تحليل أثر ارتفاع درجة الحرارة على التوسعات العمرانية الأفقية في محافظة الإحساء دراسة تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د/حصة عبد العزيز المبارك زكية راضي الحاجي

جامعة الملك سعود/ المملكة العربية السعودية/ الرياض

Doi : 10.21608/jasg.2019.43524

استلام البحث: ٢ / ٢ /٢٠١٩ قبول النشر: ١٥ / ٣ / ٢٠١٩

المستخلص :

تعد درجات الحرارة أحد عناصر المناخ بالغة الأهمية بحكم تأثيرها الواضح على مختلف أنشطة الإنسان وملابسة وغذائه ومسكنه، كما أنه يوجد علاقة وثيقة بين درجة الحرارة وعناصر المناخ إذ تعد المحرك الأساس لبقية عناصر المناخ الأخرى، وفي الوقت نفسه تؤثر وتتأثر بتلك العناصر. تناولت الدراسة التحليل المكاني والزمني والتوزيع السنوي والفصلي والشهري لدرجات الحرارة، وقد جاءت الدراسة للكشف عن العوامل المؤثرة على توزيع درجات الحرارة، وبينت أن عامل الارتفاع له الأثر الأكبر في الاختلافات المكانية في درجات الحرارة وتأثيرها على تمدد العمراني الأفقي وخلق الجزيرة الحرارية في محافظة الإحساء، وتوضح العلاقة الارتباطية بين درجة الحرارة وعناصر المناخ الأخرى وتمدد العمراني الافقي وتأثيره على ارتفاع درجة الحرارة في منطقة الدراسة. واعتمدت الدراسة على مناهج عده منها: المنهج الاستقرائي الاستدلالي، والزيارات الميدانية للمنطقة، إلى جانب استخدام بعض البرامج الإحصائية الخاصة بالدراسة، والمتمثلة في برنامج ArcGIS, Erdas Imagine, Excel؛ وذلك لاستخراج الأشكال المختلفة وإيجاد العلاقة بين درجة الحرارة والعناصر الأخرى والتحليل التوسعات العمرانية الأفقية التي طرأت على منطقة الدراسة وإنتاج الخرائط.

الكلمات المفتاحية: تغير مناخي، درجة الحرارة، جزيرة حرارية، بيئة، توسعات العمرانية، الإحساء.

Abstract:

Temperatures are a critical component of the climate because of their obvious impact on the various human activities, clothing, food and habitat. There is also a close relationship between temperature and climate elements, which are the main engine of the other elements of climate, while affecting and influencing those elements. The study examined the spatial, temporal, and annual distribution of temperature and temperature. The study revealed the factors affecting the distribution of temperature and showed that the height factor has the greatest impact on the spatial differences in temperature and its effect on horizontal urban expansion and the creation of the thermal island in the province of Al-Ahasa, the correlative relationship between temperature and other elements of the climate and horizontal urban expansion and its effect on temperature rise in the study area. The study relied on a number of methods: the inductive extrapolative method, field visite, in addition to the use of some statistical programs for the study, namely ArcGIS, ERDAS Imagine, Excel; to extract different shapes and find the relationship between temperature and other elements and analysis horizontal expansions in the study area and map production.

Key words: Climate Change, Temperature, Environment, Heat Island, Horizontal Expansions, Al- Ahasa.

المقدمة:

درجات الحرارة المقاسة في أي موقع على سطح الأرض ما هي إلا محصلة نهائية لتأثير وتأثير النظام المناخي بعدد لا منتاه من العوامل الطبيعية والبشرية، ودرجة حرارة أي بقعة مهما صغرت أبعادها ما هي إلا درجة حياتية لإقليم مناخي أصغر له خصائصه المميزة وله شخصيته المتميزة من حيث مدخلاته ومخرجاته الخاصة من الطاقة والرطوبة، ومن الخصائص الطبيعية للغلاف الجوي اختلاف ارتفاع متوسط درجة الحرارة لسنة واحدة، أو لسنوات عدة وتعد هذه ظاهرة مؤقتة، أما من ناحية فترة زمنية طويلة تعد هذه الزيادة المطردة في ارتفاع درجة الحرارة

خطيرة حيث تشكل هذه الزيادة اتجاهًا مستمرًا للتغير الناتج عن تلويث الإنسان للغلاف الجوي؛ مما أدى إلى زيادة تركز الغازات الدفيئة في الغلاف الغازي، خاصة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يصل تركزه إلى حوالي من ٥٥٠-٦٦٠ جزء في المليون خلال عام ٢٠٥٠م، كما تقدر نسبة الزيادة السنوية من غاز ثاني أكسيد الكاربون في الجو حوالي ٤,٣%. وبحلول عام ٢٠٢٠م سيتضاعف نسبة تركز غاز ثاني أكسيد الكاربون في الجو. فعلى مستوى المدينة يتوزع عدد من الأنماط الحرارية في كل حي من أحيائها بل أن الحي الواحد تتداخل به أنماط حرارية متباينة يتحكم في وجودها عدد من العوامل المتداخلة والمتفاعلة، فمثلاً درجة الحرارة المرصودة في ظل مبنى تختلف عن درجة الحرارة المرصودة عند المبنى نفسه من الجهة المواجهة للشمس يتبعه اختلاف مقدار الرطوبة ومعدل سرعة الرياح وعدد ساعات السطوع والأنماط الحياتية والبيئات المرضية، ودراسة هذا التباين وذاك يندرج تحت ما يعرف بالمناخ التفصيلي أو الدراسة الميكروسكوبية لعناصر المناخ.

والتغير المناخي يقصد به التغير الذي طرأ على الدورة العامة في الغلاف الجوي والظواهر الجوية المرتبطة بها، مثل الجفاف، الانخفاضات الجوية والأعاصير، والفيضانات وغيرها، نتيجة ظاهرة الاحتباس الحراري. ونصت اتفاقية الأمم المتحدة للتغير المناخي في المادة (١) على أن التغير المناخي يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاطات البشرية التي تضفي إلى التغير في تركيب الغلاف الجوي العالمي.

يلقى موضوع التغير المناخي في الوقت الحاضر اهتمامًا كبيرًا من قبل الباحثين والدارسين، ومن قبل الهيئات والمنظمات العالمية والدولية والاقليمية؛ وذلك لما للتغير المناخي من آثار كبيرة حالية ومستقبلية على النظم الفيزيائية، والإحيائية، وقد أثبتت العديد من الدراسات والتقارير أن التغير المناخي الحاد ولاسيما في ارتفاع درجة الحرارة له أثر كبير في النظم البيئية وما ترتب علية حالات من ارتفاع مستوى سطح البحار والفيضانات وموجات من الجفاف، كذلك له أثر على النظم الاجتماعية والاقتصادية والسياسية، وفي هذه الدراسة ركزت الباحثة على دراسة أنماط الجزر الحرارية بأسلوب نزحت فيه نوعا للتعميم نظرا لكبر منطقة الدراسة وصعوبة دراستها بطريقة المناخ التفصيلي وإن كنت قدت تطرقت لبعضها الأخر تفصلياً لفهم سلوك الظاهرة، إلا أني أتبعت أسلوب التعميم في معظمها.

عليه تمت دراسة التغيرات المكانية التي حدثت في محافظة الاحساء في الفترة بين ١٩٨٧- ٢٠١٨ أي التمدد العمراني الأفقي الذي حدث في المنطقة وما حدث بسببه في ارتفاع درجة الحرارة وخلق جزيرة حرارية في المنطقة. ومصطلح جزيرة الحرارية مصطلح مناخي يطلق على ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في المدن الكبيرة والصناعية مقارنة بالمناطق الريفية (شحاذة،١٩٩٩).

وحسب الدراسات المتعلقة بالتغير المناخي فإن من أهم مظاهر هذا التغير الارتفاع في درجة الحرارة، حيث أشارت الدراسة التي نشرتها الهيئة العالمية للتغير المناخي ضمن منشورات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية إلى أن درجة الحرارة ممكن أن ترتفع من عام ١٩٩٠-٢١٠٠م إلى أكثر من ٤ م°، هذا وكما أكدت وكالة حماية البيئة الأمريكية، وأشارت العديد من الدراسات إلى أن مقدار الارتفاع درجة الحرارة السطحية قد بلغ حوالي ١,٨م° خلال نهاية القرن العشرين.

ويعود الشذوذ الحراري في المدن الكبيرة والصناعية عادة إلى اضطراب درجة الحرارة المقاسة والمحسوسة بسبب ما يقوم به الإنسان من تغيير لنمط استخدام الأرض داخل المدينة من اجتثاث مساحات واسعة من الأشجار والأراضي الزراعية، وإحلال مكانها مناطق سكنية مبنية من الخرسانة وشوارع معبدة بالإسفلت، وأرصفة ومواقف سيارات وغيرها مما يزيد من معدلات امتصاص الأشعة الشمسية.

وتعتمد هذه الدراسة على تسجيلات أثر ارتفاع درجة الحرارة في محافظة الإحساء وأثرها على التوسعات العمرانية الأفقية في منطقة بين عامي ١٩٨٧-٢٠١٨، ولما لهذه الدراسة من أهمية بسبب أن هذه الظاهرة تؤثر على الموازنات المالية للمدن وقد يرتبط بها انتشار ملوثات الهواء والماء وتغير المناخ وتدهور الصحة العامة للسكان، كما تعتبر دراستها مهمة لتحديد نطاقات راحة الإنسان وأثارها الاقتصادية على استهلاك الطاقة، وايضاً لفقر الدراسات المتوفرة عن أثر ارتفاع درجة الحرارة في التوسعات العمرانية في المنطقة المشكلة جزيرة حرارية، وستحاول الباحثة في هذه الدراسة إعطاء صورة كاملة عن التغيرات المناخية للمنطقة ولاسيما ارتفاع درجة الحرارة بمحافظة الإحساء معتمدًا على بيانات التسجيلات المناخية للأرصاد الجوية بالمنطقة وبعض المحطات المجاورة لها، يمثل البحث في هذا المجال ضرورة ملحة وميدانًا مشوقًا، وفي هذا الإطار تختص الدراسة الحالية ببحث أثر ارتفاع درجة الحرارة على التوسعات العمرانية الأفقية في محافظة الإحساء، وأيضًا كشف أثر ارتفاع درجة الحرارة على التمدد العمراني المشكل الجزر الحرارية في منطقة معتمدًا على دراسة صور للأقمار الصناعية خلال الفترة من عام ١٩٨٧-٢٠١٨م.

مشكلة الدراسة:

تناولت هذه الدراسة آثار ارتفاع درجة الحرارة على التوسعات العمرانية الأفقية في منطقة الإحساء في الفترة من عام ١٩٨٧-٢٠١٨م، وتشمل تحليل الخصائص الإحصائية لدرجة الحرارة في محطة الإحساء للأرصاد الجوية، ويمكن تلخيص مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

- هل أدى التغيرات في التوسعات العمرانية الأفقية إلى تزايد درجة الحرارة في محافظة الإحساء؟

-هل اختلف تأثير ارتفاع درجة الحرارة من فصل لآخر على تمدد العمراني المشكل الجزيرة الحرارية في محافظة الإحساء؟

أهداف الدراسة:

في ضوء مشكلة الدراسة وتساؤلاتها السابقة، فإن الدراسة تهدف إلى تحقيق ما يلي:

١. تحديد طبيعة التغير الذي طرأ على درجة الحرارة في محافظة الإحساء.
٢. تحديد الاتجاه العام لدرجة الحرارة في محافظة الإحساء.
٣. تحديد أثر التغير التوسعات العمرانية الأفقية على ارتفاع درجة الحرارة في محافظة الإحساء وخلق الجزيرة الحرارية في المنطقة.
٤. تحديد الآثار المترتبة على ارتفاع معدلات درجة الحرارة في حدوث التوسعات العمرانية الأفقية التي طرئت على محافظة الإحساء.

أهمية الدراسة:

إن من أهم القضايا المناخية في عصرنا الحالي ظاهرة التغير المناخي الناجم عن الاحتباس الحراري، هذا التغير المناخي له انعكاسات أصبحت واضحة على عناصر الطقس المختلفة (درجة الحرارة، والأمطار، والتبخر، والنتح)، ولما لهذه الدراسة من أهمية بسبب أن هذه الظاهرة تؤثر على الموازنات المالية للمدن وقد يرتبط بها انتشار ملوثات الهواء والماء وتغير المناخ وتدهور الصحة العامة للسكان، كما تعتبر دراستها مهمة لتحديد نطاقات راحة الإنسان وأثارها الاقتصادية على استهلاك الطاقة. وأشارت الدراسات السابقة إلى أن ارتفاع درجة الحرارة من أهم مظاهر التغير المناخي، في فترة الخمسين سنة الماضية قدر هذا الارتفاع في درجة الحرارة بحوالي ٠,١٣ مْ في كل عشر سنوات، وفي نهاية القرن الواحد والعشرين من المتوقع أن تزداد درجة الحرارة السطحية في العالم بمقدار ٥,٥ مْ، كما أشارت الدراسات إلى أن المنطقة العربية شهدت زيادة في درجة الحرارة الهواء السطحي تراوحت بين ٠,٢ – ٢ مْ في الفترة من ١٩٧٠م- ٢٠٠٤م وأصبحت هذه المنطقة من أكثر المناطق عرضة للتأثيرات المحتملة للتغير المناخي، ومن هنا أصبح لهذا الأمر آثار سلبية على التنمية الاقتصادية والاجتماعية خاصة في المناطق الساحلية، ومن هنا أيضًا تأتي أهمية هذه الدراسة التي سوف تتناول بالتحليل أثر ارتفاع درجة الحرارة على التوسعات العمرانية الأفقية في محافظة الإحساء، وبسبب هذه التمدد العمراني تشكلت الجزيرة الحرارية، ولما لهذه التغيرات المكانية تأثيرات بيئية، إضافة إلى تأثيرها على عناصر الطقس الأخرى.

أدوات الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد بعد الله -سبحانه وتعالى- على المصادر والبيانات التالية:

أ_ الدراسات السابقة، والكتب والبحوث والدوريات والمراجع الأجنبية والعربية، التي تشكل الإطار النظري للدراسة. ب_ البيانات المناخية لمحطة محافظة الإحساء والمحطات المجاورة لها التابعة لهيئة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة للفترة من ١٩٨٧م- ٢٠١٨م، وتشمل هذه البيانات المناخية، متوسط درجة الحرارة اليومية، ومتوسط قيم الضغط الجوي اليومية، ومتوسط سرعة الرياح اليومية واتجاهاتها، وعدد حالات الغبار، والعواصف الرملية والترابية، ومتوسط الرطوبة النسبية، وكمية الأمطار.

ج_ مجموعة من الخرائط الطبوغرافية وخرائط الطقس التي توضح مراكز ارتفاع درجة الحرارة المؤثرة في منطقة الدراسة.

د_ مرئيات فضائية لمنطقة الدراسة من فترة ١٩٨٧م – ٢٠١٨م، توضح الاختلافات المكانية.

منهج الدراسة:

استخدمت الدراسة المنهج الاستقرائي والاستدلالي في معالجة البيانات المناخية، عن طريق دراسة السجلات المتوسطات الشهرية لاتجاهات وسرعات الرياح، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، والرطوبة النسبية، وتحليلها وتصنيفها، واستنباط النتائج، وتحديد العلاقات بينها، كما استخدمت الدراسة البيانات المناخية الموجودة في رسائل الماجستير والدكتورة المنجزة لمنطقة الدراسة، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي في وصف ارتفاع درجة الحرارة، وتحديد العوامل المسببة لها، ووصف الآثار البيئية الناتجة عنها، كم استخدمت الدراسة عددًا من الأساليب الإحصائية والعلاقات الرياضية التالية:

١_ استخدام البرنامج الحاسوبي اكسل (Excel) للتعامل مع البيانات المناخية التي تحوي الكم الهائل من الأرقام والقياسات اليومية للعناصر المناخية خلال مدة الدراسة، وإجراء التدقيق الآلي للتأكد من صحة المعلومات، وفرز هذه الأرقام ومعالجتها إحصائيًا في محطة منطقة الدراسة، وإجراء مقاييس النزعة المركزية كالمتوسط الحسابي لحساب معدل قيم متوسطات العناصر المناخية المدروسة في منطقة الدراسة خلال الفترة الدراسية ١٩٨٧م – ٢٠١٨م.

٢- اعتمدت الدراسة بالدرجة الأولى على الدراسة الميدانية بتاريخ ١٤٤٠/١٥/٢ه، فبعد الدراسة المستفيضة لأنماط استخدام الأرض في منطقة الدراسة قامت الباحثة بزيارات متكررة لكل أحياء محافظة الإحساء ومطابقتها مع خريطة استخدام الأرض ٢٥٠٠٠/١ الصادرة من وزارة الشؤون البلدية والقروية لعام ١٤٠٥ه وخريطة

الفارسي للمنطقة الشرقية لعام ١٤٠٥ه. ونظراً لقلة محطات الرصد الجوي في المناطق المحيطة بمحافظة الإحساء وفي المحافظة نفسها قامت الباحثة باستخدام السيارة المتحركة (الطوافة) ذات الحركة الترددية المتواصلة لعدة مرات سُجلت خلالها القراءات الحرارية في الأحياء، وجمعت للمقارنة بدرجات الحرارة التي حصلت عليها من تطبيق نماذج وكالة ناسا لعلوم الفضاء لتحويل بيانات الصور الرقمية للقمر الصناعي لاندسات TM٥ إلى درجات حرارة مطلقة ومئوية، إضافة إلى الاستفادة من بيانات محطة الرصد الجوي التابعة لمؤسسة العامة للأرصاد وحماية البيئة (مطار الملك فهد بالدمام ومطار الظهران) لعام ٢٠٠١م.

٣- استخدام البرنامج الحاسوبي الارداس (ERDAS imagine. 2014) للتعامل مع مرئيات الفضائية لفترة الدراسة ومعالجتها، وإجراء القراءة الدقيقة لتوسعات العمرانية الأفقية بين الفترتين (١٩٨٧م-٢٠١٨م) ؛ لذا يتم اختيار مجموعة من صور الأقمار الصناعية المختلفة (Landsat TM, Landsat 8 level 2) بهدف التعرف على جيومرفولوجية المنطقة ودراسة التغيير المساحي وتتبع التغير العمراني في المنطقة ومراقبته، وتحديد المتغيرات المكانية ذات العلاقة في حدوث التغير.

٤- استخدام برنامج (ArcGIS 10.2)، لما له من أهمية تكمن في مقدرته التحليلية المكانية والإحصائية للبيانات المدخلة من مرئيات فضائية، ولتحديد المساحات التي تم تطويرها خلال المراحل المتعاقبة للمحافظة والتي تعكس اتجاه التوسعات العمرانية إلى ٢٠١٨م، وقد تمثلت هذه المرئيات في مرئيتان من القمر الصناعي (Landsat TM, Landsat 5) للسنوات ١٩٨٧م و ٢٠٠١، وتم أخذ ثلاث مرئيات لمنطقة الدراسة من القمر الصناعي (Landsat 8 level 2) للتعامل مع الصور الجوية لمنطقة الدراسة وتحليل بيانات التغير المكاني، وإنتاج الخرائط وترقيمها من خلال الأوامر الموجودة في (Spatial Statistics Tools) و (Data Management Tools).

٥- أُستخدم برنامج (Arc Info) من أجل عمل التصحيح على المرئيات لحساب التوسعات العمرانية الأفقية في منطقة الدراسة.

٦- أُستخدم برنامج (Arc View) من أجل العرض واستكمال التحليل على مرئيات منطقة الدراسة.

٧- أُستخدام برنامج (ER Mapper) لعمل مطابقة للمرئيتين من الفترتين لمنطقة الدراسة ١٩٨٧-٢٠١٨م لمعرفة المناطق التي حصل فيها تغيير العمراني.

منطقة الدراسة:

الموقع الفلكي:

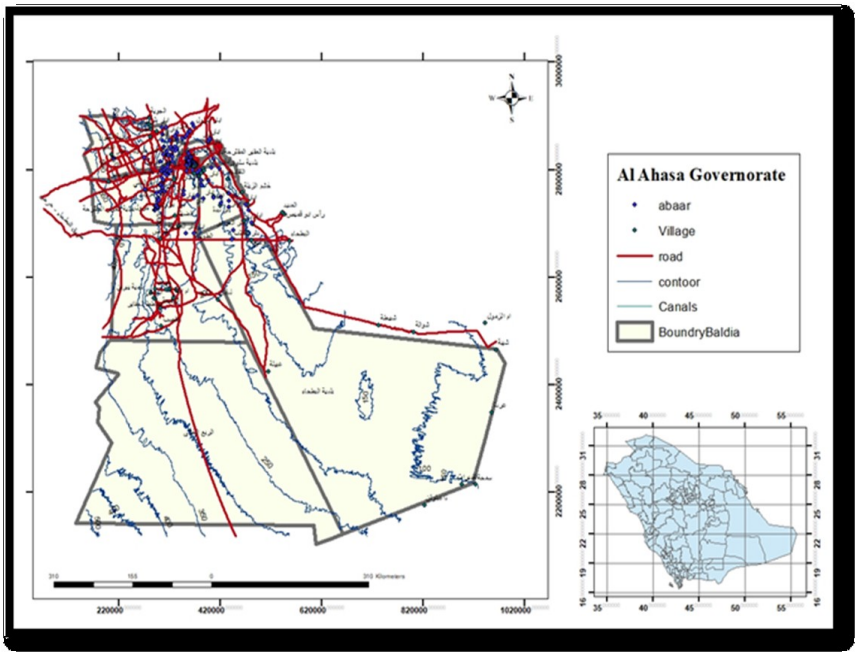
تمتد محافظة الإحساء بين دائرتي عرض ١٧° – ٢٦° وخطي طول ٤٨° – ٥٥°. (هيئة المساحة الجيولوجية، ٢٠١٨)، (شكل - ١)، بصفة عامة يتميز مناخ

محافظة الإحساء بسمات المدارية الصحراوية ومن أهمها تطرف درجة الحرارة، الصيف شديد الحرارة يستمر لمدة ثمانية أشهر تقريبًا، والشتاء فيها بارد ويمتد لمدة أربعة أشهر، ومن الصعب تحديد فصلي الربيع والخريف خاصة من حيث الحرارة.

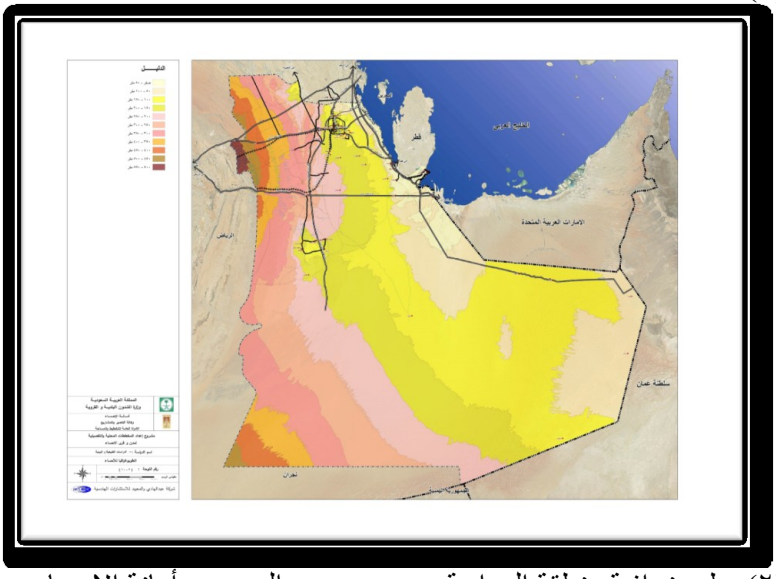
ويتميز مناخ محافظة الإحساء بالجفاف الذي يستمر لأكثر من سبعة أشهر من السنة، ومع ندرة المطر فإنه كأي نظام صحراوي يتفاوت كثيرًا من سنة إلى أخرى ويستغرق في سقوطه فترة زمنية محدودة، فقد يسقط في يوم واحد نصف كمية المطر السنوي، وبسبب قرب محافظة الإحساء من الخليج العربي فإنها تتأثر بارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بالمقارنة بالمناطق الداخلية من المملكة، وإن كان أثره عليها يكون محدودًا للغاية فيما يرتبط بالحرارة والمطر، وذلك بسب ضيقه وانحساره بين كتل يابسة متسعة (شكل - ١).

الموقع الجغرافي:

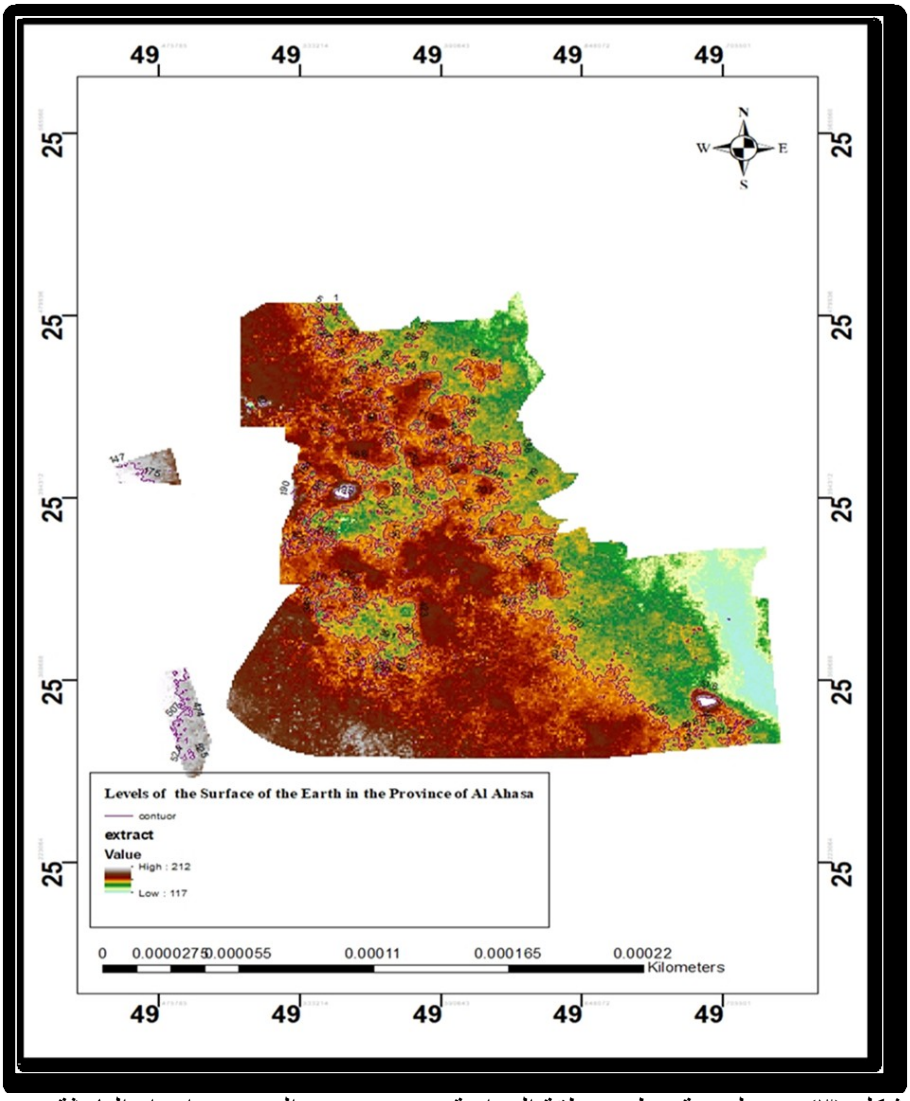
تقع محافظة الإحساء في الركن الجنوبي الشرقي للمملكة العربية السعودية، وتشغل الجزء الجنوبي من المنطقة الشرقية، وتغطي محافظة الإحساء مساحة شاسعة من الأرض تصل إلى حوالي ٥٣٠ ألف كم٢ تمثل ٦٨% من مساحة المنطقة الشرقية و ٢٤% من مساحة المملكة (هيئة المساحة الجيلوجية،٢٠١٨)، (شكل - ١)، إلا أن هذه المساحة تضم المنطقة غير المأهولة المسماة بالربع الخالي ، وبالتالي فإن المساحة المأهولة بالسكان والأنشطة تمثل ١٨% من مساحة الإحساء ، أما الواحة التي تضم ٩٢,٣% من السكان إضافة إلى الأنشطة الاقتصادية الفعالة فتبلغ مساحتها ٨٦٠ كم٢ تقريبًا، وتمتد على محور نحو الشرق بطول ٢١ كم، وبمحور نحو الشمال بطول ٣٠ كم، وتضم حاضرة الإحساء (مدينتي الهفوف والمبرز) و ٤ مدن رئيسة فضلًا عن ٢٢ قرية، وتبعد الواحة مسافة ٤٠ كم عن الخليج العربي و ١٥٠ كم جنوبي الدمام، و ٣٢٠ شرقي الرياض (شكل -٣)، وتتميز الإحساء بميزة نسبية كبيرة من حيث موقعها على الحدود الشرقية والجنوبية الشرقية للمملكة حيث تعد أقرب المناطق لدول مجلس التعاون الخليجي ، وتقع بها الحدود مع كل من قطر والإمارات العربية المتحدة وعمان إضافة إلى أهمية موقعها على الخليج العربي في أجزائها الساحلية بين العقير وسلوى (شكل-٢).



شكل (١): منطقة الدراسة المصدر: إعداد الباحثة.



شكل (٢): طبوغرافية منطقة الدراسة المصدر: أمانة الإحساء.



شكل (٣): جيولوجية سطح منطقة الدراسة المصدر: إعداد الباحثة.

الدراسات السابقة:

تنحصر معظم الدراسات المناخية في محافظة الإحساء والمملكة العربية السعودية في الدراسات التي تتناول مناخ المملكة ومحافظة الإحساء بشكل عام، أو فيما يتناول دراسة مناخ منطقة معينة، أو مدينة مهمة، ومن تلك الدراسات ما يتناول

عنصرًا مناخيًا واحدًا، كالأمطار والرياح والرطوبة النسبية، أما الدراسات التي تعني بعنصر درجة الحرارة فإنها تكاد تكون قليلة.

ذكر الأوجلي (١٩٩٠) أن درجة حرارة الأرض تمثل المحصلة النهائية لتأثير وتأثر المناخ بعدد لا متناهٍ من العوامل الطبيعية و البشرية، حيث إن درجة الحرارة أي بقعة على الأرض ما هي إلا درجة حياتية لإقليم مناخي أصغر له خصائصه المميزة من حيث مدخلاته و مخرجاته الخاصة من الطاقة الرطوبة، فعلى مستوى المدينة تتوزع مجموعة من الأنماط الحرارية في كل حي من أحيائها بل إن داخل الحي الواحد تتداخل مجموعة من الأنماط الحرارية المتباينة والتي تتحكم فيها مجموعة من العوامل المتداخلة والمتفاعلة مع بعضها، فدرجة الحرارية في ظل مبنى تختلف عن الدرجة الحرارة عند المبنى نفسه في الجهة المواجهة للشمس يتبعه اختلاف في مستوى الرطوبة ومعدل سرعة الرياح وعدد ساعات السطوع.

ووضح سليم (١٩٩٠) دراسة تفصيلية للعوامل البيئية التي تؤثر في مناخ الإحساء، وتعطيه سماته المميزة ثم دراسة العناصر المناخية مبتدءًا بالإشعاع الشمسي ثم الحرارة والرياح والعواصف والرطوبة النسبية للهواء والامطار، وأخيرًا معالجة تحليلية للتبخر كعملية مناخية هامة في منطقة زراعية وسط نطاق صحراوي حار وجاف، وانتهى البحث بعرض مختصر لعمليات التلوث الهواء وأسبابها في منطقة الدراسة.

وبين آل سعود (٢٠٠٤) أن التوسع العمراني للمدن وما يصاحبه من زيادة في النشاط البشري، وما ينتج عن ذلك كله من انبعاثات حرارية وملوثات على خصائص المناخ داخل المدن، وبصورة خاصة ارتفاع درجة الحرارة في داخلها عما يحيط بها من مناطق، ومن أبرز الظواهر المرتبطة بارتفاع الحرارة في معظم المدن ظاهرة الجزر الحرارية والتي تؤثر وبصورة مباشرة على المباني نتيجة لارتفاع درجة الحرارة الهواء المحيط بها مما يؤدي إلى زيادة في متطلباتها التبريرية وانخفاض في متطلباتها لأغراض التدفئة.

ووضح الأسدي (٢٠١٠)أن محافظة ذي قار تتعرض لكثير من التغيرات البيئية الناتجة عن تجفيف الأهوار وانخفاض مساحة الأرضي الزراعية وزيادة المنشآت التي تسبب زيادة في تركيز الملوثات في الجو بمختلف أشكالها مما يسبب تغيرات كبيرة في خصائص مناخ المحافظة، ودرس اتجاهات وخصائص الحرارة والرطوبة النسبية والغبار العالق والغبار المتصاعد خلال القرن العشرين، وحساب مقدار التغير فيها واتجاهاتها المستقبلية حتى عام ٢٠١٥.

وأشارت عرباوي (٢٠١٥) إلى التباين الكبير في العوامل المناخية اليوم، بالإضافة إلى تردي العلاقة بين الإنسان والنخيل، هذا يؤدي إلى اختلالات في الواحة

خاصة في درجات الحرارة حيث هذه التباينات تؤدي إلى ظاهرة الجزيرة الحرارية العمرانية التي تؤثر على الراحة الحرارية للإنسان.

وأشار عنيبة (٢٠١٦) إلى أن التغير المناخي الناجم عن الاحتباس الحراري من أهم القضايا المناخية في عصرنا الحالي، ذلك لما لهذا التغير من انعكاسات أصبحت واضحة على عناصر الطقس المختلفة (درجة الحرارة، والأمطار، والتبخر، والنتح)، وتشير الدراسة إلى أنه من أهم مظاهر التغير المناخي الارتفاع في درجة الحرارة، الأمر الذي يترتب عليه انعكاسات سلبية على التنمية الاقتصادية والاجتماعية خاصة في المناطق الساحلية.

العوامل المؤثرة في مناخ الإحساء:

هناك عدة عوامل طبيعية لها تأثير على مناخ الإحساء وإعطائه خصائصه وسماته التي تتشابه في جوانب كثيرة مع تلك الخصائص التي تميز أغلب أجزاء المملكة العربية السعودية وإن تفردت في بعضها بسبب ظروفها المحلية، كما سيتضح من خلال الصفحات التالية من هذا البحث.

وأهم العوامل المؤثرة في مناخ الإحساء:

١_ **الموقع الفلكي:** تمتد واحة الاحساء بين خطي عرض ٢١ ٢٥ و٢٧ ٢٥ درجة شمالًا تقريبًا ضمن نطاق المناخ المداري الصحراوي انظر إلى (الشكل -١).

٢_ **الموقع الجغرافي:** تقع واحة الإحساء وسط المنطقة الشرقية السهلية كمنخفض كبير تبلغ مساحته ٣٥٢ كم مربع، يحدها شمالًا حافة الغوار، ويحدها جنوبًا وشرقًا رمال الجافورة، وتبرز غربها بوضوح الحافة الشرقية لهضبة الصمان (شكل-١). وهي قريبة من الخليج العربي إذ لا تزيد المسافة عنه من جهة الشرق على ٨٠كم، إلى جانب ذلك فهي ليست بمنأى عن منطقة الربع الخالي، وقد كان لهذا الموقع أثره الكبير في مناخ الإحساء وإعطائه سمته الرئيسة المتمثلة في القارية المتطرفة كما سيتضح من دراسة عنصر درجة الحرارة.

٣_ **الضغط الجوي:** مناخ الإحساء يرتبط بقوة بالضغط الجوي ودورة الرياح العامة بالمناطق المجاورة والمحيطة بها، إذ تقع كغيرها من الأقاليم المدارية الجافة في قلب الضغط المرتفع وراء مدار السرطان الذي يتميز بهبوط هوائه بشكل شبه دائم مما يساعد على سيادة الجفاف وظهور الصحراء في نطاقه.

٤_ **المنخفضات الجوية:** تلعب المنخفضات الجوية الدور الكبير والمؤثر في مناخ الإحساء والمناطق المجاورة، إذ تسبب تلك المنخفضات اضطرابات جوية تتمثل في حدوث تغيرات حادة في درجات الحرارة، في اتجاهات الرياح السائدة وفي تكون السحب، وسقوط الأمطار، وحدوث العواصف الرعدية، والعواصف الرملية وغيرها من مظاهر الاضطراب الجوي، ومن أهم تلك المنخفضات الجوية التي تتأثر بها الإحساء التي تأتي خلال فصل الشتاء عبر حوض البحر المتوسط، وقد تكون ناشئة

في بعض أجزائه كما هو الحال حول جزيرة قبرص، أو تكون قادمة من نطاق الضغط الجوي المرتفع المعروف بالمرتفع الأزوري بالمحيط الاطلنطي، وكذلك تتولد منخفضات جوية محلية نتيجة للتسخين الشديد لليابس في فصل الصيف، وقد تأتي بعض المنخفضات التي تنشا بالمحيط الهندي عبر البحر الأحمر متجهة شرقًا نحو الخليج العربي، وعند التقائها بالمنخفضات الأطلسية يزداد أثرها كثيرًا في اضطرابات الأحوال المناخية (علي، ١٩٨٠)، وعادة ما يصحب ذلك عواصف رعدية تتسبب في سقوط المطر بغزارة شديدة تتركز في فترة زمنية محدودة، وتنحصر المدة التي تأتي فيها المنخفضات بين شهري أكتوبر وإبريل من أواسط الخريف حتى نهاية الربيع.

٥_ **التضاريس:** لا يكاد يتضح أثرها على مناخ المنطقة إذ يتميز السطح بانخفاضه واستوائه وقلة تضرسه، وتقتصر الارتفاعات على التلال المنعزلة، وهي تلال منخفضة وصغيرة الحجم إلى جانب الكثبان والتلال الرملية في الشرق والجنوب وهي امتداد لرمال الجافورة، وتعد حافة شدقم في الغرب أبرز مظهر تضاريسي يطل على سهول الإحساء بانحدار واضح.

ويقتصر أثر هذه الملامح التضاريسية على المناخ في الحد من سرعة الرياح التي تهب على الإحساء، خاصة الرياح الشمالية السائدة مع ارتفاع درجة الحرارة نسبيًا في الأجزاء المنخفضة المجاورة لها، وذلك بسبب انضغاط الهواء عند هبوطه بقوة على المنحدرات ويظهر ذلك على المنحدرات الشرقية لهضبة شدقم المطلة على سهول الإحساء، وهي ظاهرة تعرف باسم الفهن (شرف،١٩٨٦)، كما أن هبوط الرياح بين التلال المنعزلة مع مرورها فوق مسطحات وتكوينات رملية يؤدي إلى إثارة الرمال والأتربة وتكوين سحب رملية، وخاصة عندما تحدث العواصف مما يؤدي إلى العديد من المشكلات التي تقابل الاستخدام الزراعي والعمراني بالإحساء.

عرض العناصر المناخية بالإحساء وتحليلها:

يتميز مناخ الإحساء بصفة عامة بسماته المدارية الصحراوية، وأهمها تطرف درجة الحرارة، فالشتاء فيه بارد يمتد لأربعة أشهر، والصيف شديد الحرارة يستمر لمدة ثمانية أشهر تقريبًا، ويصعب تحديد فصلي الربيع والخريف خاصة من حيث الحرارة.

كما يتميز بالجفاف الذي يستمر لأكثر من سبعة أشهر من السنة، ومع قلة المطر فإنه كأي نظام صحراوي يتفاوت كثيرًا من سنة إلى أخرى، ويستغرق في سقوطه فترة زمنية محدودة، فقد يسقط في يوم واحد نصف كمية المطر السنوي، وبسبب وقوع الإحساء قريبة نسبيًا من الخليج العربي فأنها تتأثر به في ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بالمقارنة بالمناطق الداخلية من المملكة، وإن كان أثره عليها

محدودًا للغاية فيما يرتبط بالحرارة والمطر، وذلك لضيقه وانحساره بين كتل يابسة متسعة.

وسنحاول في هذا البحث إبراز الخصائص المناخية للأحساء وتحديدها من خلال دراسة وتحليل العناصر المناخية وهي:

١_ الاشعاع الشمسي، والاشعاع الأرضي.
٢_ الحرارة.
٣_ الرياح والعواصف.
٤_ الرطوبة النسبية للهواء.
٥_ الأمطار.

١_ الاشعاع الشمسي، والاشعاع الأرضي:

ونظرًا لموقع الإحساء قرب مدار السرطان عند خط عرض ٢٥ درجة شمالًا (شكل – ١) فإنها تتميز بطول فترة الاشعاع الشمسي خاصة في فصل الصيف إذ تستقبل كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي معظم أيام السنة باستثناء بعض فترات فصل الشتاء من ديسمبر إلى مايو إذ تقوم السحب التي تكثر شتاء بحجز جزء كبير من الاشعاع بجانب قصر النهار في هذا الفصل، وكما يوضح الجدول رقم (١) أن المعدل السنوي لفترة الاشعاع الشمسي ٧,٨ ساعة/ يوم، وهو معدل مرتفع يبلغ أقصاه في الفترة الممتدة بين شهر مايو وشهر سبتمبر حيث يصل معدله في تلك الفترة ٩,٩٤ ويصل أدناه في شهر يناير إلى ٦,٩٤ واقصاه في شهر يوليو إلى ١٠,٤(الطيب، ١٩٨٣).

إن كبر كمية الإشعاع الشمسي الذي تستقبله المنطقة خاصة في فصل الصيف يساعد على استمرارية فصل النمو على مدار السنة تقريبًا، وإن كانت توجد بعض الظروف البيئية المحلية التي تقلل من فعالية الاشعاع الشمسي وأثره، أهمها سحب الدخان التي تنتج عن احتراق الغازات المنبعثة من آبار البترول المجاورة للإحساء والتي تدفعها الرياح الشمالية السائدة طوال العام، وتعمل هذه السحب الدخانية على تخفيض معدل الشمس بما يقدر بنحو ١٥%. يساعد في ذلك ارتفاع نسبة الاتربة في الهواء لانتشار التكوينات الرملية السائبة بالمنطقة وتعرضها للعواصف القوية خاصة في فصلي الربيع والخريف.

والاشعاع الأرضي يتشابه مع تلك الأقاليم الاستوائية والمدارية، كما أن مقدار الإشعاع الواصل إلى الأرض والخارج منها إذ يبلغ معدل انعكاس الاشعاع من الغطاء النباتي (الحشائش والنباتات الأخرى) ٢٦% جملة الاشعة القادمة، يتراوح بين ٢٤% (في ابريل) و٢٦% (في ديسمبر ويونيو).

ويقدر معدل الإشعاع السنوي القادم إلى الأرض ٤٦٦ سعرًا في السم مربع ومعدل الإشعاع المرتد ١٠٨ بنسبة ٢٦%، وهو عمومًا يقل في فصل الصيف عن الشتاء؛ ويرجع ذلك إلى عدة عوامل أهمها:

١_ أن صفاء السماء صيفًا يساعد على سرعة ارتداد الاشعاع.

٢_ طول فترة النهار يعطي فرصة لاستمرار عمليات فقد الأرض لحرارتها بالإشعاع الشمسي ويأخذ في الهبوط التدريجي، وجدير بالذكر أن الإشعاع الأرضي المنعكس صيفًا يزيد من ارتفاع الحرارة، ويضر كثيرًا بالمحاصيل الزراعية، كما أن معظم الطاقة الحرارية يستهلك في تسخين التربة وفي عمليات التبخر والنتح بالمناطق المروية من الواحة.

جدول رقم (١)

معدلات الإشعاع الشمسي بالإحساء في الفترة ١٩٨٧-٢٠١٨

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	معدل
معدل	٦,٩٤	٧,٤٢	٧,١٤	٧,٥٦	٩,١٩	١٠,٢٥	١٠,٤٠	١٠,١١	٩,٧٦	٩,١٥	٨,١٦	٧,٦	٧,٨

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على محطة الأرصاد الجوية، الهفوف، المملكة العربية السعودية.

٢_ درجة الحرارة:

إن المتوسط السنوي للحرارة بالإحساء يصل الى ٢٤,٦ مْ وهي بذلك تقع ضمن الأقاليم الحارة وفقًا لمعظم التقسيمات المناخية، كما يتضح من جدول رقم (٢). المعدلات الشهرية تتراوح بين ١٤,٤ مْلأبرد شهور السنة شهر يناير، و٣٤ درجة مئوية لأشدها حرارة شهر يوليو. ومعنى ذلك ان المدى الحراري الفصلي يبلغ ١٩,٦ مْ، وهو مدى متسع يدل بوضوح على التطرف المناخ الذي يتميز بشتاء بارد وصيف شديد الحرارة، ويبلغ المدى الحراري الشهري أقصاه في شهر إبريل ومايو ويونيو إذ يزيد بها على ٢٠ مْ، ويرجع ذلك إلى ارتفاع الحرارة نهارًا مع صفاء السماء ليلًا وزيادة الإشعاع، بينما يصل أدناه في ديسمبر ١٢,٢مْ. وعمومًا فإن المدى الحراري يقل في شهور الشتاء عن شهور الصيف للأسباب سابقة الذكر.

ويظهر التطرف الحراري بصورة أوضح إذا أخذ في الاعتبار المتوسطات الشهرية الدنيا والعظمى لدرجات الحرارة بالإضافة إلى بعض التسجيلات الحرارية

المطلقة. إن الجدول (رقم٢) مركز الأبحاث الزراعية يوضح متوسط درجة الحرارة الدنيا لشهر يناير٦,٨ مْ، بينما النهاية العظمى لدرجة الحرارة لشهر يوليو ٤٣,٣ مْ، والأخيرة لا تقل في أي شهر من شهور الصيف (يونيو-يوليو-أغسطس) عن ٤٢ مْ، بينما لا يزيد متوسط النهاية الدنيا عن عشر درجات لسنوات التسجيلات المختلفة، ومعدلات التغير في تلك الدرجات محدودة لا تزيد في معظمها على درجتين من سنة إلى أخرى.

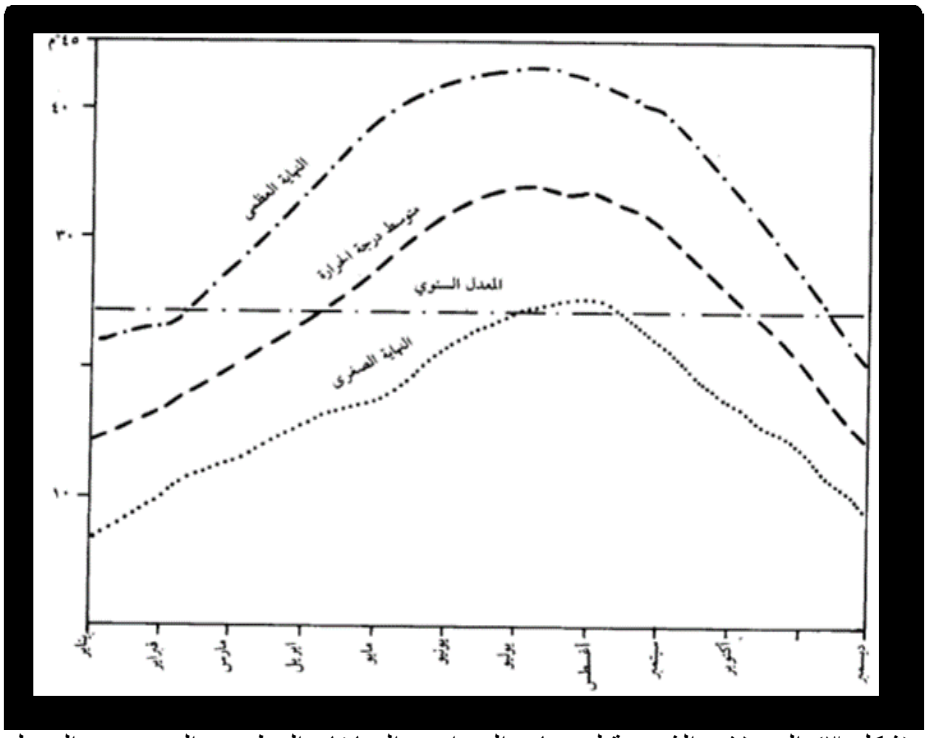
وعلى الرغم من تأكيد التطرف المناخي من خلال تحليل البيانات المناخية (المتوسطات) فإنه كثيرًا ما تسجل درجات الحرارة العظمى المطلقة أرقامًا مرتفعة قد تصل إلى أكثر من ٤٨ مْ خاصة عندما تتعرض منطقة الإحساء لموجات شديدة الحرارة في فصل الصيف، كما قد تنخفض درجات الحرارة إلى ما يقرب من الصفر المئوي في بعض ليالي الشتاء الباردة. وتتراوح درجة الحرارة العظمى المطلقة خلال شهور الصيف بين ٤٦,٨ مْ في يوليو إلى ٢٥ مْ في شهر مايو، ووصلت في أغسطس إلى ٥١ مْ، بينما تدنت درجات الحرارة الدنيا إلى أقل من الصفر المئوي، كما حدث في شهر يناير فقد انخفضت إلى ٢,٧ مْ تحت الصفر، وإلى ٢,٤ مْ تحت الفر في شهر ديسمبر (عيد، ١٣٩٩)، كما أنها هبطت في شهر فبراير إلى ١,٧مْ.

ويمكن من خلال المعدلات الحرارية الواردة من هيئة الأرصاد الجوية بالهفوف تقسيم السنة بالإحساء إلى فصلين حراريين رئيسين مثل أغلب مناطق المملكة، وهذان الفصلان هما:

١) **الفصل الأول:** فصل البرودة، ويتضمن خمسة شهور تبدأ بشهر نوفمبر وتنتهي بشهر مارس، ويبلغ المتوسط الحراري لهذا الفصل ١٧,٥ مْ (أقل من المتوسط الحراري السنوي ب ٧,٢مْ) وتتراوح متوسطات درجات الحرارة خلاله بين ١٤,٤مْ في شهر يناير و٢٠,١٥مْ في شهر مارس، بينما يصل متوسط الحرارة الدنيا إلى ١٠,٥ مْ (اقل من المعدل السنوي بنحو ٩ درجات).ويتراوح المدى الحراري الشهري بين ١٢,٢ مْ في شهر ديسمبر و ١٥,٢ مْ في شهر يناير، ويبلغ متوسطة ١٣,٧ مْ وهو بهذا لا يقل عن المدى الحراري السنوي بثلاث درجات، ذلك أن الشتاء بصفة عامة يتميز بمدى حراري أقل من فصل الصيف.

٢) **الفصل الثاني:** ويشمل الفترة من ابريل إلى أكتوبر ويبلغ متوسط درجة الحراري خلاله ٢٩,٨ مْ وهو يزيد عن المتوسط السنوي بنحو ٥,٢ مْ ويتراوح بين ٢٣,٥ مْ في شهر ابريل و ٣٤ مْ في شهر يوليو بينما يصل متوسط الحرارة الدنيا إلى ٢٠,٣ مْ بزيادة اربع درجات عن المتوسط السنوي، و يتراوح بين ١٣,٤ مْ في شهر إبريل و

٢٥ مْ في شهر أغسطس، ويصل متوسط درجة الحرارة العظمى إلى ٣٩,٣ مْ وهو يزيد عن مثيله السنوي بأكثر من ست درجات مئوية، ويصل المدى الحراري الفصلي ١٩ مْ بزيادة ثلاث درجات عن المدى الحراري السنوي.



(شكل-٣) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والنهايتان العظمى والصغرى والمعدل الحراري السنوي في الإحساء للفترة ١٩٨٧-٢٠١٨م.
المصدر: هيئة الأرصاد الجوية بالهفوف.

جدول رقم (٢)
معدلات الحرارة العظمى والدنيا والمتوسطة والمدى الحراري الشهري للفترة من ١٩٨٧-٢٠١٨

الشهر	الحرارة العظمى	الحرارة الدنيا	المتوسط	المدى الحراري
يناير	٢٢	٦,٨	١٤,٤	١٥,٢
فبراير	٢٣,٢	١٠,٢	١٦,٧	١٣
مارس	٢٧,٥	١٢,٨	٢٠,١٠	١٤,٧
ابريل	٣٣,٥	١٣,٤	٢٣,٥	٢٠,١
مايو	٣٨,٥	١٧,٣	٢٨	٢١,٥
يونيو	٤٢,٣	٢١,٨	٣٢	٢٠,٥
يوليو	٤٣,٣	٢٤,٧	٣٤	١٨,٦
أغسطس	٤٠,٧	٢٥	٣٣,٦	١٧,٣
سبتمبر	٣٤,٥	٢٢,٤	٣١,٥	١٨,٣
أكتوبر	٢٧,٥	١٧,٦	٢٦	١٦,٩٠
نوفمبر	٢١	١٤	٢٠,٧	١٣,٥
ديسمبر	٣٣	٨,٨	١٤,٩	١٢,٢
معدل سنوي	٣٣	١٦,٢	٢٤,٦	١٦,٨

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على محطة الأرصاد الجوية، الهفوف، المملكة العربية السعودية.

٣_ الرياح والعواصف:

الرياح: تتأثر الرياح تأثيرًا كبيرًا اتجاهًا وسرعة بشكل مباشر بتوزيع مناطق الضغط الجوي المحيطة.

ويوضح الجدول رقم (٣) العديد من الحقائق الخاصة بالرياح التي يمكن ايجازها فيما يلي:

جدول رقم (٣)
معدلات اتجاه الرياح في شهور السنة من السادسة صباحًا إلى السادسة مساءًا خلال الفترة ١٩٨٧-٢٠١٨

الشهر / الاتجاه	شمال	شمال غرب	غرب	جنوب غرب	جنوب	جنوب شرق	شرق	شمال شرق
يناير	٥٦	٦	٢	صفر	٢٣	٦	٢	٥
فبراير	٤٠	٨	٣	١	٢٥	٨	٦	٩
مارس	٤٠	٤	٢	٤	٢٢	٤	١٠	١٤
ابريل	٣٢	٦	٦	١٦	١٣	٣	١٥	١٩
مايو	٤٠	٧	٥	٩	٥	٧	٨	١٩
يونيو	٦٣	١٠	٤	صفر	١	١	٥	١٦
يوليو	٥٧	٢٥	١	٣	٢	صفر	٦	٦
أغسطس	٧٢	٣	٢	٢	١	١	١٠	٩
سبتمبر	٤٨	٥	٧	٣	١١	٢	١٦	٨
أكتوبر	٤٦	٨	٧	٦	١٤	٣	١١	٥
نوفمبر	٤٦	٥	٨	١٠	٢٢	٢	٤	٣
ديسمبر	٦٠	صفر	صفر	١	٢٣	٤	٥	٧
المعدل	٥٠٧	٧	٤	٥	١٤	٣	٨	٩

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على محطة الأرصاد الجوية، الهفوف، المملكة العربية السعودية.

أ- إن الرياح الشمالية هي السائدة خلال شهور السنة إذ يبلغ معدل هبوبها السنوي ٥٠% من مجمل الرياح التي تهب على الإحساء، وتصل هذه النسبة الى ٥٠% خلال شهور الشتاء من نوفمبر حتى فبراير، بينما تزداد خلال شهور الصيف من (مايو الى أغسطس) إلى ٥٦% وتصل ذروتها في شهر أغسطس ٧٢%، وتقل في شهور الربيع والخريف إلى نحو ٤٠% من مجمل الرياح، وتتباين الاتجاهات التي تهب منها الرياح في الاعتداليين. فعلى سبيل المثال تمثل الرياح الجنوبية نحو٢٣% من جملة الرياح التي تهب على الإحساء في هذين الفصلين.

ب- تأتي الرياح الجنوبية في المرتبة التالية للرياح الشمالية، إذ تمثل ١٤% من جملة الرياح، تزداد إلى ٢٣% في أشهر الربيع والخريف فتصل نسبتها في شهر مارس إلى ٢٥% تقل في شهور الصيف إلى ما يتراوح بين ١% في شهر يونيو وشهر أغسطس إلى ٥% في شهر مايو، وعلى الرغم من نسبتها المحدودة في فصل الصيف فإنها عندما تهب تكون قوية، وكثيرًا ما تكون عواصف رملية متربة تزيد سرعتها على ٦٠ كم في الساعة، وتزداد نسبتها في فصل الشتاء إلى ما يتراوح بين ٢٣% في شهر ديسمبر ٢٥% في شهر فبراير. ويؤدي وصولها وتقابلها مع الرياح الشمالية

الغربية إلى تكون السحب وسقوط الأمطار في هذا الفصل خاصة في الفترات الأخيرة منه.

ج- تأتي الرياح الشرقية في المرتبة الثالثة بعد كل من الرياح الشمالية والجنوبية، ويزداد هبوبها في الربيع والصيف وتصل نسبتها في شهر مايو إلى ١٩% بينما تقل في شهر يناير إلى ٥% فقط وتسود الرياح الشمالية في فصل الشتاء.

د- تزداد نسبة الرياح التي تهب من الشرق في فصلي الربيع وأوآخر الصيف ويبلغ معدلها السنوي ٨% وتصل أقصاها في شهر سبتمبر إلى ١٦% وقد ترجع النسبة المرتفعة لتكرار هبوب الرياح الشمالية الشرقية إلى قصر المسافة بين الواحة والخليج العربي وحدوث تداخل بين نظام الرياح التجارية مع دورة الرياح المحلية بالمنطقة.

الرطوبة النسبية للهواء:

يوضح الجدول رقم (٤) أن المعدل السنوي العام للرطوبة النسبية بالإحساء في الفترة من ١٩٨٧م -٢٠١٨م يبلغ ٤٧,٧% وهو معدل أقل مما هو متوقع في منطقة زراعية قريبة نسبيًا من سطح الخليج العربي، وقد يرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف ارتفاعًا شديدًا مما يؤدي إلى زيادة حدة الجفاف. كما تتعرض المنطقة إلى حركة مستمرة للرياح الحارة الجافة التي تهب من الجنوب، خاصة أوائل الصيف وخلال فصل الربيع، كذلك أدى انتشار الرواسب الرملية حول واحات الإحساء إلى امتصاص جزء كبير من الرطوبة، ويبلغ المعدل العام للرطوبة النسبية أدناه في شهور الصيف (يونيو-يوليو-أغسطس)، وهي على الترتيب: ٤٠، ٥، ٣٥% وتتضح قلة الرطوبة النسبية بالنظر إلى معدلات النهايات الدنيا لشهور الصيف التي تتدنى خلالها إلى ٢١,٥% في كل من يوليو واغسطس وإلى ٢٣% في شهر يونيو، ويؤدي الجفاف الشديد للهواء في هذا الفصل، بجانب ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة سريعة في عمليات التبخر من المسطحات المائية والتربة وزيادة عمليات النتح من الغطاءات النباتية، ويؤدي ذلك في أحيان كثيرة إلى العديد من الآثار السلبية على الحياة النباتية والتربة فترتفع نسبة ملوحة التربة مع ارتفاع منسوب المياه الجوفية خاصة في المناطق المنخفضة منها، كما يفقد النبات جزءًا كبيرًا من عصارته.

وعلى الرغم من ذلك فقد ترتفع نسبة الرطوبة في الهواء في فترات متفرقة من فصل الصيف خاصة أوآخر شهر أغسطس وخلال شهر سبتمبر، ومع زيادة الرطوبة النسبية في الهواء ومع اقترانها بحرارة مرتفعة يصبح الجو خانقًا وغير مستحب للإنسان.

جدول رقم (٤)
المعدلات الشهرية العامة للرطوبة النسبية خلال الفترة من ١٩٨٧-٢٠١٨م:

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	معدل عام
المعدل العام	٥,٥	٥١,٥	٥٦,٢	٤٧,٥	٤١,٥	٤٠	٣٧	٣٥,٥	٤١	٤٨	٥٦,٥	٥٩,٥	٤٧,٥
م. النهايات العظمى	٧٦,٦	٧٣,٣	٧٩	٦٧	٥٨	٥٧	٥٣	٥٠	٦٠	٧٢	٨١	٨١	٦٧
م. النهايات الدنيا	٣٤	٣٩,٥	٣٣,٨	٢٨	٢٥,٦	٢٣	٢١,٥	٢١,٥	٢٢,٨	٢٤,٣	٣٢	٣٨	٢٧,٨

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على محطة الأرصاد الجوية، الهفوف، المملكة العربية السعودية.

٥_ الامطار:

يتميز نظام المطر بالإحساء بصفاته الصحراوية من صغر المعدلات السنوية والتباين الشديد في كمياته من سنة إلى أخرى، وسقوطه بصورة مفاجئة ومركزة كما يتضح من خلال التحليل البيانات والأرقام المتاحة الخاصة بالمطر. ويمكن تحديد خصائص المطر بالإحساء بالاستعانة بالجدول رقم (٦) في النقاط التالية:

أ_ أن المعدل السنوي للمطر يبلغ ١٧,٥ ملم وذلك للمدة من ١٩٨٧-٢٠٠٧ أي خلال تسع سنوات، وقد يزيد المعدل السنوي عن ذلك كثيرًا خلال سنوات هذه المدة كما حدث في الفترة من ١٩٨٧-٢٠٠١؛ لذ بلغ ١٣٨,٩ ملم، ولكن قد يقل عن ذلك كثيرًا كما حدث في عام ١٩٩٥-١٩٩٦م إذ بلغ ٢٢,٨ ملم فقط. وعمومًا فإن معدل الاختلاف السنوي للمطر يبلغ نحو ٦٥%، وهو معدل كبير لا يحدث إلا في مثل هذه الأقاليم الصحراوية المدارية الجافة.

ب_ تنعدم الامطار تمامًا في شهور يونيو ويوليو واغسطس وسبتمبر، ولم يحدث أي شذوذ في ذلك إذ لم يسجل سقوط إية كمية خلال تلك الشهور في كل التسجيلات المناخية التي تمت بالمنطقة.

ج_ يمكن اعتبار شهر أكتوبر شهر البداية الحقيقية لفصل المطر بالإحساء وإن كان كثيرًا ما يمر هذا الشهر دون أن تتلقى الإحساء قطرة ماء، كما حدث في سنوات ١٩٧٣ و١٩٧٤ و١٩٧٥ و١٩٧٨، وقد تسقط به كميات كبيرة نسبيًا كما حدث في عام ١٩٧٦ الذي سقط خلاله ١٢,١ ملم بنسبة ٨,١% من جملة الأمطار التي سقطت طوال العام ١٩٧٦ (١٤٨ ملم).

جدول رقم (٦)

متوسط كمية المطر خلال الفترة ١٩٨٧-٢٠١٨م:

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	معدل
الكمية/ ملم	١٢,٤	١٥,٣	٢١,١	٩,٥	١,٢	صفر	صفر	صفر	صفر	٢,٥	٣,٥	٦	٧١,٥

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على محطة الأرصاد الجوية، الهفوف، المملكة العربية السعودية.

المناقشة والتحليل:

استخدمت ثلاث مرئيات فضائية لمنطقة الإحساء من القمر الصناعي (Landsat.8 level 2) كما في (شكل -٦)، (شكل – ٧)، (شكل – ٨)، ومرئيتان فضائيتان من القمر الصناعي (Landsat TM, Landsat.5)كما في (شكل – ٤)، (شكل – ٥) بيانات خالية من السحب، والملتقطة في سنوات مختلفة وهي ١٩٨٧ –٢٠٠١ ٢٠١٨م، وتتميز بيانات Landsat بتعدد أبعادها الطيفية واتساعها، (أطوال الموجات التي تم التقاط البيانات عليها)، حيث يسجل البيانات على سبع موجات طيفية، ثلاث منها في الجزء المرئي وموجه تحت الحمراء القريبة، وموجتان تحت الحمراء المتوسطة، وموجة تحت الحمراء الحرارية، حيث إن الموجتان تحت الحمراء المتوسط تعطيان تميزًا أعلى وأفضل، مما يوفر أكبر قدر من المعلومات عن منطقة الدراسة وله القدرة على تمييز مكونات السطح على مساحة ٣٠ مترًا في جميع النطاقات، إلا النطاق السادس حيث تبلغ الدقة المساحية له ١٢٠م، وقد

استخدمت جميع الموجات باستثناء الحزمة تحت الحمراء الحرارية في حساب مساحات محافظة الإحساء وتصنيف الغطاء الأرضي للمنطقة، كما ويبلغ متوسط ارتفاع المدار القمر Landsatحولي ٧٠٥كم، أما مجموع العرض الكلي للمرئيات الفضائية حوالي ١٨٥كم، وفترة تغطيته للأرض حوالي ١٦ يومًا، وقد اخذت مرئيات عام ١٩٨٧م و٢٠٠١م (شكل – ٤)، (شكل – ٥) حيث أخذت الأولى في ١٩٨٧/١٠/١١م، والثانية في ٢٠٠١/١٠/١٧م، وأما ثلاث المرئيات لعام ٢٠١٨(شكل -٦)، (شكل – ٧)، (شكل – ٨) أخذت في ٢٠١٨/٨/٢١م.

وحيث إن الدراسة لم تأخذ في اعتبارها دراسة نوعية الغطاء النباتي ولكن تركز على كشف التغيرات المكانية (الامتداد العمراني)؛ لذلك لا تمثل عملية اختلاف الفصل السنوي أي عائق، ولكن المهم المرئيات خالية من السحب، ومنطقة الدراسة تقع في منطقة المناخ الحار؛ لذلك لم يلعب عامل السحب دورًا كبيرًا فيها.

وقد تم تحميل البيانات الخام للمرئيات الفضائية في برنامج ارداس Erdas Imagine 2014 وأي ارمابر ER Mapper 6.2 وتحويلها إلى ملفات من نوع صور رقمية (Images) لكي يمكن استخدامها في البرنامج التطبيقي المستخدم في الدراسة، وهو برنامج تحليل المرئيات الفضائية ارداس Erdas Imagine. وأثناء العمل في برنامج ER Mapper أُستخدمت وظيفة استقطاع جزء من المرئية (Subset Image)لتحديد منطقة الدراسة واستقطاع مرئية تغطيها، حيث أصبح مجموع الخلايا في صورة ١٩٨٧ و٢٠١٨م: ١٣١٥ خلية (Pixels) عرض و١٨٧٦ خلية طول.

والجدير بالذكر أن المرئيات الفضائية أُخذت بواسطة جهاز استشعار الموضوعي Thematic Mapper (TM)، والذي يتسم بخصائص طيفية متميزة مع الخصائص المكانية والنوعية للظاهرات الجغرافية، مما يسهل التمييز فيما بينها.

تحليل الصور الفضائية:

تُعَرَفْ عمليات معالجة الصور الرقمية على أنها طريقة توجيه الحاسوب لغرض معالجة بيانات الصورة الرقمية وتحسينها وتحليلها.

بعد الحصول على صور القمر الصناعي Landsat.5, Landsat. 8 level 2 تم استخدام برنامج (Erdas imagine.2014) لإجراء بعض عمليات المعالجة على الصور الرقمية للأغراض التي تطلبها البحث ومنها:

١_ التصحيح الهندسي:

هناك تشوهات تحدث بفعل انحناء سطح الأرض، والإزاحة بفعل اختلاف التضاريس، وهذه التشوهات يتم تصحيحها عن طريق ربط الصور الفضائية بنقاط تحكم أرضية وفق معادلات ضبط معروفة. وإن الغرض الأساس من عمليات

التصحيح الهندسي هو إزالة هذه التشوهات بحيث تجعل الصورة مصححة ومتطابقة مع نظام إسقاط الخريطة أو الصورة المرجعية.

الصور الفضائية المستلمة للقمر Landsat هي صور غير مصححة ولا تحتوي على إحداثيات جغرافية معلومة؛ لذلك أجريت عملية التصحيح الهندسي لها من أجل الحصول على صور فضائية تقرا إحداثيات جغرافية معلومة وحسب النظام (UTM)، وقد أجريت عمليه التصحيح باستخدام طريقة (image to image)،حيث اعتمدت صورة فضائية بنفس مواصفات الصور المستخدمة في البحث مصححة مسبقًا لغرض إجراء عملية التصحيح، وقد تم ربط الصور غير المصححة بها بحيث تصبح كل معالمها ذات إحداثيات معروفة، ويصبح لها نظام إسقاط (Projection) يماثل إسقاط الصورة المصححة التي استخدمت في عملية التصحيح. حيث هذه المرحلة مطابقة المرئية الفضائية لسنة (١٩٨٧)، (شكل – ٤)، مع المرئية الفضائية الأخرى لسنة (٢٠١٨)، (شكل – ٩) ويتم ذلك بأخذ إحداثيات عشرين موقعًا في جميع جهات المحافظة من خريطة الإحساء التي أُنتجت بواسطة الصور الجوية للعام ١٤٠٥ وكان مقياس الرسم ١: ٢٥,٠٠٠ (وزارة الشؤون البلدية والقروية، ١٤٠٥)، وتصحيح ذلك على الصورة التي التقطت لعام ١٩٨٧م ومن بعد تصحيحها والتأكد منها، وتم تصحيح الصورة ٢٠١٨م بناءً على الصورة المصححة للعام ١٩٨٧م لكي تتم عملية المطابقة دون أن يحدث أي عائق في عملية المطابقة.

عملية ربط الصور (Mosaic):

عند تطبيق الربط للصور (Landsat-8)، (شكل – ٩) يظهر خط فاصل بين الصور، وللتغلب على هذه الإشكالية في الربط تم عمل تصحيح هندسي لصورة (Landsat-8) وصورة أخرى (Landsat-8) التي تحمل التاريخ نفسه ونوع القمر نفسه بناءً على المنطقة المشتركة بين الصور، ثم أُعيدت عملية الربط بين الصور (Mosaic). أُتبعت الخطوات السابقة على الصور (Landsat-8) ومن ثم تمت عملية الربط (Mosaic). عند تطبيق (Mosaic) على الصور تظهر فروق وعيوب في لون الصورة والدقة وذلك يرجع لوجود اختلاف في وقت التقاط يصل ٢٢يومًا مما يؤثر على درجة دقة التصنيف ومما استدعى التعامل مع كل جهة منفردة.

التفسير البصري للصور الفضائية:

تعد عملية تفسير الصور الفضائية وصفيًا والتعرف على المعالم التي تحتويها هذه الصور وتمييزها عن بعضها البعض مفتاحًا لتفسير الصور واستخراج المعلومات منها، وأن رصد الفروقات بين الأهداف وما يحيط بها يتضمن مقارنة للفروقات الموجودة بين الأهداف بالاعتماد على بعض أو جميع عناصر التفسير البصري.

والصور الفضائية متعددة الأطياف للقمر Landsat هي صور ملونة تساعد المحلل على تمييز العناصر المختلفة الموجودة ضمن مشهد الصورة، فأي جسم ذو حجم مناسب مع درجة من التباين مع محيطه يظهر بوضوح في الصورة، ويؤثر تنوع الغطاء الأرضي بشكل مختلف على عين الراصد، والخصائص العامة للغطاءات الأرضية الرئيسة الموجودة في منطقة الدراسة والتي تم رصدها في الصور الفضائية ستناقش فيما يلي:

الماء: ويظهر في الصور بلون أسود ناتجًا عن الانعكاسية القليلة للماء.

النباتات: وتظهر بلون اخضر ذو تدرجات مختلفة اعتمادًا على نوع النباتات.

التربة: تظهر في الصور بتدرجات لونية مختلفة في اللون والشدة وهذا ناتج عن اختلافات طبيعة التربة.

عمليات تحسين الصور:

وهي عملية معالجة تجري على بيانات الصورة الرقمية يتم فيها تحسين البيانات واستبدالها ببيانات جديدة تصبح معها الصورة أكثر وضوحًا مما يسهل عملية تفسير محتويات الصورة والتعرف على الأهداف التي تغطيها بدقة أكبر، وتتضمن هذه العملية تقنيات تهدف إلى زيادة الفوارق البصرية بين المعالم في الصورة. ولزيادة وضوح معالم الصورة المختلفة وسهولة التمييز بينها تم تطبيق عملية التحسين على الصور الفضائية وقد تم إجراء التحسين بواسطة طريقتين منفصلتين، وكالاتي:

أ_ مرشح الالتفاف (تحسين الحافة):

يمكن تعريف المرشح بأنه مصفوفة أرقام تستخدم في عمليات حسابية بسيطة للحصول على صورة رقمية جديدة يتم فيها تغيير الأعداد الرقمية لعناصر الصورة الاصلية، وتستخدم هذه المرشحات لغرض إزالة الضوضاء من الصور من خلال تنعيم الصورة (smoothing) في حال استخدام مرشحات الانتقال العالي التي تسمى أيضًا مرشحات تحسين الحواف لأنها تؤدي إلى إبراز الظواهر الحدودية من خلال زيادة التغير في التدرجات الرمادية بين عناصر الصورة المتجاورة. إن عملية اختيار المصفوفة المناسبة من هذا المرشح تعتمد بالأساس على الغرض المطلوب، وفي هذا البحث تم استخدام المصفوفة edge enhancement (kernel matrix (7x7) لغرض كشف التغير المفاجئ في المستوى الرمادي من بكسل لأخر، وعادة ما تمثل هكذا تغيرات الحدود بين جسمين مختلفين في الصورة، واستخدام هذا المرشح جعل المعالم في هذه الصور حادة بشكل أكبر مما عليه في الصور الاصلية، مما يسهل عملية تحليل الصور والتمييز بين أصنافها المختلفة.

ب_تسوية المخطط التكراري:

التكراري يزودنا بوصف إجمالي لمحتوى المستويات الرمادية إذ يمثل المحور السيني المستويات الرمادية وهي (٢٥٥-٠)، أما المحور الصادي فيمثل تكرار المستويات الرمادية، وتكمن أهمية المنحنى التكراري في معرفة معدل التباين الحاصل في الصورة.

وبعد تطبيق تقنية تسوية المخطط التكراري على الصور الفضائية أظهرت هذه الصور زيادة التباين بين معالمها بشكل لم يظهر في الصور الأصلية، مما يعطي معلومات مفيدة لغرض إجراء عملية التصنيف بشكل صحيح.

تصنيف الصور الرقمية:

يمكن تعريف عملية تصنيف الصورة الرقمية بانها: عملية يتم فيها تحويل الصورة إلى خريطة موضوعية تحمل معلومات عن الظواهر الموجودة في المنطقة المصورة، وذلك من خلال تحديد الظواهر الموجودة في المنطقة المصورة، وذلك من خلال تحديد الظاهرة الأرضية التي تمثلها كل وحدة من وحدات الصورة.

وتعد عملية التصنيف خطوة أساسية في عملية تحليل الصور الفضائية واستنباط المعلومات منها، وقد تم تطبيق عملية التصنيف غير الموجه وعملية التصنيف الموجه على الصور الفضائية.

أ **التصنيف غير الموجه:** وهو تقنية تجميع عناصر الصورة ذات الخصائص الطيفية المتماثلة في تجمعات محددة، هذه التجمعات عبارة عن أصناف طيفية دون أن يكون للمستخدم معرفة بهذه الأصناف، وتم تطبيق عملية التصنيف غير الموجه على الصور الفضائية المختارة في هذا البحث وبتحديد ستة أصناف تقع ضمن منطقة الإحساء، وقد تم إعطاء هذه الأصناف ألوانًا مختلفة لسهولة تمييزها عن بعضها، والأصناف الناتجة عن عملية التصنيف غير الموجه تمثل أصنافًا طيفية لأنها تعتمد فقط على القيم الرقمية للصورة. وتظهر عملية التصنيف غير الموجه بعض الأصناف في منطقة الدراسة بشكل جيد بينما تدمج أصنافًا أخرى.

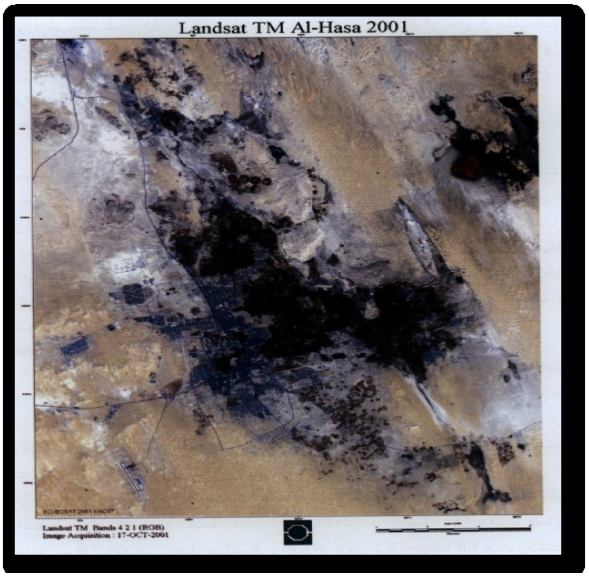
ب_ التصنيف الموجه: وهو عملية تصنيف تبنى على معلومات عن الخصائص الطيفية لغطاءات الأرض في المنطقة المصورة يتم إدخالها من قبل محلل الصورة، وهذه المعلومات سبق الحصول عليها من خلال زيارات ميدانية للمنطقة أو من خرائط أو من صور مصنفة من قبل أو من صور جوية تغطي المنطقة وهذه المعلومات يطلق عليها الحقائق الأرضية. إذ يتم ادخال نوع الصنف إلى الحاسبة بواسطة اختيار عينات التدريب لكل صنف، ومن ثم يعمل الحاسوب على إيجاد علاقة بين نوع الغطاء الأرضي واستجابة المتحسس لذلك النوع (العدد الرقمي الذي يمثل انعكاسية نوع الغطاء الأرضي)، فإذا وافق العدد الرقمي لعنصر الصورة خصائص

إحدى الغطاءات الأرضية فإنها تتسبب لذلك الغطاء، ومن ثم يتم وضع رمز أو لون لكل صنف من هذه الغطاءات الأرضية مما ينتج عنه خريطة موضوعية للمنطقة المصورة.

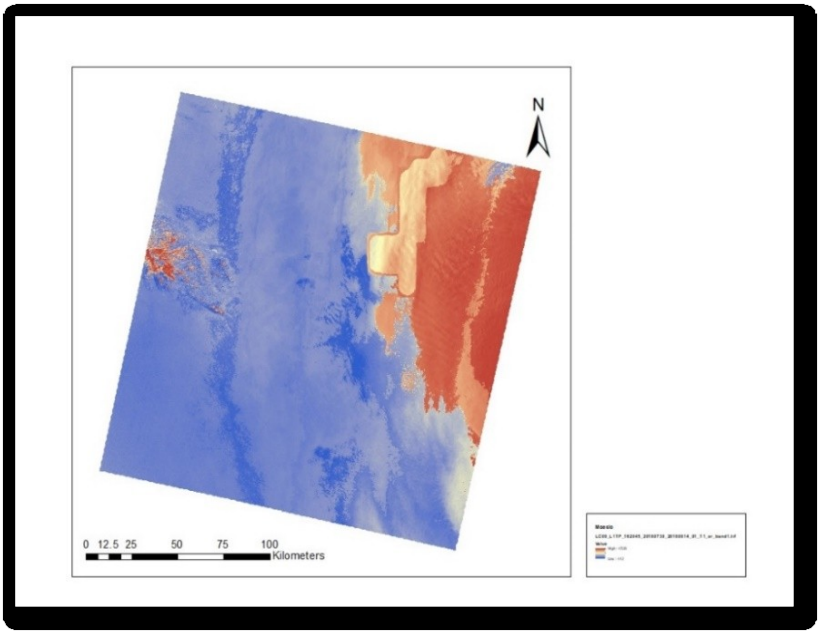
عند إجراء عملية التصنيف الموجه تم تحديد ستة أصناف تقع ضمن منطقة الدراسة تمثل ثلاثة أنواع من الغطاء الأرضي (الماء، النبات، والتربة)، وصنفت النباتات بدورها إلى (نباتات كثيفة ،ونباتات متفرقة، ونباتات أرضية)، بينما صنفت التربة إلى (تربة غامقة، وتربة جافة)، وقد تم تطبيق هذا التصنيف من خلال الاستعانة بعملية التصنيف غير الموجة، وكذلك من خلال التفسير البصري للصور الفضائية حيث تكون الاختلافات بين الأصناف واضحة ويمكن تميزها، بالإضافة إلى المعلومات المتوفرة لدى مركز المنطقة عن طبيعة الأصناف الموجودة ضمن منطقة الدراسة.

وتعد هذه المرحلة النهائية من المعالجة الرقمية ويتم إجراء تصنيف غير مراقب لهذه الصور بأسلوب التجميع، حيث تم التصنيف أتوماتيكي باستخدام الحاسب الالي بفرز كل عنصر فيها حسب قراءة انعكاسه الطيفي ووضعه في الصنف الذي ينتمي إليه، ومن ثم أُستخدم الحاسب في اختيار المناطق المتشابهة واعطائها اللون نفسه لكي يتم تحديد الاستخدام حسب جمع المعلومات الميدانية، وبعد ذلك تم إعطاء ألوان مختلفة لكل أنواع استعمالات الأراضي (المناطق الزراعية والعمرانية والرملية والسبخات والمياه والمخططات والجبال) بواسطة البرنامج، وهذا يساعد بالتالي على حساب المساحة، وبرغم أن عملية التصنيف لم تكن ناجحة ١٠٠%. وقد تم عمل مطابقة بين الصورتين لمعرفة المناطق التي حصل بها تغير في برنامج أي ارمابرER Mapper بحيث وضعت قناة رقم ٤ لكل صورة حيث كانت الصورة للعام ١٩٨٧م باللون الأخضر، أما الصورة للعام ٢٠١٨م فباللون الأحمر (شكل-١٠)، وبعد الدمج تبين لنا أن المناطق ذات اللون الأصفر هي المناطق التي لم يحدث فيها تغيير، واللون الأصفر وهو الون الذي يظهر بعد دمج اللونين الأخضر والاحمر، أما بالنسبة للون الأخضر فيعكس لنا المناطق التي حصل فيها تغيير في العام ١٩٨٧م واللون الأحمر يعكس المناطق التي حصل فيها تغيير في العام ٢٠١٨م (شكل-١٠).

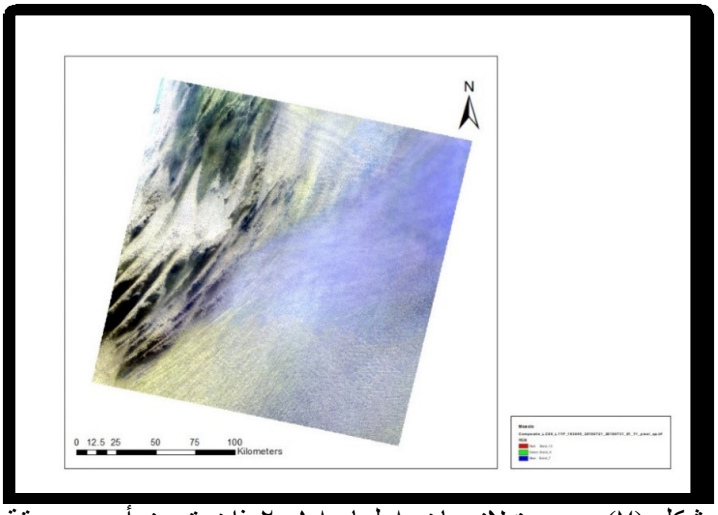
شكل (٤): صورة لاندسات لعام ١٩٨٧ ذات قوة تمييز أرضية (٣٠). المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



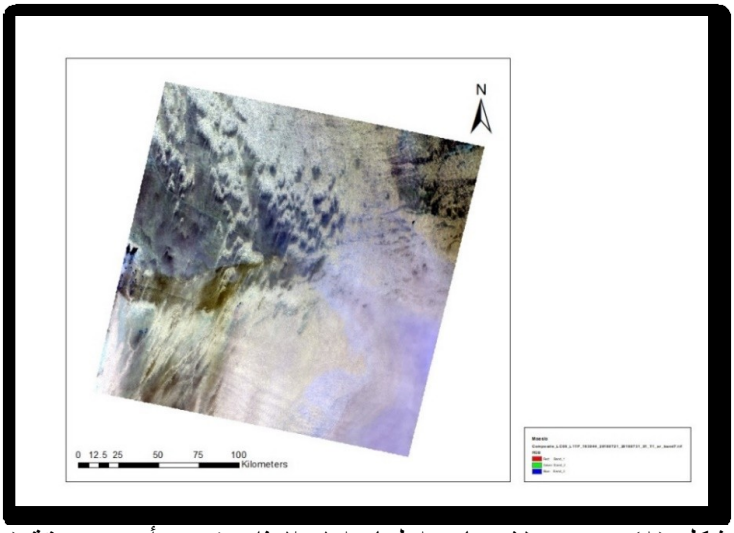
شكل (٥): صورة لاندسات لعام ٢٠٠١ ذات تمييز أرضي (٣٠). المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



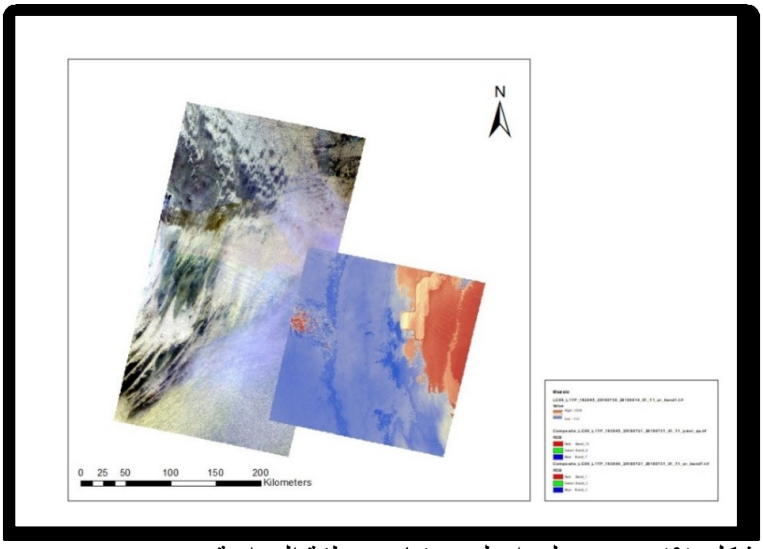
شكل (٦): صورة لاندسات ٨ لعام ٢٠١٨ ذات تمييز أرضي بدقة (٣٠).
المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



شكل (٧): صورة لاندسات ٨ لعام ٢٠١٨ ذات تمييز أرضي بدقة (٣٠).
المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



شكل (٨): صورة لاندسات ٨ لعام ٢٠١٨ ذات تمييز أرضي بدقة (٣٠).
المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



شكل (٩): صورة لموازيك مرئيات منطقة الدراسة.
المصدر: إعداد الباحثة.

٢_ حساب التغيرات المكانية (المساحات العمرانية):

نلاحظ ثمة علاقة مرتبطة بين ارتفاع درجة الحرارة والتوسعات العمرانية الأفقية في محافظة الإحساء التي كان بسببها تشكلت الجزيرة الحرارية في المنطقة حيث نلاحظ خلال الصيف يزداد عدد ساعات سطوع الشمس وتزداد قوة الإشعاع الشمسي نتيجة لعمودية الأشعة فتصفوا السماء وتكاد تنعدم ظاهرة التغيم ومن ثم تلتهب المدينة وترتفع درجة حرارتها مما يساهم في ذلك توافر العوامل التي تساعد على ذلك من وجود الأبنية الخرسانية والشوارع المرصوفة والتربة المكشوفة والأراضي الفضاء الواسعة وانفتاح المدين على الصحراء، وبرصد درجة الحرارة من الصورة الفضائية في يوم ٢٠٠١ /٧/٢٩ (شكل – ٥) تم التوصل إلى النتائج التالية أن تتشكل خطوط الحرارة متساوية شبه دائرية ومغلقة حول منطقة القلب والنواة الخارجية وجميعها تدل على انخفاض درجة الحرارة باتجاه ناحية قلب المدينة الذي يسجل درجة حرارة أقل وطاءه خلال النهار مقارنة بأطراف المدينة والتي تسجل ادنى درجات الحرارة في حي العيون ٤٠,٥مْ بينما ترتفع درجات الحرارة في بقية الاحياء لتتراوح بين ٤٣ وَ ٤٤ مْ. أيضاً نلاحظ ارتفاع درجات الحرارة في أطراف المنطقة في أحياء الجناح الشرقي القريب من الخليج العربي وتسجل أعلى درجات الحرارة في المنطقة الصناعية ٤٩ مْ ويرتبط ارتفاع درجة الحرارة بنمط استخدام الأرض الصناعي. ترتفع درجات الحرارة في الجناح الجنوبي الشرقي كثيراً حيث يظهر جلياً أثر الصحراء في رفع درجة حرارة الأحياء في جنوب شرقي محافظة الإحساء فتسجل أعلى درجات الحرارة في الأحياء المتطرفة في الجنوب وينغلق خط التساوي ٥٠ مْ على معظم الأحياء، وتتراوح درجة الحرارة عموماً بين ٤٩ وَ ٥٠ مْ في كلاً من الهفوف والمبرز ومحاسن والمطار ولا تسجل حرارة أقل من ٤٥ مْ في جميع أحياء الجناح الغربي الذي تتداخل كثافة الأحراش النباتية في خفض درجة حرارته بصورة واضحة جداً فتسجل به درجة منخفضة تصل إلى ٣٨,٢ مْ فساهم النبات هنا في صنع فارق حراري بلغ ٢١,٣٦ مْ. ومن خلال هذه النتائج نلاحظ العلاقة الطردية بين زيادة التوسعات العمرانية في ارتفاع درجات الحرارة على محافظة الإحساء وخلق بما يسمى جزيرة حرارية في المنطقة.

إذ تمت عملية التصنيف للمرئيات ١٩٨٧ وَ٢٠١٨م (شكل -٤) وَ (شكل – ٩) بواسطة التحليل البصري الذي واكبه زيارات ميدانية خلال فترة الدراسة، وقد تم خلال الزيارة الأولى دراسة المنطقة جغرافيا، وفي الزيارة الثانية تم رصد عينات حقلية وأخذ الصور الفوتوغرافية لها والزيارة الثالثة للتأكد من خرائط النمو العمراني التي تم إنتاجها، وبعد التحليل البصري تم عمل ترقيم نقطي باستخدام برنامج Erdasومن ثم تحويلها إلى برنامج Arc Infoلاستكمال العملية وتصحيح الأخطاء

التي حدثت خلال عملية الترقيم لحدود النمو العمراني (شكل-١١)، وبعد ذلك تمت عملية حساب المساحة لكل مضلع على حدة، والمساحة الاجمالية لكل نوع من النمو العمراني، وطبقت الطريقة نفسها على الصورة الثانية وبعدها تم تحويلهما إلى برنامج ArcView للعرض واستكمال التحليل.

وتم دمج النمو العمراني واخراج (الشكل-١١) لمعرفة التوسع العمراني ومساحة النمو العمراني في ١٩٨٧ و٢٠١٨م (جدول - ٧).

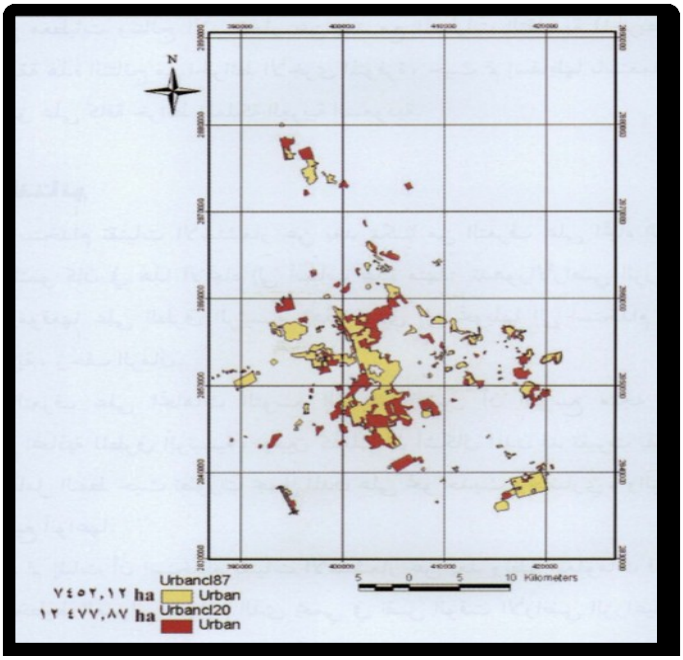
والمتتبع للأرقام التي تضمنها الجدول (٧) يجد أن هناك ثمة تغيرات قد حدثت على المساحة سواء كانت هذه التغيرات سلبية ام إيجابية يرجع جميعها أساسًا إلى مواكبة تطورات العصر الحديث وما تمخض عنه من توسع عمراني بسبب زيادة في السكان نتج عنها زيادة في المساحة المعمورة، ويتضح لنا من خلال مشاهدة الشكل (١١).

شكل (١٠): نتيجة دمج المرئيتين ١٩٨٧ و٢٠١٨م. لقد تم عرض القناة رقم ٤ لصورة ١٩٨٧م باللون الأخضر والصورة ٢٠١٨م باللون الأحمر؛ لذا يتضح لنا: الزيادة باللون الأحمر والنقصان باللون الأخضر واللون الأصفر يشير إلى المناطق التي لم يحدث بها تغيير.
المصدر: إعداد الباحثة.

جدول (٧): مساحة العمران بالإحساء للعام ١٩٨٧م والعام ٢٠١٨م بالهكتار:

التغير بالمساحة	النسبة المئوية	مساحة عام ٢٠١٨م	النسبة المئوية	مساحة عام ١٩٨٧م
٥٠٢٥,٧٤	٦,٢٣	١٢٤٧٧,٨٧	٣,٧٢	٣,٧٢

المصدر: إعداد الباحثة.



شكل (١١): يوضح مطابقة التوسع العمراني للفترتين ١٩٨٧ و٢٠١٨م.
المصدر: إعداد الباحثة.

النتائج:

تم تطوير منهجية ملائمة لدراسة أثر ارتفاع درجة الحرارة على التغيرات المكانية بواحة الإحساء باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وبيانات مرجعية عن المنطقة وتم التوصل إلى النتائج التالية:

١. إمكانية تقسيم السنة حراريًا إلى فصلين رئيسين: الأول هو فصل البرودة ويمتد أربعة شهور من نوفمبر حتى مارس متوسط حرارته أقل من المتوسط السنوي ب ٧,١ مْ كما يقل معدل نهاية الصغرى ب ٩ مْ، والفصل الحراري الثاني هو فصل الحرارة المرتفعة ويمتد من إبريل حتى أكتوبر بمتوسط حراري يزيد عن المتوسط السنوي ب ٥,٥مْ.

٢. وجود ارتفاع في متوسط درجة الحرارة الصغرى بمستوى دلالة إحصائية كبيرة جدًا أقل من ٠,٠٠١% إذ بلغ هذا الارتفاع ٨,٨مْ.

٣. وجود زيادة في درجة الحرارة الصغرى في كل الفصول إذ تراوحت هذه الزيادة بين ٦,٨ -٨,٨ مْ وبمستوى دلالة إحصائية كبيرة جدًا أقل من ٠,٠٠١%.

٤. ثمة علاقة مرتبطة بين ارتفاع درجة الحرارة والتوسعات العمرانية الأفقية في محافظة الإحساء التي كان بسببها تشكلت الجزيرة الحرارية في المنطقة حيث نلاحظ خلال الصيف يزداد عدد ساعات سطوع الشمس وتزداد قوة الإشعاع الشمسي نتيجة لعمودية الأشعة فتصفوا السماء وتكاد تنعدم ظاهرة التغيم ومن ثم تلتهب المدينة وترتفع درجة حرارتها مما يساهم في ذلك توافر العوامل التي تساعد على ذلك من وجود الأبنية الخرسانية والشوارع المرصوفة والتربة المكشوفة والأراضي الفضاء الواسعة وانفتاح المدين على الصحراء.

٥. إن الزيادة في درجة الحرارة الصغرى لم تكن متساوية فيما بين الفصول، إذ سجلت أعلى زيادة في المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع وبلغت ١٤,٩ مْ، بينما سجلت أقل زيادة في فصل الشتاء وبلغت ١٤,٤مْ.

٦. إنتاج خريطة لعامي ١٩٨٧-٢٠١٨م للنمو العمراني باستعمال وتحليل الصور الفضائية من نوع Landsat TMالتي أُخذت لمحافظة الإحساء لعامي ١٩٨٧-٢٠١٨م.

٧. دمج الخريطتين المذكورتين أعلاه واستخراج التغيرات الحاصلة بين الفترتين ١٩٨٧-٢٠١٨م على شكل جداول وخرائط.

٨. تم التعرف على اتجاهات التوسع العمراني وتبين أن التوسع متجه إلى الأراضي الزراعية وبالخصوص المحاذية للطرق الرئيسة، ومن هنا نجد ثمة علاقة رئيسية بين ارتفاع درجة الحرارة في محافظة الإحساء وذلك بسبب التمدد العمراني الأفقي على حساب الأراضي الزراعية الذي ترتب على أثرة اجتياح

الأراضي الزراعية وأقامه المساكن والمصانع التي تستخدم في بنائها الاسمنت والخرسانة وهذه مواد قابلة إلى امتصاص أكثر ما يمكن من الاشعاع الشمسي ول، ولهذا السبب تكونت الجزيرة الحرارية في منطقة الدراسة.

٩. تمت الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد، وتم دمج معطيات ونتائج الاستشعار عن بعد مع المعطيات التقليدية (الخريطة الطبوغرافية). ويمكن مطابقة هذه النتائج مع الخرائط الأخرى المتوفرة، حيث تم إسقاطها باستعمال نظام الإسقاط (UTM) المطبق على كافة خرائط المملكة العربية السعودية.

مناقشة النتائج:

إن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد يمكننا من التعرف على اتجاه التوسع العمراني الأفقي ويرجع السبب إلى أن النمو كان في هذا الاتجاه إلى أسباب عدة منها: تدهور الأراضي الزراعية القريبة من المناطق الحضرية، وموقعها على الطرق الرئيسة؛ وهذا يؤدي إلى تحويلها إلى استخدام تجاري مفيد اقتصاديًا، الأسعار المغرية، زحف الرمال.

تم التعرف على اتجاهات التوسع العمراني الأفقي وتبين أن التوسع متجه إلى الأراضي الزراعية وبالخصوص المحاذية للطرق الرئيسة، وتبين كذلك أن أشكال المدن قد تغيرت بفضل العامل الاقتصادي وبالتحديد عامل النفط حيث تطورت مجمل المدن على نحو حديث وحضاري، والزيادة الطبيعية في السكان والهجرة بجميع أنواعها، ولما لهذا التوسع من أثار على مناخ المنطقة من ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة على الإحساء في جميع أحيائها.

لقد تم اثبات أن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية يساعد متخذي القرار في التخطيط العمراني السليم الذي يحمي في الوقت نفسه الأراضي الزراعية والتغيرات المناخية التي تسبب ارتفاع درجة الحرارة بسبب الاستخدام السيء لأرضي المنطقة الذي ترتب على أثرة تكون الجزيرة الحرارية في محافظة الإحساء، وأيضاً يأخذ بعين الاعتبار الخصائص الطبيعية والاجتماعية للواحة وسكانها.

التوصيات:

توصي الدراسة بما يلي:

١. الاستفادة من نتائج الدراسة في الدراسات المناخية التي تجرى مستقبلًا في محافظة الإحساء، أو في المملكة العربية السعودية ككل لا سيما وأنها تتأثر بارتفاع درجة الحرارة عليها.

٢. ضرورة تكثيف الدراسات المناخية والبيئية المتعلقة بارتفاع درجة الحرارة، وتشجيع طلاب الدراسات العليا بالجامعات السعودية على البحث فيها.

٣. أن تتم معالجة البيانات المناخية من قبل الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة وتحويلها إلى معدلات شهرية وفصلية وسنوية لتسهيل عمل الباحثين توفيرا للوقت والجهد المبذول.
٤. وضع اعتبارات للبيئة الصحراوية عند تخطيط المدينة ومراعاة اختيار مواد البناء ولون الدهان وزيادة عدد الحقائق ووجهة المباني ويفضل أن تتجه نحو الشرق بالنسبة لمحافظة الإحساء.
٥. الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في التخطيط الهندسي للمشاريع العمرانية والصناعية، وتخطيط استخدام الأرض عن طريق تحديد مواقع التجمعات السكانية والمصانع ومكبات النفايات وتحديد مواقع المطارات الجديدة وتحديد اتجاهات مدرجاتها وتحديد مواقع الموانئ البحرية وغيرها.
٦. العمل على تشجيع العمران في المناطق الصحراوية والاهتمام بتشجيرها فذلك يساهم في جودة الهواء وتلطيف درجة حرارة المنطقة.
٧. توعية الناس بظاهرة ارتفاع درجة الحرارة (الاحتباس الحراري) والآثار الناجمة عنها وضرورة أن يعي الناس دورهم المهم في الحفاظ على التربة والغطاء النباتي والتوقف عن الممارسات السلبية التي تؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي وتعرية التربة وسهولة تحريكها ونقلها بفعل الرياح.
٨. الاستفادة من ارتفاع درجة الحرارة في توليد الطاقة الكهربائية، ولا سيما في المناطق التي تسجل أعلى متوسط شهري وسنوي لارتفاع درجة الحرارة.
٩. إجراء دراسات مشابهة للتأكد من أهمية رصد الجزر الحرارية بواسطة الأقمار الصناعية وفهمها في المدن المدارية. وإجراء العديد من الدراسات التي تكشف عن التغيرات المناخية في المملكة العربية السعودية بالوسيلة ذاتها.

المراجع

أولًا: المراجع العربية:

-عيد، صبحي يوسف، (١٣٩٩)، الجغرافية الزراعية لواحات الإحساء، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة.

- جاد، طه محمد، (١٩٨٠)، المشكلات الجغرافية الطبيعية أمام التوسع الزراعي الأفقي في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ١١. القاهرة.

- علي، عبد القادر عبد العزيز، (١٩٨٠)، الطقس والمناخ والميتورولوجيا، دار الجامعة للطباعة الحديثة. القاهرة.

- شرف، عبد العزيز طريح، (١٩٨٦)، مناخ إمارة حريملاء (إمارة حريملاء دراسة ميدانية جغرافية)، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- سليم، محمد صبري محسوب، (١٩٩٠)، الظروف المناخية بالإحساء: المملكة العربية السعودية، رسائل جغرافية، الكويت.
- الطاهر، عبد الله أحمد، (١٩٩٩)، الإحساء دراسة جغرافية، الطبعة الأولى، الإحساء.
- الرويلي، مفرح معلق، (٢٠٠١)، تقييم كفاءة مشروع حجز الرمال في واحة الإحساء، رسالة الدبلوم العالي، غير منشورة، برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة، مجال الدراسات التقنية، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين.
- الرويلي، مفرح معلق، (٢٠٠٢)، دراسة آثار التوسع العمراني على استخدامات الأراضي بواحة الإحساء باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، برنامج علوم الصحراء والأراضي القاحلة، مجال الدراسات التقنية، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين.
- قربة، جهاد محمد، (٢٠٠٥)، التغيرات المكانية للخصائص الحرارية- الرطوبية للرياح السائدة على أراضي المملكة العربية السعودية، الدارة- السعودية.
- الأسدي، كاظم عبد الوهاب حسن، (٢٠١٠)، أثر التغيرات المناخية العالمية في اتجاهات مناخ محافظة ذي قار وانعكاساته الزراعية، مجلة أدأب البصرة-كلية الاداب-جامعة البصرة- العراق.
- الطراونة، فاطمة عبده، (٢٠١١)، أثر التغير المناخي على موجات الحر التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الصيف ١٩٨٠-٢٠١٠م، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.
- شحادة، نعمان، (٢٠١١)، التحليل الاحصائي في الجغرافيا والعلوم الاجتماعية، دار الصفاء، عمان.
- كوثر، عرباوي، (٢٠١٥)، تأثير النخيل على الجزيرة الحرارية العمرانية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة محمد خيضر بيسكرة الجزائر.
- عنيبة، عمر احمد على، (٢٠١٦)، أثر التغير المناخي على درجة الحرارة الصغرى في منطقة مصراته في الفترة من ١٩٨١-٢٠١٠م، مجلة ابحاث، كلية الاداب، جامعة سرت ليبيا.
- أمانة الاحساء، (٢٠١٨)، الهفوف، المملكة العربية السعودية.
-هيئة الأرصاد الجوية، (٢٠١٨)، المملكة العربية السعودية.

ثانيًا: المراجع غير العربية:

- Atkinson, B, W 1977, **Urban effects on precipitation: An investigation of London influence on the severs storm of August**, Dept, Geog, Queen Mary coll, London, Occ**,** papa.
- Anys, H., Ait Belaid, m., Bigaber, N. et Wakrim, m, 1999, **Cartographie del' Elvolution du Tiss Urbain et Evaluation de 1'impact de 1'Urbanization sur les Terres Agricoles Geoobservateur,** N. 10, Rabat, Maroc, pp.3-11.
- Andrew C. Comrie. 2000: **Mapping a Wind-Modified Urban Heat Island in Tucson, Arizona (with Comments on Integrating Research and Undergraduate Learning).** Bulletin of the American Meteorological Society: Vol. 81, No. 10, pp. 2417-2431.
- Eltantawi, Mahmoud Mohamed. 2005. **Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Plain Using Geographical Information System and Remote Sensing Techniques**. Gutenberg University.