

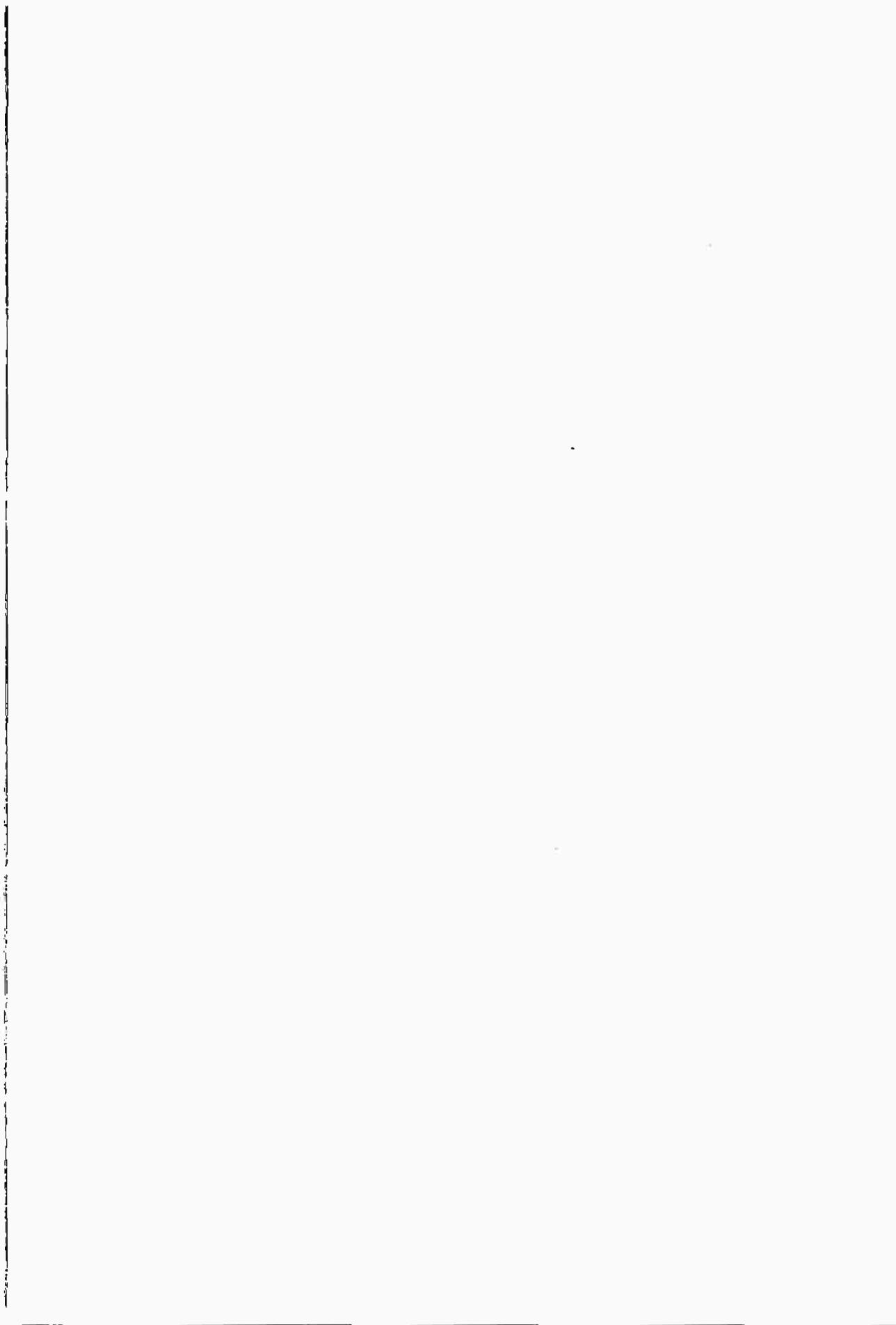
المخاطر المناخية على الزراعة

في واحة الأحساء

إعداد

د. محمد إبراهيم محمد حسن شرف

١٩٩٦



مقدمة :

تعد الأحساء من أكبر واحات شبه الجزيرة العربية ، وأهم مناطق العيون المائية الطبيعية بها (١) ، وأقدم مراكز الاستقرار البشري فيها ، وهي منطقة الانتاج الزراعى الرئيسية فى المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية ، ونفذ بها أكبر مشروع للرى والصرف على مستوى المملكة .

وتقع واحة الأحساء فيما بين درجتى عرض ٢٠ ٢٥ ° ، ٤٠ ٢٥ ° شمالاً ، وخطى طول ٣٠ ٤٩ ° ، ٥٠ ٤٩ ° شرقاً ، والواقع أن الواحة لا تحتل هذه المساحة الفلكية كاملة حيث تتخذ الواحة امتداداً على شكل زاوية قائمة - تقريباً - رأسها فى الجنوب الغربى ويمتد محورها الشمالى بطول حوالى ٣٠ كيلو متراً واتساع يتراوح بين ٣ ، ٧ كيلو مترات ويعرف بالواحة الشمالية ، ويمتد محورها الشرقى بطول ١٦ كيلو متراً واتساع يبلغ ثمان كيلو مترات فى المتوسط ، ويعرف بالواحة الشرقية .
شكل رقم (١) .

وتقع الأحساء غرب الخليج العربى بحوالى ٧٥ كيلو متراً ، وكانت تتصل بالخليج عن طريق ميناء العقير - ميناء المملكة الرئيسى على الخليج العربى قبل أن يأخذ ميناء الدمام أهميته الحالية - ويربطه بالأحساء طريق برى يصل طوله نحو ١١٠ كيلو متراً .

وتحيط بواحة الأحساء مجموعة من الظاهرات التضاريسية التى تؤثر فى بينها وتحدد ملامحها الجغرافية ، فتحيط بالواحة مجموعة من الكتل الجبلية الجيرية التى تتراوح ارتفاعاتها بين ٢٠٠ ، ٢٥٠ متر فوق سطح البحر مثل جبل ثليم ، جبل الركبان ، جبل أبو غنيمة فى الغرب ، جبل دخنة ، جبل الأربع فى الجنوب ، وجبل القارة ، جبل الشعبة فى الشرق ، فى حين تتخلل هذه الكتل الجبلية الكثبان الرملية التى يتزايد

(١) تشمل الواحة على حوالى ١٦٢ عيناً طبيعية كما ذكر فى المصدر التالى :

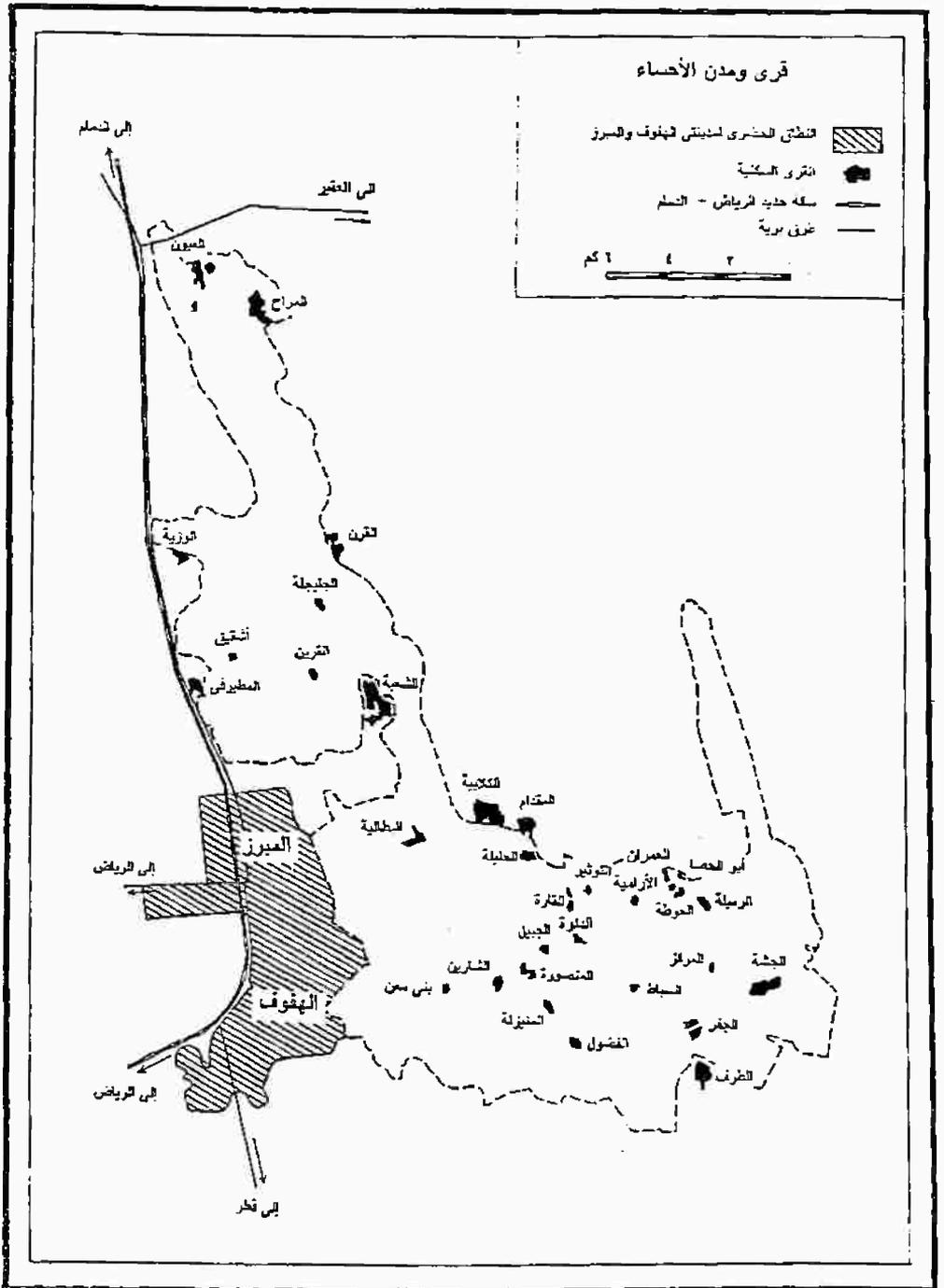
وجودها في الشمال والشرق ويكون مصدر رمالها في الشمال صحراء النفود ، وفي الشرق صحراء الجافورة ، وفي الجنوب الربع الخالي ، وفي الغرب صحراء الدهناء وتعد واحة الأحساء حلقة الوصل البري بين المملكة ومعظم دول مجلس التعاون الخليجي إن لم تكن جميعها ، وهي ترتبط بدورها بمدينة الرياض بطريقتين أحدهما برى والآخر حديدي مما سهل هذا الاتصال وزاد من أهمية موقعها الجغرافي .

وتبلغ مساحة الأحساء حوالي ٢٧٨ كيلو متراً مربعاً (٢٧٨٠٠ هكتار) وتوزع داخل هذه المساحة أربع مدن رئيسية وحوالي ٥٠ قرية ، وتعد مدينة الهفوف - عاصمة الأحساء - والمبرز أهم مدن الأحساء حيث تتصلان بمكونتين نطاقاً حضرياً يحيط بالركن الجنوبي الغربي للواحة ، في حين تقع كل من مدينة العيون عند النهاية الشمالية للواحة الشمالية ، ومدينة العمران عند النهاية الشمالية الشرقية للواحة الشرقية ، وتوزع القرى السكنية على كل من الواحتين الشائويتين فالقرى الموجودة بالواحة الشمالية يطلق عليها القرى الشمالية ، والقرى الموجودة في الواحة الشرقية يطلق عليها القرى الشرقية وهي أكثر عدداً من مثيلاتها الشمالية . شكل رقم (٢) .

وتبلغ مساحة الأراضي القابلة للزراعة في واحة الأحساء حوالي ١٨٠٠٠ هكتار وهو ما يوازي نحو ٦٥٪ من مساحة الواحة ، وتبلغ مساحة الأراضي المزروعة فعلاً حوالي ٨٠٠٠ هكتار وهو ما يعادل نحو ٤٤,٤٪ من جملة الأراضي القابلة للزراعة، ونحو ٢٨,٨٪ من مساحة الواحة (١) . شكل رقم (٣) .

ويرجع السبب في انخفاض نسبة مساحة الأراضي المزروعة من جملة مساحة الأراضي القابلة للزراعة إلى تدهور مستوى القدرة الإنتاجية للأراضي الزراعية وتناقص مساحة الأرض الزراعية بسبب ظهور مشاكل زراعية متعددة يأتي في مقدمتها ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة في التربة الزراعية وارتفاع نسبة الرمل من جملة الحبيبات المكونة للتربة وزحف الرمال على الأراضي الزراعية وانخفاض كفاءة الصرف

(١) هيئة ندى والصرف بالاحساء - حصر برى عن الشاير - : هـ



شكل رقم (٢)

الأراضي الزراعية بواحة الأحساء

- الأراضي الزراعية بالواحة 
- أراضي غير زراعية 
- قرى سكنية 

٢ ٤ ٦ كم

إلى السماء

إلى العضر

إلى الرياض

إلى الرياض

إلى قطر

الخريطة من إعداد الباحث اعتماداً على المصدر التالي :

Hassa Irrigation and Drainage Authority, General Layout, scale 1 : 40000.

وقد اقيم بالأحساء مشروعان رائدان هدفهما الحفاظ على الأراضي الزراعية ورفع كفاءة الري والصرف بغرض تحسين القدرة الانتاجية للأرض الزراعية ، ويعد مشروع الري والصرف الذي افتتح عام ١٣٩٢هـ / ١٩٧١م أهم مشاريع الري التي استهدفت ضبط مياه العيون الطبيعية بالمملكة بهدف استصلاح وزراعة ١٢٠٠٠ هكتار إضافية وتحققت منه ايجابيات كثيرة ، فقد اخفقت اساليب الري التقليدية ، وحلت قنوات الري الاسمنتية محل القنوات الترابية ، وضبطت بدقة مناويات عادلة للري كما شقت شبكة من المصارف وردمت معظم البرك وغطيت المصارف بالقرب من القرى والمدن حفاظاً على الصحة العامة (١) .

أما المشروع الثاني فهو مشروع حجز الرمال بالأحساء الذي بدأ تنفيذه عام ١٣٨٢هـ / ١٩٦٢م بهدف تسوية الكثبان الرملية الواقعة إلى الشمال من الواحة الشرقية وتغطيتها بالترى والطين وتشجيرها على هيئة خطوط أو مصدات متوازية عمودية على اتجاه زحف الكثبان الرملية وفي الاتجاه المواجه له لكي تعوق الزحف الرملي نحو الواحة (٢) .

وقد توقف بمرور الزمن التدفق الطبيعي لمياه العيون والآن وبعد مرور نحو خمسة عشر عاماً على تنفيذ مشروع الري والصرف توقف تماماً التدفق الطبيعي من جميع العيون المائية بواحة الأحساء وأصبح استخراج المياه الجوفية عن طريق طلبات رفع مركبة بجوار تلك العيون بحيث تصب المياه المسحوية في برك مجاورة للعين الأصلية وتخرج منها قنوات الري . وكان من محصلة السحب المستمر للمياه الجوفية

(١) زين العابدين رجب - واحة الأحساء دراسة في مواردها المائية وتأثيرها على الاستخدام الريفي للأرض - ندوة أقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية - الرياض - مارس ١٩٨٧ - ص ٦٧ .

(٢) وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية - مشروع حجز الرمال بالأحساء - التقرير السنوي - رجب ١٤٠٥هـ / مارس ١٩٨٥ م .

أن ارتفعت نسبة الاملاح الذائبة في المياه وتراوحت نسبتها بين ١٤٣٠ ، ١٧٥٥ جزء في المليون وهي تترسب بدورها في التربة الزراعية وتهدد بتملحها (١) .

وعلى الرغم من مرور حوالي ٣٤ عاماً على بدء تنفيذ مشروع حجز الرمال وانخفاض سرعة زحف الرمال نحو الواحة إلا أن المشاهد حقلية استمرار عملية الزحف نحو أراضي الواحة ، كما أن المشروع لم يحط بكل جهات الواحة واقتصر على الجزء الشمالي من الواحة الشرقية فقط وبالتالي أستمر زحف الكثبان الرملية يهدد مساحات أخرى من واحة الأحساء ، بل أن كثيراً من قنوات الري والصرف وبخاصة الفرعية منها والموجودة عند أطراف الأراضي الزراعية طمرت بالرمال أو ارتفع منسوب قيعانها مما أدى إلى انخفاض كفاءة الصرف بالأراضي الزراعية ، وساهم ذلك بدوره في كل من مشكلة تملح التربة وارتفاع نسبة الرمل من جملة الحبيبات المكونة للتربة .

ومن ناحية أخرى تتعرض زراعة المحاصيل بالأحساء إلى انحرافات مناخية حادة تؤثر فيها بشكل كبير ، ويأتي في مقدمتها انخفاض طول موسم النمو الزراعي وبخاصة الموسم الصيفي ، الذي يتكرر فيه كثيراً ارتفاع درجة حرارة الهواء إلى أكثر من ٣٥ درجة مئوية - الحد الأعلى الذي يتوقف بعده النمو الجوهري للنبات - ، كما ترتفع معدلات التبخر بشكل كبير جداً يضاعف أحياناً عشرات المرات كميات المطر الساقطة على الواحة ، وكل من هاتين الظاهرتين - ارتفاع معدلات التبخر وانخفاض كميات المطر الساقطة يرتبطان بارتفاع مستوى الجفاف وتراكم كميات ضخمة من الاملاح فوق الطبقة السطحية للتربة الزراعية بالواحة .

وتساهم اتجاهات الرياح وسرعتها في عملية زحف الرمال نحو الواحة فالرياح هي القوة المؤثرة في عملية الزحف الرملية وهي عامل النقل والارساب لحبيبات الرمل التي تستقر في النهاية على الأرض الزراعية بالواحة ، وتغير من خصائص تربتها فينكك بناؤها وتترايد مساميتها وتقل قدرتها على الاحتفاظ بالماء وتقل فيها نسبة المادة العضوية ، وكلها عوامل تؤدي إلى انخفاض قدره الانتاجية للأرض الزراعية.

(١) زين العابدين رجب - المصدر السابق - ص ص ٥٦ - ٥٧ .

فمناخ الأحساء إذن يشكل الخطر الرئيسي على الزراعة بأراضيها فانتخفاض طول موسم النمو الزراعى ، وارتفاع معدلات التبخر لدرجة تفوق أضعاف كميات المطر الساقطة، وحمل الرياح لحبيبات الرمل وترسيبها على أراضي الواحة كلها عوامل مناخية تؤثر بالسلب على العملية الزراعية بواحة الأحساء وتساهم بشكل رئيسى فى انخفاض حجم التركيب المحصولى ، وتملح التربة ، وارتفاع نسبة الرمل بها ، وبالتالي إلى تصحر واحة الأحساء ، الأمر الذى يعوق النشاط الزراعى ويهدد الإنتاج الزراعى بالمنطقة ويؤثر فى التركيب الإقتصادى للسكان والتوجه الإقتصادى المستقبلى لهم ، ومن هنا كانت أهمية دراسة تلك العوامل المناخية التى تمثل خطراً رئيسياً على الواحة والتعرف على خصائص كل منها لكى يسهل مقاومتها والتقليل من مخاطرها وهو الهدف الأساسى لهذا البحث .

وقد اعتمد الباحث فى دراسة هذه العناصر المناخية على البيانات المناخية اليومية لمحطة الأرصاد الجوية بالأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤م (عشر سنوات) ، وتم تصميم جميع الجداول المناخية الواردة بهذه الدراسة اعتماداً على هذا المصدر (١) .

وفيما يلى دراسة لتلك المخاطر المناخية التى تواجه الزراعة بواحة الأحساء

أولاً : انخفاض طول موسم النمو الزراعى :

يتأثر موسم النمو الزراعى للمحاصيل بالانحراف الذى يحدث لدرجات الحرارة خلال السنة، وقد تعددت الآراء حول الاتفاق على تحديد درجتى الحرارة

- Kingdom of Saudi Arabia, Meteorology & Environmental (١)
Protection Administration, Scientific Information and
Documentation center, surface Monthly climatological Report.
(1985 - 1994) .

الدنيا والعظمى التي يبدأ عندها توقف النمو الجوهري للنبات، فما تسفق معظم الباحثين الزراعيين على اعتبار درجة حرارة ٦°م هي الحد الحرارى الأدنى لنمو الجوهري للنبات، فإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك يبدأ توقف العمليات الغذائية النباتية وبالتالي يتوقف نمو النبات حيث تبدأ المياه المختزنة بالتربة فى التجمد ويتوقف انتقال الماء والعناصر الغذائية إلى جسم النبات الذى يتعرض للذبول، واعتبرت درجة حرارة ٣٥°م الحد الأعلى للنمو الجوهري للنبات فإذا ارتفعت الحرارة عن ذلك تعرض النبات للخطر بسبب ارتفاع معدلات التبخر فتفقد التربة جزءا كبيرا من مياهها وتعظم عملية النتح ويتعرض جسم النبات للذبول والموت^(١).

وعلى هذا الأساس فإن انحراف درجة الحرارة عن هذين الحدين يشكل خطرا كبيرا على عملية نمو المحاصيل وبالتالي إنتاجيتها، فترتبط إنتاجية المحاصيل ومستوى جودتها عكسيا مع مجموع عدد الأيام التى تنحرف خلالها درجات الحرارة إلى أقل من ٦٠°م أو إلى أكثر من ٣٥°م ولكن يتعرض نموها للسكران ثم الذبول والموت إذا ما إستمر ذلك طويلا.

ويتفاوت عدد الأيام التى يحدث خلالها انحراف حرارى إلى دون ٦°م أو إلى أكثر من ٣٥°م على واحة الأحساء من شهر إلى آخر ومن عام لآخر، وتتفاوت بذلك خطورة هذا الانحراف الحرارى وتأثيره على النمو الجوهري للنبات بين موسم زراعى وآخر، وللتعرف على مدى حدوث ذلك نتتبع أرقام الجدول التالى رقم (١) ونستخلص منه الحقائق التالية:

١ - أقتصر انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى دون ٦°م فى واحة

^(١) - Smith, K., Principles of Applied Climatology, England, 1975, PP 86 - 89.

جدول رقم (١)

توزيع عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة إلى أقل من ٥م والتي ارتفعت فيها إلى أكثر من ٣٥م في واحة الأحسا، على شهر السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ . ١٩٩٤م.

الشهر	١٩٨٥		١٩٨٦		١٩٨٧		١٩٨٨		١٩٨٩		١٩٩٠		١٩٩١		١٩٩٢		١٩٩٣		١٩٩٤		المتوسط
	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	١	٢	٣	٤	
يناير	١	-	٥	-	-	-	٨	-	٢٠	-	١٦	-	٣	-	١٦	-	١٤	-	-	٧.٢	-
فبراير	٢	-	-	-	-	-	-	-	١١	-	-	-	-	-	٣	-	٤	-	-	٢.٦	-
مارس	-	٣	-	٨	-	١	-	٣	-	٤	-	٢	-	-	-	-	٤	-	١	٢.٤	-
أبريل	-	١١	-	٣٠	-	١٥	-	١٠	-	١٤	-	١	-	١٩	-	١١	-	٨	-	١٤.٢	-
مايو	-	٢٩	-	٣٠	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣٨	-	٣٦	-	٣٠	-	٣٦	-	٢٩	-
يونيو	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-
يوليو	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-
أغسطس	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-	٣١	-
سبتمبر	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-	٣٠	-
أكتوبر	-	٢٠	-	٢٤	-	١٧	-	٢٩	-	٢٤	-	٢٧	-	١٩	-	١٥	-	٢٥	-	٢٣.١	-
نوفمبر	-	-	-	-	-	١	-	-	-	٢	-	-	-	١	-	-	-	٢	-	٠.٨	-
ديسمبر	-	-	-	-	-	-	-	٢	-	-	-	٤	-	٣	-	٣	-	٢	-	١	-
الإجمالي	٤	١٨٥	٥	٣١٤	١	٢١٨	١٠	٤٢٩	٣١	١٩٥	١٠	١٨٩	٦	١٨٧	٤	١٧٨	١٨	١٧٨	٨	١٨٨	
موسم بريياً	١٧٦	١٤٦	١٣٠	١٢٩	١٦٦	١٧٢	١٨٤	١٧٠	١٧٠	١٦٩	١٦٩	١٦٩	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٦٩	
% النسبة	٤٨.٢	٤٠.٠	٤٠.٠	٣٥.٥	٣٨.١	٤٥.٥	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٧.١	٤٦.٣	

• نتائج طرح مجموع عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة إلى أقل من ٥م والتي ارتفعت فيها درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٥م من إجمالي عدد أيام السنة.

الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ على الشهور يناير، فبراير، ديسمبر، وهى شهور فصل الشتاء وتراوح المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٥°م بين ٧٣ يوما (يناير)، ٢١ يوما (فبراير) ويوما واحدا فى ديسمبر، وانخفضت درجة الحرارة إلى ما دون ٥°م فى شهر يناير خلال جميع السنوات فى الفترة الممتدة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ ما عدا سنوات ١٩٨٧، ١٩٩٤، فى حين انخفضت فى شهر فبراير خلال أربع سنوات فقط هى ١٩٨٥، ١٩٨٩، ١٩٩٢، ١٩٩٣، بينما انخفضت فى شهر ديسمبر على مدى سنوات الفترة نفسها ما عدا سنوات ١٩٨٥، ١٩٨٦، ١٩٩٣. ويدل ذلك على أن الموسم الزراعى الشتوى يواجه الأحساء يتعرض لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٥°م بشكل أكبر فى يناير عن مثيله فى فبراير وديسمبر.

٢ - يتراوح المجموع السنوى لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٥°م بين يوم واحد (عام ١٩٨٧)، ٣١ يوما (عام ١٩٠٩) وبمتوسط سنوى يبلغ ١١٦ يوما، وهو ما يدل على تعرض المحاصيل الشتوية لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٥°م بشكل متوسط يؤثر فى إنتاجيتها ومستوى جودتها.

٣ - اقتصر تجاوز درجة الحرارة ٣٥°م فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤ على شهور الفترة الممتدة بين مارس، نوفمبر حيث حدث ذلك بشكل نادر خلال شهرى مارس (بمتوسط ٢٤ يوما)، نوفمبر (بمتوسط ٨ يوما). فى حين يحدث ذلك بشكل أكبر خلال شهرى أبريل (بمتوسط ١٤٢ يوما)، أكتوبر (بمتوسط ٢٢١ يوما)،

بينما ترتفع درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م فى جميع أيام الفترة الممتدة بين شهرى مايو، سبتمبر حيث يتراوح متوسط عدد هذه الأيام بين ٢٩ يوماً، ٣١ يوماً ويدل ذلك على أن فصل الصيف هو فصل الانحراف الحرارى عن الحد الأقصى للنمو الجوهري للمحاصيل.

٤ - يتضح من مقارنة المتوسط الشهري لعدد الأيام التى انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى أقل من ٦°م (يوماً واحداً، ٧٣ يوماً) خلال شهور الشتاء، والمتوسط الشهري لعدد الأيام التى ارتفعت فيها درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م (٨ يوماً، ٣١ يوماً) خلال شهور الربيع والصيف والخريف، أن الموسم الشتوى هو أفضل مواسم الزراعة مناخياً من حيث نمو المحاصيل فى واحة الأحساء فى حين يعد الموسم الصيفى غير مناسب مناخياً لزراعة المحاصيل حيث تتعرض المحاصيل فيه بشكل كبير لخطر ارتفاع درجة الحرارة الى أكثر من ٣٥°م، فيقل ويضعف ويتوقف نمو المحاصيل خلاله، ويعنى ذلك أن الناتج الزراعى الشتوى يكون أفضل من مثيله الصيفى وأن الأحساء منطقة إنتاج واستهلاك للمحاصيل الشتوية ولكنها منطقة استهلاك فقط للمحاصيل الصيفية التى تصلها من الأقاليم الشمالية بالمملكة أو من خارج المملكة.

وقد أثر ذلك فى سياسة التركيب المحصولى بالأحساء خاصة والمنطقة الشرقية للمملكة عامة حيث تمثل مساحة المحاصيل الشتوية نحو ٦٧,٩٪ من جملة المساحة المحصولية بالمنطقة الشرقية، فى حين تعادل مساحة المحاصيل الصيفية ١٤,٩٪ من الجملة نفسها^(١).

(١) وزارة المالية والاقتصاد الوطنى بالمملكة العربية السعودية - مصلحة الأحصاءات العامة - الكتاب الإحصائى السنوى ١٤١٥ هـ / ١٩٩٤ م .

٥ - يتراوح المجموع السنوي لعدد الأيام التي ارتفعت فيها درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥، ١٩٩٤ بين ١٧٨ يوما (عام ١٩٩٢) وهو ما يعادل نحو ٤٨ر٦٪ من إجمالي عدد أيام السنة، ٢٢٦ يوما (عام ١٩٨٨) وهو ما يعادل نحو ٦١ر٧٪ من الجملة نفسها ويعنى ذلك أن حوالى نصف العام ترتفع فيه درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥°م وبعد ذلك غير مناسب للزراعة فى واحة الأحساء حيث تتعرض المحاصيل فيه للذبول وتوقف النمو.

٦- تراوح طول موسم النمو الزراعى فى واحة الاحساء - المناسب مناخيا للزراعة - بين ١٣٠ يوما (عام ١٩٨٨) وهو ما يعادل نحو ٣٥ر٥٪ من إجمالي عدد أيام السنة، ١٨٤ يوما (عام ١٩٩٢) وهو ما يوازى ٥٠ر٣٪ من الجملة نفسها وهو موسم قصير يكاد يقتصر على الموسم الشتوى فقط، ولا يعنى ذلك أن زراعة المحاصيل الصيفية تتعدم فى الواحة ولكن مستوى جودتها ينخفض للغاية بسبب الظروف الحرارية السائدة غير المناسبة لعملية النمو.

ويتضح من العرض السابق مدى تعرض الزراعة فى واحة الاحساء لخطر انخفاض درجة الحرارة إلى دون ٦°م، وهو خطر محدود بالقياس مع تعرضها لخطر الارتفاع فى درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٥°م حتى أن موسم النمو الزراعى الأنسب مناخيا يتراوح طوله بين نحو ٣٥ر٥٪، ٥٠ر٣٪ من إجمالي عدد أيام السنة ويمعنى آخر بين حوالى ثلث ونصف السنة وهو ما يعكس الانخفاض الكبير فى طول موسم النمو الزراعى الأنسب مناخيا فى واحة الأحساء.

ثانيا : الرياح وزحف الرمال نحو واحة الأحساء :

تحاط واحة الأحساء بحكم موقعها الجغرافى بالارسابات الرملية من جميع الجهات، فالى الشمال منها تمتد رمال النفود وإلى الشرق منها تمتد رمال الجافورة والى

الجنوب منها تمتد رمال الربع الخالي وإلى الغرب منها تمتد رمال الدهناء ، وتعد كل من النفود والجافورة المصدرين الرئيسيين لرمال الأحساء حيث تعدد الرمال على هيئة كتبان رملية تقع في مواجهة الواحة إلى الشمال والشمال الشرقي منها (النفود) وإلى الشرق منها (الجافورة) . شكل رقم (٤) .

وتتأثر الأحساء بهبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية معظم فترات السنة وتحول إلى شمالية غربية في بعض شهور الشتاء بسبب تأثر الأحساء بمرور المتخففات الجوية الآتية من الغرب ، وتحمل الرياح الأتربة والرمال عند عبورها النطاقات الصحراوية في طريقها إلى الأحساء ولهذا كانت النفود في الشمال والجافورة في الشرق المصدرين الرئيسيين لرمال الأحساء ، وتعد النفود المصدر الأهم حيث يصل إلى الواحة من هذه الصحراء كل عام آلاف الأطنان من الرمال التي تسقيها من جهة الشمال الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تشتد وطأتها خلال فصل الربيع والصيف (١) .

ويتمثل الضرر الذي تسببه الرياح بما ترسبه من رمال على الاراضي الزراعية بواحة الأحساء في زيادة نسبة الرمل بالتربة الزراعية الذي يكون من محصولته تحول لون التربة إلى اللون الاصفر و عدم تماسك ذراتها وتحول نسيجها إلى نسيج خفيف متفكك ، وزيادة مساميتها فتزداد سرعة حركة المياه خلالها وتسريها إلى باطن الارض وبالتالي تقل قدرتها على الاحتفاظ بالماء مما يعوق امتصاص النباتات للماء الموجود في التربة ، كما ترتفع نسبة الاملاح بالتربة وتقل المادة الضوية بها ويترتب على ذلك انخفاض القدر الانتاجية للتربة الزراعية وانخفاض مستوى جودة المحاصيل المزروعة بها .

ويؤثر كل من اتجاه الرياح وسرعتها في حركة الزحف الرملية نحو واحة الأحساء (٢) ، وتتفاوت اتجاهات الرياح وسرعتها خلال شهور السنة مما يؤدي إلى

(١) يحيى محمد شيخ أبو الخير - زحف الرمال بمنطقة الأحساء نشره الجمعية

الجغرافية الكويتية - العدد رقم ٦٤ - ابريل ١٩٨٤ د ص ١٠

(٢) تشترك عوامل أخرى مع الرياح في التأثير على حركة الزحف الرملية منها حجم

الحبيبات الرملية ، ودرجة خشونة السطح ، وجفاف او رطوبة التربة الرملية

تفاوت كميات الرمال الزاحفة أو المنقولة إلى واحة الأحساء من شهر إلى آخر ، ومن مكان إلى آخر ، وسوف نقوم بدراسة كل من اتجاه الرياح وسرعتها على النحو التالي :

أ) اتجاه الرياح السائدة بواحة الأحساء :

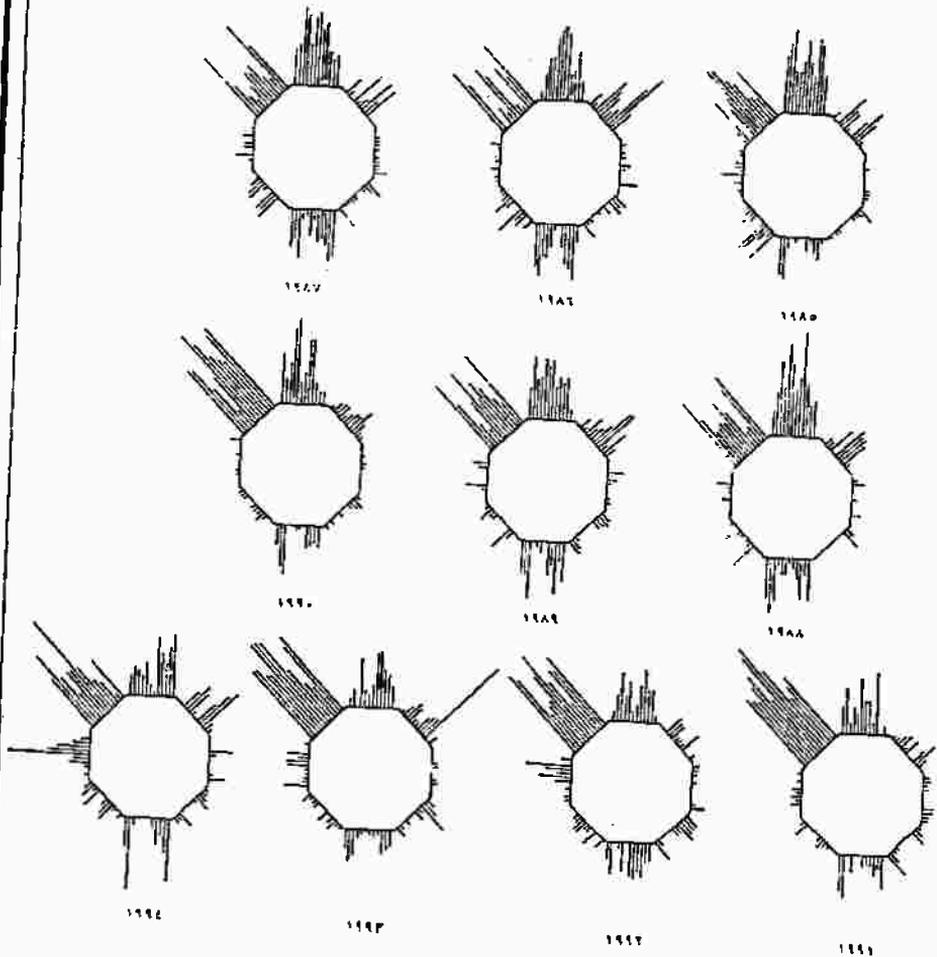
يوضح الشكل رقم (٥) توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ونستنتج من تتبعه الحقائق التالية :

١ - تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تأثراً في واحة الأحساء حيث تتراوح نسبة هبوبها بين ٣,٣ % ، ٨٠,٦ % خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، يليها الرياح الشمالية التي تتراوح نسبة هبوبها بين ٣,٢ ، ٥١,٦ % خلال الفترة نفسها، يليها الرياح الشمالية الشرقية التي تتراوح نسبة هبوبها بين ٣,٢ % ، ٤٣,٣ % خلال الفترة نفسها .

وتتخفف نسب هبوب اتجاهات الرياح الأخرى عن النسب السابقة فتتراوح بين ٣,٢ ، ٣٨,٧ % في الرياح الجنوبية ، ٣,٢ % ، ٢٩ % في الرياح الغربية (١) ، ٣,٢ % ، ٢٢,٦ % في الرياح الجنوبية الغربية ، ٣,٢ % ، ١٦,١ % في الرياح الشرقية والرياح الجنوبية الشرقية . ويدل ذلك على سيادة الرياح الشمالية بأنواعها على واحة الأحساء خلال شهور السنة بالمقارنة بالاتجاهات الأخرى للرياح .

٢ - تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تكراراً في هبوبها على واحة الأحساء حيث لم يسجل هبوبها في شهر واحد فقط خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ (١٢٠ شهراً) ، في حين لم يسجل هبوب الرياح الشمالية في شهرين خلال الفترة نفسها ، ولم يسجل هبوب الرياح الجنوبية في ١٩ شهراً خلال الفترة نفسها ، ولم يسجل هبوب الرياح الشمالية الشرقية في ٢٣

(١) خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ . ١٩٩٣ في حين سجلت أعلى نسبة ٥٠ % في يونيو



توزيع التسمية للملوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة
 خلال الفترة بين علسي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م

الشكل من تصميم الباحث اعتماداً على ارقام الملاحق من رقم (١) إلى رقم (٥)

شكل رقم (٥)

شهوراً خلال الفترة نفسها ، ولم يسجل هبوب الرياح الجنوبية الغربية فى ٣٨ شهراً خلال الفترة نفسها ، ولم يسجل هبوب الرياح الغربية فى ٤٨ شهراً خلال الفترة نفسها ، ولم يسجل هبوب الرياح الشرقية ، والجنوبية الشرقية فى ٥٠ شهراً خلال الفترة نفسها . ويدل ذلك على انتظام هبوب الرياح الشمالية الغربية والشمالية فى حين يقل هذا الانتظام فى حالة الرياح الجنوبية والشمالية الشرقية ، ثم يقل جداً فى حالة الاتجاهات الأخرى للرياح .

٣ - ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية الغربية والرياح الجنوبية خلال شهور الشتاء بالمقارنة بباقى شهور السنة ، فى حين ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية خلال شهور الصيف ، ويدل ذلك على تأثر الواحة بمرور المنخفضات الجوية فى فصل الشتاء حيث يتغير اتجاه الرياح أثناء مرورها من الشمالى الغربى إلى الغربى ثم الجنوبى الغربى فالجنوبى ، فى حين تتأثر الواحة بالرياح التجارية الشمالية الشرقية خلال فصل الصيف .

ويتضح من اعرض انسابى أن الرياح الشمالية بأنواعها يليها الرياح الجنوبية هى أكثر أنواع الرياح سيادة فى واحة الأحساء ، وأن الرياح الشمالية الغربية هى أكثر تلك الأنواع تأثيراً فى واحة الأحساء ، وكما ذكر من قبل فإن هذه الرياح تمر على نطاقات صحراوية رملية قبل وصولها إلى الأحساء ومعنى ذلك أنه فى حالة ما إذا كانت هذه الرياح قادرة على حمل الرمال - ويتوقف ذلك على سرعتها - سوف تتعرض الواحة لزحف رمال اننفود بواسطة الرياح الشمالية الغربية والشمالية ، ورمال انجافورة بواسطة الرياح الشمالية الشرقية ، ورمال الربع الخالى بواسطة الرياح الجنوبية . وسوف تتزايد كمية الرمال الزاحقة من النفود والربع الخالى خلال شهور الشتاء ، فى حين تتزايد كميات الرمال الزاحقة من الجافورة خلال شهور الصيف .

ب) سرعة الرياح والهاية على واحة الأحساء :

يتناسب معدل زحف الرمال تناسباً طردياً مع سرعة الرياح بالإضافة إلى تأثره

بحجم الذرات وكثافتها النوعية وكثافة الهواء (١) ، وهناك نوعان من الزحف الرملي : الأول هو الاتسحاق الرملي . أى حركة أو زحف الحبيبات الرملية فوق أسطح الكثبان الرملية عندما تصل سرعة الرياح إلى ٥,٥ متراً في الثانية ، والثاني هو زحف الكثبان الرملية والتي تبدأ عندما تزيد سرعة الرياح عن ٩ أمتار في الثانية . وبعد الاتسحاق الرملي أخطر من زحف الكثبان الرملية وذلك لأن الاتسحاق يحدث عند سرعة بطيئة للرياح (٥,٥ م/ث) وكذلك قدرة الرمال على التحرك لمسافات أطول من تلك التي تقطعها الكثبان الرملية (٢) .

فسرعة الرياح إذن هي العامل المحدد لمستوى الزحف الرملي على واحة الأحساء ، وتتفاوت هذه السرعة من وقت إلى آخر خلال شهور السنة وتعد سرعة الرياح التي تنخفض عن ٥,٥ متراً في الثانية ليست ذات خطورة على الواحة فعندها لا تكون الرياح قادرة على حمل ذرات الرمال في طريقها إلى الأحساء ، ولذلك كان من الأهمية التعرف على مدى تجاوز سرعة الرياح لسرعة مقدارها ٥,٥ متراً في الثانية لتحديد مدى خطورة ذلك على الأراضي الزراعية بالواحة وهو ما يتضح جلياً عند تتبع أرقام الجدول التالي رقم (٢) الذي يوضح توزيع عدد الأيام التي هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ٥,٥ متراً في الثانية خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ . ونستنتج من أرقامه الحقائق التالية :

١ - يبلغ المتوسط السنوي لعدد الأيام التي ارتفعت فيها سرعة الرياح إلى أكثر من ٥,٥ متراً / ثانية ١٣٨,٢ يوماً خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، وقد تراوح المجموع السنوي لعدد هذه الأيام بين ١١٧ يوماً (عام ١٩٨٦) وهو ما يعادل نحو ٣٢,١% من جملة عدد أيام السنة ، ١٦٧ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو ما يوازي نحو ٤٥,٧% من الجملة نفسها ، ويعنى ذلك أن فترة تراوح

(١) محمد صبرى محسوب - المشكلات الجيومورفولوجية بالبيئة الزراعية في واحة

الأحساء - نشرة البحوث الجغرافية - كلية النبات - جامعة عين شمس - العدد ٨ -

ص ١٨ .

(٢) يحيى محمد شيخ أبو الخير - المصدر السابق ص ١١ .

جدول رقم (٢)

توزيع عدد الأيام التي هبت فيها رياح واطمء الأقسام تزيد مرتعها عن ٥٠٥ متر/ ثانية على ظهور السنة لكامل اللقوة بين هلمس ١٩٨٥ - ١٩٩٤م.

السم	١٩٨٥			١٩٨٦			١٩٨٧			١٩٨٨			١٩٨٩			١٩٩٠			١٩٩١			المجموع
	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	
بدر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الرياح	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طرس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
كروان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مهر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دلم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بازر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المنطى	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سندر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اقر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ريشم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بوسهل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

السم	١٩٨٥			١٩٨٦			١٩٨٧			١٩٨٨			١٩٨٩			١٩٩٠			١٩٩١			المجموع
	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	ل	د	ع	
بدر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الرياح	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طرس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
كروان	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مهر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دلم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بازر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المنطى	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سندر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اقر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ريشم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بوسهل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- ل ريح كروان
- د ريح طرس
- ع ريح كروان
- ل ريح بازر

بين ثلث العام تقريباً ونصف العام تقريباً يحدث فيها انسياق رملى نحو واحة الأحساء .

٢ - تعد الرياح الشمالية بأنواعها أكثر أنواع الرياح المسببة للانسياق الرملى على واحة الأحساء فقد بلغ المتوسط السنوى لعدد الأيام التى ارتفعت فيها سرعة الرياح الشمالية بأنواعها إلى أكثر من ٥,٥ متر/ثانية ١١٤,٣ يوماً خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، فى حين بلغ المتوسط نفسه ٠,٥ يوماً فى حالة الرياح الشرقية ، ١٨,٦ يوماً فى حالة الرياح الجنوبية بأنواعها ، ٤,٨ يوماً فى حالة الرياح الغربية .

٣ - يتراوح عدد الأيام التى ارتفعت فيها سرعة الرياح الشمالية إلى أكثر من ٥,٥ متراً / ثانية بين ٩٠ يوماً (عام ١٩٨٦) وهو ما يعادل نحو ٢٤,٦ ٪ من جملة عدد أيام السنة ، ١٥١ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو ما يعادل نحو ٤١,٢ ٪ من الجملة نفسها . وبين لا شئ ويوم واحد فى حالة الرياح الشرقية وبين ١٤ يوماً ، ٢٦ يوماً فى حالة الرياح الجنوبية بأنواعها ، وبين يوم واحد ، ١٨ يوماً فى حالة الرياح الغربية . ويدل ذلك على ندرة حدوث الانسياق الرملى الناجم عن هبوب الرياح الشرقية والغربية ، وانخفاض حدوثه الناجم عن هبوب الرياح الجنوبية بأنواعها .

٤ - تعظم عملية الانسياق الرملى الناجم عن الرياح الشمالية بأنواعها خلال شهور الصيف بالمقارنة بالشهور الأخرى حيث يرتفع خلال هذا الفصل المتوسط الشهرى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الى ٥,٥ متراً / ثانية ليصل أقصاه فى شهر يوليو (١٧,٩ يوماً) ، فى حين ينخفض المتوسط الشهرى لعدد هذه الأيام فى باقى شهور السنة ليصل أدناه فى شهر أكتوبر ٣,١ يوماً . ويعنى ذلك أن عملية الانسياق الرملى الناتج بفعل الرياح الشمالية بأنواعها يصل أقصاها خلال شهور الصيف وتنخفض تدريجياً بعد ذلك لتصل أدناها خلال شهور الخريف ثم ترتفع تدريجياً خلال شهور الشتاء ثم الربيع .

٥ - تعظم عملية الانسياب الرملى الناتج بفعل الرياح الجنوبية بأنواعها خلال فصلى الشتاء والربيع حيث يتراوح خلال هذين الفصلين المتوسط الشهري لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة انرياح الى ٥,٥ متراً / ثانية بين يومين ، ٣,٥ يوماً وينخفض المتوسط نفسه ليتراوح بين ٠,١ يوماً ، ١,٩ يوماً باقى شهر السنة. ويدل ذلك على أن فعل الرياح الجنوبية بأنواعها يكون محدوداً فى عملية الانسياب الرملى نحو واحة الأحساء .

وكلما زادت سرعة الرياح واشتدت قوتها وزادت قدرتها على حمل الرمال ودفعها نحو الاحساء ازدادت كمية الرمال الزاحفة فى اليوم الواحد وتحول الانسياب الرملى الى زحف رملى ، ويوضح الجدول التالى رقم (٣) توزيع عدد الأيام التى هبت فيها رياح على واحة الاحساء تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية وهى المسببة للزحف الرملى على واحة الاحساء . ونستنتج من تتبع أرقامه ما يلى :

١ - يتراوح المجموع السنوى لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الهابة على الأحساء عن ٩ متر / ثانية خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م بين ١١ يوماً (عامى ١٩٩٠ ، ١٩٩٤) وهو ما يعادل نحو ٣ ٪ من جملة عدد أيام السنة ، ٢٧ يوماً (عام ١٩٨٥) وهو ما يوارى نحو ٧,٤ ٪ من جملة عدد أيام السنة ، ويدل ذلك على أن هبوب مثل هذه الرياح على واحة الأحساء يعد محدوداً ونحن فى حالة هبوبها تتحول الحركة الرملية من عملية الانسياب إلى عملية الزحف وهى أقوى بكثير من الأولى.

٢ - يتراوح المتوسط الشهري لعدد الأيام التى تزيد فيها سرعة الرياح الهابة على الأحساء عن ٩ متر/ثانية بين ٠,٣ يوماً (سبتمبر) ، ٣,٣ يوماً (يونيو) ويزداد المتوسط نفسه فى شهور الربيع والصيف بالمقارنة بشهور الخريف والشتاء ، ويدل ذلك على تعاضم عملية الزحف الرملى خلال فصلى الربيع والصيف بالمقارنة بباقى فصول السنة .

جدول رقم (٣)

توزيع عدد الايام التي هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية
على شهور السنة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م.

الشهر	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	المتوسط
يناير	-	١	-	١	-	٣	١	٢	٢	١	١,١
فبراير	٢	٢	١	٢	-	-	١	٤	١	-	١,٣
مارس	-	٢	٥	٥	٢	٢	-	٥	٦	-	٢,٧
أبريل	١	١	-	١	٣	١	١	٢	٦	١	١,٧
مايو	٨	٢	-	-	٢	٢	٢	٢	٢	-	٢,١
يونيو	٥	٥	١	١	٤	٣	٣	٣	٢	١	٢,٣
يوليو	٨	١	-	٢	٢	-	-	١	١	٤	٢,٣
أغسطس	-	-	٢	٢	-	-	-	-	-	٢	١,٠
سبتمبر	-	١	-	-	١	-	١	-	-	-	٠,٣
أكتوبر	-	-	١	-	-	٢	-	-	١	١	٠,٥
نوفمبر	-	١	-	-	٢	-	-	-	-	-	٠,٥
ديسمبر	٣	١	-	-	-	٢	-	-	-	-	٠,٧
الاجمالي	٢٧	١٧	١٥	١٦	١٧	١٩	١٥	٢٤	٢٢	١١	

٣ - بحساب النسبة المئوية للمجموع السنوي لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح التي تهب على واحة الأحساء عن ٩ متر / ثانية من المجموع السنوي لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح عن ٥,٥ متر / ثانية - الحد الأدنى لسرعة الرياح المسببة للحركة الرملية - يتضح أن هذه النسبة تتراوح بين ٧,٤ ٪ ، ١٨,٥ ٪ ، ورغم ما يبدو من انخفاض تلك النسب إلا أن الدراسات الجيومورفولوجية دلت على أن كمية الرمال التي ترحف على واحة الأحساء خلال ساعة واحدة بواسطة رياح تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية تفوق الكمية الزاحفة التي تسببها رياح تتراوح سرعتها بين ٥,٥ متر/ثانية ، أقل من ٩ أمتار/ثانية خلال خمسة أيام (١) .

ويندر أن ترداد سرعة الرياح التي تهب على واحة الأحساء عن ٩ متر / ثانية، وقد حدث ذلك في أيام متفرقة خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ وهو ما توضحه أرقام الجدول التالي رقم (٤) الذي يوضح توزيع الأيام التي هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية ونستنتج من تتبعها الحقائق التالية :

١ - بلغ مجموع عدد الأيام التي هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر / ثانية ١٩ يوماً خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، وهو ما يعادل نحو ١,٤ ٪ من مجموع عدد الأيام التي هبت فيها رياح تزيد سرعتها عن ٥,٥ متر ثانية والمسببة لحركة الرمال خلال الفترة نفسها ، وهو ما يعكس ندرة هبوب مثل هذه الرياح فقد اقتصر هبوبها في ٦ سنوات فقط خلال الفترة المذكورة ، وتراوح عدد الأيام التي هبت فيها هذه الرياح بين يوم واحد في عامي ١٩٩٠ ، ١٩٩٢ ، ٣ أيام في عامي ١٩٨٨ ، ١٩٩١ ، ٥ أيام في عام ١٩٩٣ ، ٦ أيام في عام ١٩٨٥ .

٢ - تعد الرياح الشمالية الغربية أكثر اتجاهات الرياح التي هبت على الأحساء بسرعة تزيد عن ١١ متر / ثانية خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ حيث

(١) يحيى محمد شيخ أبو الخير - المصدر السابق - ص ص ١٥ - ١٦ .

جدول رقم (٤)

توزيع الأيام التي هبت فيها رياح على واحة الأحساء تزيد سرعتها عن ١١ متر/ثانية
خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤م

العلم	التاريخ	سرعة الرياح م/ث	اتجاه الرياح	عدد الأيام كل علم
١٩٨٥	٢ مايو	١١.١	ج غ	٦
	١١ مايو	١١.١	ج غ	
	٢٠ مايو	١١.٧	ج غ	
	٧ يونيو	١١.٧	ش غ	
	١٠ يوليو	١١.١	ش	
	١٧ يونيو	١١.١	ش غ	
١٩٨٨	٢٣ فبراير	١١.١	ج ق	٣
	٢٣ أبريل	١٣.٣	ج غ	
	٢٤ أبريل	١٢.٥	ش	
١٩٩٠	٥ يونيو	١١.١	ش غ	١
١٩٩١	٤ مايو	١١.٧	ش غ	٣
	٣ يونيو	١١.١	ش غ	
	١٨ أكتوبر	١١.١	ش	
١٩٩٢	١٧ أبريل	١١.١	ش ق	١
١٩٩٣	٢٦ أبريل	١١.٧	ش ع	٥
	٢٧ أبريل	٢٠.٨	ش	
	٢٤ مايو	١٢.٥	ش غ	
	٥ مارس	١١.١	ج ق	
	١٢ مارس	١١.١	ج	
١٩	لجمالي الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ م			

حدث ذلك خلال ٧ أيام من تلك الفترة المذكورة يليها الرياح الشمالية الجنوبية الغربية (٤ أيام) ، ثم الجنوبية الشرقية (يومان) ثم الجنوبية والشمالية الشرقية (يوماً واحداً) .

ورغم ندرة هبوب مثل هذه الرياح ذات القدرة الشديدة على حركة الرمال التي تسبب الزحف الرملي فإن كمية الرمال التي تزحف بواسطة على واحة الأحساء خلال يوم واحد يعادل مقدار ما يزحف خلال ١١ يوماً تحت تأثير رياح تتراوح سرعتها بين ٧,١ ، ٨,٤ متر في الثانية (١) .

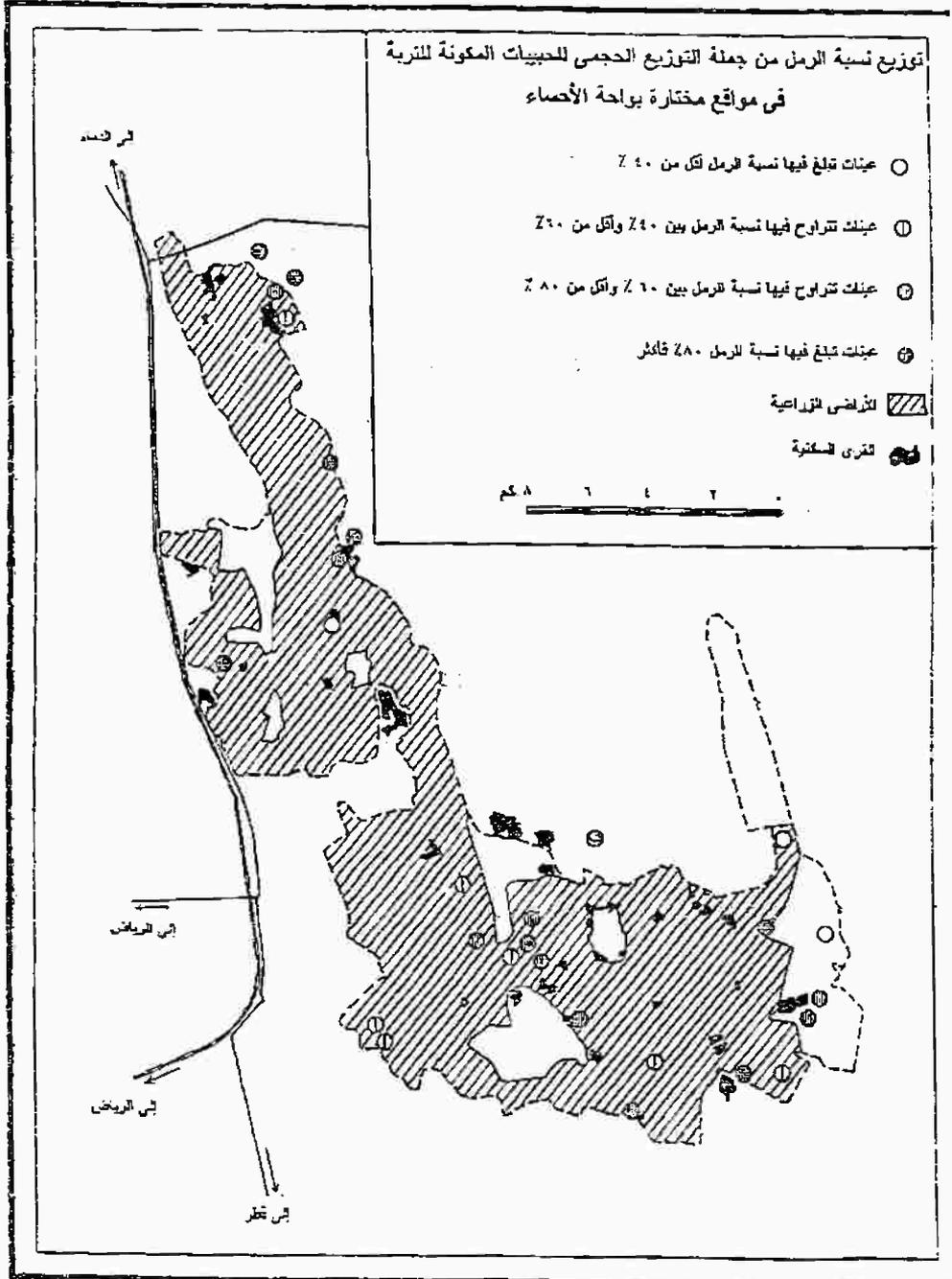
ويتضح من العرض السابق مدى خطورة الآثار الناجمة عن اتجاه وسرعة الرياح الهابة على واحة الأحساء ، وقد أشارت بعض الدراسات بأن نحو ثمانين متراً مكعباً من الرمال تزحف كل عام عبر الأراضي الشمالية للأحساء ، وهذه الكمية من الرمال الزاحفة قد تظمر كل عام ما يعادل ٧٢٠٠ متر مربع من أراضي الواحة (٢) ، وقد قدر الباحثون في شركة أرامكو أنه إذا لم يقم المسئولون بعمل مشروعات للحد من حركة الرمال وزحفها المستمر فإتباعها سوف تغطي كل واحة الأحساء خلال ٦٠ عاماً (٣) . وتوجد شواهد كثيرة تدل على أن مساحات كبيرة بل قرى كاملة كانت تمتد عدة كيلو مترات إلى الشمال من حدود واحة الأحساء الحالية قد ظمرت بالرمال واختفت ويعد مسجد جواثا التاريخي الموجود حالياً إلى الشمال بنحو ٥ كيلو مترات من قرية الكلابية داخل نطاق من الكثبان الرملية خير دليل على ذلك .

وقد أدت عمليات حركة الرمال نحو واحة الأحساء إلى تغير خصائص تربتها الزراعية وزيادة نسبة الرمل في مكونات التربة ، ويستدل على ذلك من الشكل رقم (٦) والملحق رقم (٦) حيث نستنتج أن نسبة الرمل من جملة التوزيع الحجمي للحبيبات المكونة للتربة في العينات الموضحة تتراوح بين ٢٩٪ ، ٩٥٪ وهي نسبة مرتفعة جداً ، ويتضح أن نحو ١٠,٧٪ من مجموع العينات المختارة تقل فيها نسبة الرمل عن ٤٠٪ ،

(١) المصدر السابق - ص ١٨ .

(٢) المصدر السابق - ص ١٢ .

(٣) محمد صيرى محسوب - المصدر السابق - ص ١٦ .



الخريطة من تصميم الباحث اعتماداً على أرقام الملحق رقم (٦)

شكل رقم (٦)

وتتراوح نسبة الرمل بين ٤٠ ٪ وأقل من ٦٠ ٪ فى نحو ٢٥,١ ٪ من عدد العينات ،
وتتراوح نسبة الرمل بين ٦٠ ٪ وأقل من ٨٠ ٪ فى نحو ٣٢,١ ٪ من عدد العينات ،
وترتفع نسبة الرمل إلى أكثر من ٨٠ ٪ فى نحو ٣٢,١ ٪ من عدد العينات ، وهو ما
يعكس ارتفاع نسبة الرمل إلى أكثر من ٦٠ ٪ فى حوالى ثلثى عدد العينات الموزعة داخل
أراضى الأحساء .

وتتوزع معظم العينات التى ترتفع فيها نسبة الرمل إلى أكثر من ٨٠ ٪ على
نهايات أراضى الواحة المتاخمة للنطاقات الرملية وفى الشمال والشمال الشرقى على
وجه الخصوص ، فى حين نقل نسبة الرمل فى العينات التى تقع فى الأراضى الداخلية
للواحة .

ورغم الجهود المبذولة للحد من عملية زحف الرمال نحو واحة الأحساء والعمل
المستمر المكثف فى مشروع حجز الرمال السابق الإشارة إليه إلا أنه بات من المؤكد أن
خطورة الزحف الرملى أكبر بكثير من تلك الجهود وأن الواحة بحاجة إلى عمليات تشجير
تحيط بأراضيها تعتمد على الرى الدائم وليست زراعة مطرية كما هو متبع الآن فى
مشروع حجز الرمال وقد تكون تكلفة ذلك مرتفعة ولكنها لن تكون أخشى مما تفقده
الأحساء من أراضى زراعية وانخفاض إنتاجية الأرض الزراعية الذى يهدد الوظيفة
الزراعية لهذه الواحة .

ثالثاً : التبخر وتلج القرية :

يصنف مناخ الأحساء وفقاً لتصنيف كوبن ضمن المناخ الجاف الذى يرتفع فيه
إجمالى التبخر السنوى إلى ضعف كمية المطر السنوى على الأقل ، ويؤثر التبخر بشكل
مباشر فى التربة الزراعية فارتفاع معدلات التبخر وما يرتبط به من ارتفاع فى حدة
الجفاف يؤدي إلى تراكم كميات كبيرة من الأملاح فوق الطبقة السطحية للتربة وبخاصة
فى ظروف مناخية محدودة انمطر وغير منتظم التسقوط وباستخدام ميادى ترتفع فيها
نسبة الأملاح الذاتية بها ، وهو ما ينطبق على الوضع الحالى لواحة الأحساء .

ويوضح كل من الجدولين رقم (٥) ، رقم (٦) توزيع كل من كمية التبخر الشهرى وكمية المطر الشهرى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ ، ويمكن من تتبع أرقام كل منهما والشكل رقم (٧) أن نستنتج الحقائق التالية :

١ - تتراوح كمية التبخر السنوى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٣ بين ٣٣٥٩ مم (عام ١٩٨٩) ، ٢٣٧٤ مم (عام ١٩٩١) ، بمدى يبلغ ٩٨٥ مم بينهما ، فى حين تتراوح كمية المطر السنوى فى واحة الأحساء خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٤ بين ٩,٩ مم (عام ١٩٩٠) ، ١٤٨,٤ مم (عام ١٩٨٦) ، بمدى يبلغ ١٣٨,٥ مم بينهما ، ويدل ذلك على أن أعلى كمية تبخر سنوى تفوق أعلى كمية مطر سنوى بحوالى ٢٣ مرة ، وأن أقل كمية تبخر سنوى تفوق أقل كمية مطر سنوى بحوالى ٢٤٠ مرة ، وإذا ما حسبنا خارج قسمة كمية التبخر السنوى على كمية المطر السنوى خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ / ١٩٩٤ كان محصلة ذلك أن تراوح خارج القسمة بين ١٩,٧ (عام ١٩٨٦) ، ٢٩٤,٨ (عام ١٩٩٠) ، ويدل ذلك على أن كمية التبخر السنوى تفوق كمية المطر السنوى بحوالى ٢٠ مرة على الأقل وبحوالى ٢٩٥ مرة على الأكثر ، وهو تجاوز كبير جداً بينهما .

٢ - يتراوح المتوسط الشهرى لكمية التبخر خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥ ، ١٩٩٣ بين ١٢٦,١ مم (يناير) ٣٦٩,٩ مم (يوليو) ، وترتفع معدلات التبخر خلال شهور الصيف وتقل تدريجياً خلال الخريف والشتاء لتصل أدناها فى يناير ثم ترتفع تدريجياً بعد ذلك لتصل أقصاها فى يوليو . شكل رقم (٨) ويعنى ذلك أن الانخفاض فى كميات التبخر يتوافق مع شهور المطر (نوفمبر - مايو) أما الارتفاع فى كميات التبخر يتوافق مع شهور الجفاف ، وهى علاقة عكسية تؤدى إلى ارتفاع تأثير التبخر على التربة الزراعية خلال شهور الصيف خاصة ، ويؤدى ذلك إلى سرعة جفاف التربة ووصول الماء الباطنى بواسطة الخاصة الشعرية إلى سطح التربة ومن ثم تتبخر المياه تاركة الأملاح فى صورة قشور ملحية سطحية ، وترتفع بذلك نسبة الأملاح الذاتية فى التربة مما يعوق

جدول رقم (٥)

كمية التبخر الشهري في واحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٣م

(مم)

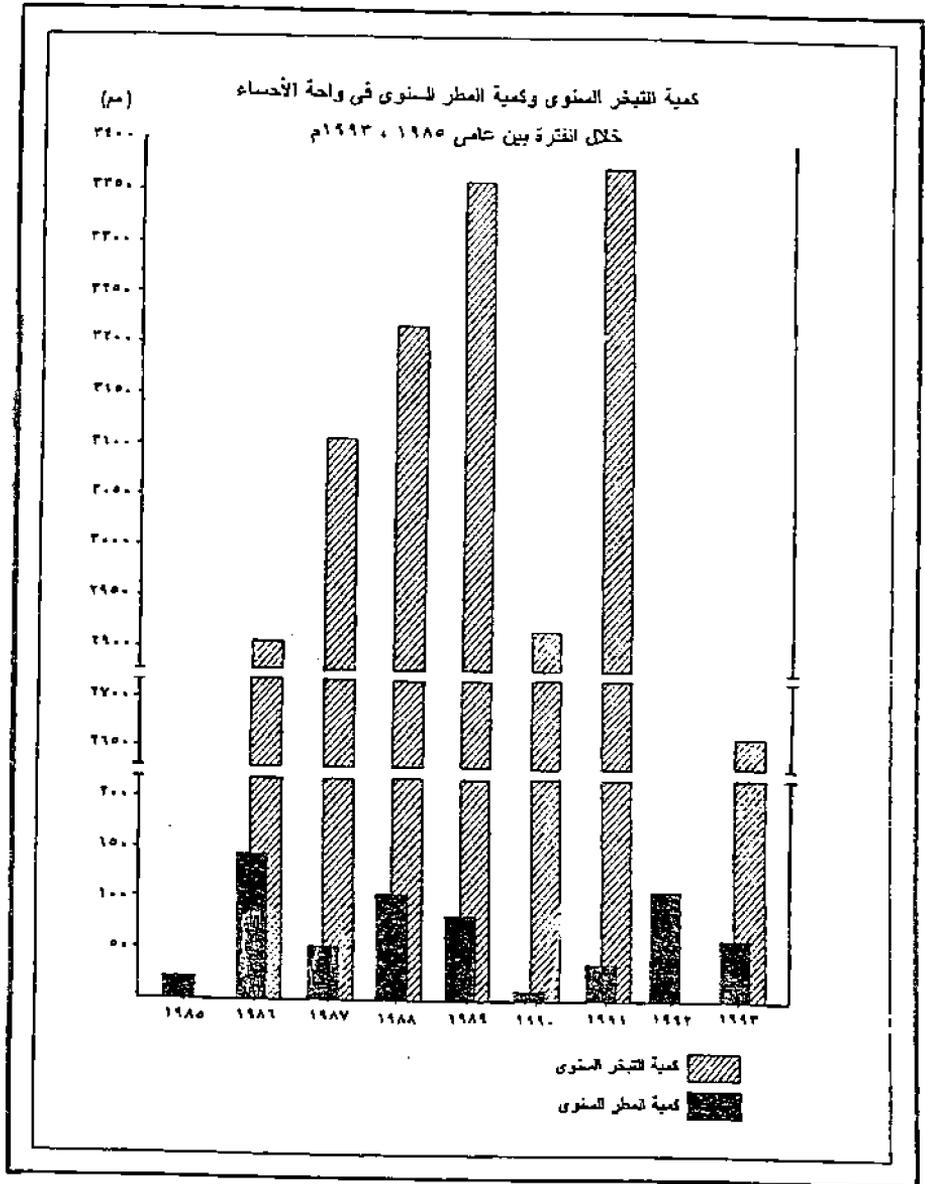
الشهر	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	المتوسط
يناير	١٤٨	١٣٣	١٣٥	١٢٤	١٤٠	١٤٧	١١٦	٢١٠	٩٥	١٣٨,٦
فبراير	١٩٢	١٤٧	١٦٥	١٢٦	١٥٥	١٥٥	١٣٧	١٣٨	١٠٦	١٤٦,٧
مارس	٢٥٠	٢٣١	١٧٩	٢٣٥	٢٢٨	٢٥٢	١٧٥	١١٦	١٩٩	٢٠٧,٢
أبريل	٢٩٣	٢٥١	٢٨٢	٢٦٩	٢٥٨	١٦٦	٢٠٥	١٠٠	٢٠٢	٢٢٤,٥
مايو	٣٧٢	٤١٧	٣٣٧	٤١٨	٤٢٥	٣٨٠	٣٣٢	٣٢٣	٢٤٦	٣٦١,١
يونيو	٤٤٢	٢٨٣	٤١٢	٤٠٤	٤٤٩	٤٠٠	١٩٠	٢٦٠	٣٦٦	٣٥٠,٧
يوليو	٤٤١	٤٢٨	٤٣١	٤٣٨	٤٣٨	٣٤١	٢٤٥	٢٨٨	٣٤٧	٣٦٩,٩
أغسطس	١٧٩	٣٧٤	٣٧١	٤١٢	٤١٢	٣٨٦	٢٥٨	٢٥٨	٣٥١	٣٢٣,٠
سبتمبر	٣٠٧	٢٨٨	٣٢٠	٣٢٠	٣٦٥	٢٥١	٢١٤	٢١٤	٢٣٤	٢٧٥,٦
أكتوبر	٢٣٠	٢٤٩	٢٤٣	٢٤٣	٢٥٧	١٥٢	٢١٨	٢١٨	٢٣٧	٢٢٦,٦
نوفمبر	١٧٠	١٦٠	١٦٠	١٧٦	١٦٨	١٥٧	١٤٧	١٤٧	١٩١	١٦٧,٠
ديسمبر	١٠٧,٠	١٢٥	١٢٧	١٢٤	١١٤	١٣٧	١٣٧	١٣٧	١٣٨	١٢٦,١
الأجمالي	٢٩١٤	٢٩١٤	٣١٣٦	٣٢٤١	٣٣٥٩	٢٩١٩	٢٣٧٤	٢٣٧٤	٢٩١٢	٢٩١٢

جدول رقم (١)

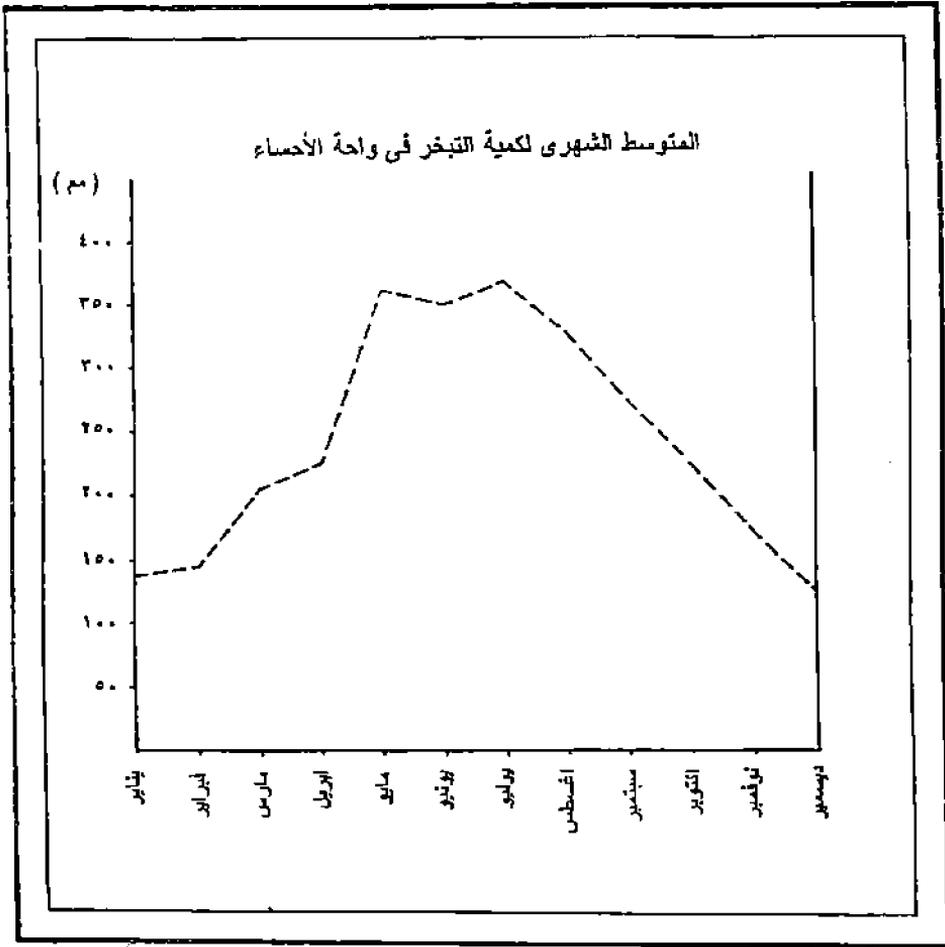
عمية المطر الشهري في ولحة الأحساء خلال الفترة بين عامي ١٩٨٥ ، ١٩٩٤م

(مم)

السنة	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤
يناير	٢,٨	١٨,٤	١,٤	١,٢	-	٢,٠	١٠,٢	٢,٨	٣٥,٠	-
فبراير	-	٥,٦	٣,٦	٦٢,٤	٢,٢	٠,٨	٨,٠	٢٦,٠	٧,٠	١,٢
مارس	-	٢٦,٦	٥٢,٤	٢,٦	٤٢,٢	١,٠	٢٤,٢	٦,٨	٢,٦	٥,٧
أبريل	٢,٢	٣٩,٨	١,٤	٣٥,٢	١١,٢	٥,٧	٠,٢	٧,٤	١٥,٢	٢,٣
مايو	٧,٤	١,٠	-	-	-	-	-	١,٢	٠,٨	١٥,٢
يونيو	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
يوليو	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
أغسطس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سبتمبر	-	-	-	-	-	-	٠,٢	-	-	-
أكتوبر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	٦,٧
نوفمبر	٠,٤	٠,٦	-	-	-	-	٠,٢	-	٠,٤	-
ديسمبر	١١,٦	٦١,٤	٠,٦	٨,٤	٢٤,٦	٠,٤	٤,٠	٦٥,٦	-	-
السنوي	٢٤,٤	١٤٨,٤	٥٩,٤	١٠٩,٨	٨٠,٢	٩,٩	٤٧	١٠٩,٨	٦٢	٣٠,٢



شكل رقم (٧)



شكل رقم (٨)

حركة المياه داخل جسم النبات ويرفع من ضغطه لدرجة تجعله يستقر في الجذور أو في التربة ذاتها رغم أن النبات يكون في أشد الحاجة إليه (١) .
وتعتمد الزراعة في واحة الأحساء على مياه العين - كما سبق الإشارة - وهي مياه تتراوح فيها نسبة الأملاح بين ١٤٣٠ جزء في المليون ، ١٥٧٠ جزء في المليون ، وقد تم في عام ١٤١٤هـ ، ١٩٩٤م افتتاح مشروع جديد يهدف إلى استخدام مياه الصرف في الري عن طريق خلطها بعد ترشيحها فقط (٢) بمياه الري في القناة الرئيسية للري وهذا المشروع من شأنه أن يضيف نحو مليون متر مكعب من مياه الري سنوياً وسوف يؤدي ذلك إلى ارتفاع نسبة الأملاح الذاتية في مياه الري المخلوطة بمياه الصرف إلى ما يتراوح بين ٢٠٠٠ ، ٢٥٠٠ جزء في المليون (٣) ، وهي درجة عالية تشكل مع ارتفاع معدلات التبخر بواحة الأحساء خطراً يهدد الزراعة بها .

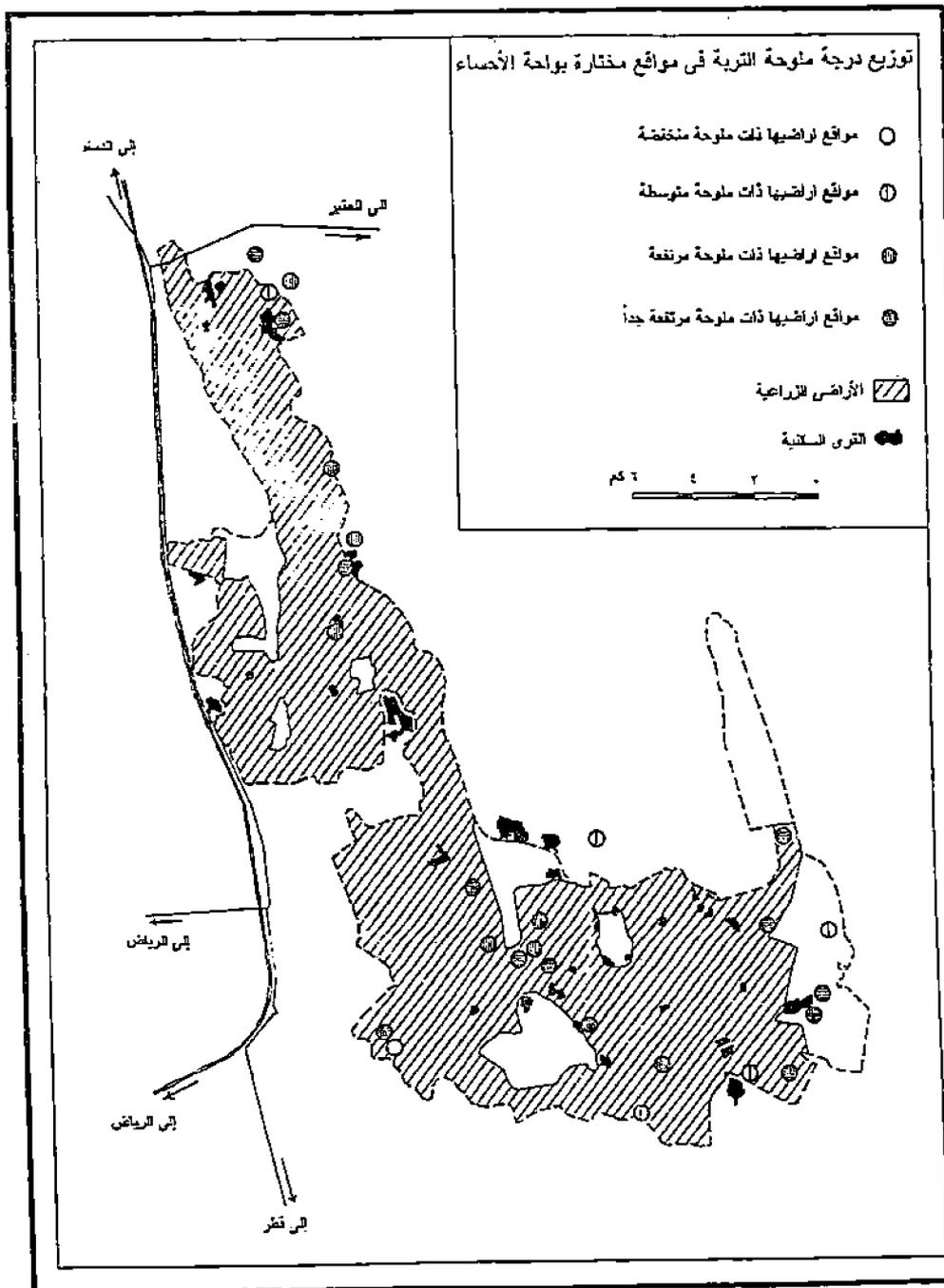
وتوضح أرقام الملحق رقم (٦) والشكل رقم (٩) توزيع درجة ملوحة التربة في مواقع مختارة بواحة الأحساء ونستنتج من تتبعه أن درجة التوصيل الكهربائي في التربة في العينات الموضحة تتراوح بين ٥ ، ١٧٤ مليموز / سم وأن نحو ٣,٦٪ من عدد العينات المختارة تقع في أراضي ذات ملوحة منخفضة تنخفض فيها درجة التوصيل الكهربائي إلى أقل من ٥ مليموز/سم ، وأن نحو ١٧,٩٪ من عدد العينات المختارة تقع في أراضي ذات ملوحة متوسطة تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائي بين ٥ ، ١٠ وأقل من ١٠ مليموز / سم ، وأن حوالي ٢٨,٦٪ من عدد العينات تقع في أراضي ذات ملوحة مرتفعة حيث تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائي بين ١٠ ، وأقل من ٣٠ مليموز / سم ، وأن حوالي ٤٢,٩٪ من عدد العينات تقع في أراضي ذات ملوحة مرتفعة جداً حيث ترتفع فيها درجة التوصيل الكهربائي إلى أكثر من ٣٠ مليموز / سم . ويدل

(١) محمد صبري محسوب- المصدر السابق - ص ٦ .

(٢) وهي المرحلة الحالية حيث يهدف المشروع إلى كلورة وتجربة الحياه أيضا لكن هذه

انمرالح لم تنفذ حتى الآن .

(٣) بيانات مستقاه من المقابلة الشخصية مع منسوبي هندسة الري بمشروع الري والصرف بالأحساء .



خريطة من تصميم الباحث اعتماداً على ارقام الملحق رقم (١)

ذلك على أن نحو ٧١,٥٪ من عدد العينات تقع في أراضي ذات ملوحة مرتفعة ومرتفعة جداً . وتتوزع معظم الأراضي ذات الملوحة المنخفضة والمتوسطة في نطاقات جنوبية من واحة الأحساء ، في حين تتوزع معظم الأراضي ذات الملوحة المرتفعة والمرتفعة جداً في باقي نطاقات الواحة .

ويعد سيادة النسب المرتفعة للأملاح الذائبة في التربة بواحة الأحساء مؤشراً خطيراً في وجود المعدلات المرتفعة جداً للتبخّر ، وإرتفاع نسبة الأملاح الذائبة في مياه الري ، الأمر الذي يؤدي إلى تملح الأراضي الزراعية وإرتفاع الضغط الأسموزي لها مما يؤدي إلى ضعف قدرة النبات على امتصاص حاجته من التربة ، ويترتب على ذلك نقص في نمو جنود النبات وانخفاض وزن الأوراق مما يقلل مساحتها وبالتالي عدد الثخثر التي يمر الماء الناتج من عملية النتج خلالها ، ويمضي آخر يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح في التربة إلى نقص المجموع الجذري الذي يمتص الماء ونقص الأوراق التي تنتج هذا الماء ، ويكون من محصلة ذلك إنخفاض إنتاجية المحاصيل المزروعة بسبب هذه المعوقات التي يسببها ارتفاع درجة تركيز الأملاح بالتربة الزراعية ، فعلى سبيل المثال انخفض متوسط إنتاجية النخلة من البلج صنف الخلاص - أشهر أنواع نخيل البلج في الأحساء - من حوالي ١,٨ طن عام ١٩٨٦م إلى نحو ٨٠٠ كيلو جراماً عام ١٩٩٢م . وتحتاج أراضي الأحساء الزراعية إلى عمليات غسيل بالأضافة إلى رفع كفاءة الصرف بزيادة تعميق المصارف الحالية باستمرار حيث تترسب بداخلها الرمال وترفع من أعماقها إلى مستوى أعلى من مستوى الماء الجافني .

وبعد .. يمكن أن نلخص أهم نتائج هذه الدراسة على النحو التالي:

١ - تنخفض درجة الحرارة الصغرى إلى ٥٦م في واحة الأحساء بشكل محدود خلال شهور الشتاء في حين ترتفع درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من ٣٥م بشكل كبير خلال شهور الصيف، وتتعرض زراعة المحاصيل الصيفية لخطر التوقف عن النمو والذبول بشكل أكبر من تعرض المحاصيل الشتوية لهذه المخاطر ويكون موسم النمو الزراعي الشتوي أنسب مناخيا للزراعة من مثيله الصيفي، وقد أثر ذلك على المساحة المحصولية بالأحساء حيث تعادل مساحة المحاصيل الشتوية حوالى أربعة أمثال ونصف مساحة المحاصيل الصيفية.

٢ - تعد للرياح الشمالية الغربية أكثر أنواع الرياح تأثيرا في واحة الأحساء وأكثرها تكرارا في هبوبها على الواحة يليها الرياح الشمالية ثم الشمالية الشرقية في حين تؤثر باقى اتجاهات الرياح بشكل محدود على الواحة. وترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية الغربية والرياح الجنوبية خلال شهور الشتاء في حين ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية والشمالية والشمالية الشرقية خلال شهور الصيف. وتعد كل من رمال النفود شمال الأحساء ورمال الجافورة شرق الأحساء أهم مصادر الرمال على الواحة معظم فترات السنة، وتترايد كمية الرمال الزاحفة من النفود والربع الخالى خلال شهور الشتاء، والرمال الزاحفة من الجافورة خلال شهور الصيف.

٣ - يحدث الانسياب الرملى نحو واحة الأحساء في فترة تتراوح بين ثلث للعام، ونصف العام تقريبا، وتعد الرياح الشمالية بأنواعها أكثر

أنواع الرياح المسببة للاسحاق الرملى على واحة الأحساء. وتعظم عملية الاسحاق الرملى الناجم عن الرياح الشمالية بأنواعها خلال شهور الصيف. فى حين تعظم عملية الاسحاق الرملى الناتج بفعل الرياح الجنوبية بأنواعها خلال فصلى الشتاء والربيع.

٤ - تهب الرياح المسببة للزحف الرملى التى تزيد سرعتها عن ٩ متر/ثانية. على واحة الأحساء بشكل محدود، ويتكرر هبوبها بشكل أكثر خلال فصلى الربيع والصيف حيث تزيد عملية الزحف الرملى خلال هذين الفصلين.

٥ - بندر هبوب الرياح التى تزيد سرعتها عن ١١ متر/ ثانية على واحة الأحساء وقد اقتصر هبوبها فى ١٩ يوما فقط خلال الفترة بين عامى ١٩٨٥، ١٩٩٤. وتعد الرياح الشمالية الغربية أكثر اتجاهات الرياح التى هبت على الأحساء بسرعة تزيد عن ١١ متر/ثانية، ورغم ندرة هبوب هذا النوع من الرياح إلا أن كمية الرمل التى تزحف بواسطتها على واحة الأحساء خلال يوم واحد تعادل مقدار ما يزحف خلال ١١ يوما تحت تأثير رياح تتراوح سرعتها بين ٧، ٨ م/ ثانية.

٦ - ترتفع نسبة الرمل فى التربة الزراعية بواحة الأحساء نتيجة الزحف الرملى عليها حيث تتراوح بين ٢٩٪، ٩٥٪ من جملة التوزيع الحجمى للحبيبات المكونة للتربة، وتزيد هذه النسبة فى أراضي الواحة المتاخمة للنطاقات الرملية فى الشمال والشمال الشرقى على وجه الخصوص.

٧ - ترتفع كمية التبخر السنوى فى واحة الأحساء لدرجة تفوق كمية المطر السنوى بحوالى ٢٠ مرة على الأقل وبحوالى ٢٩٥ مرة على الأكثر، وترتفع معدلات التبخر خلال شهور الصيف بالمقارنة بباقى فصول

السنة، ويتوافق الانخفاض فى كميات التبخر مع شهور المطر والعكس صحيح.

٨ - ترتفع درجة ملوحة التربة الزراعية بواحة الأحساء نتيجة ارتفاع معدلات التبخر وترسب الأملاح الذائبة فى مياه الري حيث تتراوح درجة التوصيل الكهربائى فى التربة بين ٥، ١٧٤ ملليموز/سم^٢، وتتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المنخفضة والمتوسطة فى النطاقات الجنوبية من الواحة فى حين تتوزع معظم الأراضى ذات الملوحة المرتفعة المرتفعة جدا فى باقى نطاقات الواحة.

٩ - يشكل كل من الانحراف الحرارى عن الحدود الدنيا للتمو الجوهري للنبات وما يسببه من انخفاض طول موسم النمو الزراعى، اتجاهات الرياح وسرعتها وما تسببه من اتمساق أو زحف رملى نحو الواحة، ارتفاع معدلات التبخر بشكل كبير جدا وما يسهم به فى مشكلة تملح الأراضى الزراعية، تشكل هذه العناصر المناخية الثلاثة خطرا مؤكدا على الزراعة فى واحة الأحساء، وهى عناصر مناخية يصعب التحكم فيها والتقليل منها، فعلى الرغم مما وصل إليه الإنسان من مستوى تكنولوجى متطور إلا أن محاولاته للتحكم فى العناصر المناخية لا زالت متواضعة جدا وتمارس على مساحة محدودة جدا من الأرض، ولذلك سوف يظل هذا الوضع المناخى لواحة الأحساء خطرا مستمرا يهدد الزراعة.

١٠ - تقتصر الجهود المبذولة لمقاومة زحف الرمال نحو واحة الأحساء على مشروع حجز الرمال-عملية تشجير الكثبان الرملية - الذى يقع إلى الشمال من الواحة الشرقية فقط رغم أن الواحة الشمالية تعد أكثر جهات الأحساء تعرضا لزحف الرمال، ولهذا فمن المفيد أن

تشمل تلك الجهود جميع أراضي الواحة وأن تحيط عملية التشجير
بنهايات أراضي الواحة في جميع الاتجاهات وأن تعتمد زراعتها على
الري الدائم وليس الزراعة المطرية لضمان نموها بشكل أكثف وأسرع
مما هو موجود حالياً في المشروع الذي تعتمد عملية التشجير فيه
على الزراعة المطرية في أربع مصدات شجرية وعلى الري الدائم في
مصد واحد فقط.

١١ - يجب ألا تقتصر جهود مقاومة الزحف الرملي على عملية تشجير
الكثبان الرملية بقرص تثبيتها فقط، وزيادة الاستعملة بحلول أخرى
كتغطية الكثبان بالبيترول أو الماروت، أو نقلها بواسطة الآليات أو
تغطيتها بالحصى أو الأسمنت.

١٢ - يجب الاهتمام بتعديل خصائص التربة الزراعية وزيادة المادة العضوية
بها وغسلها باستمرار ورفع كفاءة الصرف بحفر وتعميق المصارف
وتطهيرها من الأعشاب والرمال المترسبة فيها حتى ينخفض مستوى
الماء الأرضي وبالتالي تقل كمية الأملاح الذاتية في التربة.

١٣ - يجب أن يتوافق التركيب المحصولي مع الخصائص الحرارية للأحساء
بحيث تزرع محاصيل تتحمل بشكل أكبر الانحرافات الحرارية المساندة،
وزيادة الاهتمام بزراعة المحاصيل الشتوية باعتبارها تنمو في أنسب
مواسم النمو الزراعي بالواحة.

١٤ - تحتاج محاولات التقليل من أضرار المخاطر المناخية على الزراعة في
واحة الأحساء لجهود كبير مستمر ياهظ التكاليف لكي يمكن الحفاظ
على الأرض الزراعية واستمرار العملية الزراعية، بالواحة الأمر
الذي يدعو إلى تعاون كل الأجهزة المعنية بالزراعة للحفاظ على
الموارد الزراعية واستمرار الوظيفية الزراعية للأحساء.

ملحق رقم (1)

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٨٦								
الشهر	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ
يناير	٦,٥	٩,٧	٢,٢	٩,٦	٩,٦	٦,٥	٢,٢	٤٥,٢
فبراير	١٧,٩	٢,٦	-	٧,١	٢٢,١	-	٢,٦	٢٥,٧
مارس	٢٥,٨	٢٥,٨	٢,٢	٩,٧	٢٥,٨	٩,٧	-	-
أبريل	٢٦,٧	٢٥,٥	٢,٢	-	٢٢,٢	٦,٧	٦,٧	١٢,٢
مايو	٢٨,٧	١٦,١	-	٦,٤	١٢,٩	١٩,٤	-	٦,٥
يونيو	٤٢,٢	٦,٧	٦,٧	-	-	-	٢,٢	٤٥,٥
يوليو	٤٥,٢	٩,٧	٢,٢	٢,٢	٢,٢	-	٢,٢	٢٢,٢
أغسطس	٤١,٩	٢٢,٢	-	-	١٢,٩	٦,٤	-	٦,٥
سبتمبر	١٦,٧	٤٢,٢	-	-	٢٥,١	١٢,٢	٢,٢	٢,٢
أكتوبر	١٩,٤	١٢,٩	-	٢,٢	١٩,٤	٦,٤	٦,٤	٢٢,٢
نوفمبر	٢٥,٥	-	١٥,١	٢,٢	٢٥,٥	٢,٢	-	١٢,٢
ديسمبر	١٢,٩	-	-	٩,٧	٢٥,٨	٢,٢	-	٤٨,٤

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٨٥								
الشهر	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ
يناير	٢٥,٥	٦,٤	-	٩,٧	٢,٢	٢٢,٦	٢,٢	١٩,٤
فبراير	٤٢,٩	-	-	٢,٥	١٤,٢	٢,٦	٢,٦	٢٢,١
مارس	٥١,٦	٢٢,٦	-	٢,٢	٩,٧	٩,٧	-	٢,٢
أبريل	٢٦,٧	١٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢٥,١	٦,٧	٢٢,٢
مايو	٢٥,٨	١٢,٦	-	-	٦,٥	٢٢,٦	٢,٢	٢٩,٥
يونيو	٢٢,٢	٢,٢	-	-	-	-	١٢,٤	٥٥,٥
يوليو	٤٥,٢	٢,٢	-	-	-	-	٢,٢	٤٨,٤
أغسطس	٢٢,٢	١٢,٩	-	-	٢,٢	٦,٥	٦,٥	٢٨,٦
سبتمبر	٢٢,٢	٢٢,٢	-	٢,٢	-	١٥,٥	٦,٧	٢٢,٤
أكتوبر	٤٥,٢	١٦,١	٢,٢	٢,٢	٦,٤	٦,٥	-	١٩,٤
نوفمبر	٤٢,٢	٦,٧	٢,٢	-	٢٢,٤	٢,٢	٢,٢	١٦,٧
ديسمبر	٢٥,٨	-	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢٢,٦	٢,٢	٢٨,٧

ملحق رقم (٢)

توزيع نسبة التربة لاجزاء الرياح الشمالية في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٨٨								
شهر الاتجاه	ش	ش ن	ق	ع ن	ع	ع ع	ع	ش غ
يناير	١٦,٦	-	٢,٢	٦,٥	٢٥,٨	-	-	٤٨,٤
فبراير	٢٧,٦	٦,٩	٦,٩	١٢,٨	١٥,٣	-	-	٣٥,٥
مارس	٤٥,٢	٦,٤	-	-	٢٥,٨	-	-	٢٢,٦
أبريل	٣٠,٠	١٦,٧	-	-	١٣,٢	١٦,٧	-	٢٢,٢
مايو	٥٨,١	-	-	-	٦,٤	٢,٢	٦,٥	٢٥,٨
يونيو	٤٣,٢	٢٢,٢	٢,٢	-	٢,٤	٢,٤	-	٢٢,٢
يوليو	٢٩,٠	١٩,٤	-	-	٩,٧	-	٢,٢	٢٨,٧
أغسطس	٣٥,٥	١٩,٤	-	-	٩,٧	٢,٢	٢,٢	٢٩,٠
سبتمبر	٦٦,٧	١٦,٧	-	-	٢,٢	٢,٢	-	١٠,٠
أكتوبر	٢٢,٣	٢,٢	٦,٤	-	٢٥,٨	٩,٧	٩,٧	١٢,٩
نوفمبر	٢٠,٠	-	-	-	٢٢,٢	-	٦,٧	٤٠,٠
ديسمبر	٢٢,٦	-	-	-	٢٥,٨	٢,٢	-	٤٨,٤

توزيع نسبة التربة لاجزاء الرياح الشمالية في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٨٧								
شهر الاتجاه	ش	ش ن	ق	ع ن	ع	ع ع	ع	ش غ
يناير	٢٢,٦	-	-	-	٢٢,٠	-	-	٤٨,٤
فبراير	٢٥,٠	١٠,٧	-	١٠,٧	٢٢,٢	-	-	٢٦,٤
مارس	٤٨,٤	٢,٢	٢,٢	٦,٥	٢٢,٦	-	٢,٢	١٢,٩
أبريل	٤٣,٢	-	٢,٢	٢,٢	١٢,٧	١٦,٧	١٠,٧	٦,٧
مايو	٢٥,٨	٢٢,٦	٢,٢	-	١٤,٤	٢٢,٠	-	١٦,٦
يونيو	٤٣,٢	٢,٢	٢,٢	-	٦,٧	١٢,٢	٦,٧	٢٢,٤
يوليو	٤٥,٢	٦,٥	-	-	٦,٦	-	٦,٤	٢٢,٦
أغسطس	٢٥,٤	٢٥,٨	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢,٢	-	٢٥,٨
سبتمبر	٤٠,٠	١٠,٠	٢,٢	٢,٢	٦,٧	١٢,٢	٦,٧	١٦,٧
أكتوبر	٢٢,٦	٢٢,٦	٢,٢	٢,٢	٢٩,٠	٦,٧	-	٩,٧
نوفمبر	١٦,٧	-	٢,٢	-	١٦,٧	٦,٧	٢,٢	٥٢,٢
ديسمبر	١٩,٤	-	٦,٤	١٦,٦	٢٢,٦	-	-	٣٥,٥

ملحق رقم (٣)

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٩٠								الشهر الاتجاه
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	
٥٩,٦	-	-	١٢,٩	٢,٢	-	٢,٢	٢٩,١	يناير
٥١,١	-	-	١٠,٧	١٤,٣	-	٧,١	١٧,٩	فبراير
٣٢,٣	٢,٢	٢,٢	١٢,٩	٦,٥	٢,٢	١٢,٩	٢٥,٨	مارس
١٣,٤	٢,٢	٦,٧	١٣,٣	٢,٢	-	١٣,٢	٤٦,٧	أبريل
٣٨,٧	-	٢,٢	-	-	٢,٢	٢,٢	٥١,٦	مايو
٧٠,٠	-	٢,٤	٢,٢	-	٢,٢	٦,٧	١٣,٣	يونيو
٦١,٣	-	٢,٢	٢,٢	٢,٢	-	٩,٧	١٩,٤	يوليو
٤٨,٤	٢,٢	-	-	-	-	٩,٧	٣٨,٧	أغسطس
٤٣,٣	-	-	-	-	-	١٦,٧	٤٠,٠	سبتمبر
٤٦,٩	-	٢,٢	٢٩,١	٢,٢	-	٩,٧	١٢,٩	أكتوبر
٦٠,٠	-	٢,٢	٢٦,٧	-	-	٢,٢	٦,٧	نوفمبر
٦٤,٥	٦,٥	٢,٢	١٢,٩	٢,٢	-	٢,٢	٦,٥	ديسمبر

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٨٩								الشهر الاتجاه
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	
٥٩,٦	-	-	٢٢,٥	٦,٥	-	-	١٩,٤	يناير
٣٥,٧	-	-	١٠,٧	٧,١	-	٧,١	٣٩,٤	فبراير
١٦,١	٢,٢	٦,٥	٢٩,٠	٦,٥	٩,٧	٢,٢	٢٥,٨	مارس
٦٠,٠	١٣,٣	١٦,٧	١٣,٣	٦,٧	-	١٣,٣	٢٦,٧	أبريل
٢٩,٠	-	-	١٩,٤	-	٦,٥	٦,٤	٣٨,٧	مايو
٥٢,٣	-	-	-	-	٢,٢	١٠,١	٢٢,٢	يونيو
٣٨,٧	-	-	٦,٥	-	-	١٦,١	٣٨,٧	يوليو
٤٨,٤	-	-	٢,٢	-	-	٢٩,٠	١٩,٤	أغسطس
٢٣,٣	٦,٧	٢,٢	-	-	-	٣٠,٠	٢٦,٧	سبتمبر
٢٢,٦	٩,٧	٢,٢	٢٢,٣	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢٢,٥	أكتوبر
١٦,٦	-	١٠,٠	٢٠,٠	٦,٧	٢,٢	١٦,٧	٢٦,٧	نوفمبر
٥٤,٨	-	٢,٢	١٩,٣	٩,٧	-	٦,٥	٦,٥	ديسمبر

ملحق رقم (٤)

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات لرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٩٢								الشهر الاتجاه
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	
٦١,٣	٣,٢	٦,٥	٩,٦	٩,٧	٣,٢	-	٦,٥	يناير
٥٥,٣	٣,٥	-	١٠,٣	١٠,٣	٣,٤	-	١٧,٢	فبراير
٢٥,٨	-	-	١٩,٤	٩,٧	٣,٢	١٢,٩	٢٩,٠	مارس
٣٠,٣	٣,٣	١٠,٠	١٦,٧	١٣,٣	-	١٠,٠	١٦,٧	أبريل
٣٢,٣	-	-	٢٢,٦	٦,٥	٣,٢	٩,٦	٢٥,٨	مايو
٥٠,٠	١٠,٠	٣,٣	٢٠,٠	٦,٧	-	٣,٣	٦,٧	يونيو
٦٤,٥	١٩,٤	٣,٢	-	-	-	٣,٢	٩,٧	يوليو
٤١,٩	٩,٧	٦,٥	١٦,١	-	-	٣,٢	٢٢,٦	أغسطس
٢٣,٣	١٦,٧	٦,٧	٣,٣	-	-	١٣,٣	٣٦,٧	سبتمبر
٤٨,٤	٢٩,٠	٣,٢	-	-	-	-	١٩,٤	أكتوبر
٤٦,٧	-	٣,٣	٢٠,٠	٦,٧	٣,٣	-	٢٠,٠	نوفمبر
٥٤,٨	٦,٥	-	٩,٦	١٢,٩	٦,٥	٦,٥	٣,٢	ديسمبر

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٩١								الشهر الاتجاه
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	
٥٤,٩	-	-	١٩,٤	٣,٢	٣,٢	٣,٢	١٦,١	يناير
٥٠,٠	-	-	٧,١	٧,١	٣,٦	٣,٦	٢٨,٦	فبراير
٤٨,٣	٦,٤	٣,٢	١٣,٠	١٣,٠	٣,٢	٦,٥	٦,٤	مارس
٥٦,٧	٣,٣	٣,٣	٦,٧	-	٣,٣	١٠,٠	١٦,٧	أبريل
٦٤,٥	٦,٤	٦,٥	٦,٥	-	-	٣,٢	١٢,٩	مايو
٤٣,٤	٣,٣	٣,٣	٦,٧	-	-	١٠,٠	٣٣,٣	يونيو
٧٤,٢	٦,٤	-	-	-	-	-	١٩,٤	يوليو
٨٠,٦	-	-	-	-	-	-	١٩,٤	أغسطس
٦٠,٠	٣,٣	-	١٠,٠	٣,٣	٦,٧	١٠,٠	٦,٧	سبتمبر
٣٥,٥	-	-	-	٣,٢	٦,٥	١٦,١	٢٨,٧	أكتوبر
٤٣,٣	٣,٣	١٠,٠	٢٦,٧	٦,٧	٣,٣	٦,٧	-	نوفمبر
٤٨,٤	-	٣,٢	٢٢,٦	١٦,١	٣,٢	-	٦,٥	ديسمبر

ملحق رقم (٥)

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٩٤								الشهر
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	الاتجاه
٣٨,٧	٣,٣	٣,٢	٣٨,٧	٣,٢	-	-	١٢,٩	يناير
٥٣,٦	-	٣,٦	٢١,٤	٣,٥	-	-	١٧,٩	فبراير
٣٥,٥	٣,٢	-	٩,٧	٦,٥	١٦,١	١٢,٩	١٦,١	مارس
٢٠,١٠	١٣,٣	٢,٢	١٦,٧	١٠,٠	٣,٣	٢٠,٠	١٣,٣	أبريل
٣٥,٥	٩,٧	٩,٧	٦,٥	٣,٢	-	١٦,٠	١٩,٤	مايو
٢٢,٣	٥٠,٠	٦,٧	-	-	-	٣,٣	٦,٧	يونيو
٧١,٠	٢٥,٨	-	-	-	-	-	٣,٢	يوليو
٢٢,٢	١٩,٤	-	-	-	-	١٦,١	٣٢,٣	أغسطس
٢٠,٠	١٠,٠	١٣,٣	-	-	٣,٣	٢٦,٧	٢٦,٧	سبتمبر
١٦,٠	٦,٥	٣,٢	٦,٥	٩,٧	٩,٧	٢٩,٠	١٩,٤	أكتوبر
٣,٣	-	١٠,٠	٤٦,٧	٣,٣	-	٦,٧	٣٠,٠	نوفمبر
٢٩,٠	-	٦,٥	١٩,٤	٣,٢	-	٣,٢	٣٨,٧	ديسمبر

توزيع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح السائدة في واحة الأحساء على شهور السنة

١٩٩٣								الشهر
ش غ	غ	ج غ	ج	ج ق	ق	ش ق	ش	الاتجاه
٥٤,٨	١٦,١	٣,٢	٩,٦	٦,٥	-	٣,٢	٦,٥	يناير
٥٣,٦	٣,٦	٣,٦	١٠,٧	١٠,٧	-	٧,١	١٠,٧	فبراير
٤٥,٢	٣,٢	٦,٤	١٢,٩	١٩,٤	-	١٢,٩	-	مارس
٤٣,٤	٣,٤	٣,٣	٣,٣	٣,٣	٣,٣	١٠,٠	٣٠,٠	أبريل
٦٧,٧	٣,٢	-	٦,٥	٦,٥	٣,٢	٣,٢	٩,٧	مايو
٦٦,٧	١٣,٣	٦,٧	٢,٢	-	-	٣,٣	٦,٧	يونيو
٦٤,٥	١٢,٩	-	-	-	-	٩,٧	١٢,٩	يوليو
٣٨,٧	٦,٥	-	٣,٢	٣,٢	٣,٢	١٢,٩	٣٢,٣	أغسطس
٢٦,٧	١٣,٤	٣,٣	٦,٧	-	٣,٣	١٣,٣	٣٣,٣	سبتمبر
٢٢,٦	-	٣,٢	١٦,١	٣,٢	-	٣٢,٣	٢٢,٦	أكتوبر
٥٠,٠	-	٣,٣	٢٠,٠	٦,٧	-	-	٢٠,٠	نوفمبر
٥٨,٠	٣,٢	٦,٥	١٢,٩	-	-	٦,٥	١٢,٩	ديسمبر

ملحق رقم (٦)

نسبة الرمل من جملة للتوزيع الحجمي للعيينات لمكونة للتربة ودرجة التوصيل الكهربائي
في عينات تربة مختارة مزرعة دحلخ واحة الأصعاء (١)

م	الموقع	نسبة الرمل (٢)	التوصيل الكهربائي	م	للموقع	نسبة الرمل	التوصيل الكهربائي
١	٨ كم شرق جبل القارة	٣٤	٧٤	١٨	٦ كم شمال شرق المراح	٨٧	٥,٣
٢	٧ كم شمال شرق جبل القارة	٢٩	١٢٥	١٩	٥,٥ كم شمال شرق المراح	٦٠	٧٠,٣
٣	١١ كم شرق جبل القارة	٨٣	٨,٥	٢٠	٦ كم شمال المراح	٩٥	١١
٤	١١ كم شمال شرق جبل القارة	٨٠	٥٤	٢١	جنوب شرق للجشة	٦٣	٨٩
٥	٤,٧ كم شمال جبل القارة	٨١	٥	٢٢	شرق قرية للجشة	٦٤	٤٠
٦	٧,٥ كم جنوب جبل القارة	٩٥	٦	٢٣	٥,٥ كم شمال شرق القرن	٨٠	١٤,٧
٧	٦,٥ كم جنوب شرق جبل القارة	٥٢	١٢٧	٢٤	٥ كم شمال شرق القرن	٨٩	٣,٣
٨	٢,٥ كم شرق مركز الهفوف	٥٤	٥٨	٢٥	٥,٥ كم غرب القرن	٦٩	٥٩
٩	٦ كم شمال شرق مركز الهفوف	٧٥	٣١	٢٦	٥ كم جنوب شرق قرية القرن	٩١	٣
١٠	٨ كم شرق مركز الهفوف	٧٩	٢٠	٢٧	٥ كم جنوب شرق القرن	٩٢	٨
١١	٢,٥ كم شمال مركز الهفوف	٦٧	٩	٢٨	٣,٥ كم شمال قرية القرن	٩٢	٥
١٢	٦ كم شمال شرق مركز الهفوف	٧٥	١٧	٢٩	٤,٥ كم شمال غرب بختة	٦١	٦٩
١٣	٧,٥ كم شمال شرق الهفوف	٧٤	١٧	٣٠	٣,٥ كم شمال غرب مخته	٧٦	١٤,٨
١٤	٧,٥ كم شرق شمال شرق الهفوف	٤٩	١٧	٣١	٢,٥ كم شمال شرق مخته	٩٥	٧
١٥	٧,٥ كم شرق شمال شرق الهفوف	٤٤	٣٦	٣٢	٣,٥ كم شمال جبل بختة	٥٢	٢٦
١٦	شرق قرية المراح	٤٠	١٧٤	٣٣	جنوب شرق الجليجة	٣٠	٢٦
١٧	٢,٥ كم شمال شرق المراح	٧٢	١٤	٣٤	٤٣٠ متر شرق عين حقل	٤٤	٤

- (١) الجدول من اعداد الباحث اعتماداً على التحليل الكيمائي والتيزيالي لهذه العينات الوارد بالمصدر التالي : سعد بن عبد الله البراك - خصائص اراضى الاحساء الزراعية - جامعة الملك فيصل - قسم الاراضى والمياه بكلية العلوم الزراعية ١٤١٤هـ - ١٩٩٣م ص ص ١٧٢ - ٢٨٧ .
- (٢) نسبة الرمل ودرجة التوصيل الكهربائي في عمق يتراوح بين ٣٠ ، ٤٠ سم من سطح الأرض الزراعية .

أهم مراجع ومصادر البحث

أولاً : المراجع والمصادر العربية:

- ١ - زين العابدين رجب - واحة الأحساء دراسة في مواردها المائية وتأثيرها على الاستخدام الريفي للأرض - ندوة أقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية - الرياض - مارس ١٩٨٧
- ٢ - سعد بن عبد الله البراك - خصائص أراضي الإحساء الزراعية - جامعة الملك فيصل - قسم الأراضي والمياه بكلية العلوم الزراعية - ١٤١٤ هـ / ١٩٩٣ م
- ٣ - صبحى يوسف عيد - الجغرافيا الزراعية لواحات الأحساء - رسالة دكتوراه غير منشورة - جامعة القاهرة - ١٩٧٩
- ٤ - عبد الرحمن صادق الشريف - جغرافية المملكة العربية السعودية - دار المريخ - الرياض - ١٩٧٥
- ٥ - محمد خميس الزوكة - الجغرافيا الزراعية - دار المعرفة الجامعية - الاسكندرية - ١٩٨٩
- ٦ - محمد صبرى محسوب - المشكلات الجيومورفولوجية بالبيئة الزراعية في واحة الأحساء - نشرة البحوث الجغرافية - كلية البنات - جامعة عين شمس - العدد الثامن - ١٩٩٠ .
- ٧ - محمد صبرى محسوب أشكال سطح الأرض الرئيسية بواحة الأحساء - دراسة جيومورفولوجية - نشرة البحوث الجغرافية - كلية البنات - جامعة عين شمس - العدد التاسع - ١٩٩٠ .
- ٨ - هيئة مشروع الري والصرف بالأحساء - المحصر الزراعى الشامل لجميع اراضى المشروع - ١٤١٤ هـ .
- ٩ - وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية - مشروع حجز الرمال بالأحساء - التقرير السنوي - رجب ١٤٠٥ هـ / ١٩٨٤ م .
- ١٠ - وزارة المالية والاقتصاد الوطنى بالمملكة العربية السعودية - مصلحة الاحصاءات العامة - الكتاب الإحصائي السنوي - ١٤١٥ هـ / ١٩٩٤ م .
- ١١ - يحيى محمد شيخ أبو الخير - زحف الرمال بمنطقة الأحساء - نشرة الجمعية الجغرافية الكويتية - العدد ٦٤ - أبريل ١٩٨٤ .

ثانيا : المراجع والمصادر الأجنبية :

- 1 - Efrat, E., Human Ecology and The Albedo Effect in the Arid Environment, Human Ecology Journal, Vol 21, No. 3, 1993, pp. 281 - 312.
- 2 - Gregg, D., An Introduction to Agricultural Geography, London, 1984.
- 3 - Hassa Irrigation and Drainage Authority, General Layout, Scale 1:40000.
- 4 - Kingdom of Saudi Arabia, Meteorology & Environmental Protection administration. Scientific Information and Documentation center, Surface Monthly Climatological Report 1985 - 1994.
- 5 - Nakano, T., Natural Hazards and Field Interview Research, Japanese Climatological Siminar, 1973, pp 72 - 96.
- 6 - Smith, K., Principles of applied Climatology, England, 1975.
- 7 - Wokuti., Studies for the Project of Improving Irrigation and Drainage in the Region of Al-Hassa, West Germany, 1964.