارها ١٢.٣ حالة صقيع، وبنسبة بلغت ٤٠.٩%، وقد بلغت حالات تكرار الصقيع ذروتها في العام ١٩٨٨-١٩٨٩م، إذ بلغت ٣١حالة صقيع، تلاها العام١٩٨٩-١٩٩٠م، مسجلا ٣٠ حالة صقيع، وهبطت حدة تكرارية الصقيع خلال العام ٢٠٠٩-٢٠١٠م، إذ سجلت حالة صقيع واحدة فقط، وفي منطقة القصيم، يظهر الجدول (٦) والشكل (٩)، إن شهر يناير هو أكثر الأشهر في منطقة القصيم تسجيلا لحالات الصقيع خلال فترة الدراسة، بواقع ١٢٣ حالة صقيع، تراوحت ما بين ٠ - ١٩ حالة صقيع، سجل أعلاها في عام ١٩٨٨-١٩٨٩م، بواقع ١٩ حالة صقيع، بينما سجل العام ١٩٩٤-١٩٩٥م، والعام ١٩٩٦-١٩٩٧م، أقل حالات الصقيع، إذ سجلا حالة صقيع واحدة، وقد بلغ متوسط شهر يناير ٤.٢ حالة صقيع، وبنسبة ٥١.٧%، وقد تبين وجود تناسق إلى حد ما بين شهري يناير في محطتي حائل والقصيم في الاتجاه الزمني لحدوث تكرار الصقيع.

ومن خلال التحليل الإحصائي يظهر لنا اختبار T وجود فروق جوهرية بين محطتي حائل والقصيم، في شهر يناير، إذ بلغ فرق المتوسط بينهما (8.035)، وذات أهمية إحصائية قوية بلغت (Sig. = 0.0001).



شكل (٩) : التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م

كما أجريت عملية ارتباط إحصائية بين تكرار حالات الصقيع لشهر يناير في المحطتين وتبين وجود علاقة ارتباط قوية موجبة بلغ معامل ارتباطها ($r = 0.674$)، ومعامل تفسيرها ($r^2 = 0.454$)، وخطؤها المعياري (5.79)، وذات أهمية إحصائية قوية ($Sig. = 0.0001$)، وتتمثل بعلاقة الانحدار الثانية:

$$Y = -0.98 + 0.425\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر يناير في حائل

x = حالات الصقيع لشهر يناير في القصيم

وباستخدام معادلة الانحدار المذكورة يمكن تقدير حالات الصقيع لشهر يناير في حائل من حالات الصقيع لشهر يناير في القصيم.

وفي حال تقدير حالات الصقيع لشهر يناير في القصيم من حالاته في حائل تم اشتقاق علاقة الانحدار التالية لتستخدم لهذا الغرض:

$$Y = 7.75 + 1.07\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر يناير في القصيم

x = حالات الصقيع لشهر يناير في حائل

ب – شهر فبراير :

يتضح من دراسة الجداول (٦) و (٧) والشكل (١٠)، أن تكرار حالات الصقيع في محطة حائل لشهر فبراير بلغت ٢٢٤ حالة صقيع، تراوحت ما بين ٢–٢٦ حالة صقيع، وقد سجل أعلى تكرار لحالات الصقيع بها في العام ١٩٨٩–١٩٩٠م، بواقع ٢٦ حالة صقيع، بينما تدنى تكرار حالات الصقيع في الأعوام ١٩٨٦–١٩٨٧م، و ١٩٩٥–١٩٩٦م، و ٢٠٠٨–٢٠٠٩م، إذ لم تسجل سوى حالتي صقيع فقط، وقد بلغ متوسط تكرار الصقيع لشهر فبراير في محطة حائل ٧.٧ حالة صقيع وبنسبة بلغت ٢٥.٨%، وفي محطة القصيم يتضح أن تكرار الصقيع لشهر فبراير بلغ ٥١ حالة صقيع، بمعدل ١.٨ يوم وبنسبة ٢٤%، تراوحت ما بين ٠–١٢ حالة صقيع، إذ بلغ أعلى تكرار خلال العام ١٩٨٨–١٩٨٩م، بمقدار ١٢ حالة صقيع، بينما هبط تكرار حالات الصقيع خلال الأعوام ١٩٨٤–١٩٨٥م، و ١٩٨٥–١٩٨٦م، و ١٩٨٩–١٩٩٠م، و ١٩٩٣–١٩٩٤م، و ١٩٩٧–١٩٩٨م، و ٢٠٠٠–٢٠٠١م، و ٢٠٠٤–٢٠٠٥م، بواقع حالة صقيع واحدة فقط. وقد لوحظ أن التناسق في الاتجاه الزمني لحدوث تكرار الصقيع متباين بين شهري فبراير في محطتي حائل والقصيم.

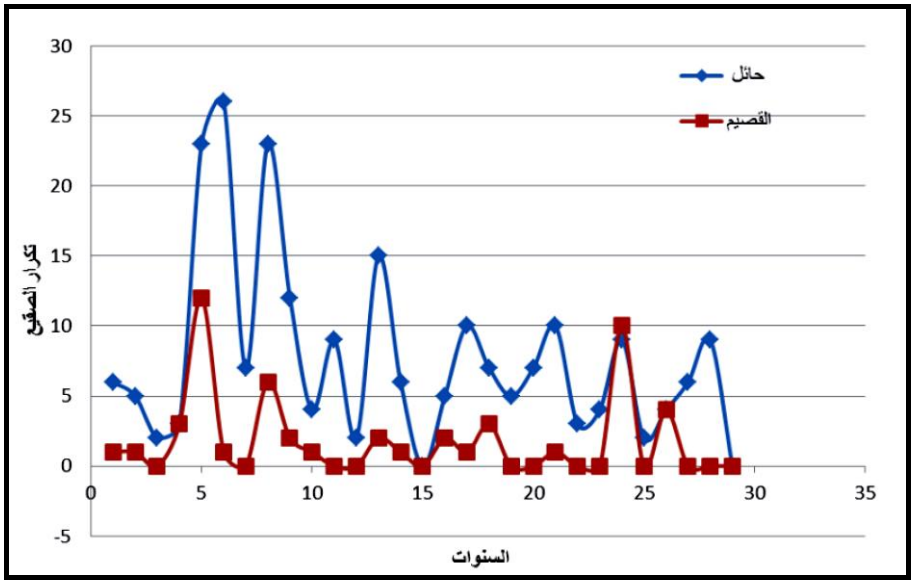
ومن خلال إجراء الاختبارات الإحصائية، يظهر لنا اختبار T وجود فروق جوهرية في شهر فبراير بين محطتي حائل والقصيم، إذ بلغ فرق المتوسط بينهما (5.966)، وذات أهمية إحصائية قوية بلغت (Sig. = 0.0001).

كما أجريت عملية ارتباط إحصائية بين تكرار حالات الصقيع لشهر فبراير في المحطتين وتبين وجود علاقة ارتباط متوسطة موجبة بلغ معامل ارتباطها (r=0.526)، ومعامل تفسيرها (r^2 = 0.277)، وخطؤها المعياري (5.7255)، وذات أهمية إحصائية بلغت (Sig. = 0.0003)، وتتمثل بعلاقة الانحدار التالية:

$$Y = -0.053 + 0.235\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر فبراير في حائل

x = حالات الصقيع لشهر فبراير في القصيم



شكل (١٠) : التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

وباستخدام معادلة الانحدار المذكورة يمكن تقدير حالات الصقيع لشهر فبراير في حائل من حالات الصقيع لشهر فبراير في القصيم.

وفي حال تقدير حالات الصقيع لشهر فبراير في القصيم من حالاته في حائل تم اشتقاق علاقة الانحدار التالية لتستخدم لهذا الغرض:

$$Y = 5.65 + 1.18\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر فبراير في القصيم

x = حالات الصقيع لشهر فبراير في حائل

ج- شهر مارس :

يتضح من الجدول (٦) و (٧)، أن تكرار حالات الصقيع في شهر مارس في محطة حائل خلال فترة الدراسة، تراوحت ما بين ٠-١٨ حالة صقيع، تمثلت في تسعة أعوام، بينما خلت الأعوام الباقية من الصقيع، وقد بلغت أعلى معدلات تكرار الصقيع

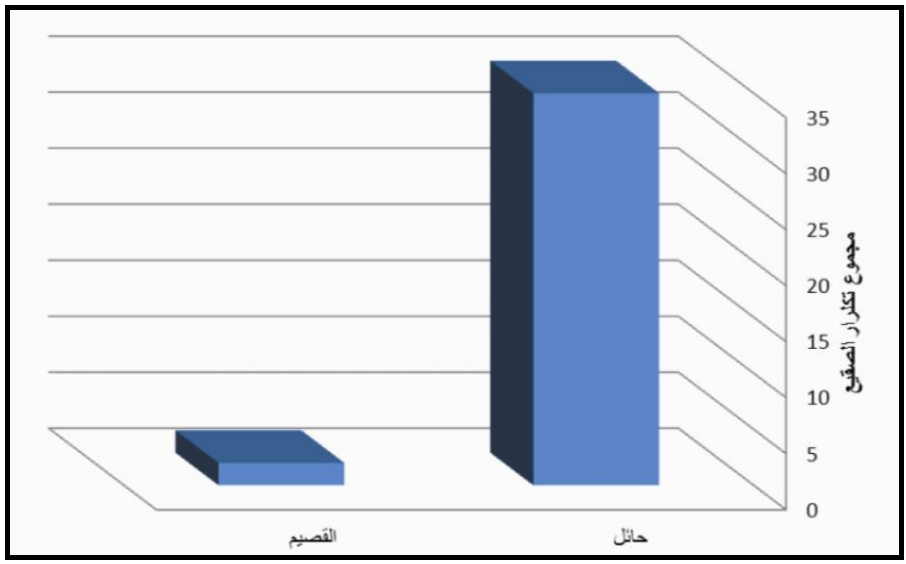
في العام ١٩٨٩-١٩٩٠م، بواقع ١٨حالة صقيع، وهبطت نسبة تكرار الصقيع في الأعوام ٢٠٠٦-٢٠٠٧م، و ٢٠١٠-٢٠١١م، مسجلة حالة صقيع واحدة فقط، وبلغ تكرار الصقيع لشهر مارس ٥٠ حالة صقيع، بمتوسط بلغ ١.٧ حالة صقيع، وبنسبة بلغت ٥.٨%، بينما في محطة القصيم سجل شهر مارس خمس حالات صقيع خلال فترة الدراسة، وذلك خلال العام ١٩٨٤-١٩٨٥م بواقع ثلاث حالات صقيع، وحالة صقيع واحدة خلال العام ١٩٩٠-١٩٩١م، والعام ١٩٩١-١٩٩٢م، بمعدل بلغ ٠.٢ يوم، وبنسبة ٢.١%، وبالرغم من قلة تكرار حالات الصقيع في شهر مارس إلا أنها تعد أخطر حالات الصقيع كونها تحدث عند بداية تفتح البراعم والأزهار، مما يتسبب في كوارث جسيمة للمزارعين ويلحق أضرار وخسائر اقتصادية بالمحاصيل.

د- شهر أبريل :

من دراسة الجدول (٦)، نجد أن تكرار حالات الصقيع في شهر أبريل في محطة حائل خلال فترة الدراسة، تمثلت في حالتي صقيع، حدثت في العام ١٩٨٨-١٩٨٩م، والعام ١٩٨٩-١٩٩٠م، وهذه الحالة حدثت في وقت آمن بالنسبة للمزارعين مما يتسبب في أضرار مفاجئة لهم، ويتسبب في إلحاق التلف بالمحاصيل الزراعية، ويؤدي الى خسائر فادحة، وذلك لعدم الاحتياط واستخدام وسائل الحماية من الصقيع، بينما خلت محطة القصيم من الصقيع خلال شهر أبريل.

هـ- شهر نوفمبر :

أتضح من دراسة الجداول (٦) و (٧) والشكل (١١)، أن شهر نوفمبر في محطة حائل سجلت به حالات تكرار الصقيع ٣٥ حالة صقيع، تراوحت ما بين ٠-١٠ حالات صقيع، سجل عام ٢٠١١-٢٠١٢م، أعلى حالات التكرار بواقع ١٠ حالات صقيع، بينما هبط معدل تكرار الصقيع لشهر نوفمبر خلال الأعوام ١٩٩٢-١٩٩٣م، و ١٩٩٣-١٩٩٤م، ١٩٩٥-١٩٩٦م، إلى حالة صقيع واحده فقط، وقد بلغ متوسط هذا الشهر١.٢حالة وبنسبة بلغت ٤%، بينما شهر نوفمبر في محطة القصيم وخلال فترة الدراسة، لم يسجل سوى حالتي صقيع في العام ١٩٨٨-١٩٨٩م، والعام ٢٠١١-٢٠١٢م، وخلت باقي سنوات الدراسة من حالات الصقيع، وبلغ المتوسط لهذا الشهر ٠.١ حالة، وبنسبة ٠.٨%، ويتبن من الرسم البياني التباين الكبير في الاتجاه الزمني للصقيع في محطتي الدراسة خلال شهر نوفمبر.



شكل (١١) : مجموع حالات الصقيع لشهر نوفمبر في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

من خلال التحليل الإحصائي لشهر نوفمبر، يظهر لنا اختبار T وجود فروق جوهرية بين محطتي حائل والقصيم في شهر نوفمبر، إذ بلغ فرق المتوسط بينهما (1.138)، وذات أهمية إحصائية (Sig. = 0.009).

كما أجريت عملية ارتباط إحصائية بين تكرار حالات الصقيع لشهر نوفمبر في المحطتين وتبين وجود علاقة ارتباط قوية موجبة بلغ معامل ارتباطها (r = 0.848)، ومعامل تفسيرها (r^2= 0.720)، وخطؤها المعياري (1.2838)، وذات أهمية إحصائية قوية (Sig. = 0.0001)، وتتمثل بعلاقة الانحدار التالية:

$$Y = 0.532 + 0.250\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في حائل

x = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في القصيم

وباستخدام معادلة الانحدار المذكورة يمكن تقدير حالات الصقيع لشهر نوفمبر في حائل من حالات الصقيع لشهر نوفمبر في القصيم.

وفي حال تقدير حالات الصقيع لشهر نوفمبر في القصيم من حالاته في حائل تم اشتقاق علاقة الانحدار التالية لتستخدم لهذا الغرض:

$$Y = 3.15 + 1.96\ X$$

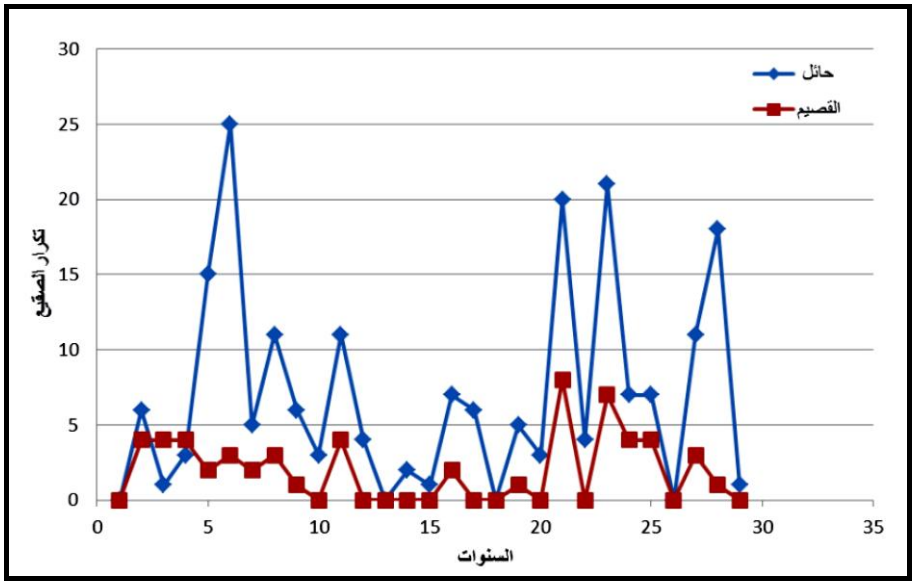
هنا: y = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في القصيم

x = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في حائل

و- شهر ديسمبر :

في شهر ديسمبر توضح الجداول(٦) و(٧) والشكل (١٢)، أن تكرار حالات الصقيع بلغت لهذا الشهر في محطة حائل خلال فترة الدراسة، ٢٠٣ حالة صقيع، تراوحت ما بين ٠-٢٥ حالة صقيع، وبمتوسط ٧ حالات صقيع، وبنسبة بلغت ٢٣%، وسجل العام ١٩٨٩-١٩٩٠م أكثر حالات الصقيع بواقع ٢٥ حالة صقيع، بينما انخفضت وتيرة الصقيع خلال الأعوام ١٩٨٦-١٩٨٧م، و ١٩٩٨-١٩٩٩م، و ٢٠١٢-٢٠١٣م، فبلغ تكرار حالات الصقيع حالة صقيع واحدة، وفي محطة القصيم تبين أن تكرار حالات الصقيع في شهر ديسمبر خلال فترة الدراسة بلغت ٥٧ حالة صقيع، تراوحت ما بين ٠-٨ حالات صقيع، ففي العام ٢٠٠٤-٢٠٠٥م، سجلت أعلى حالات الصقيع إذ بلغت ٨حالات صقيع، وهبط معدل تكرار الصقيع إلى حالة صقيع واحدة خلال الأعوام ١٩٩٢-١٩٩٣م، و ٢٠٠٢-٢٠٠٣م، و ٢٠١١-٢٠١٢م، وبلغ معدل تكرار شهر ديسمبر ٢ حالة، وبنسبة ٢٤%.

ومن خلال التحليل الإحصائي، بين اختبار T عدم وجود فروق جوهرية بين محطتي حائل والقصيم في شهر ديسمبر، إذ بلغ المتوسط بينهما (5.03448)، وبلغ الخطأ المعياري للمتوسطات (1.06614)، وذات أهمية إحصائية قوية بلغت (Sig. = 0.000).



شكل (١٢) : التكرار الشهري لحالات الصقيع لشهر ديسمبر في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

كما أجريت عملية ارتباط إحصائية بين تكرار حالات الصقيع لشهر ديسمبر في المحطتين وتبين وجود علاقة ارتباط متوسطة موجبة بلغ معامل ارتباطها (r=0.633)، ومعامل تفسيرها (r^2 = 0.401)، وخطؤها المعياري (5.428)، وذات أهمية إحصائية قوية بلغت (Sig. = 0.0001)، وتتمثل بعلاقة الانحدار الثانية:

$$Y = -0.042 + 0.092\ X$$

هنا: y = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في حائل

x = حالات الصقيع لشهر نوفمبر في القصيم

وباستخدام معادلة الانحدار المذكورة يمكن تقدير حالات الصقيع لشهر ديسمبر في حائل من حالات الصقيع لشهر ديسمبر في القصيم.

وفي حال تقدير حالات الصقيع لشهر ديسمبر في القصيم من حالاته في حائل تم اشتقاق علاقة الانحدار التالية لتستخدم لهذا الغرض:

$$Y = 0.667 + 7.82\ X$$

جدول (٦) : تكرار حالات الصقيع الشهرية في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

السنة	منطقة حائل						منطقة القصيم				
	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
١٩٨٤/١٩٨٥	٠	٠	٣	٦	٠	٠	٠	٠	٠	١	٣
١٩٨٥/١٩٨٦	٠	٦	١٢	٥	٠	٠	٠	٤	٣	١	٠
١٩٨٦/١٩٨٧	٠	١	١٧	٢	٠	٠	٠	٤	٦	٠	٠
١٩٨٧/١٩٨٨	٠	٣	٨	٣	٠	٠	٠	٤	٨	٣	٠
١٩٨٨/١٩٨٩	٧	١٥	٣١	٢٣	٨	١	١	٢	١٩	١٢	٠
١٩٨٩/١٩٩٠	٠	٢٥	٣٠	٢٦	١٨	١	٠	٣	٢	١	٠
١٩٩٠/١٩٩١	٠	٥	١١	٧	٢	٠	٠	٢	٢	٠	١
١٩٩١/١٩٩٢	٠	١١	٢٦	٢٣	١٠	٠	٠	٣	١٧	٦	١
١٩٩٢/١٩٩٣	١	٦	١٤	١٢	٠	٠	٠	١	٦	٢	٠
١٩٩٣/١٩٩٤	١	٣	٤	٤	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠
١٩٩٤/١٩٩٥	٠	١١	١٢	٩	٠	٠	٠	٤	١	٠	٠
١٩٩٥/١٩٩٦	١	٤	٦	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٩٩٦/١٩٩٧	٢	٠	٧	١٥	٢	٠	٠	٠	١	٢	٠
١٩٩٧/١٩٩٨	٠	٢	١٠	٦	٠	٠	٠	٠	٥	١	٠
١٩٩٨/١٩٩٩	٠	١	٦	٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٩٩٩/٢٠٠٠	٢	٧	٩	٥	٠	٠	٠	٢	٣	٢	٠
٢٠٠٠/٢٠٠١	٠	٦	١٣	١٠	٠	٠	٠	٠	٧	١	٠
٢٠٠١/٢٠٠٢	٣	٠	١٣	٧	٠	٠	٠	٠	٢	٣	٠
٢٠٠٢/٢٠٠٣	٠	٥	٦	٥	٠	٠	٠	١	٣	٠	٠
٢٠٠٣/٢٠٠٤	٠	٣	٣	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢٠٠٤/٢٠٠٥	٤	٢٠	١٧	١٠	٠	٠	٠	٨	٦	١	٠
٢٠٠٥/٢٠٠٦	٠	٤	١٢	٣	٠	٠	٠	٠	٢	٠	٠
٢٠٠٦/٢٠٠٧	٤	٢١	١٩	٤	١	٠	٠	٧	٨	٠	٠
٢٠٠٧/٢٠٠٨	٠	٧	١٠	٩	٠	٠	٠	٤	١١	١٠	٠
٢٠٠٨/٢٠٠٩	٠	٧	٢٠	٢	٠	٠	٠	٤	٧	٠	٠
٢٠٠٩/٢٠١٠	٠	٠	١	٤	٠	٠	٠	٠	٠	٤	٠
٢٠١٠/٢٠١١	٠	١١	٩	٦	١	٠	٠	٣	٢	٠	٠
٢٠١١/٢٠١٢	١٠	١٨	٢٠	٩	٥	٠	١	١	٢	٠	٠
٢٠١٢/٢٠١٣	٠	١	٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
المجموع	**٣٥**	**٢٠٣**	**٣٥٦**	**٢٢٤**	**٥٠**	**٢**	**٢**	**٥٧**	**١٢٣**	**٥١**	**٥**
المعدل	**١.٢**	**٧**	**١٢.٣**	**٧.٢**	**١.٧**	**٠.١**	**٠.١**	**٢**	**٤.٢**	**١.٨**	**٠.٢**

جدول (٧) : المتوسط والنسبة المئوية لتكرار حالات الصقيع في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

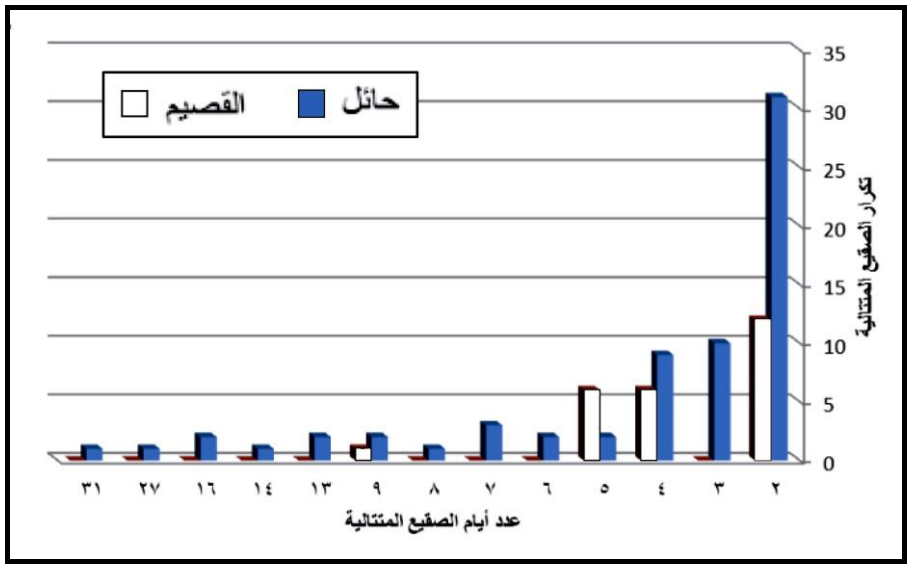
الشهر	المتوسط		النسبة المئوية (%)	
	حائل	القصيم	حائل	القصيم
نوفمبر	١.٢	٠.١	٤	٠.٨
ديسمبر	٧	٢	٢٣.٣	٢٤
يناير	١٢.٣	٤.٢	٤٠.٩	٥١.٧
فبراير	٧.٢	١.٨	٢٥.٨	٢١.٤
مارس	١.٧	٠.٢	٥.٨	٢.١
إبريل	٠.٠٧	٠	٠.٢	٠

دراسة تكرار حالات الصقيع المتتالية :

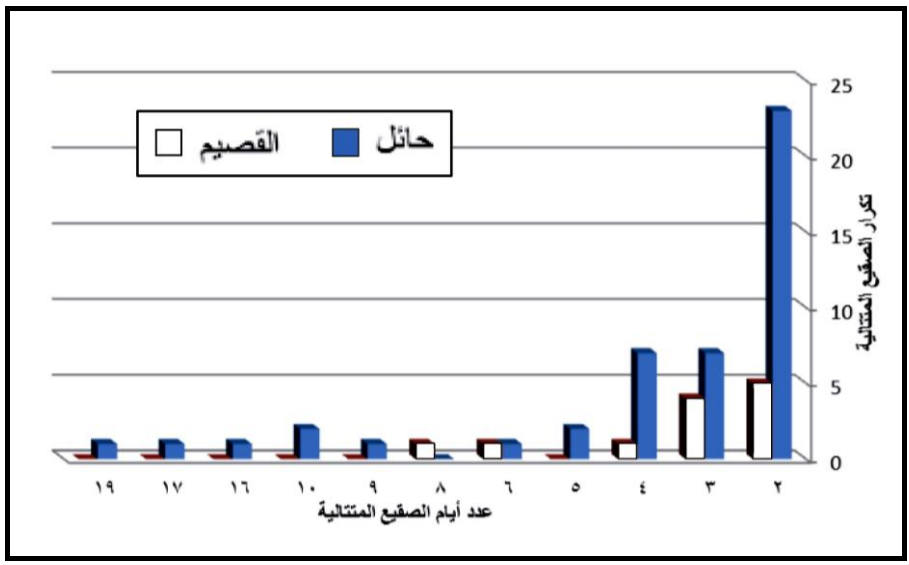
تم فرز وجدولة حالات الصقيع المتتالية لمنطقة الدراسة لكل شهر على حدة، كما هو موضح في الجدول (٨)، التي توضح عدد فترات الصقيع المتتالية وتاريخ حدوثها في محطتي حائل والقصيم لشهور الصقيع المسجلة.

وتبين من خلال دراسة الجدول (٨)، والشكل (١٣)، أن تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر يناير التي سجلت يومين كان أعلاها في محطة حائل بواقع ٣١ حالة، وأقلها في محطة القصيم بواقع حالة واحدة فقط، وقد سجلت محطة حائل خلال شهر يناير أطول فترة صقيع متتالية بلغت ٣١ حالة، وذلك خلال العام ١٩٨٩م، التي استمرت من تاريخ ١-١/٣١، وتراوحت فترة الصقيع المتتالية في محطة حائل ما بين ٢-٣١ أيام، بينما في محطة القصيم تراوحت فترة الصقيع المتتالية ما بين ٢-٩ أيام، وخلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، كانت أطول فترة صقيع المتتالية في محطة القصيم لشهر يناير ٩ حالات في العام ١٩٩٢م، إذ امتدت من ٣-١١/١/١٩٩٢م.

كما يوضح الجداول (٨)، والشكل (١٤)، تكرار حالات الصقيع المتتالية في منطقة الدراسة لشهر فبراير خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، إذ يتضح أن أعلى تكرار لحالات الصقيع المتتالية، التي سجلت يومين في محطة حائل بلغت ٢٣حالة، بينما بلغت في محطة القصيم ٥ حالات، وتراوحت فترة الحدوث في محطة حائل ما بين ٢-١٩ يوما، وامتدت في محطة القصيم ما بين ٢-٨ أيام صقيع متتالية.



شكل (١٣) : تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر يناير في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



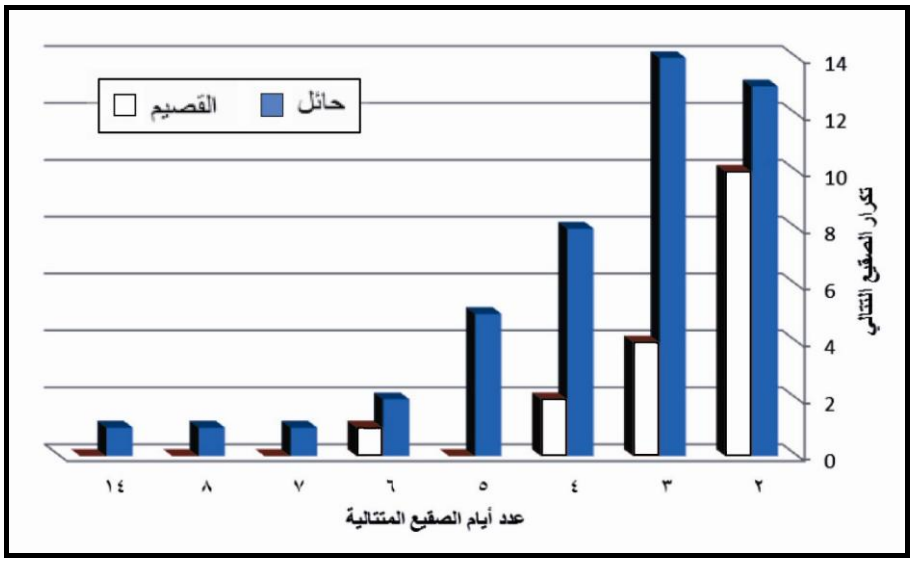
شكل (١٤) : تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر فبراير في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

جدول (٨) : تكرار حالات الصقيع المتتالية الشهرية لمحطتي حائل والقصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

الشهر	المحطة	عدد أيام الصقيع															
		٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١٣	١٤	١٦	١٧	١٩	٢٧	٣١
يناير	حائل	٣١	١٠	٩	٢	٢	٣	١	٢	٠	٢	١	٢	٠	٠	١	١
	القصيم	١٢	٠	٦	٦	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
فبراير	حائل	٢٣	٧	٧	٢	١	٠	٠	١	٢	٠	٠	١	١	١	٠	٠
	القصيم	٥	٤	١	٠	١	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
مارس	حائل	٤	٢	٢	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	القصيم	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
أبريل	حائل	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	القصيم	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
نوفمبر	حائل	٤	٣	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
	القصيم	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
ديسمبر	حائل	١٣	١٤	٨	٥	٢	١	١	٠	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠
	القصيم	١٠	٤	٢	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

ويوضح الجدول (٨)، تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر مارس في محطتي حائل والقصيم خلال فترة الدراسة، إذ تبين أن أطول فترات الصقيع المتتالية لهذا الشهر في منطقة حائل تراوحت ما بين ٢-٦ أيام صقيع متتالية، بينما لم تسجل في محطة القصيم سوى يوم صقيع واحد، وكان أعلى تكرار لحالات الصقيع المتتالية لشهر مارس في محطة حائل ٤ حالات صقيع، بينما سجلت حالة واحدة فقط في محطة القصيم خلال فترة الدراسة، ووقعت هذه الحالة ما بين ٨-١٩٨٦/٣/٩م.

ومن خلال دراسة الجدول (٨)، والشكل (١٥)، لتكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر ديسمبر في منطقة الدراسة، إذ نجد أن أعلى فترة صقيع خلال هذا الشهر بمحطة حائل تراوحت ما بين ٢-١٤ يوم، بينما في القصيم تراوحت ما بين ٢-٦ أيام، وكان أعلى تكرار لحالات الصقيع في محطة حائل بلغ ١٤ يوم متفرقة، بلغت ٢٤ حالة صقيع متتالية، ممتدة ما بين ١٣-١٩٨٩/١٢/٢٦م، تلاه العام ٢٠٠٤ بواقع ١٨ حالة صقيع متتالية، وبلغت في محطة القصيم ١٠ أيام متفرقة.



شكل (١٥) : تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر ديسمبر في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

ومن الملاحظ أن تكرار حالات الصقيع المتتالية لشهر نوفمبر خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، قد انخفضت في هذا الشهر، إذ لم تسجل أي حالة في محطة القصيم، وفي محطة حائل نجد أن تكرار حالات الصقيع تراوحت ما بين ٢-٨ أيام، بينما بلغ أعلى تكرار لحالات الصقيع يومين متفرقة.

وقد تبين من خلال دراسة الجداول والأشكال السابقة، أن منطقة حائل تعرضت لواحدة من أسوأ فترات الصقيع المتتالية، وذلك خلال شهري يناير وفبراير من العام ١٩٨٩م، استمرت لمدة بلغت ٥٠ حالة صقيع متتالية، إذ استمرت من ١/١ الى ٢/١٩ من عام ١٩٨٩م، وقد سجلت خلال هذه الفترة درجات الحرارة الدنيا أقل معدلات لها إذ بلغت درجة الحرارة الدنيا خلال شهر يناير -٩°م وذلك في ١٩٨٩/١/٧م، وسجلت في شهر فبراير -٨°م في يوم ٢/٥ و -٧.٥°م في يوم ١٩٨٩/٢/٦م، وقد سجلت جميع درجات الحرارة تقريبا خلال هذه الفترة تحت الصفر المئوي، وقد أوضح المهندس الزراعي/ دخيل المشعان إن هذا العام من أسوأ الأعوام التي مرت على الزراعة في منطقة حائل، إذ نتج عنها خسائر كبيرة في المحاصيل الزراعية، وتسببت في تجمد المياه في المحاور والمواسير، كما ذكر المهندس/ إبراهيم القاسم المختص بالزراعة والاستثمار في منطقة حائل، إن هذا العام يعتبر عاما كارثيا على الإنتاج الزراعي والحيواني بمنطقة حائل، إذ أدى انخفاض درجات الحرارة إلى درجات كبيرة تحت الصفر المئوي إلى تجمد المياه في محاور الرش وفي المواسير مما أدى إلى تلفها، ووصل الضرر إلى تجمد الديزل في مكائن الضخ، مما كبد المزارعين خسائر جسيمة.

تصنيف أنواع الصقيع الذي تتعرض له من منطقة الدراسة :

عادة تصنف حالات الصقيع إلى عدة أنواع وفقا لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية (Linacre & Geerts, 1997 and Kelleher, 2001)، أو وفقا لدرجة الحرارة فقط، حسب المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (mow). وقد تم جدولة البيانات المناخية لمنطقة الدراسة للفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م، وذلك لتصنيف أنواع الصقيع التي تتعرض لها منطقة الدراسة، وتم تصنيف حالات الصقيع بناء على درجة الحرارة والرطوبة النسبية (Linacre & Geerts, 1997 and Kelleher, 2001)، (القحطاني، ١٤٣٠هـ) إلى:

١- صقيع أبيض أو ما يسمى بالصقيع الثقيل، الذي يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون +٢°م، وترتفع الرطوبة الجوية إلى أكثر من ٣٥%، ويكون تأثيره على المحصول متوسطا نسبيا، إذ يقضي على الأعضاء النباتية الغضة والفتية، حيث يؤثر على البراعم والأزهار والثمار الصغيرة (المعايعة، ٢٠٠٣م).

٢- الصقيع الأسود الذي يحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد (0°C)، وتكون الرطوبة النسبية أقل من ٣٠%، ويكون تأثيره على النبات كبيرا، إذ لا تجدي معه وسائل الحماية، ويكون تأثيره على محاصيل الخضر شديدا جدا، وهذا النوع يحدث في مرحلة السكون بالنسبة للأشجار والنباتات المعمرة (المعايعة، ٢٠٠٣م).

٣- الصقيع القاتل يحدث عندما تقل درجة الحرارة عن -٢°م، ويكون الهواء جافا وتنخفض فيه الرطوبة النسبية انخفاضا شديدا، وهذا النوع من الصقيع يقتل المحصول كليا، وبناء عليه تم تصنيف أنواع الصقيع في كل محطتي الدراسة على كما يلي :

- يتضح من الجدول (٩)، والشكل (١٦)، توزع أنواع الصقيع الشهري في محطة حائل خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، إذ لوحظ تفاوتها من شهر إلى آخر، فنجد أنه في شهر يناير سجل الصقيع الأبيض أعلى معدلاته، إذ بلغ تكراره ١٦١ حالة وبمتوسط بلغ ٥.٦ حالة وسطية، وبلغ أقل تكرار له في شهر أبريل بمعدل حالتي صقيع بلغ متوسطها ٠.٠٧ حالة، وبلغ أعلى تكرار للصقيع الأسود كذلك في شهر يناير إذ بلغ ١٠٠ حالة وبمتوسط بلغ ٣.٥ حالة وسطية، وأقلها تكرارا في شهر نوفمبر بواقع ٥ حالات، وسجل الصقيع القاتل أعلى معدلاته في شهر يناير بمعدل بلغ ٩٥ حالة، وبمتوسط بلغ ٣.٣ حالة، وسجل أقل معدلاته خلال شهري نوفمبر ومارس بحالتي صقيع، كما يتبين من الجدول (١٠)، لتصنيف الصقيع الشهري في منطقة القصيم خلال فترة الدراسة ١٩٨٥-٢٠١٣م، (نوفمبر - ديسمبر - يناير - فبراير - مارس)، أن أنواع الصقيع التي تتعرض له منطقة القصيم خلال هذه الفترة متفاوت من شهر إلى آخر ومن سنة إلى أخرى، فنجد أن شهر نوفمبر لم يسجل سوى حالتي صقيع خلال فترة الدراسة، إذ أن هاتين الحالتين من نوع الصقيع الأبيض، بينما خلت منطقة القصيم خلال هذه الفترة من الصقيع

الأسود والصقيع القاتل، كما بين الجدول أنه خلال شهر ديسمبر تعرضت منطقة القصيم إلى ٥١ حالة صقيع أبيض، و ٥ حالات صقيع أسود، وحالة صقيع قاتل فقط، بينما سجل الصقيع الأبيض خلال شهر يناير ٧٤ حالة صقيع، و ٣٦ حالة صقيع من الصقيع الأسود، و ١٣ حالة من النوع القاتل، وفي شهر فبراير احتل الصقيع الأبيض المركز الأول بواقع ٣٣ حالة صقيع، تلاه الصقيع الأسود بتكرار بلغ ١٥حالة صقيع، بينما جاء الصقيع القاتل ثالثا بواقع ٣حالات صقيع، ومن الملاحظ أن الصقيع الأبيض هو أكثر أنواع الصقيع خلال شهر يناير وديسمبر وفبراير، إذ بلغ تكراره خلال هذه الأشهر ١٥٨حالة صقيع، ولم يسجل شهر مارس سوى ٥ حالات صقيع، كانت جميعها من نوع الصقيع الأبيض، وخلت منطقة القصيم من الصقيع الأسود والصقيع القاتل خلال شهر مارس.

- وقد تبين من خلال الجدول (١١)، ومن دراسة الشكل (١٧)، أن أكثر أنواع الصقيع تكرارا في منطقة حائل خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، كان الصقيع الأبيض الذي بلغت نسبته ٥٢.٢%، من مجموع حالات الصقيع الذي تعرضت له محطة حائل، إذ بلغ مجموع تكرار حالات الصقيع الأبيض ٤٥٤ حالة من أصل ٨٧٠ حالة، تلاه الصقيع الأسود بمعدل بلغ ٢٦.٧%، من حالات الصقيع بتكرار بلغ ٢٣٢ حالة، وجاء الصقيع القاتل أخيرا بمعدل ٢١.١%، وبتكرار بلغ ١٨٤ حالة صقيع، ومن خلال دراسة الجدول (١١)، يتضح لنا أن نوع الصقيع السائد بمنطقة القصيم خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، هو الصقيع الأبيض بنسبة بلغت ٦٩.٣%، وبتكرار بلغ ١٦٥ حالة صقيع، تلاه الصقيع الأسود بواقع ٥٦ حالة صقيع، وبنسبة بلغت ٢٣.٥%، وجاء الصقيع القاتل أخيرا بواقع ١٧ حالة وبنسبة بلغت ٧.٢%، وبناء على ما ذكر سابقا يمكننا القول أن نوعية الصقيع الذي يصيب منطقتي الدراسة هو الصقيع الأبيض، رغم اختلاف نسبه بين منطقتي الدراسة، كما احتل الصقيع الأسود المرتبة الثانية تلاه الصقيع القاتل في المرتبة الأخيرة في منطقتي الدراسة، كما يمكننا القول أن منطقة حائل أكثر تعرضا لأضرار ومشاكل الصقيع من منطقة القصيم،

كما أنها سجلت أعلى نسبة من الصقيع القاتل الذي يعتبر أشد أنواع الصقيع وأكثرها ضررا وتدميرا للمحاصيل الزراعية.

جدول (٩) : تصنيف أنواع الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.

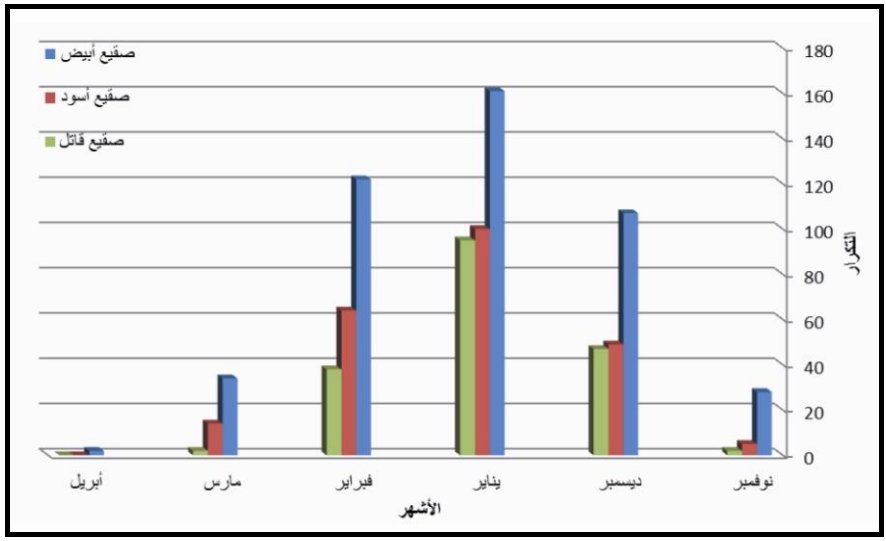
نوع الصقيع / الشهر	صقيع أبيض		صقيع أسود		صقيع قاتل	
	التكرار	المتوسط	التكرار	المتوسط	التكرار	المتوسط
نوفمبر	٢٨	١	٥	٠.٢	٢	٠.٠٧
ديسمبر	١٠٧	٣.٧	٤٩	١.٩	٤٧	١.٦
يناير	١٦١	٥.٦	١٠٠	٣.٥	٩٥	٣.٣
فبراير	١٢٢	٤.٢	٦٤	٢.٢	٣٨	١.٣
مارس	٣٤	١.٢	١٤	٠.٥	٢	٠.٠٧
أبريل	٢	٠.٠٧	٠	٠	٠	٠
المجموع	**٤٥٤**	**١٥.٧٧**	**٢٣٢**	**٨.٣**	**١٨٤**	**٦.٣٤**
المعدل	**٥٢.٢**		**٢٦.٧**		**٢١.١**	

جدول (١٠) : تصنيف أنواع الصقيع الشهري في منطقة القصيم خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.

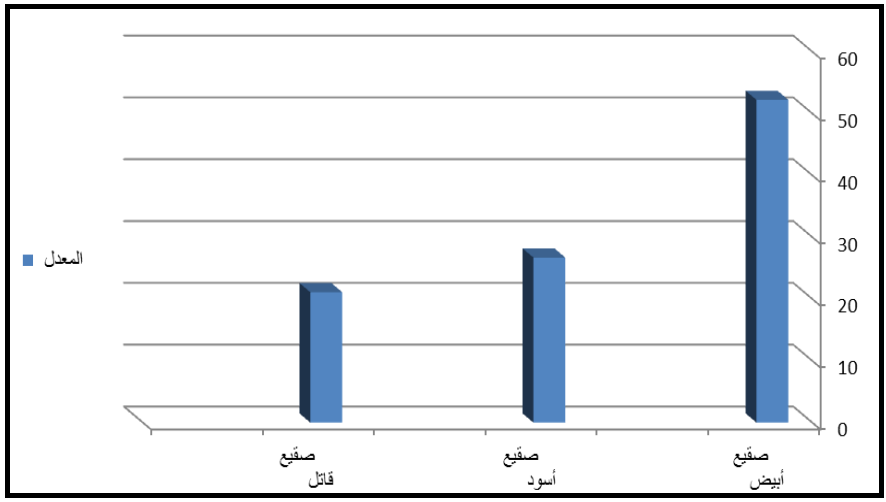
نوع الصقيع / الشهر	صقيع أبيض		صقيع أسود		صقيع قاتل	
	التكرار	المتوسط	التكرار	المتوسط	التكرار	المتوسط
نوفمبر	٢	٠.٠٧	٠	٠	٠	٠
ديسمبر	٥١	١.٨	٥	٠.٢	١	٠.٠٤
يناير	٧٤	٢.٦	٣٦	١.٢	١٣	٠.٥
فبراير	٣٣	١.١	١٥	١	٣	٠.١
مارس	٥	٠.٢	٠	٠	٠	٠
المجموع	**١٦٥**	**٥.٧**	**٥٦**	**٢.٤**	**١٧**	**٠.٦٤**
المعدل	**٦٩.٣**		**٢٣.٥**		**٧.٢**	

جدول (١١) : تصنيف أنواع الصقيع في منطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

المنطقة	صقيع أبيض	المتوسط	صقيع أسود	المتوسط	صقيع قاتل	المتوسط	المجموع
حائل	٤٥٤	١٥.٧٧	٢٣٢	٨.٣	١٨٤	٦.٣٤	٨٧٠
القصيم	١٦٥	٥.٧	٥٦	٢.٤	١٧	٠.٦٤	٢٣٨
المجموع	**٦١٩**	**٢١.٤٧**	**٢٨٨**	**١٠.٧**	**٢٠١**	**٦.٩٨**	**١.١٠٨**



شكل (١٦) : تصنيف أنواع الصقيع الشهرية في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (١٧) : معدل حالات الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م.

احتمال تكرار حالات الصقيع في منطقة الدراسة :

أجري تحليل تكرار حالات الصقيع السنوي في منطقة الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، في محطتي حائل والقصيم، وذلك باستخدام أسلوب التوزيع التراكمي الإحصائي (Cumulative Distribution)، وذلك لمعرفة احتمال تكرار حدوث حالات الصقيع، وذلك باستخدام المعادلة:

$$F = m/N+1$$

حيث : F = احتمالية حدوث القيم الأقل من القيم المحددة

m = تسلسل الحالات

N = عدد الحالات

يتضح من الجدول (١٢)، والشكل (١٨)، أن تكرار حالات الصقيع في محطة حائل السنوية عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى ٢٣ حالة صقيع، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٢٠- ٢٦ حالة، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة ٩ حالات، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تناهز ٧٠ حالة صقيع.

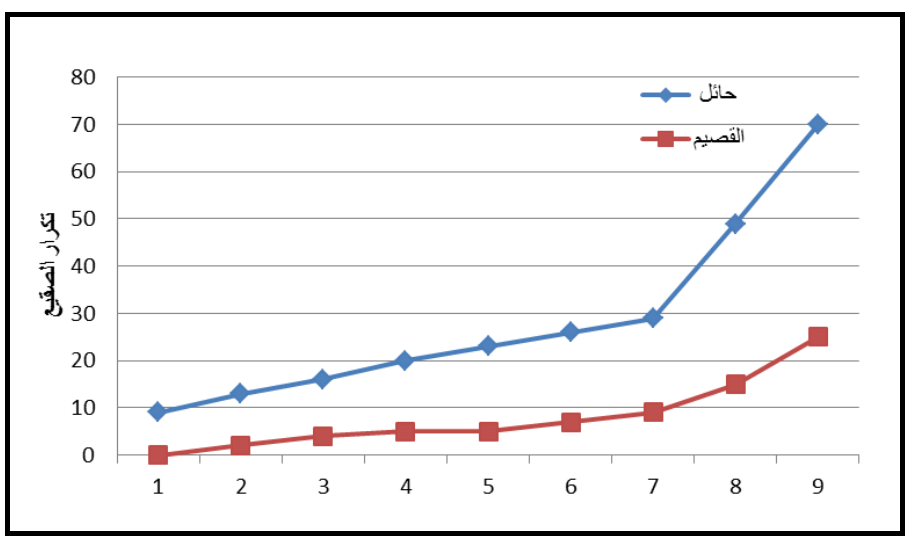
ويلاحظ أن تكرار حالات الصقيع السنوية في محطة القصيم عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى ٥ حالات صقيع، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٥-٧ حالات، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة (لم تسجل أي حالة)، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تناهز ٢٥ حالة صقيع.

أ- شهر يناير :

يوضح الجدول (١٣)، والشكل (١٩)، أن تكرار حالات الصقيع في محطة حائل لشهر يناير عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى ١١ حالة صقيع، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٩-١٢ حالة، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة ٣ حالات، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تناهز ٢٦ حالة صقيع.

جدول (١٢) : احتمال التوزيع التراكمي لحالات الصقيع السنوية في محطتي الدراسة للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

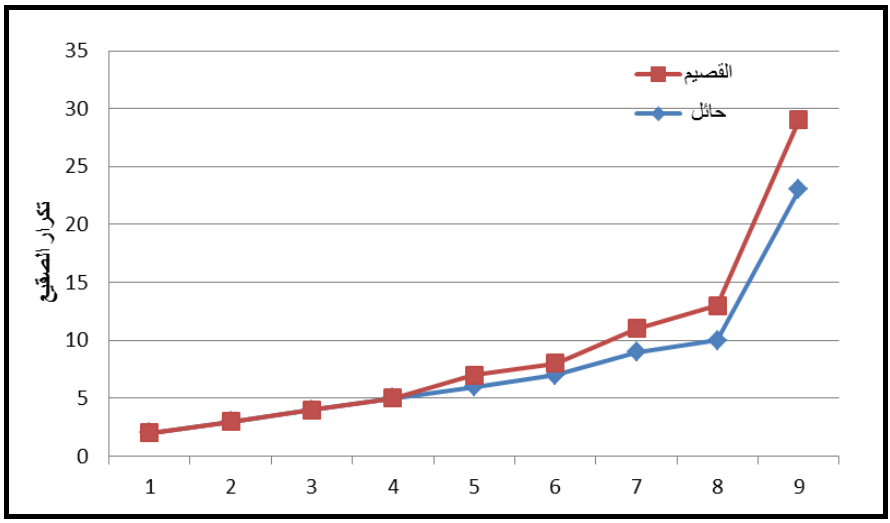
F	1-F	RP=1/ (1-F)	نوع تكرار الصقيع	تكرار الصقيع		الفرق
احتمالية S أقل من S1 أو S2	احتمالية S أكثر من S1 أو S2	فترة رجوع S أكثر من S1 أو S2		منطقة حائل S1	منطقة القصيم S2	
٠.١	٠.٩	١.١١	تحت العادية المتطرفة	٩	٠	٩
٠.٢	٠.٨	١.٢٥	تحت العادية جدا	١٣	٢	١١
٠.٣	٠.٧	١.٤٣	تحت العادية	١٦	٤	١٢
٠.٤	٠.٦	١.٦٧	**عادية**	٢٠	٥	١٥
٠.٥	٠.٥	٢.٠٠	**عادية**	٢٣	٥	١٨
٠.٦	٠.٤	٢.٥	**عادية**	٢٦	٧	١٩
٠.٧	٠.٣	٣.٣٣	فوق العادية	٢٩	٩	٢٠
٠.٨	٠.٢	٥.٠٠	فوق العادية جدا	٤٩	١٥	٣٤
٠.٩	٠.١	١٠.٠٠	فوق العادية المتطرفة	٧٠	٢٥	٤٥



شكل (١٨) : احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع السنوية في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

جدول (١٣): احتمالية التوزيع التراكمي لحالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

الفرق	تكرار الصقيع		نوع تكرار الصقيع	RP=1/ (1-F)	1-F	F
	منطقة القصيم S2	منطقة حائل S1		فترة رجوع Sأكثر من S1 أو S2	احتمالية S أكثر من S1 أو S2	احتمالية S أقل من S1 أو S2
3	0	3	تحت العادية المتطرفة	1.11	0.9	0.1
6	0	6	تحت العادية جدا	1.25	0.8	0.2
6	1	7	تحت العادية	1.43	0.7	0.3
7	**2**	**9**	**عادية**	**1.67**	**0.6**	**0.4**
9	**2**	**11**	**عادية**	**2.00**	**0.5**	**0.5**
9	**3**	**12**	**عادية**	**2.5**	**0.4**	**0.6**
8	6	14	فوق العادية	3.33	0.3	0.7
12	7	19	فوق العادية جدا	5.00	0.2	0.8
15	11	26	فوق العادية المتطرفة	10.00	0.1	0.9



شكل (١٩) : احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع لشهر يناير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

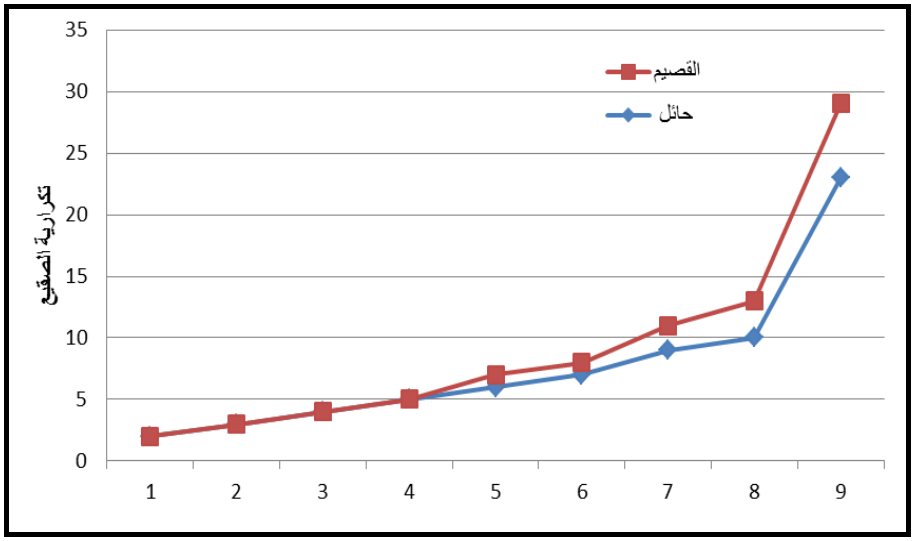
ولوحظ أن تكرار حالات الصقيع في محطة القصيم لشهر يناير عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى ٢ حالة صقيع، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٢–٣ حالات، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة (لم تسجل أي حالة)، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تجاوز ١١ حالة صقيع.

ب– شهر فبراير :

يوضح الجدول (١٤)، والشكل (٢٠)، أن تكرار حالات الصقيع في محطة حائل لشهر فبراير عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى ٦ حالات صقيع، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٥–٧ حالات، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة حالتين صقيع، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تناهز ٢٣ حالة صقيع.

جدول (١٤) : احتمالية التوزيع التراكمي لحالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥–٢٠١٣م.

الفرق	تكرار الصقيع		نوع تكرار الصقيع	RP=1/ (1-F)	1-F	F
	منطقة القصيم S2	منطقة حائل S1		فترة رجوع S أكثر من S1 أو S2	احتمالية S أكثر من S1 أو S2	احتمالية S أقل من S1 أو S2
2	0	2	تحت العادية المتطرفة	1.11	0.9	0.1
3	0	3	تحت العادية جدا	1.25	0.8	0.2
4	0	4	تحت العادية	1.43	0.7	0.3
5	**0**	**5**	**عادية**	**1.67**	**0.6**	**0.4**
5	**1**	**6**	**عادية**	**2.00**	**0.5**	**0.5**
6	**1**	**7**	**عادية**	**2.5**	**0.4**	**0.6**
7	2	9	فوق العادية	3.33	0.3	0.7
7	3	10	فوق العادية جدا	5.00	0.2	0.8
17	6	23	فوق العادية المتطرفة	10.00	0.1	0.9



شكل (٢٠) : احتمالية التوزيع التراكمي لتكرار حالات الصقيع لشهر فبراير في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

ولوحظ أن تكرار حالات الصقيع في محطة القصيم لشهر فبراير عند المئين الخامس (احتمال ٥٠%)، تصل إلى حالة صقيع واحدة فقط، وحدودها بين المئين الرابع والسادس (احتمال ٤٠%، ٦٠%)، تراوحت ما بين ٠-١ حالة، وتعادل قيمتها تحت العادية المتطرفة (لم تسجل أي حالة)، عند المئين الأول (احتمال ١٠%)، أما بالنسبة لتكرار الصقيع فوق العادية المتطرفة عند المئين التاسع (احتمالية ٩٠%) تجاوز ٦ حالات صقيع.

تصنيف حالات الصقيع المركبة السنوية حسب تقسيم حالات الطقس السنوية :

كما ذكر سابقا، اختلفت أنواع الصقيع وشدتها خلال فترة الدراسة في محطتي حائل والقصيم، لذا كان لابد من تصنيفها وفقا للمعايير السنوية والتي تختلف من سنة إلى أخرى، لذا أجري تصنيف مناخي لحالات الصقيع في محطتي حائل والقصيم، كما يلي :

- **التحليل العاملي لعناصر الطقس والمناخ :**

تمت عملية التحليل العاملي للأيام التي حدث بها حالات صقيع، وذلك لتحديد العوامل المؤثرة في ظاهرة الصقيع، وقد أجري تصنيف لحالات الصقيع باستخدام عناصر الطقس والمناخ، بواسطة K-Means الإحصائية، كما هو مبين في الملحق٩، وجاءت تصنيفاتها كما يلي :

أولاً – منطقة حائل : بلغ عدد أيام الصقيع في محطة حائل ٨٧٠ يوم صقيع، خلال فترة الدراسة من عام ١٩٨٥–٢٠١٣م، وقد تم تصنيفها في الجدول (١٥)، إلى ٤ أصناف صقيع:

١- بلغت أيام التصنيف الأول ١٥٧ يوما، بمعدل ٦ أيام/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٢٥%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح شمالي، وضغط جوي مرتفع (١٠١٠ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ١١ عقدة/كلم ساعة.

٢- بلغت أيام التصنيف الثاني٢٢٤ يوما، بمعدل ٧.٧ أيام/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٢٤%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح شمالية غربية، وضغط جوي مرتفع (١٠١١ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ١١ عقدة/كلم ساعة.

٣- بلغت أيام التصنيف الثالث ٢١٠ يوما، بمعدل ٧ أيام/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٢٣%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح جنوبية جنوبية شرقية، وضغط جوي مرتفع (١٠١٠ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ١١ عقدة/كلم ساعة.

٤- بلغ عدد أيام التصنيف الرابع ٢٧٩ يوما، بمعدل ١٠ أيام/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٢٤%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح شمالي شرقي، وضغط جوي مرتفع (١٠١١ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ١٠ عقدة/كلم ساعة.

ويتبين أن جميع حالات الصقيع المركبة متشابهة من حيث الرطوبة الجوية المنخفضة والضغط الجوي المرتفع، بينما يتجلى الفرق بينهما في اتجاه الرياح، إذ جاءت شمالية وشمالية غربية وجنوبية جنوبية شرقية، وشمالية شرقية على التوالي.

جدول (١٥) : أصناف حالات الصقيع المركبة في منطقة حائل خلال فترة الدراسة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

Final Cluster Centers

	Cluster			
	1	2	3	4
TEMP_MIN	1	1	1	1
SKY_MEAN	2	2	2	2
DIRECTION	353.7	342.5	156.2	53.1
PRESSURE_MEAN	1010	1011	1010	1011
HUM_MIN	25	24	23	24
SPEET_MEAN	11	11	11	10

Number of Cases in each Cluster

Cluster	1	157.000
	2	224.000
	3	210.000
	4	279.000
Valid		870.000
Missing		0.000

ثانيا - القصيم : بلغ عدد أيام الصقيع في محطة القصيم ٢٣٨ يوم صقيع، خلال فترة الدراسة من عام ١٩٨٥-٢٠١٣م، وقد تم تصنيفها في الجدول (١٦)، إلى ٢ أصناف:

١- بلغت أيام التصنيف الأول ١٤١يوما، بمعدل ٥ أيام/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٣٠%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح شرقي، وضغط جوي مرتفع (١٠٢٣ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ٤ عقدة/كلم ساعة.

٢- بلغ عدد أيام التصنيف الثاني ٩٧ يوما، بمعدل ٣.٤ يوم/سنة، ويتميز برطوبة نسبية منخفضة (٢٩%)، ودرجة حرارة عند درجة التجمد، واتجاه رياح شمالية غربية، وضغط جوي مرتفع (١٠٢٢ بسكال)، وسماء صحو، وبلغت سرعة الرياح ٤ عقدة/كلم ساعة.

ويتبين أن ويتبين أن جميع حالات الصقيع المركبة متشابهة من حيث الرطوبة الجوية المنخفضة والضغط الجوي المرتفع، بينما يتجلى الفرق بينهما في اتجاه الرياح، إذ جاءت في التصنيف الأول شرقية، والتصنيف الثاني جاءت شمالية غربية.

جدول (١٦) : أصناف حالات الصقيع المركبة في منطقة القصيم خلال فترة الدراسة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
DIRECTION	92.4	306.9
PRESSUR_MEAN	1023	1022
SKY_MEAN	3	3
HUM_MIN	30	29
TEMP_MIN	1	1
SPEED_MEAN	4	4

Number of Cases in each Cluster

Cluster	1	141.000
	2	97.000
Valid		238.000
Missing		0.000

الاتجاه الزمني لظاهرة الصقيع في منطقتي الدراسة :

درس الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥- ٢٠١٣م، في كل من محطتي حائل والقصيم، وذلك باستخدام معادلة الانحدار الخطية التالية :

$$N = a + bt$$

حيث : N = عدد حالات الصقيع a = ثابت معادلة الانحدار

b = معامل الانحدار t = السنة

أ- الاتجاه الزمني لظاهرة الصقيع في منطقة حائل :

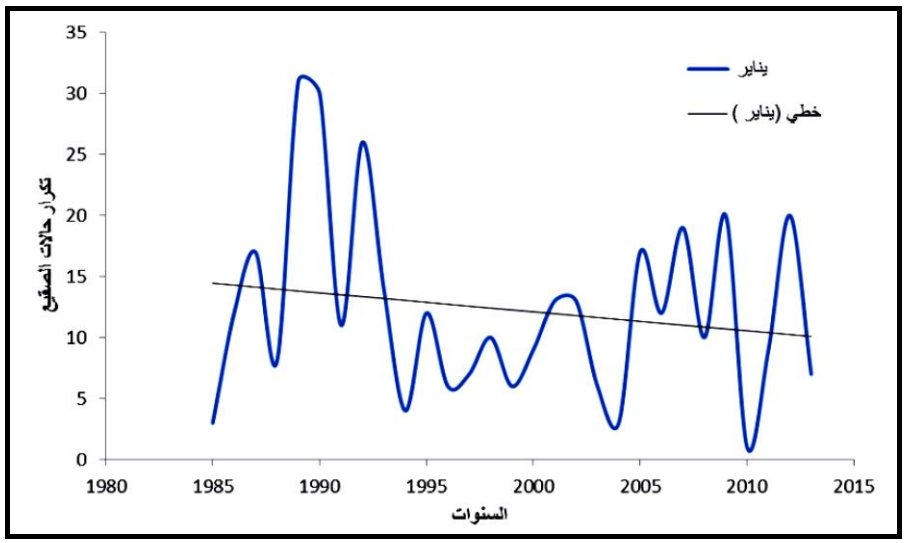
تم حساب الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع في محطة حائل خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، للأشهر التي حدثت بها حالات الصقيع المبينة السابق، بينما يوضح الجدول (١٧)، ملخصا لعلاقة انحدار الاتجاه الزمني، كما بينت الأشكال (٢١) و (٢٢) و (٢٣) و (٢٤) و (٢٥) و (٢٦) و (٢٧)، الاتجاه الزمني وخط معادلة انحدارها الشهري والسنوي، التي تبين أن الاتجاه الزمني بدأ متناقصا خلال الأشهر (يناير - فبراير - مارس - أبريل)، ومتزايدا خلال شهري (نوفمبر - ديسمبر)، ولكن هذا التزايد

والتناقص سوأ في الاتجاه الزمني أو في خط الانحدار، ليس له أهمية إحصائية، إذ تراوحت معاملات الارتباط (r) ما بين 0.093–0.323، ومعامل تفسيرها (r^2) ما بين 0.009–0.104، وأهميتها الإحصائية ما بين 0.088–0.617.

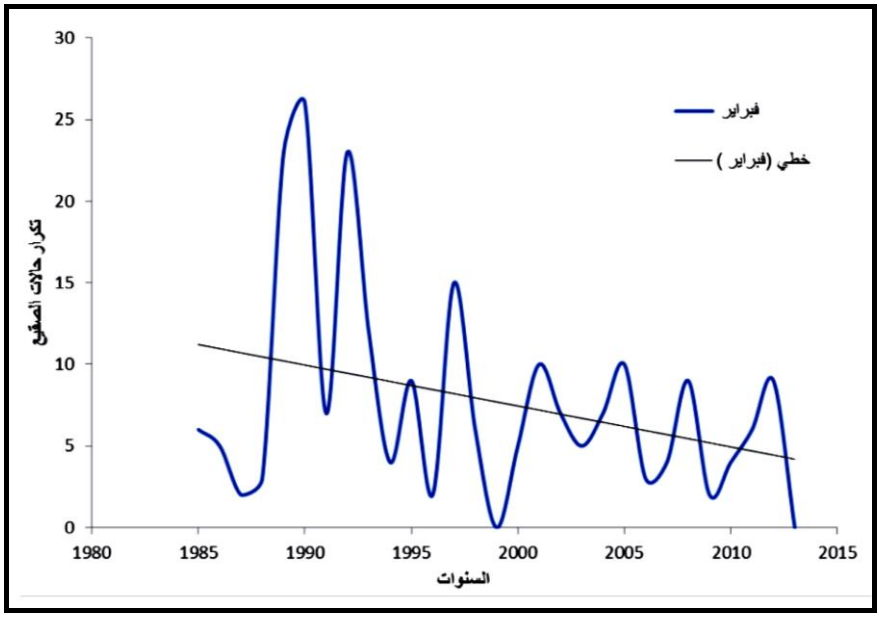
جدول (١٧) : ملخص لعلاقة انحدار الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع في منطقة حائل خلال الفترة من ١٩٨٥–٢٠١٣م.

الشهر	R	R^2	A	b	Sig.
يناير	0.172	0.030	323.29	-0.156	0.372
فبراير	0.323	0.104	508.7	-0.251	0.088
مارس	0.260	0.067	277.83	-0.122	0.174
أبريل	0.309	0.096	18.88	-0.009	0.103
نوفمبر	0.192	0.037	-106.1	0.054	0.318
ديسمبر	0.093	0.009	-149.5	0.078	0.617
السنة	0.148	0.022	840.02	-0.405	0.444

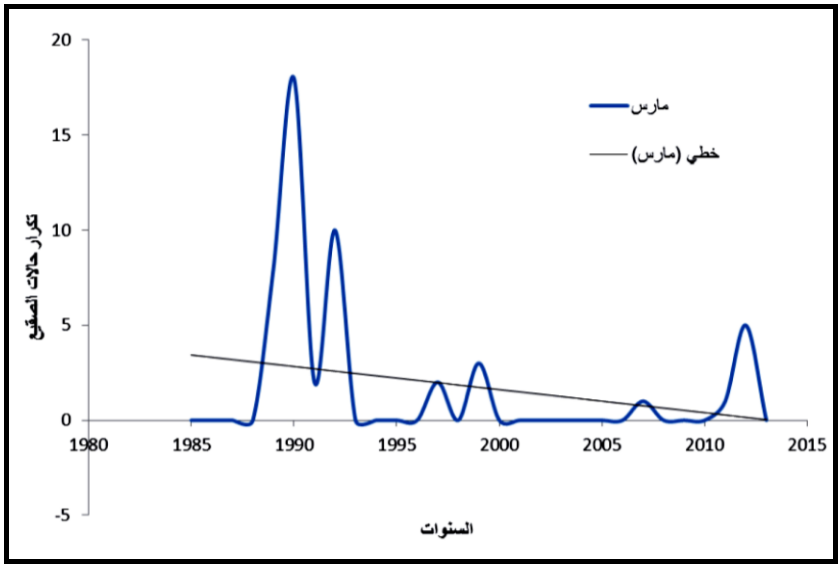
r = معامل الارتباط ، R^2 = معامل التفسير، a = ثابت معادلة الانحدار، b = معامل الانحدار، Sig. = الأهمية الإحصائية



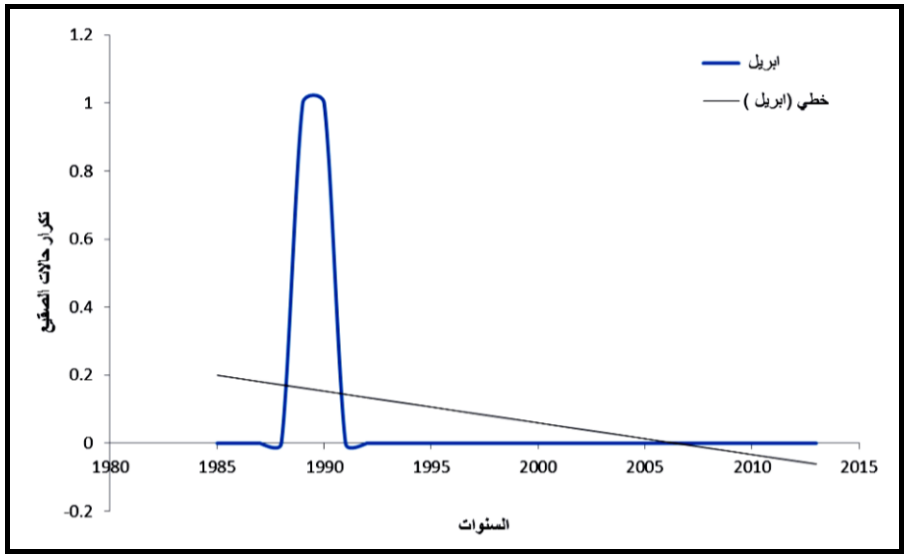
شكل (٢١) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر يناير في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥–٢٠١٣م.



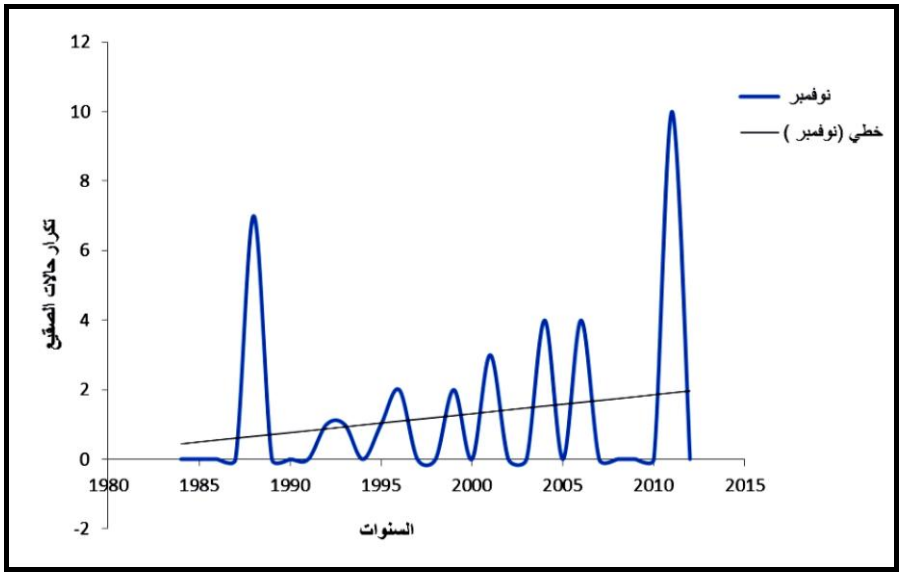
شكل (٢٢) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر فبراير
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



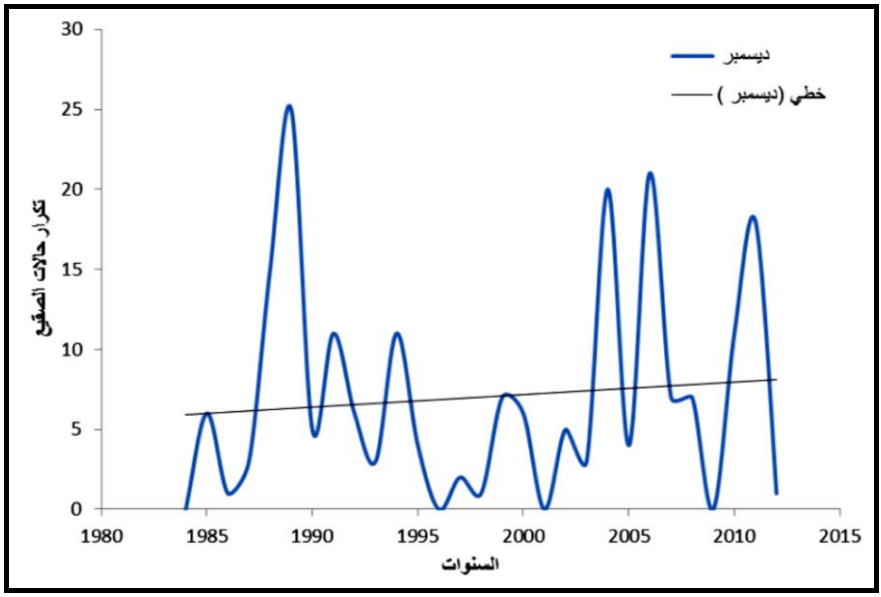
شكل (٢٣) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر مارس
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



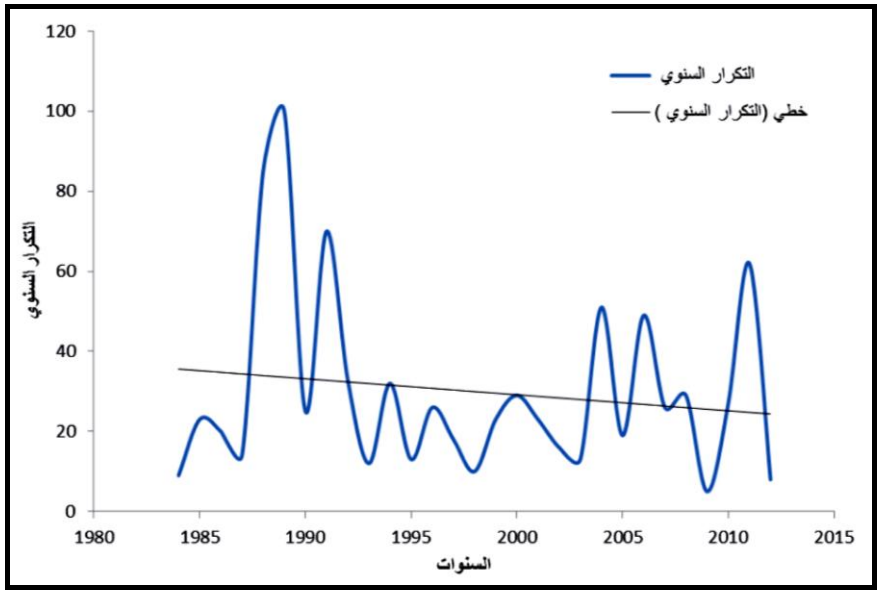
شكل (٢٤) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر أبريل
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٢٥) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر نوفمبر
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٢٦) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر ديسمبر
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٢٧) : اتجاه تكرار حالات الصقيع السنوي
في محطة حائل للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

ب- الاتجاه الزمني لظاهرة الصقيع في محطة القصيم :

تم حساب حالات الصقيع في محطة القصيم خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م، وبناء عليه تم حساب الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع الشهرية والسنوية، كما هو موضح بالجدول (١٨)، والذي يلخص علاقات انحدار الاتجاه الزمني، وتبين الأشكال (٢٨) و (٢٩) و (٣٠) و (٣١) و (٣٢) و (٣٣)، الاتجاه الزمني وخط معادلة الانحدار الشهري والسنوي لتكرار حالات الصقيع، الذي تبين من خلالها، أن الاتجاه الزمني وخط معادلته يميل إلى التناقص في جميع الأشهر، ولكن هذا التناقص ظاهريا ليس له أهمية إحصائية، إذ تراوح معامل الارتباط ما بين 0.028-0.397، ومعامل تفسيرها ما بين 0.002-0158، وأهميتها الإحصائية ما بين 0.033-0.884.

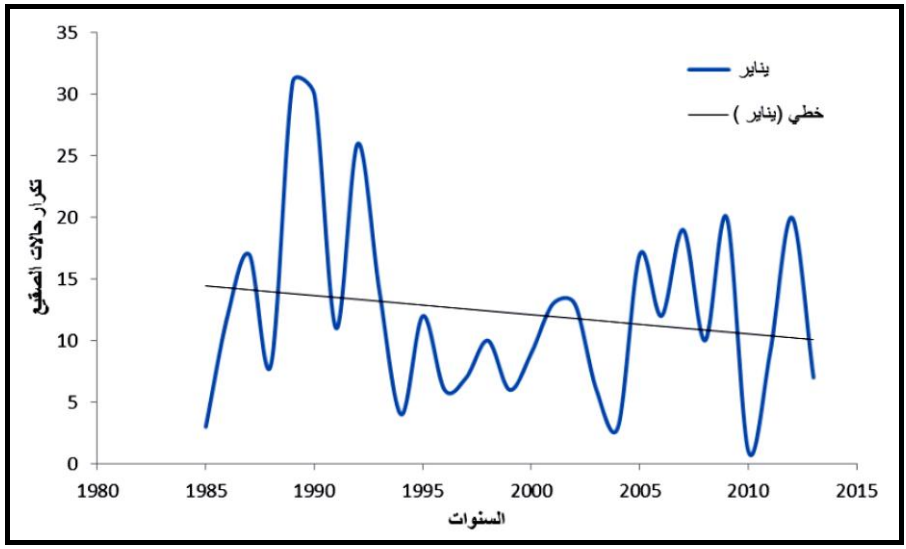
جدول (١٨) : ملخص لعلاقة انحدار الاتجاه الزمني لتكرار حالات الصقيع في منطقة القصيم خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

الشهر	R	R^2	a	b	Sig.
يناير	.191	.036	221.76	-0.109	0.322
فبراير	.142	.020	100.18	-0.049	0.462
مارس	.397	.158	56.27	-0.028	0.033
نوفمبر	.049	.002	-2.88	.001	0.802
ديسمبر	.028	.001	16.73	-0.07	0.884
السنة	.195	.038	392.06	-0.192	0.310

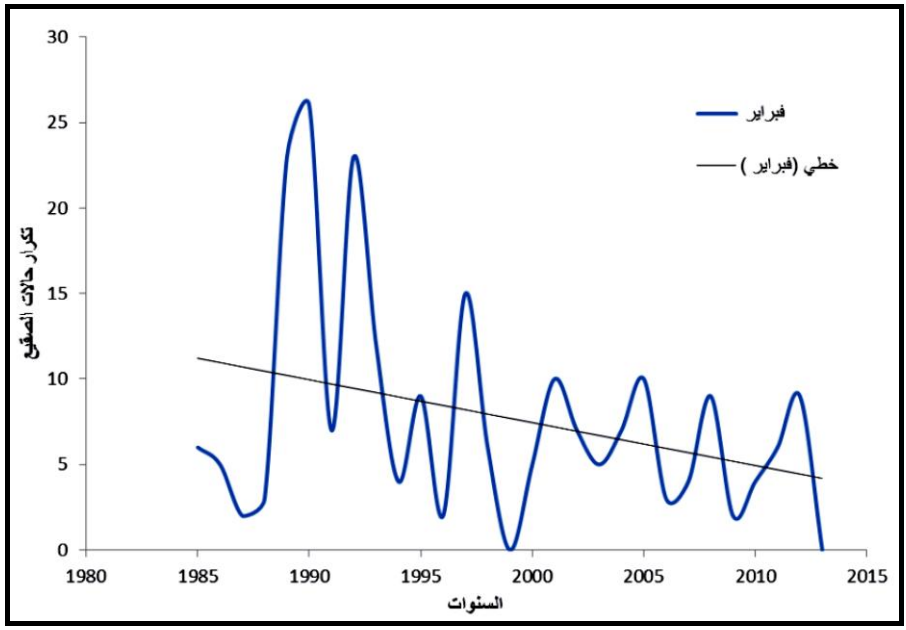
r = معامل الارتباط ، R^2 = معامل التفسير، a = ثابت معادلة الانحدار، b = معامل الانحدار، .Sig = الأهمية الإحصائية

توقع حدوث الصقيع

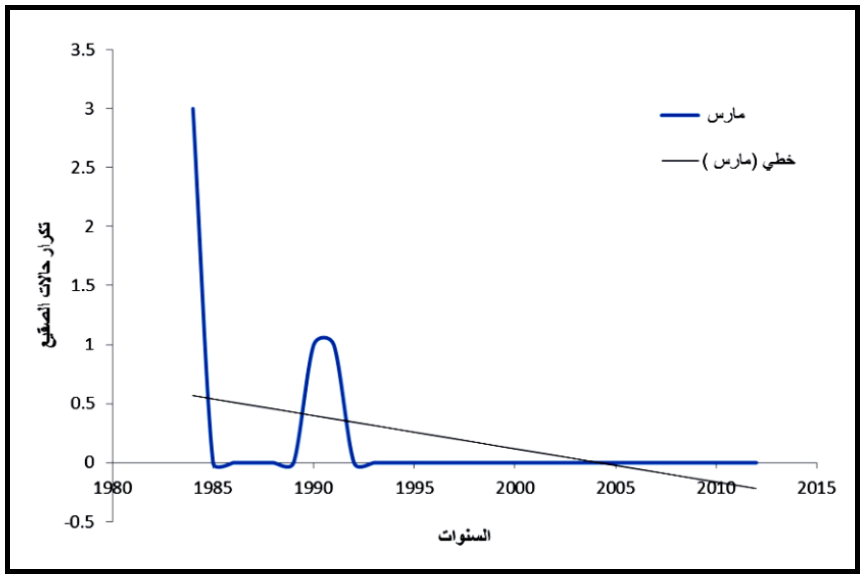
في هذه الدراسة جرت محاولة لتوقع حدوث حالات الصقيع في منطقتي حائل والقصيم، في بعض الأيام باستخدام قياسات درجة الحرارة في اليوم السابق عند الساعة ١٤:٠٠ بعد الظهر، إذ تمثل هذه الساعة درجة الحرارة القصوى في اليوم، وجاءت النتائج كما يلي :



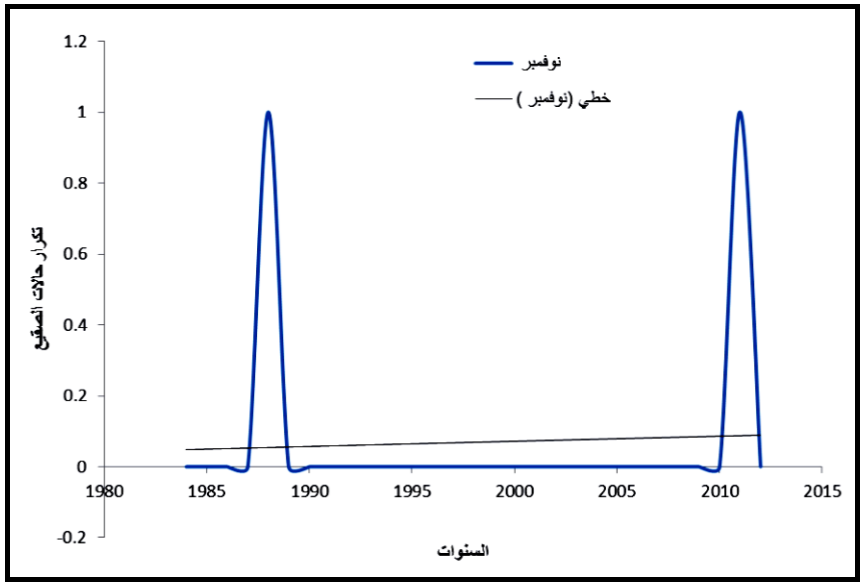
شكل (٢٨) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر يناير
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



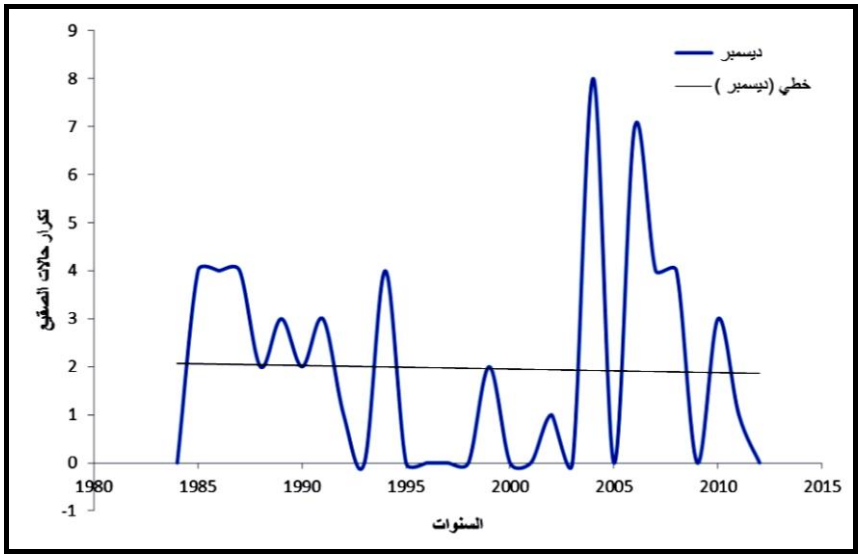
شكل (٢٩) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر فبراير
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



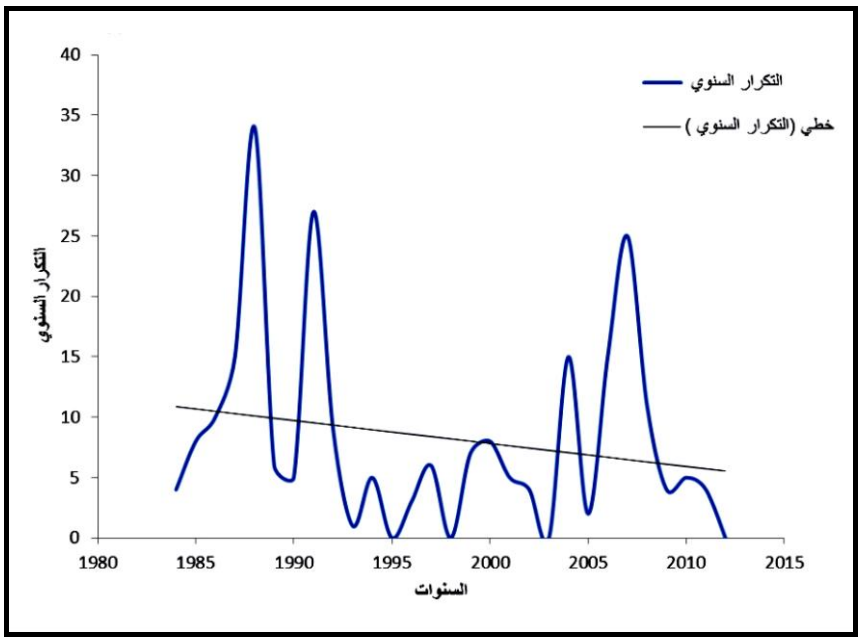
شكل (٣٠) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر مارس
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٣١) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر نوفمبر
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٣٢) : اتجاه تكرار حالات الصقيع لشهر ديسمبر
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.



شكل (٣٣) : اتجاه تكرار حالات الصقيع السنوي
في محطة القصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

أ) منطقة حائل :

يتبن من الجدول (١٩)، والشكل (٣٤)، الذي يوضح تدرج درجات الحرارة من الساعة ١٤:٠٠، حتى صباح اليوم التالي، والتي يتوقع عندها حدوث الصقيع، وربما يحدث قبل ذلك، وتبين أنه عندما تكون درجة الحرارة أقل من ١٦°م فمن المتوقع حدوث حالات صقيع، وإذا زادت عنها لا يحدث صقيع.

وتبين كذلك من خلال دراسة الجداول السابقة، أنه عندما تنخفض درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠، لليوم السابق عن ١٤°م، يزاد التوقع بحدوث حالات الصقيع القاتل بشكل كبير، كذلك قد يبدأ حدوث حالات الصقيع في ساعات الليل الأخيرة من نفس اليوم، وتتراوح درجات الحرارة لساعات الصقيع ما بين ١-٢°م، ومن دراسة يوم ١٥-١/١٦/ ٢٠٠٨م، نلاحظ أنه عند الساعة ١٤:٠٠، بلغت درجة الحرارة ٧°م، إلا أن شدة الصقيع ارتفعت بشكل كبير، وتدنت درجة الحرارة إلى ما تحت درجة التجمد، ويعود ذلك إلى هبوب رياح شمالية شرقية باردة أدت إلى خفض درجات الحرارة، لذا يجب على المزارعين متابعة درجات الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ يوميا لمعرفة احتمالية وقوع الصقيع من عدمه، وأخذ كافة الاحتياطات والسبل لتفادي وقوع كوارث لمحاصيلهم، واتخاذ التدابير اللازمة لحماية المحاصيل الزراعية عند وقوع الصقيع.

ب) منطقة القصيم :

يتبن من الجدول (٢٠)، والشكل (٣٥)، والذي يوضح تدرج درجات الحرارة من الساعة ١٤:٠٠، حتى صباح اليوم التالي، التي يتوقع عندها حدوث الصقيع، وربما يحدث قبل ذلك، وتبين أنه عندما تكون درجة الحرارة أقل من ١٩°م فمن المتوقع حدوث حالات صقيع، و إذا زادت عنها لا يحدث صقيع.

ومن الملاحظ أن درجة الحرارة إذا انخفضت عن ٨°م، فمن المتوقع ارتفاع ساعات الصقيع القاتل إلى أكثر من خمس ساعات، أما إذا ارتفعت درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ عن ١٩°م، فمن المتوقع عدم حدوث حالات صقيع، وبالنظر ليوم ٩-٢٠٠٧/١/١٠م، نجد أن درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ بلغت ١٣°م، ولكن لم يسجل أي حالات صقيع خلال هذا اليوم، وهذا نظرا إلى أن الحالة الجوية لهذا اليوم أتسمت بالغبار وتكون السديم، وغلبت على ساعات هذا اليوم السحب المتفرقة، مما ساعد على رفع درجات

الحرارة، ونجد في يوم ١٥-٢٠٠٨/١/١٦م، ارتفاع وتيرة الصقيع وتدني درجات الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠، إذ سجلت ٨°م مما رفعت عدد ساعات الصقيع لهذا اليوم إلى ١٢ساعة، منها ٥ ساعات صقيع قاتل، وهذا يعود إلى تعرض المنطقة إلى هبوب رياح شمالية شرقية وشمالية شمالية شرقية باردة، وارتفاع في معدلات الرطوبة.

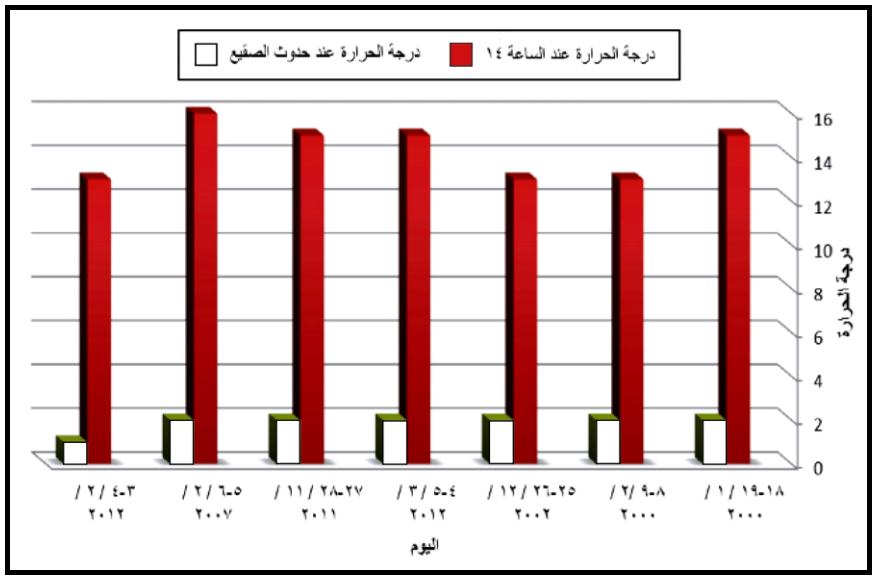
جدول (١٩) : تتبع درجة الحرارة لساعة ١٤:٠٠ لبعض الأيام في منطقة حائل.

اليوم	درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ (°م)	درجة الحرارة عند حدوث صقيع (°م)	الساعة التي حدث عندها الصقيع	عدد ساعات الصقيع	أدنى درجة حرارة	عدد ساعات الصقيع القاتل
١٢-٢٠٠٥/١/١٣	١٣	٢	٢٤	١١	-٣	٨
١٥-٢٠٠٨/١/١٦	٧	٢	٢٠	١٤	-٩	٩
٤-٥ / ٢/ ٢٠٠٨	١٥	١	٢	٧	-٢	٠
١٧-١٨/١٢ / ٢٠٠٨	١٤	١	٢٣:٣٠	١١	-٥	٦
١٤-١٥ / ١ / ٢٠٠٩	١٣	٢	٢٣	١٠	-٥	٧
٢١-٢٢ / ١ / ٢٠٠٩	١٣	١	٢٤	٩	-٤	٤
١٨-١٩ / ١ / ٢٠٠٠	١٥	٢	٢	٣	٢	٠
٣٠-٣١ / ١/ ٢٠٠٠	١٢	١	١	٧	-٣	٣
٨-٩ /٢/ ٢٠٠٠	١٣	٢	٦	٢	١	٠
٢٧-٢٨ / ١٢ / ٢٠٠٠	١٤	٢	٥	٤	١	٠
٢٥-٢٦ / ١٢ / ٢٠٠٢	١٣	٢	٣	٦	-١	٠
٩-١٠ / ١ / ٢٠٠٢	١٣	٢	٢	٧	-١	٠
٤-٥ / ٣ / ٢٠١٢	١٥	٢	٢	٦	-١	٠
١٤-١٥ / ٣ / ٢٠١١	١٦	٢	١	٧	-١	٠
١٤-١٥ / ١٢ / ٢٠١٠	١٥	٢	١	٨	-١	٠
٢٧-٢٨ / ١١ / ٢٠١١	١٥	٢	٤	٥	٠	٠
٢٩-٣٠ / ١١ / ٢٠٠٤	١٤	٢	٤	٤	١	٠
٢٨-٢٩ / ١ / ٢٠٠١	١٣	١	١	٩	-٣	٤
١٠-١١ / ١ / ٢٠٠١	١٥	٢	١	٨	-٣	٢
٢-٣ / ١ / ٢٠٠٧	١١	١	٢٤	١٠	-٦	٨
١٨-١٩ / ١ / ٢٠٠٧	١٢	١	٢	٨	-٤	٣
١٨-١٩ / ١ / ٢٠٠٣	١٥	٠	٢٤	٩	-٣	٦

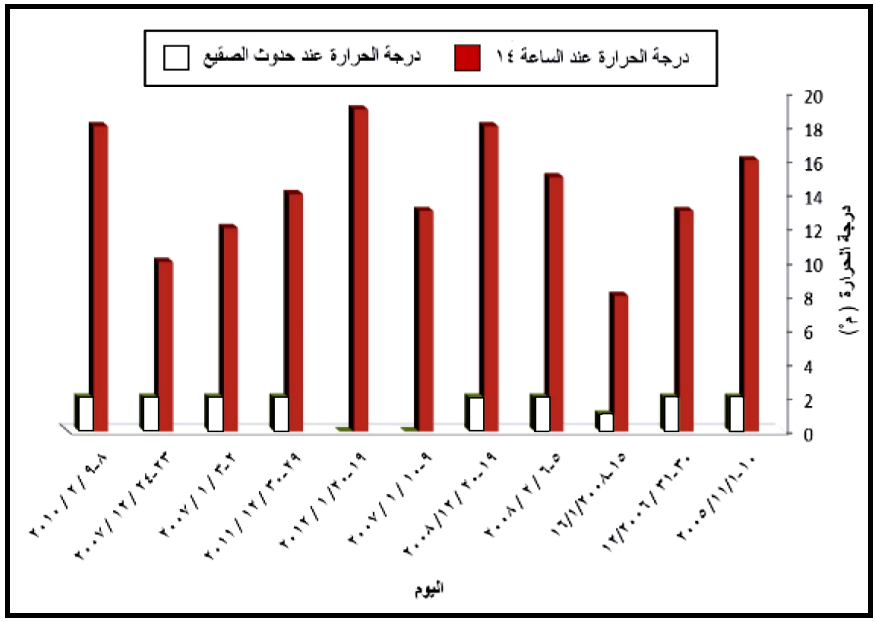
١٦-١٧ / ١ / ٢٠١٣	١٥	١	٢	٧	-٣	٥
١٩-٢٠ / ١ / ٢٠٠٦	١٥	٢	١	٨	-٢	١
٢٣-٢٤ / ١٢ / ٢٠٠٧	١٣	١	٢٤	١٠	-٤	٦
٢٨-٢٩ / ١٢ / ٢٠١٢	١٦	٢	٣	٦	٠	٠
٢٩-٣٠ / ١٢ / ٢٠٠٤	١٦	٢	٢٤	٩	-١	٠
٤-٥ / ١٢ / ٢٠٠٦	١٥	٢	٢	٦	-٢	١
٣٠-٣١ / ١٢ / ٢٠٠٦	١٠	١	٢٣	١١	-٥	٦
٢٧- ٢٨ /١٢/ ٢٠٠٥	١٢	٢	٢	٧	-٣	٢
٦-٧ / ١٢ / ٢٠٠٨	١٦	٢	٤	٤	٠	٠
٧-٨ / ٢ / ٢٠١٠	١١	٢	٢	٧	-٢	٢
٥-٦ / ٢ / ٢٠٠٧	١٦	٢	٢	٧	٠	٠
٢-٣ / ٢ / ٢٠٠٩	١٦	٢	٣	٥	٠	٠
٣-٤ / ٢ / ٢٠١٢	١٣	١	٣	٦	-٢	١
٣-٤ / ٢ / ٢٠١١	١٦	٢	٥	٤	١	٠
٢٢-٢٣ / ٢ / ٢٠٠٨	١٥	١	٣	٧	-٢	١
١-٢ / ٢ / ٢٠٠٢	١٦	١	٢	٨	-٣	٣

جدول (٢٠) : تتبع درجة الحرارة لساعة ١٤:٠٠ لبعض الأيام في منطقة القصيم.

اليوم	درجة الحرارة عند الساعة الرابعة عشرة (م°)	درجة الحرارة عند حدوث الصقيع (م°)	الساعة التي حدث عندها الصقيع	عدد ساعات الصقيع	أدنى درجة حرارة	عدد ساعات الصقيع القاتل
١٠-١١/١/ ٢٠٠٥	١٦	٢	٦	٤	٢	٠
٣٠-٣١ / ١٢/ ٢٠٠٦	١٣	٢	١	٩	-١	٠
١٥-١٦/١/ ٢٠٠٨	٨	١	٢٠	١٢	-٦	٥
٥-٦ / ٢ / ٢٠٠٨	١٥	٢	٢	٧	-١	٠
١٩-٢٠ / ١٢/ ٢٠٠٨	١٨	٢	٣	٥	١	٠
٩-١٠/١/ ٢٠٠٧	١٣	٠	٠	٠	٠	٠
١٩-٢٠/١/ ٢٠١٢	١٩	٠	٠	٠	٠	٠
٢٩-٣٠/١٢/ ٢٠١١	١٤	٢	٣	٤	٢	٠
٢-٣/١/ ٢٠٠٧	١٢	٢	١	٨	-١	٠
٢٣-٢٤/١٢/ ٢٠٠٧	١٠	٢	٥	٤	١	٠
٨-٩/٢/ ٢٠١٠	١٨	٢	٢	٧	١	٠



شكل (٣٤) : درجات الحرارة عند الساعة١٤:٠٠ ودرجة الحرارة لبعض الأيام التي حدث عندها الصقيع في منطقة حائل.



شكل (٣٥) : درجات الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠ ودرجة الحرارة التي حدث عندها الصقيع لبعض الأيام في منطقة القصيم.

دراسة العلاقة بين درجة حرارة الساعة ١٤:٠٠ وعدد ساعات الصقيع في لليوم التالي:

في هذه الدراسة حللت العلاقة ما يبين درجة حرارة الساعة و ١٤:٠٠ وبين عدد ساعات الصقيع لليوم التالي في منطقتي حائل والقصيم، ويوضح الشكل (٣٦) و (٣٧)، كمثال عليها، ففي حائل تبين وجود علاقة ارتباط جيدة بينهما، إذ بلغ معامل الارتباط (r = 0,565)، بينما بلغ معامل تفسيرها (R^2 =0,301)، وذات أهمية إحصائية 0.001، وفي القصيم بلغ معامل الارتباط r =0.596، بينما بلغ معامل تفسيرها R^2 =0,355، وذات أهمية إحصائية 0.053، ومن الملاحظ إن علاقة الارتباط بين درجة الحرارة عند الساعة ١٤:٠٠، ومدة ساعات الصقيع علاقة قوية في منطقة حائل، بينما تكون ضعيفة في منطقة القصيم، ويتضح ذلك من المعادلات التالية:

أ) منطقة حائل :

N = 17,732 -,762T

R = 0.565 R^2 = 0.301 Sig. = 0.001

N = عدد ساعات الصقيع ، T = درجة حرارة الساعة ١٤:٠٠

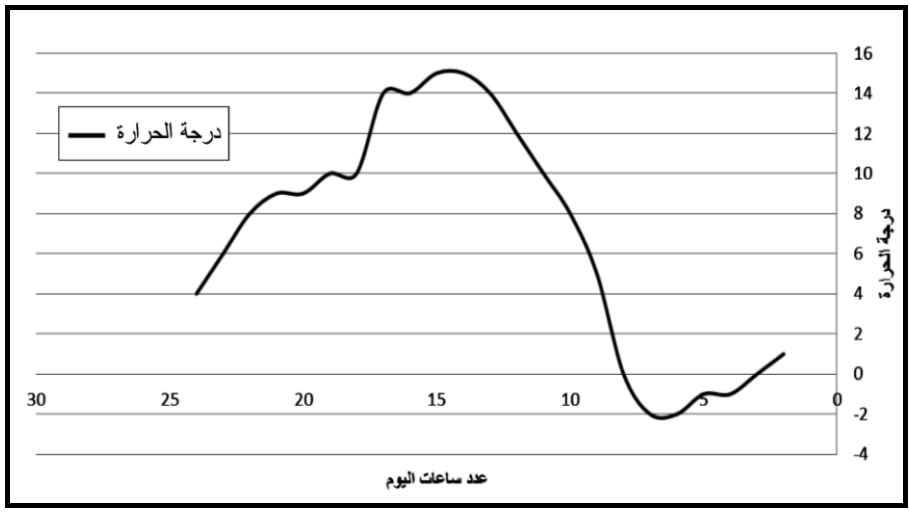
ب) منطقة القصيم :

N = 17.757 -0.976T

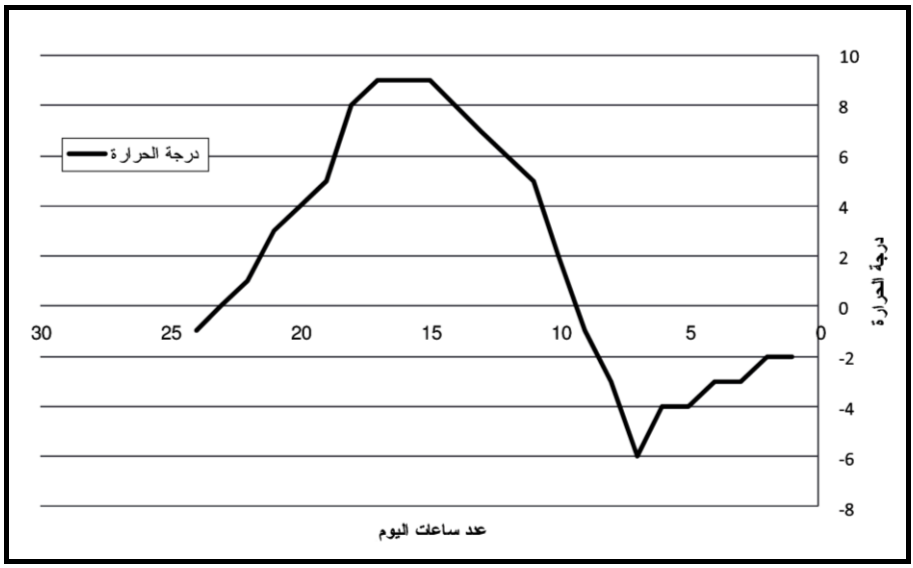
R = 0.596 R^2 = 0.455 Sig. = 0.053

مواسم الزراعة لبعض المحاصيل الزراعية في منطقتي حائل والقصيم :

تعتبر الخطوة الرئيسة في إنجاح الموسم الزراعي وزيادة الإنتاج الزراعي في أي منطقة هو تحديد موسم الزراعة المناسب بناء على توفر الاحتياجات الحرارية لكل محصول، وقد أجري مسح شامل للمحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة، وذلك لمعرفة فترة زراعتها، ومدى تأثير حالات الصقيع على نموها، وقد أوضح المسح محاصيل الخضر التي تتم زراعتها في منطقة الدراسة (البطيخ – الشمام – الخيار–الكوسا – الطماطم – البصل – البطاطس – الجزر – البقدونس – الخس – الباذنجان – الفاصوليا – الفلفل الأخضر– الكرفس – الجرجير – الكرنب – السبانخ – الباميا – اللوبيا)، كما أوضح المسح بعض المحاصيل والتي يلعب الصقيع دورا مهما في زراعتها سواء من الناحية الإيجابية أو السلبية، مثل الليمون والبرتقال والتين والكمثرى ويوسف أفندي والعنب والرمان والخوخ والمشمش والزيتون.



شكل (٣٦) : مثال على اتجاه درجة الحرارة الساعية ليوم الصقيع في محطة حائل ٤-٢٠٠٨/٢/٥م.



شكل (٣٧) : مثال على اتجاه درجة الحرارة الساعية ليوم الصقيع في محطة القصيم ١٥-٢٠٠٨/١/١٦م.

تتباين زراعة المحاصيل بناء على صفر النمو لكل محصول، ومن خلال دراسة الجدول (٢١)، والذي يوضح فترات الزراعة للمحاصيل لدى المزارعين، وفترات الزراعة المثلى والتي يوصي بها أصحاب الاختصاص، نجد أن هناك توافقا في زراعة بعض المحاصيل واختلافا في بعضها الآخر، فنلاحظ أن زراعة محصول البطاطس في منطقة حائل والذي يعتبر محصولا اقتصاديا مهما، يتوافق زراعته لدى المزارعين مع الزراعة المثلى الموصى بها، إذ تزرع العروة الربيعية من ١ يناير إلى ١٥ فبراير، إلا إن درجات الحرارة خلال هذه الفترة تتدنى إلى درجات التجمد، مما يؤثر بشكل كبير في إنتاج محصول البطاطس، وقد تبين من خلال هذه الدراسة أن شهري يناير وفبراير من أكثر أشهر السنة تسجيلا لحالات الصقيع، بالإضافة إلى أن درجة حرارة نمو البطاطس لا تقل عن ٧°م، ومن خلال تتبع درجات الحرارة خلال شهري يناير وفبراير نجد أنها تنخفض عن درجة الصقيع +٢°م، مما يجعلها غير مناسبة لزراعة محصول البطاطس، لذا توصي الدراسة بتغيير طريقة الزراعة من محاور الرش إلى زراعة محمية أو خندقية، ليتمكن المزارع من استخدام وسائل حماية تساعد على التقليل من تأثير الصقيع، بينما نجد أن زراعة البقدونس حسب المسح الميداني يبدأ من أوائل شهر يناير في منطقة القصيم، وهذه الفترة تنخفض فيها درجات الحرارة إلى ما تحت درجة الصقيع +٢°م، بينما تبدأ زراعة العروة الربيعية من ٢١ مارس، وهي فترة آمنه من الصقيع، لذا ينصح بتأخير زراعة البقدونس إلى ٢١ مارس، لتفادي تأثير الصقيع عليه، كما تبين كذلك من خلال عملية المسح الميداني (جنوب شرق حائل وشمال القصيم)، أن محصول الكوسا يزرع في ١٥ نوفمبر، وهذه الفترة غير مناسبة لزراعة هذا المحصول، إذ سجلت بها حالات صقيع، ودرجة نمو محصول الكوسا يجب ألا تقل عن ١٥°م، وتعتبر الفترة المثلى لزراعته من بداية ١٥ مارس في منطقة القصيم، ومن ١ ابريل في منطقة حائل، ورغم تسجيل حالات صقيع في منطقة حائل خلال شهر أبريل، إلا أنها تعتبر أفضل من الفترة التي يزرع بها المزارعون في المنطقة، وينصح بأن يتبع المزارعون الطرق السليمة والموصى بها في زراعة محصول الكوسا وذلك لتفادي تأثير الصقيع على محاصيلهم، ويمكن تأخير زراعة الكوسا كونها من المحاصيل الصيفية والتي تتحمل درجات الحرارة المرتفعة نسبيا.

جدول (٢١) : فترة الزراعة المتعارف عليها لدى المزارعين وفترات الزراعة المثلى لبعض المحاصيل الزراعية.

المحصول	فترة الزراعة الفعلية (١)	فترة الزراعة المثلى (٢)
البطاطس	من بداية شهر يناير	من ١ يناير – ١٥ فبراير
الباذنجان	١ مارس – ٣٠ أبريل	٢٨ يناير – ٩ فبراير ٢٠ مارس – ٢ إبريل
البصل	١٥ سبتمبر – ١ نوفمبر	١٦ أكتوبر– ٢٨ أكتوبر
الطماطم	١٥ سبتمبر – ١٥ ديسمبر	٢٨ يناير – ٩ فبراير
البطيخ	من بداية أبريل	١ ابريل – ١٥ يونيو
الكوسا	من ١٥ نوفمبر	١٥ مارس – ١ سبتمبر
المحصول	**فترة الزراعة المتعارف عليها**	**فترة الزراعة المثلى**
الملفوف	١ أبريل – ١ مايو	٢٠ يونيو – ٢ يوليو
الفلفل الأخضر	١٥ سبتمبر – ١ يناير	٢٨ يناير – ٩ فبراير
الفاصوليا	١٥ سبتمبر – ١٥ ديسمبر ١ فبراير – ١٥ مارس	١٥ يناير – ٢٧ يناير ٨ مارس – ٢٠ مارس
الباميا	١٥ مارس – ١ ابريل	٨ مارس – ٢٠ مارس
الكراث	١ يناير – ١ فبراير	٢٨ يناير – ٩ فبراير
البقدونس	١ يناير – ١ فبراير	٢١ مارس – ٢ أبريل

المصدر: (١) المسح الميداني للمحاصيل الزراعية. (٢) الطوالع والمواسم الزراعية، شركة نادك ٢٠١٣م.

من خلال ما تم ذكره سابقا، أن فترات الصقيع تمتد من شهر نوفمبر حتى شهر أبريل في منطقة حائل، ومن شهر نوفمبر حتى مارس في منطقة القصيم، ومن خلال المسح الميداني لوسائل الحماية من الصقيع، نجد أن هذه الفترة غير صالحة للزراعة، وأن الظروف الجوية المتسببة في موجات الصقيع، وكذلك بدائية وسائل الحماية من الصقيع، لا تشجع على زراعة الخضر المكشوفة منها خاصة، وذلك لما تسببه من دمار كبير للمحاصيل، لذا من الأفضل الاستغناء عن العروة الشتوية من هذه المحاصيل، وإيقاف زراعتها ما لم يطور المزارع وسائل المكافحة المستخدمة، والبحث عن السبل الأمثل لتجنب الخسائر الاقتصادية جراء دمار محاصيلهم.

مقدار تأثير الصقيع على المحاصيل الزراعية في منطقتي حائل والقصيم :

أجريت دراسة تحليلية لتأثير شدة الصقيع على بعض المحاصيل الزراعية في منطقتي حائل والقصيم خلال الأعوام الأخيرة، ٢٠٠٥م، ٢٠٠٨م، ٢٠١٢م، و٢٠١٣م، والتي كان فيها الصقيع شديدا، وذلك استنادا إلى الاستبيان الموزع على المزارعين، وتبين ما يلي:

يظهر الجدول (٢٢)، تأثير الصقيع المدمر في منطقة حائل للعام ٢٠٠٥م، على بعض محاصيل الخضر (بطاطس– خيار – باذنجان – بامية – طماطم – كوسا – فلفل أخضر)، إذ تسببت موجات الصقيع في تدمير أكثر من ٧٥%، من المحاصيل الزراعية.

جدول (٢٢) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠٠٥م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م°)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
طماطم	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
باميا	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
فلفل أخضر	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
كوسا	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
باذنجان	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
فاصوليا	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%
خيار	٢٠٠٥	قاتل	-5 _ +2	3 _ 20	أعلى من 75%

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

كما يوضح الجدول (٢٣)، مقدار الضرر الناتج عن حالات الصقيع في منطقة القصيم عام ٢٠٠٥م، لبعض محاصيل الخضر (باميا – باذنجان – كوسا – بطاطس – طماطم – الفلفل الأخضر)، فيلاحظ أن نحو ٥٠%، من هذه المحاصيل قد أتلف تماما، كما يوضح الجدول (٢٤)، مقدار الضرر الناتج عن حالات الصقيع في منطقة حائل عام ٢٠٠٨م، لبعض محاصيل الخضر (باميا – باذنجان – كوسا – بطاطس – طماطم –

الفلفل الأخضر– ورقيات)، فيلاحظ أن نحو ٧٥% من هذه المحاصيل قد أتلف تماما، ولكن كان تلف المحاصيل الورقية (الكراث – فجل – بقدونس – جرجير)، ١٠٠%.

جدول (٢٣) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠٠٥م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م˚)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
فلفل أخضر	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50
طماطم	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50
كوسا	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50
باذنجان	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50
فاصوليا	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50
خيار	٢٠٠٥	أسود	-1 _ +2	55 _ 15	%50

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

جدول (٢٤) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠٠٨م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م˚)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
خيار	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠
كوسا	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠
طماطم	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠
بطاطس	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠
باذنجان	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠
فلفل الأخضر	٢٠٠٨	قاتل	-7.5 _ +2	49 - 6	%١٠٠

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

يظهر الجدول (٢٥)، تأثير الصقيع المدمر في منطقة القصيم للعام ٢٠٠٨م، على بعض محاصيل الخضر (بطاطس- خيار – باذنجان – طماطم – كوسا – فلفل أخضر)، وخاصة في الشمال الشرقي.

جدول (٢٥) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠٠٨م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م˚)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
بامية	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
باذنجان	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
كوسا	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
بطاطس	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
طماطم	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
الفلفل الأخضر	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%
ورقيات (فجل – كراث – بقدونس – جرجير)	٢٠٠٨	قاتل	5- _ 0	24 _ 12	أعلى من ٧٥%

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

وفي العام ٢٠١٢م، يوضح الجدول (٢٦)، تأثير موجات الصقيع المدمرة في منطقة حائل، على بعض محاصيل الخضر (بطاطس – خيار – باذنجان – طماطم – قرع أمريكي – كوسا – فلفل أخضر – باميا – بصل)، إذ تسببت موجات الصقيع في تدمير المحاصيل الزراعية كليا.

وفي العام ٢٠١٢م، يوضح الجدول (٢٧)، تأثير موجات الصقيع في منطقة القصيم، على بعض محاصيل الخضر (بطاطس – خيار – طماطم – كوسا – فلفل أخضر – باميا).

جدول (٢٦) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠١٢م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م˚)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
بطاطس	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
خيار	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
باذنجان	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
طماطم	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
قرع أمريكي	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
كوسا	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
فلفل أخضر	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
باميا	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%
بصل	٢٠١٢	قاتل	-7 _ 2	49 _ 18	١٠٠%

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

جدول (٢٧) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠١٢م.

المحصول	السنة	نوع الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (م˚)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
بطاطس	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%
خيار	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%
باذنجان	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%
طماطم	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%
كوسا	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%
فاصوليا	٢٠١٢	أبيض	+2	40	أقل من ٢٥%

المصدر: الباحث اعتمادا على استمارات الاستبيان.

يوضح الجدول (٢٨)، تأثير موجات الصقيع عام ٢٠١٣م، في منطقة حائل على محاصيل الخضر (باميا – باذنجان – كوسا – بطاطس – طماطم – الفلفل الأخضر– فاصوليا)، إذ تسببت موجات الصقيع في تدمير ما بين ٢٥–٥٠%، من المحاصيل الزراعية.

وتبين كذلك من خلال الجدول (٢٩)، تأثر موجات الصقيع عام ٢٠١٣م، في منطقة القصيم على محاصيل الخضر (باميا – باذنجان – كوسا – بطاطس – طماطم – الفلفل الأخضر– فاصوليا)، إذ كان تأثير موجات الصقيع تأثيرا طفيفا، ولم يتجاوز التلف نسبة ٢٥%، من المحاصيل الزراعية.

جدول (٢٨) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة حائل خلال العام ٢٠١٣م.

المحصول	السنة	شدة الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (°م)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
طماطم	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
باميا	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
فلفل أخضر	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
كوسا	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
باذنجان	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
فاصوليا	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%
خيار	٢٠١٣	أسود	0 - 1-	21 - 27	تراوح بين ٢٥–٥٠%

جدول (٢٩) : تأثير الصقيع على محاصيل الخضر في منطقة القصيم خلال العام ٢٠١٣م.

المحصول	السنة	شدة الصقيع	درجة الحرارة الدنيا (°م)	الرطوبة النسبية الدنيا (%)	نسبة التلف
طماطم	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
باميا	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
فلفل أخضر	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
كوسا	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
باذنجان	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
فاصوليا	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%
خيار	٢٠١٣	طفيف	0 - 2+	35 - 40	أقل من ٢٥%

ومما تقدم يلاحظ أن تأثير الصقيع أشد في حائل، عما هي عليه في منطقة القصيم، وهذا يعود كما ذكر سابقا، إلى قلة تردد الكتل الهوائية الباردة على القصيم، بينما كان ترددها أكثر على منطقة حائل، وهذه النتائج تتوافق معا نتائج (الشمري، ٢٠٠٩؛ الحسبان، ١٩٩٦؛ القحطاني، ١٤٢٩هـ)، التي تؤكد على أن المناطق الشمالية أكثر عرضة وتأثر بالكتل الهوائية الباردة من المناطق الجنوبية.

تأثير الصقيع على المزارعين

تبين من خلال المسح الميداني، والمقابلة الشخصية للمهندسين الزراعيين في منطقة الدراسة، مدى تأثير موجات الصقيع التي تتعرض لها منطقة الدراسة، على حياة المزارعين والمستثمرين سواء الاقتصادية أو الاجتماعية، إذ ذكر أحد المهندسين أنه في عام ٢٠٠٨م، تعرضت حائل لموجة صقيع شديدة تسببت في حرق المحاصيل الزراعية، وتسببت في إتلاف ما يقارب ٨٠%، من المحاصيل الزراعية، مشيرا إلى أن خسائر المزارعين في محصول البطاطس في المزارع المكشوفة يزيد عن ٢٠ مليون ريال، وذكر عدد من مزارعي جبة – شمال حائل – أن مزارعهم تعرضت إلى موجات صقيع قاتلة خلال الأعوام الأخيرة خاصة عامى ٢٠٠٨ و ٢٠١١م، مما تسبب لهم بخسائر اقتصادية كبيرة، خاصة في محصول البطاطس والذي يعتبر من المحاصيل الرئيسة في الدخل، وذكروا أن التعويضات المصروفة لهم لا تمثل شيئا مقارنة بخسائرهم، مما يضطرهم للحصول على قروض جديدة لتعويض خسائرهم، أو وقف زراعة عدد من المحاصيل خوفاً من موجات الصقيع، ولمنع ارتفاع معدلات الخسائر المادية.

كما ذكر أحد مزارعي منطقة القصيم، أنه في عام ٢٠١١م، ضربت موجات الصقيع المنطقة مما تسبب في خسائر بمئات الآلاف، خاصة الباذنجان والطماطم والفلفل والكوسا، ولم يقتصر ضررها على المزروعات المكشوفة فقط، بل امتد إلى البيوت المحمية، وفي حديث ودي لأحد مهندسي وزارة الزراعة بالقصيم، ذكر أنه في شهر يناير من عام ٢٠٠٨م، دمر الصقيع عشرات المزارع والبيوت المحمية، وقضى على مزارع الخضار المكشوفة، مما رفع أسعار الخضار في السوق المحلي الى أعلى من ٥٠%، عن سعرها المعتاد، وذكر أن خسائر المزارعين فاقت ١٠ مليون ريال، وحول التعويضات التي يتلقاها المزارعون، ذكر أنها لا تفي ولو بجزء بسيط من خسائرهم، وإن صغار المزارعين يلجئون للقروض الزراعية أو التخلي عن الزراعة الشتوية بشكل كامل.

بعض النصائح والمقترحات التي قدمت للمزارعين أثناء المسح الميداني

أثناء القيام بعملية المسح الميداني للمزارع، قدم الباحث بعض المقترحات للمزارعين وذلك لمساعدتهم في التقليل من تأثير الصقيع على محاصيلهم الزراعية، خاصة صغار المزارعين، والذين يجدون مشكلة في توفير وسائل الحماية من الصقيع، أما لعدم توفرها أو لارتفاع أسعارها :

١- قص الأعشاب خلال فترة الصقيع المتوقعة، وذلك لسماح للأرض بامتصاص درجات الحرارة خلال النهار قبل حدوث الصقيع، لتتبعث في الليل.

٢- استخدام سبل التسميد الورقي الذي يقلل من خطر الإصابة بالصقيع، مثل البيوريت يوريا، وذلك قبل حدوث الصقيع، أو إضافة الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسيه، وذلك قبل حلول الصقيع، مع التقليل من التسميد الأزوتي.

٣- اختيار الأصناف الجيدة والمقاومة للصقيع، والتي تتناسب مع الزراعة في العروة الشتوية.

٤- رش نشارة الخشب حول قاعدة الشجيرات الصغيرة، وبعيدا عن المنطقة التاجية للسيقان، وذلك لمنع التعفن.

٥- عند الزراعة في المساحات المكشوفة، يفضل الزراعة في خنادق وتغطيتها بالقش مثل سعف النخيل، أو البلاستيك المقوى، أو الأقمشة وذلك لتقليل من أضرار الصقيع عليها.

٦- استخدام الأسيجة النباتية، لمنع تدفق الهواء البارد، وتوضع مع اتجاه الرياح الباردة.

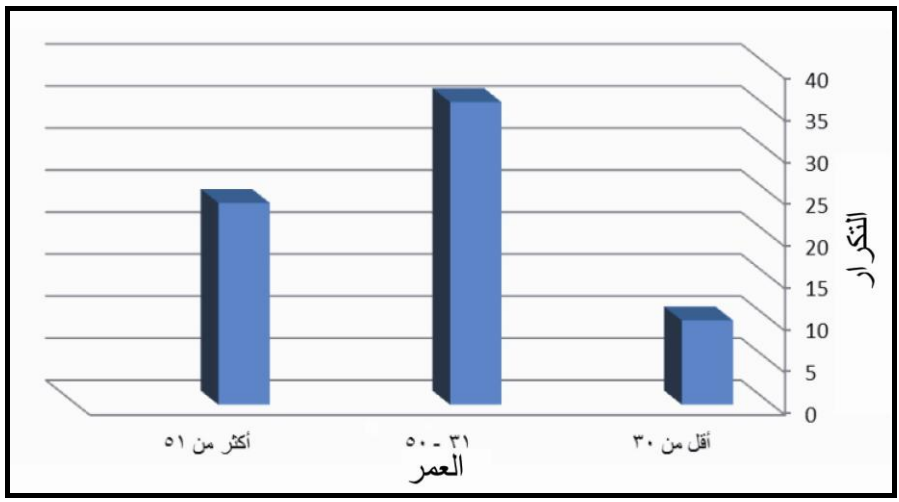
تحليل العوامل المؤثرة في تفاقم تأثيرات الصقيع على منطقتي حائل والقصيم من خلال تحليل استمارات الاستبانة:

تم تعبئة ٧٠ استمارة استبيان موزعة بالتساوي على منطقتي حائل والقصيم، تمثل المزارع الصغيرة والمتوسطة والكبيرة، مع استبعاد المزارع العائدة للشركات الاستثمارية، وذلك لدراسة العوامل التي تساعد على تفاقم تأثير الصقيع في منطقتي الدراسة، وتبين من خلال فرز هذه الاستبيانات ما يلي :

١) التركيب العمري للمزارعين :

يوضح الشكل (٣٨)، أن الفئة العمرية للمزارعين في منطقة الدراسة تتراوح ما بين ٢٠-٧٠ سنة، منهم نحو ٥١.٤%، أعمارهم محصورة ما بين ٣١-٤٠ سنة،

بينما نحو ١٤.٣%، أعمارهم أقل من ٣٠ سنة، بينما يمثل المزارعون التي تزيد عن ٥١ سنة نحو ٣٤.٣%، وبناء عليه يتضح أن أعلى نسبة للمزارعين تقع أعمارهم ما بين ٣١-٥٠ سنة، وهذا التركيب العمري يساعد في تطوير وتحسين مستوى الزراعة، وإدخال التقنية الحديثة والوسائل المساعدة للحماية من الصقيع إلى مزارعهم.



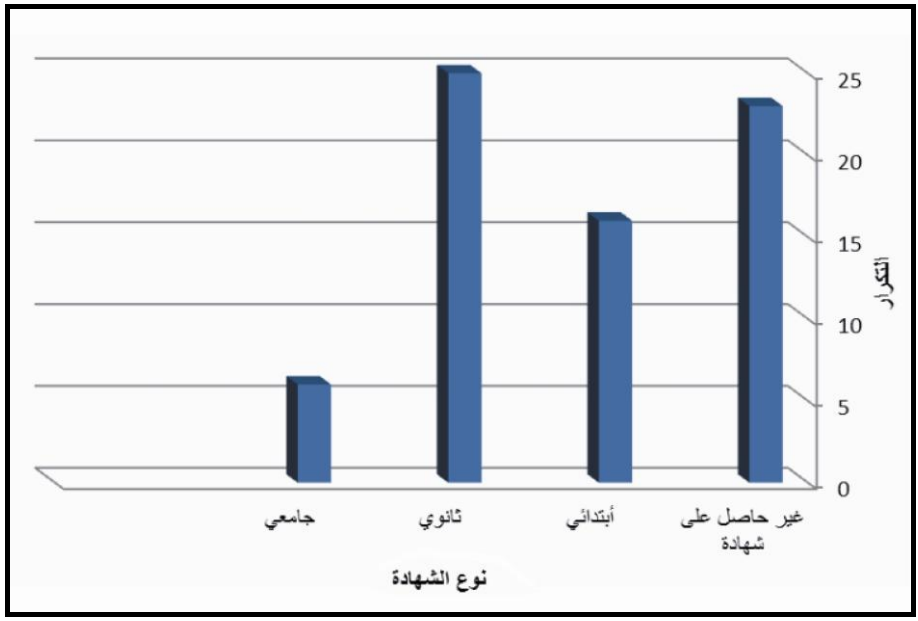
شكل (٣٨) : التركيب العمري للمزارعين في منطقتي حائل والقصيم.

٢) الخبرة :

تم تحليل خبرة المزارعين العملية التي مارس فيها المزارعون العمل في مجال الزراعة، وتبين أن نحو ٦٠%، من المزارعين تراوحت خبرتهم ما بين ٦-١٥ سنة، وهذا يدل أن خبرة المزارعين في مجال الزراعة كبير، وبناء عليه من المفترض أن تكون دراية المزارع على مر سنوات خبرته، قد تطورت وأصبح لدية علم بالظروف الجوية والظروف المصاحبة لها، والمتسببة بالصقيع، ووسائل الحماية التي يجب أن يحتاط بها المزارع لدفع أضرار الصقيع عن المزروعات، ولكن تصطدم هذه الخبرة بالناحية الوراثية المكتسبة من الآباء والأجداد، التي من الصعب تغييرها لدى الكثير منهم.

٣) المستوى التعليمي للمزارعين :

يوضح الشكل (٣٩)، المستوى التعليمي لدى المزارعين، وقد تبين تدني المستوى التعليمي لدى المزارعين، إذ بلغت نسبة الجامعيين ٨.٦%، والحاصلين على شهادة الثانوي ٣٥.٧%، وبلغت نسبة غير الحاصلين على شهادة والحاصلين على شهادة الابتدائي ما يقارب ٥٦%، من مجموع المزارعين، وهذه النتائج تعطي مؤشرا على عدم أدراك المزارعين بما يحدث من تقلبات مناخية، وعدم إلمامهم بالتحذيرات التي تصدرها الجهات المعنية، وعدم درايتهم بالسبل والطرق السليمة التي يجب عليهم اتخاذها للحيلولة أو للتقليل من كوارث الصقيع.



شكل (٣٩) : المستوى التعليمي للمزارعين في منطقتي حائل والقصيم.

٤) آلية الزراعة والاستثمار :

تبين من خلال المسح الميداني أن محاصيل الخضر تشكل النسبة الأعلى من الزراعة في منطقتي الدراسة، وتتم زراعة معظمها بطرق بدائية، وبدون استخدام وسائل حماية من الصقيع، وإضافة إلى ذلك عدم تدريب العمالة، وقد أتضح من خلال المسح

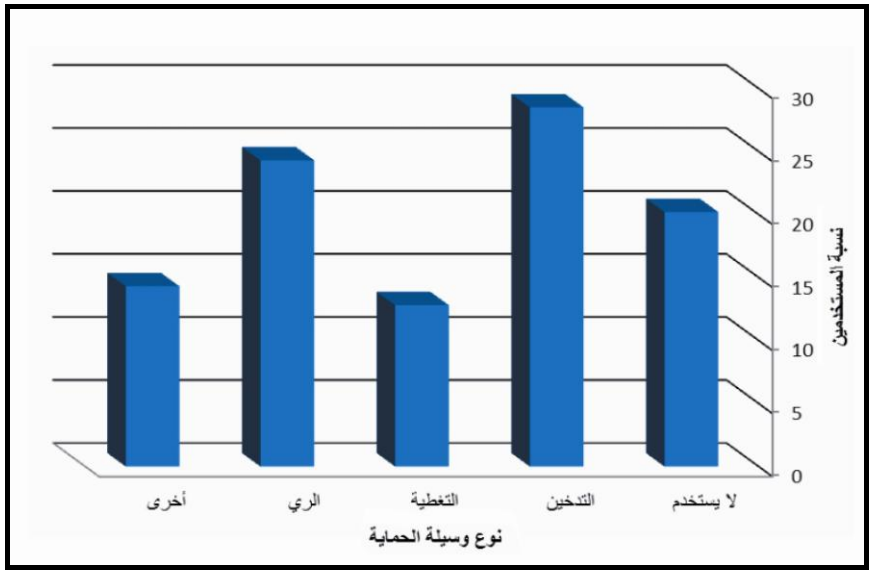
الميداني لطرق الاستثمار أن نسبة عالية جدا من المزارع، خاصة مزارع الخضار والنخيل مؤجرة للعمالة الوافدة والتي تهتم بالكسب السريع، دون الاهتمام بالوسائل والطرق العلمية والصحيحة للزراعة أو استخدام وسائل مجدية لمكافحة الصقيع، وقد تبين كذلك أن البيوت المحمية في معظم المزارع تفتقر لوسائل التدفئة، بل إن معظمها عبارة عن غطاء بلاستيكي رقيق لا يساعد على الحماية من الصقيع في ضل تدني درجات الحرارة بشكل كبير، ومثل هذه الآلية إضافة إلى المستوى التعليمي المتدني تشكل عوامل تساعد على تفاقم تأثيرات الصقيع على المحاصيل الزراعية.

٥) دور وزارة الزراعة :

تلعب وزارة الزراعة ممثلة في قسم الإرشاد الزراعي دورا مهما وفعالا في إرشاد المزارعين وتوعيتهم، وتقديم الدعم والمشورة لهم، وتثقيف المزارعين، وتوزيع النشرات الزراعية المتمثلة في كيفية الوقاية من الصقيع، وسبل حماية محاصيلهم الزراعية، وتحذيرهم بتقلبات الأحوال الجوية، ومن خلال المسح الميداني لم يذكر أي مزارع من عينة الدراسة، أنه سبق لهذا القسم القيام بأي خطوة من المهام الموكلة له، مما يعني أنه ذو دور سلبي، وفي ضل تدني المستوى التعليمي كما ذكر سابقا، يعتبر تقصير وزارة الزراعة في إرشادها للمزارعين سببا قويا في تفاقم تأثير الصقيع على المحاصيل الزراعية.

وسائل الحماية من الصقيع والمتبعة في منطقتي حائل والقصيم:

تم من خلال المسح الميداني فرز وسائل الوقاية من الصقيع، التي يلجا لها المزارعون من أجل الحد من تأثير الصقيع، وقد بين الفرز ما يلي (شكل ٤٠) :



شكل (٤٠) : نسبة طرق الوقاية من الصقيع في محطتي حائل والقصيم للفترة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

١) التدخين :

احتل التدخين المرتبة الأولى بين وسائل الوقاية من الصقيع المتبعة في منطقتي حائل والقصيم، إذ يستخدم حوالي ٢٨.٦%، من المزارعين هذه الطريقة، وتقوم هذه الطريقة على حرق الحشائش وسعف النخيل، وبقايا النباتات إضافة إليها حرق إطارات المركبات، وتساعد هذه الطريقة في تسخين الهواء في الحقول، وتنعدم لدى المزارعين استخدام مكائن الدخان التي هي أكثر جدوى وأمانا، إذ تتسبب إطارات المركبات في تلويث الهواء، والإضرار بصحة وسلامة البيئة.

٢) الري :

احتلت طريقة الري المرتبة الثانية بين وسائل الوقاية من الصقيع ومقاومته، إذ يستخدم حوالي ٢٤.٣%، من المزارعين هذه الطريقة لتقليل من تأثير الصقيع، إذ أن هذه الطريقة تعتمد على زيادة سقيا المحاصيل بالمياه، لأنها تزيد من رطوبة التربة والجو وإن الحرارة التي يطلقها الماء ترفع درجة حرارة الهواء، ولكن لهذه الطريقة محاذير إذ أنها

تعطي النباتات والمحاصيل كمية كبيرة من الماء مما يجعل النباتات تتضرر من هذه المياه.

٣) طريقة التغطية :

تعتبر هذه الطريقة الأبسط والأكثر شيوعاً ومن السهل الحصول عليها، وذلك للحماية من أضرار الصقيع، هذه الوسيلة مجدية اقتصاديا لمحاصيل الخضر والمحاصيل القصيرة، إذ أنها تعتمد على تغطية المحاصيل بالبلاستيك أو أقمشة مخصصة لهذا الغرض، أو استخدام سعف النخيل والقش، ويقوم بعض المزارعين بتغطية المحاصيل الصغيرة جدا مثل الكوسا والطماطم بالتربة، كما أن بعض المزارعين يعمدون إلى تدبيل التغطية داخل البيوت المحمية خاصة عند تدنى درجات الحرارة بشكل كبير، خاصة وأن البيوت المحمية في منطقة الدراسة عبارة عن بيوت تقليدية كما ذكر سابقا، ويستخدم ما يقارب ١٢.٨%، من المزارعين هذه الطريقة لتقليل تأثير الصقيع على محاصيلهم الزراعية.

٤) وسائل وقائية أخرى :

من خلال عملية المسح الميداني لأساليب الوقاية من الصقيع، أتضح أن بعض المزارعين يستخدمون بعض طرق الوقاية المختلفة وعلى شكل ضيق، إذ يستخدم ما يقارب ٧.٤%، من المزارعين المواد الكيميائية مثل هيوميك أسيد واستخدام الأحماض الأمينية واستخدام عملية التسميد، وذلك لرفع حرارة التربة للتقليل من تأثير موجات الصقيع.

بينما أتضح من خلال المسح الميداني أن هناك ما يناهز ٢٠.٢%، من المزارعون لا يستخدمون أي نوع من أنواع الوقاية من الصقيع، وهذا دليل على جهل هؤلاء المزارعين بأهميتها، أو عدم إلمامهم بكيفية استخدامها، أو عدم الاكتراث بأساليب الوقاية من ناحية جدواها في محاربة الصقيع، وكل هذا يعود إلى ثقافة المزارع ودرايته بالزراعة، وانخفاض المستوى التعليمي لدى المزارعين بشكل عام.

النتائج :

توصل الباحث إلى عدد من النتائج الرئيسة بعد أعداد هذه الدراسة جاءت كما يلي :

١- اختلاف تكرار حالات الصقيع وشدتها في منطقتي حائل والقصيم، إذ بلغت حالات تكرار الصقيع في محطة حائل ٨٧٠ حالة صقيع، وفي محطة القصيم ٢٣٨حالة صقيع، خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٨٥-٢٠١٣م.

٢- أظهر اختبار T وجود فروق ذات أهمية إحصائية بين محطتي حائل والقصيم السنوية، وتبين وجود علاقة ارتباط قوية وأهمية إحصائية عالية بين تكرار حالات الصقيع السنوية في محطتي حائل والقصيم.

٣- تبين من دراسة الاتجاه الزمني لظاهرة الصقيع في محطة حائل والقصيم، أن خط معادلة الانحدار والاتجاه الزمني يميل إلى التناقص في بعض الأشهر في محطة حائل (يناير – فبراير – مارس – أبريل)، ويتزايد في الأشهر (نوفمبر – ديسمبر)، بينما يتناقص في جميع الأشهر في محطة القصيم، لكن هذا التزايد والتناقص ظاهري ليس له أهمية إحصائية.

٤- أوضحت الدراسة أن الصقيع الأبيض هو النوع السائد في منطقتي حائل والقصيم، تلاه الصقيع الأسود، وجاء الصقيع القاتل ثالثا.

٥- تبين من خلال تحليل تكرار حالات الصقيع في منطقتي الدراسة باستخدام أسلوب التوزيع التراكمي (Cumulative Distribution)، أن التكرار العادي لحالات الصقيع السنوي في منطقة الدراسة تتراوح عند احتمال ٥٠%، بين ٥-٢٣ حالة، ومحصورة بين ٥-٢٠ حالة، عند احتمال ٤٠%، وبين ٧-٢٦ حالة، عند احتمال ٦٠%، وعند احتمال ١٠%، تنحصر بين ٠-٩ حالة، وعند احتمال ٩٠%، تراوحت بين ٢٥-٧٠ حالة، وفي مثال على احتمال تكرار حالات الصقيع في شهر يناير في منطقتي الدراسة، يظهر فيه أن التكرار العادي لحالات الصقيع لشهر يناير عند احتمال ٥٠%، تراوحت بين ٢-١١ حالة، وعند احتمال ٤٠%، انحصرت بين ٢-٩ حالة، وعند احتمال ٦٠%، تراوحت بين ٣-١٢ حالة، وعند احتمال ١٠%، تراوحت بين .-٣ حالة، وتراوحت بين ١١-٢٦ حالة، عند احتمال ٩٠%، وعند احتمال تكرار حالات الصقيع في شهر فبراير في منطقتي الدراسة، يظهر فيه أن

التكرار العادي لحالات الصقيع لشهر يناير عند احتمال ٥٠%، تراوحت بين ١-٦ حالة، وعند احتمال ٤٠%، انحصرت بين ٠-٥ حالة، وعند احتمال ٦٠%، تراوحت بين ١-٧ حالة، وعند احتمال ١٠%، تراوحت بين ٠-٢ حالة، وتراوحت بين ٦-٢٣ حالة، عند احتمال ٩٠%.

التوصيات

من خلال ما تقدم حول تكرار ظاهرة الصقيع، يمكن اتخاذ التوصيات التالية :

١- تفعيل دور الإرشاد الزراعي، ومراكز الأبحاث الزراعية التابعة لوزارة الزراعة، التي تقوم بدور مهم في إرشاد المزارعين وتثقيفهم، ومساعدتهم في اتخاذ الإجراءات السليمة والخطط الصحيحة، لتجنب مشاكل الصقيع، وزيارة المهندسين الزراعيين للمزارع ورفع مستوى الوعي لدى المزارع، ومساعدته في حل مشاكله الزراعية، وكيف التعامل معها، خاصة المشاكل الناتجة عن الصقيع.

٢- من المهم تحديد أبكر صقيع وآخر صقيع حدث في المواقع الزراعية، وذلك من خلال بيانات الأرصاد أو الأبحاث، وذلك لأخذ الحيطة والحذر عند زراعة المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة.

٣- متابعة الأبحاث للتوصل إلى أنواع من المحاصيل الزراعية ذات المقاومة عالية للصقيع، والتي يمكن زراعتها في منطقة الدراسة.

٤- توعية المزارعين بضرورة إتباع الإجراءات اللازمة لمكافحة الصقيع، واستخدام الوسائل المتطورة والحديثة، وإتباع طرق الزراعة الحديثة التي تساعد على التقليل من أثار الصقيع.

٥- ضرورة الابتعاد عن الوسائل التقليدية في مكافحة الصقيع، خاصة حرق إطارات السيارات، لما تتسبب فيه من تلوث بيئي، وكذلك ترسب نواتج الحرق في النبات مما يؤثر في تركيب النباتات، خاصة الخضروات الورقية والفواكه، وكذلك الابتعاد عن بعض المواد الكيميائية التي تؤثر بشكل عكسي.

٦- إجراء أبحاث متخصصة ومفصلة في المناخ الزراعي، خاصة أثر الصقيع على المحاصيل الزراعية.

٧- تعويض المزارعين بشكل يتناسب مع خسائرهم في المحاصيل الزراعية جراء الصقيع.

٨- من الضروري أن يتقيد المزارعون بأوقات الزراعة المناسبة، التي تصدرها الشركات الزراعية مثل شركة نادك الزراعية، والتقليل من الزراعة المكشوفة، خاصة الشتوية منها، واستبدالها بالبيوت المحمية المجهزة والمقاومة للصقيع.

المراجع

- الشريف، بدرية عبد العزيز (٢٠٠٩م)، شبكة الطرق البرية في منطقة القصيم دراسة في جغرافية النقل (رسالة دكتوراه) جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- الشريف، بدرية عبد العزيز (١٩٩٩م)، أنتاج القمح في منطقة القصيم، دراسة في الجغرافيا الاقتصادية (رسالة ماجستير)، كلية التربية بجدة.
- الفندي، محمد جمال الدين (١٩٧٥م)، الأرصاد الجوية، مطبعة جامعة القاهرة، القاهرة.
- القحطاني، ابتسام محمد (١٤٢٩هـ)، الصقيع وأثرة على المحاصيل الزراعية في بعض مناطق شمال المملكة العربية السعودية، دراسة في المناخ التطبيقي (رسالة ماجستير) جامعة الملك سعود.
- المديرية العامة للزراعة بمنطقتي القصيم وحائل ١٤٢٨هـ.
- المسلم، إبراهيم (١٩٩٨م)، القصيم والتطور الحضاري، دار الجسر للطباعة والنشر، الرياض.
- المعايعة، خولة عبد المهدي (٢٠٠٣م)، أثر نوبات الصقيع على المحاصيل الزراعية والمواصلات في الأردن "دراسة في المناخ التطبيقي" (رسالة دكتوراه)، الجامعة الأردنية.
- المفكرة الزراعية. ٢٠١٢م، نشرة زراعية صادرة عن شركة نادك الزراعية.
- الهيئة العليا لتطوير منطقة حائل.
- سقا، عبد الحفيظ محمد (١٩٩٥م)، الجغرافيا الطبيعية للملكة العربية السعودية، دار زهران للنشر جدة.
- عبد العظيم، محمد عبد العظيم كاظم (١٩٨٥م)، علم فسلجة النبات، ج٣، وزارة التعليم والبحث العلمي، جامعة الموصل.
- عبيد، حسان (٢٠٠٦م)، إمكانية خفض أضرار الصقيع على صنف التفاح Golden Delicious باستخدام فيتامين E والغليسيرين، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (٢٢)، العدد (١).
- كلية الزراعة، قسم المحاصيل الزراعية، جامعة الملك سعود.
- محسوب، محمد صبري، وأخرون. ١٩٩٩، جغرافية المملكة العربية السعودية: الجوانب الطبيعية، دار الفكر العربي، القاهرة.
- هيئة الأرصاد العامة وحماية البيئة بمنطقتي حائل والقصيم.

المراجع باللغة الإنجليزية :

- Al Misnid, A. 2005, climate change and water use for irrigation : A case study in the Gasseim area of Saudi Arabia, A thesis submitted to the School of Development Studies at the University of East Anglia in fulfillment of the requirements for the degree of Ph.D.
- Al-Shammari and others (2012), Land Cover Classification of Hail-Saudi Arabia Using Remote Sensing, International Journal of Geosciences, 2012, 3, 349-356.
- Bo, Huang Shou (1990), A Climatic Classification For Citrus Winter Survival in China. Journal of Climate, Vol. 4, 550-555. http://ocean.hb.uiowa.edu.
- FAO (2005), Frost protection: fundamentals, practice, and economics – Vol. 1, Natural Resources Management and Environment Department.
- Hall, Heather Ann (2009), Evaluation of frost damage in seed corn (Zea mays): with special emphasis on seed composition and moisture content, master in science, Iowa State University.
- J.C. Zasada, R.M. Teclaw, D.S. 8uckSey and J.G. Usebrands, Effects of frost on hard wood regeneration northern Wisconsin, 1994.
- Foley J., (2009), The Other Inconvenient Truth: The Crisis in Global Land Use, Yale University's Environment 360.
- John, P. (1999), Rural population growth, agricultural change and natural resource management in developing countries; a review of hypotheses and some evidence from HONDURAS, Environment and Production Technology Division International Food Policy Research Institute 2033 K Street, N.W
- Kelleher, F.M, Rollings. N.M, Poulton, 2001D.M, and P. Cornish.. Levine, A. (1999), Oxidative stress as a regulator of environmental responses in plants. In: Lerner HR (ed) Plant Responses to Environmental Stresses. From Phytohormones to Genome Reorganization. Marcel Dekker, New York.
- Levine, A. (1999), Oxidative stress as a regulator of environmental responses in plants. In: Lerner HR (ed) Plant Responses to Environmental Stresses. From Phytohormones to Genome Reorganization. Marcel Dekker, New York.
- Linacre, E, and Bart Geerts (1997), Climates and weather Explained, London, Rutledge.
- Nadia S. Halim (2010), Agriculture and the Water Challenge ,Magazine of Johns. Hopkins University, (Water & Food Water Policy), United States. Neil O'Connell, Joseph Connell and Richard Snyder, 2011, Frost definitions, history and forecasting, Willowood USA.
- Oliver, J.E., 1973. Climate and Weather.

- Oroud, Ibrahim M. (1993), Potential Damage to Exposed Domestic Water Pipes in Jordan During Freezing Conditions, Mu'tah Journal for Research and Studies, Vol. 8.
- ROR (2008). Strategic Plan for the Transformation of Agriculture in Rwanda – Phase II (PSTA II), Final Report, Ministry of Agriculture and Animal Resources, Republic of Rwanda (ROR), Kigali.
- Yongxin Quan Zeng, (2002), An Analysis of Current Problems in Chinaís Agriculture Development: Agriculture, Rural Areas and Farmers. The Annual Conference of Canadian Agricultural Economics, Canada.

المقالات والمواقع الالكترونية :

- خالد العميم. جريدة الرياض

(http://www.alriyadh.com/305932)

- سلطان العايضي. جريدة الشرق

(http://www.alsharq.net.sa/2012/01/23/96312)

- جريدة الاقتصادية

(http://www.aleqt.com/2006/01/03/article_21738.html)
(http://www.aleqt.com/2008/08/11/article_150604.html)

- جريدة دنيا الوطن

http://www.alwatanvoice.com/arabic/news/2008/01/12/118511 html

- منظمة البن الدولية (٢٠٠١)

http://www.coffeeresearch.org/market/frosthistory.htm

- مكتب الأرصاد الحكومة الإلكترونية في المملكة المتحدة

http://www.metoffice.gov.uk/learning/frost/types-of-frost

- أخبار لبنان

http://www.lebanonnews.com/details/115019/10

- D. Wölfel, G. Noga ,The Effect of Tocopherol and Glycerol on Preventing Blossom Freezing Injury, ISHS ActaHorticulturae 466.
- White, Research Officer, Agriculture Western Australia, Department of Agriculture and Food.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Frost_(temperature)#cite_note-imv-1

ABSTRACT

This study examined the problem of repeated frosts that occur from period to period, causing significant damage to agricultural crops in the Hail and Qassim regions. In this study, the climatic data for the two study areas were collected during the period 1985-2013. The data were then sorted and tabulated, It was found that the Hail region came first with 870 cases of frost, followed by the Qassim region with a frequency of 238 frosts. It turns out that the months of January and February more months frequent cases of frost cascading in the areas of study, and the study shown classification of the types of frost anticipating in the areas of study, has been shown that the white frost is the predominant Type in the areas of study by 619, followed by frost black by 288 case, it came frost killer III. By 201 cases, and studied the temporal trend of the phenomenon of frost in the regions of the study, during the years of study and Months, has declined cases of frost in the Hail region show during months (January-February-March-April), Increasing during the month (November-December), and in the Qassim region The regression equation shows the line The trend time tend to decrease in all months of frost. During this study, an attempt was made to predict the occurrence of frost conditions in the Hail and Qassim regions, on some days using temperature measurements at 14:00, and found that frosts could be expected the following day. The study showed that the educational level, experience, age, the mechanism of agriculture and investment, and the role of the Ministry of Agriculture, and the role of the Ministry of Agriculture, Factors that exacerbate the phenomenon of frost on agricultural crops, as shown by the field survey that smoking and irrigation and the method of coverage, is the most protective means used to combat the phenomenon of frost in the regions of Hail and Qassim.

الإصدارات السابقة
□لسلسلة البحوث الجغرافية

١. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
٢. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامى، ١٩٩٧.
٣. القرى المدمرة فى فلسطين حتى عام ١٩٥٢، أ.د. يوسف أبو مايلة وآخرون، ١٩٩٨.
٤. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، ١٩٩٩.
٥. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية فى مصر، د. أحمد عاطف دردير، ٢٠٠١.
٦. صورة الأرض فى الريف، د. محمد أبو العلا محمد، ٢٠٠١.
٧. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامى محمود، ٢٠٠٣.
٨. الماء والأفلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، ٢٠٠٤.
٩. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزاملى، ٢٠٠٥.
١٠. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبى على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، ٢٠٠٥.
١١. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، ٢٠٠٦.
١٢. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، ٢٠٠٦.
١٣. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم غانم، ٢٠٠٦.
١٤. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. إبراهيم الديب، ٢٠٠٦.
١٥. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر، د. فاطمة محمد أحمد، ٢٠٠٦.
١٦. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، ٢٠٠٧.
١٧. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد، د. المتولي السعيد، ٢٠٠٧.
١٨. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٤، د. أشرف عبده، ٢٠٠٧.
١٩. مياه الشرب فى مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠٠٧.
٢٠. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف عبده، ٢٠٠٧.
٢١. الأبعاد الجيوديموجرافية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام ٢٠٠٥، د. سامح عبد الوهاب، ٢٠٠٨.
٢٢. الأوقاف الخيرية فى مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، ٢٠٠٩.

٢٣. صناعة السيارات فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٤. المناخ والملابس فى مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، ٢٠٠٩.
٢٥. قضايا الطاقة فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، ٢٠٠٩.
٢٦. الثروة المعدنية فى محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠٠٩.
٢٧. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة، ٢٠٠٩.
٢٨. التحليل الجغرافى لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠٠٩.
٢٩. تحليل جغرافى لمنطقتين عشوائيتين فى مدينة جدة، د. أسامة جستنية و أ. مشاعل المالكي، ٢٠٠٩.
٣٠. الفقر فى غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، ٢٠١٠.
٣١. بعض ملامح التنمية العمرانية فى محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، ٢٠١٠.
٣٢. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف، ٢٠١٠.
٣٣. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوى، ٢٠١٠.
٣٤. التجديد العمرانى للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١١.
٣٥. تغير المعطيات المكانية وأثرها فى التنمية السياحية بقرية البهنسا فى محافظة المنيا، د. ماجدة جمعة، ٢٠١١.
٣٦. الاتجاهات الحديثة فى جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، ٢٠١١.
٣٧. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهه يقظان الجابري، ٢٠١١.
٣٨. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد صابر، ٢٠١١.
٣٩. أحجار الزينة فى المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، ٢٠١١.
٤٠. التنوع الحيوى بإقليم الجبل الأخضر بالجماهيرية العربية الليبية، د. عادل معتمد، ٢٠١١.
٤١. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (١٣٦٩-١٤٥٠هـ) الموافق (١٩٥٠-٢٠٢٨م)، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١١.
٤٢. المراوح الفيضية وأثرها على طريق قفط – القصير، د. محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠١٢.
٤٣. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، ٢٠١٢.
٤٤. التنوع المكانى لأنماط النمو الريفى فى المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، د. محمد مشخص، ٢٠١٢.

٤٥. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، ٢٠١٢.
٤٦. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، ٢٠١٢.
٤٧. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، ٢٠١٢.
٤٨. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، د. محمد سعيد البارودي، ٢٠١٢.
٤٩. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية، د. طارق كامل، ٢٠١٢.
٥٠. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفر الشيخ، د. محروس المعداوى، ٢٠١٢.
٥١. الضوابط المناخية للعجز المائى فى شبه جزيرة سيناء، د. صلاح عماشة، ٢٠١٢.
٥٢. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٢.
٥٣. مواقف السيارات والأزمة المرورية بمحافظة القاهرة، د. رشا حامد سيد حسن بندق، ٢٠١٢.
٥٤. ثلاثون عاما من النمو العمرانى الحضرى بمحافظة أسوان، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٢.
٥٥. الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٢.
٥٦. المدينة الصناعية الثانية بمدينة الرياض، د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة، ٢٠١٢.
٥٧. التغير الكمي والنوعي لاستخدامات الأرض بأحياء المدينة المنورة، د. عمر محمد على، ٢٠١٢.
٥٨. استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد ومعالجة مشكلة العشوائيات السكنية بالمدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، ٢٠١٢.
٥٩. شارع بورسعيد بالقاهرة : دراسة تحليلية فى جغرافية النقل، د. منى صبحي، ٢٠١٢.
٦٠. التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم، د. مجدى شفيق السيد صقر، ٢٠١٣.
٦١. التحليل المكانى لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة المكرمة، د. عمر محمد على، ٢٠١٣.
٦٢. تحليل جغرافي للتعليم الأساسي بقرى مركز أطفيح، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣.
٦٣. نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموي، د. عاطف حافظ سلامه، ٢٠١٣.
٦٤. جيومورفولوجية قاع الفريح شرق المدينة المنورة وإمكانات التنمية، د. متولي عبد الصمد، ٢٠١٣.
٦٥. ملامح الفقر الحضري وخيارات التنمية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٣.
٦٦. Abha Town (Kingdom of Saudi Arabia): A Study in Social Area Analysis. (In English) by "Dr. Ismail Youssef Ismail" (2013).
٦٧. نحو صناعة مطورة لحماية البيئة في محافظة أسيوط، د. أحمد عبد القوى أحمد، ٢٠١٣.

٦٨. الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط م الرياض، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٣.
٦٩. تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية فى إقليم قناة السويس، د. منى صبحي نور الدين، ٢٠١٣.
٧٠. استخدامات الأرض في حلوان، د. فاطمة عبد الصمد، ٢٠١٣.
٧١. تحليل جغرافى لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية، د. منى صبحي، ٢٠١٤.
٧٢. خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، ٢٠١٤.
٧٣. تيسير الوصول إلى الخدمات العامة فى مدينة أسوان، د. أشرف عبد الكريم، ٢٠١٤.
٧٤. الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا، د. محمد حسانين، ٢٠١٤.
٧٥. التباين المكاني لمحطات الوقود في المدينة المنورة، د. أشرف على عبده، ٢٠١٤.
٧٦. المخلفات الصلبة في مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، ٢٠١٤.
٧٧. جيومورفولوجية ساحل البحر الأحمر بين رأسي بناس وغارب، د. محمد عبد الحليم، ٢٠١٤.
٧٨. التحولات العمرانية في منطقة النواة بمدينة أبوعريش، د. سعيد محمد الحسيني، ٢٠١٤.
٧٩. الضجة المرورية والسائدة بمدينة شبين الكوم، د. إسماعيل علي إسماعيل، ٢٠١٤.
٨٠. الأبعاد الجغرافية للاتصالات السلكية واللاسلكية فى مدينة طنطا، د. عبدالسلام عبدالستار، ٢٠١٤.
٨١. مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية في مصر، د. صبري زيدان عبد الرحمن، ٢٠١٤.
٨٢. تغير مساحة الأراضى الزراعية غربىّ دلتا النيل، د. بهاء فؤاد مبروك، ٢٠١٤.
٨٣. أماكن النحر بمنى، د. فائزة محمد كريم جان عبد الخالق، ٢٠١٤.
٨٤. جغرافية النقل العام بالحافلات في محافظة الدقهلية، د. محمد صبحي إبراهيم، ٢٠١٥.
٨٥. التقييم الاقتصادى والبيئى لخريطة التغيرات فى استخدامات الأرض، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥.
٨٦. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الإناث فى المملكة العربية السعودية، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٥.
٨٧. التحليل المكانى لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفاءتها فى مدينة بنها، د. مسعد بحيرى، ٢٠١٥.
٨٨. الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، د. أحمد موسى محمود خليل، ٢٠١٥.
٨٩. الأبعاد المكانية للإصابة بعدوى أنفلونزا الطيور في مصر، د. صبحي رمضان، ٢٠١٦.
٩٠. الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة فوهة الوعبة بالسعودية، د. هيا بنت محمد العقّيل، ٢٠١٦.

٩١. رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادي بمجرى النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، ٢٠١٦.

٩٢. التجارة الخارجية المصرية مع الأسواق العربية (٢٠٠٠-٢٠١٤م)، د. رضا سليم، ٢٠١٦.

٩٣. جيومورفولوجية جبل القارة بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية، د. محمد عبد الحليم، ٢٠١٦.

٩٤. الأبعاد المكانية لحالات العنف ضد المرأة في مدينة الرياض وعلاقته بالخصائص الاقتصادية والاجتماعية، د. ابتسام إبراهيم القاضي، ٢٠١٦.

٩٥. الشوارع التجارية الرئيسية في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.

٩٦. الحراك السكني في المدينة المنورة، د. اشرف علي عبده، ٢٠١٧.

٩٧. التحليل الجيومورفولوجي لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية بين خشم الجلالة ووادي مالحة، د. هبه صابر أمين دسوقي، ٢٠١٧.

٩٨. السياحة الثقافية والصناعات التراثية بمناطق العمران التقليدي بسلطنة عمان، د. سيد رمضان سيد عبدالعال، ٢٠١٧.

الجمعية الجغرافية المصرية

مجلس الإدارة

الأستاذ الدكتور	/ السيد السيد الحسينى إبراهيم	(رئيس مجلس الإدارة)
" "	/ فتحى محمد أحمد أبو عيانة	(نائـب الرئيـس)
" "	/ شحاته سيد احمد طلبه	(الأميـن العام)
" "	/ محمد عبد الرحمن الشرنوبى	(أمـين الصندوق)
" "	/ نبيل سيد إمبابى عبد الرازق	عضو مجلس إدارة
" "	/ احمد حسن إبراهيم	عضو مجلس إدارة
" "	/ فتحى محمد مصيلحى خطاب	عضو مجلس إدارة
" "	/ فتحى عبد العزيز أبو راضى	عضو مجلس إدارة
" "	/ محمد إبراهيم محمد شرف	عضو مجلس إدارة
" "	/ أحمد السيد محمد الزاملى	عضو مجلس إدارة
" "	/ عبدالله علام عبده علام	عضو مجلس إدارة
" "	/ مصطفى محمد محمد البغدادى	عضو مجلس إدارة
" "	/ المتولى السعيد احمد احمد	عضو مجلس إدارة
" "	/ محمد نور الدين السبعاوى	عضو مجلس إدارة
" "	/ عمر محمد على محمد	عضو مجلس إدارة

المراسـلات :

جميع المراسلات المتصلة بهذه الدورية توجه إلى الأستاذ الدكتور رئيس مجلس إدارة الجمعية الجغرافية المصرية (١٠٩ شارع قصر العينى – صندوق بريد ٤٢٢ محمد فريد – القاهرة – تليفون : ٢٧٩٤٥٤٥٠ – فاكس : ٢٧٩٥٦٧٧١).

البريد الإلكتروني : E-mail : ggeoegypt@gmail.com

موقع الجمعية الجغرافية المصرية على شبكة الانترنت : www.EgyptianGS.com

---

رئيس التحرير : الأستاذ الدكتور/ شحاته سيد احمد طلبه