

# مجلة العلوم الإنسانية

دورية علمية محكمة تصدر عن جامعة حائل



السنة السابعة، العدد 21  
المجلد الخامس، مارس 2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





جامعة حائل

## مجلة العلوم الإنسانية

دورية علمية محكمة تصدر عن جامعة حائل

للتواصل:

مركز النشر العلمي والترجمة

جامعة حائل، صندوق بريد: 2440 الرمز البريدي: 81481



<https://uohjh.com/>



[j.humanities@uoh.edu.sa](mailto:j.humanities@uoh.edu.sa)

## نبذة عن المجلة

### تعريف بالمجلة

مجلة العلوم الإنسانية، مجلة دورية علمية محكمة، تصدر عن وكالة الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي بجامعة حائل كل ثلاثة أشهر بصفة دورية، حيث تصدر أربعة أعداد في كل سنة، وبحسب اكتمال البحوث المجازة للنشر. وقد نجحت مجلة العلوم الإنسانية في تحقيق معايير اعتماد معامل التأثير والاستشهادات المرجعية للمجلات العلمية العربية معامل " آرسيف Arcif " المتوافقة مع المعايير العالمية، والتي يبلغ عددها (32) معياراً، وقد أطلق ذلك خلال التقرير السنوي الثامن للمجلات للعام 2023.

### رؤية المجلة

التميز في النشر العلمي في العلوم الإنسانية وفقاً لمعايير مهنية عالمية.

### رسالة المجلة

نشر البحوث العلمية في التخصصات الإنسانية؛ لخدمة البحث العلمي والمجتمع المحلي والدولي.

### أهداف المجلة

تهدف المجلة إلى إيجاد منافذ رصينة؛ لنشر المعرفة العلمية المتخصصة في المجال الإنساني، وتمكن الباحثين -من مختلف بلدان العالم- من نشر أبحاثهم ودراساتهم وإنتاجهم الفكري لمعالجة واقع المشكلات الحياتية، وتأسيس الأطر النظرية والتطبيقية للمعارف الإنسانية في المجالات المتنوعة، وفق ضوابط وشروط ومواصفات علمية دقيقة، تحقيقاً للجودة والريادة في نر البحث العلمي.

## قواعد النشر

### لغة النشر

- 1- تقبل المجلة البحوث المكتوبة باللغتين العربية والإنجليزية.
- 2- يكتب عنوان البحث وملخصه باللغة العربية للبحوث المكتوبة باللغة الإنجليزية.
- 3- يكتب عنوان البحث وملخصه ومراجعته باللغة الإنجليزية للبحوث المكتوبة باللغة العربية، على أن تكون ترجمة الملخص إلى اللغة الإنجليزية صحيحة ومتخصصة.

### مجالات النشر في المجلة

تتم مجلة العلوم الإنسانية بجامعة حائل بنشر إسهامات الباحثين في مختلف القضايا الإنسانية الاجتماعية والأدبية، إضافة إلى نشر الدراسات والمقالات التي تتوفر فيها الأصول والمعايير العلمية المتعارف عليها دولياً، وتقبل الأبحاث المكتوبة باللغة العربية والإنجليزية في مجال اختصاصها، حيث تعنى المجلة بالتخصصات الآتية:

- علم النفس وعلم الاجتماع والخدمة الاجتماعية والفلسفة الفكرية العلمية الدقيقة.
- المناهج وطرق التدريس والعلوم التربوية المختلفة.
- الدراسات الإسلامية والشريعة والقانون.
- الآداب: التاريخ والجغرافيا والفنون واللغة العربية، واللغة الإنجليزية، والسياحة والآثار.
- الإدارة والإعلام والاتصال وعلوم الرياضة والحركة.

### أوعية نشر المجلة

تصدر المجلة ورقياً حسب القواعد والأنظمة المعمول بها في المجالات العلمية المحكمة، كما تنشر البحوث المقبولة بعد تحكيمها إلكترونياً لتعم المعرفة العلمية بشكل أوسع في جميع المؤسسات العلمية داخل المملكة العربية السعودية وخارجها.

### ضوابط وإجراءات النشر في مجلة العلوم الإنسانية

#### أولاً: شروط النشر

1. أن يتسم بالأصالة والجدة والابتكار والإضافة المعرفية في التخصص.
2. لم يسبق للباحث نشر بحثه.
3. ألا يكون مستلماً من رسالة علمية (ماجستير / دكتوراه) أو بحوث سبق نشرها للباحث.
4. أن يلتزم الباحث بالأمانة العلمية.
5. أن تراعى فيه منهجية البحث العلمي وقواعده.
6. عدم مخالفة البحث للضوابط والأحكام والآداب العامة في المملكة العربية السعودية.
7. مراعاة الأمانة العلمية وضوابط التوثيق في النقل والاقتباس.
8. السلامة اللغوية ووضوح الصور والرسومات والجداول إن وجدت، وللمجلة حقها في مراجعة التحرير والتدقيق النحوي.

### ثانياً: قواعد النشر

1. أن يشتمل البحث على: صفحة عنوان البحث، ومستخلص باللغتين العربية والإنجليزية، ومقدمة، وصب البحث، وخاتمة تتضمن النتائج والتوصيات، وثبت المصادر والمراجع باللغتين العربية والإنجليزية، والملاحق اللازمة (إن وجدت).
2. في حال (نشر البحث) يزود الباحث بنسخة إلكترونية من عدد المجلة الذي تم نشر بحثه فيه، ومستلاً لبحثه .
3. في حال اعتماد نشر البحث تؤول حقوق نشره كافة للمجلة، ولها أن تعيد نشره ورقياً أو إلكترونياً، ويحق لها إدراجه في قواعد البيانات المحلية والعالمية - بمقابل أو بدون مقابل- وذلك دون حاجة لإذن الباحث.
4. لا يحق للباحث إعادة نشر بحثه المقبول للنشر في المجلة إلا بعد إذن كتابي من رئيس هيئة تحرير المجلة.
5. الآراء الواردة في البحوث المنشورة تعبر عن وجهة نظر الباحثين، ولا تعبر عن رأي مجلة العلوم الإنسانية.
6. النشر في المجلة يتطلب رسوماً مالية قدرها ( 1000 ريال) يتم إيداعها في حساب المجلة، وذلك بعد إشعار الباحث بالقبول الأولي وهي غير مستردة سواء أجاز البحث للنشر أم تم رفضه من قبل المحكمين.

### ثالثاً: الضوابط والمعايير الفنية لكتابة وتنظيم البحث

1. ألا تتجاوز نسبة الاقتباس في البحوث (25%).
2. الصفحة الأولى من البحث، تحتوي على عنوان البحث، اسم الباحث أو الباحثين، المؤسسة التي ينتسب إليها- جهة العمل، عنوان المراسلة والبريد الإلكتروني، وتكون باللغتين العربية والإنجليزية على صفحة مستقلة في بداية البحث. الإعلان عن أي دعم مالي للبحث- إن وجد. كما يقوم بكتابة رقم الهوية المفتوحة للباحث ORCID بعد الاسم مباشرة. علماً بأن مجلة العلوم الإنسانية تنصح جميع الباحثين باستخراج رقم هوية خاص بهم، كما تتطلب وجود هذا الرقم في حال إجازة البحث للنشر.
3. ألا يرد اسم الباحث (الباحثين) في أي موضع من البحث إلا في صفحة العنوان فقط..
4. ألا تزيد عدد صفحات البحث عن ثلاثين صفحة أو (12.000) كلمة للبحث كاملاً أيهما أقل بما في ذلك الملخصان العربي والإنجليزي، وقائمة المراجع.
5. أن يتضمن البحث مستخلصين: أحدهما باللغة العربية لا يتجاوز عدد كلماته (200) كلمة، والآخر بالإنجليزية لا يتجاوز عدد كلماته (250) كلمة، ويتضمن العناصر التالية: (موضوع البحث، وأهدافه، ومنهجه، وأهم النتائج) مع العناية بتحريرها بشكل دقيق.
6. يتبع كل مستخلص (عربي/إنجليزي) بالكلمات الدالة (المفتاحية) (Key Words) المعبرة بدقة عن موضوع البحث، والقضايا الرئيسية التي تناولها، بحيث لا يتجاوز عددها (5) كلمات.
7. تكون أبعاد جميع هوامش الصفحة: من الجهات الأربعة (3) سم، والمسافة بين الأسطر مفردة.
8. يكون نوع الخط في المتن باللغة العربية (Traditional Arabic) وبحجم (12)، وباللغة الإنجليزية (Times New Roman) وبحجم (10)، وتكون العناوين الرئيسية في اللغتين بالبنط الغليظ. (Bold).

9. يكون نوع الخط في الجدول باللغة العربية (Traditional Arabic) وبحجم (10)، وباللغة الإنجليزية (Times New Roman) وبحجم (9)، وتكون العناوين الرئيسية في اللغتين بالبنط العريض. (Bold).

10. يلتزم الباحث برومنة المراجع العربية ( الأبحاث العلمية والرسائل الجامعية) ويقصد بها ترجمة المراجع العربية (الأبحاث والرسائل العلمية فقط) إلى اللغة الإنجليزية، وتضمنها في قائمة المراجع الإنجليزية (مع الإبقاء عليها باللغة العربية في قائمة المراجع العربية)، حيث يتم رومنة (Romanization / Transliteration) اسم، أو أسماء المؤلفين، متبوعة بسنة النشر بين قوسين (يقصد بالرومنة النقل الصوتي للحروف غير اللاتينية إلى حروف لاتينية، تمكن قراءة اللغة الإنجليزية من قراءتها، أي: تحويل منطوق الحروف العربية إلى حروف تنطق بالإنجليزية)، ثم يتبع بالعنوان، ثم تضاف كلمة (in Arabic) بين قوسين بعد عنوان الرسالة أو البحث. بعد ذلك يتبع باسم الدورية التي نشرت بها المقالة باللغة الإنجليزية إذا كان مكتوباً بها، وإذا لم يكن مكتوباً بها فيتم ترجمته إلى اللغة الإنجليزية.

#### مثال إيضاحي:

الشمري، علي بن عيسى. (2020). فاعلية برنامج إلكتروني قائم على نموذج كيلر (ARCS) في تنمية الدافعية نحو مادة لغتي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي. مجلة العلوم الإنسانية، جامعة حائل، 1(6)، 87-98.

Al-Shammari, Ali bin Issa. (2020). The effectiveness of an electronic program based on the Keeler Model (ARCS) in developing the motivation towards my language subject among sixth graders. (in Arabic). *Journal of Human Sciences, University of Hail*.1(6), 98-87

السميري، ياسر. (2021). مستوى إدراك معلمي المرحلة الابتدائية للإستراتيجيات التعليمية الحديثة التي تلي احتياجات التلاميذ الموهوبين من ذوي صعوبات التعلم. المجلة السعودية للتربية الخاصة، 18(1): 19-48.

Al-Samiri, Y. (2021). The level of awareness of primary school teachers of modern educational strategies that meet the needs of gifted students with learning disabilities. (in Arabic). *The Saudi Journal of Special Education*, 18 (1): 19-48.

11. يلي قائمة المراجع العربية، قائمة بالمراجع الإنجليزية، متضمنة المراجع العربية التي تم رومنتها، وفق ترتيبها الهجائي (باللغة الإنجليزية) حسب الاسم الأخير للمؤلف الأول، وفقاً لأسلوب التوثيق المعتمد في الجملة.

12. تستخدم الأرقام العربية أينما ذكرت بصورتها الرقمية. (Arabic... 1,2,3) سواء في متن البحث، أو الجداول و الأشكال، أو المراجع، وترقم الجداول و الأشكال في المتن ترقياً متسلسلاً مستقلاً لكل منهما، ويكون لكل منها عنوانه أعلاه، ومصدره - إن وجد - أسفله.

13. يكون التقييم لصفحات البحث في المنتصف أسفل الصفحة، ابتداءً من صفحة ملخص البحث (العربي، الإنجليزي)، وحتى آخر صفحة من صفحات مراجع البحث.

14. تدرج الجداول والأشكال - إن وجدت - في مواقعها في سياق النص، وترقم بحسب تسلسلها، وتكون غير ملونة أو مظلمة، وتكتب عناوينها كاملة. ويجب أن تكون الجداول والأشكال والأرقام وعناوينها متوافقة مع نظام-APA

## رابعاً: توثيق البحث

أسلوب التوثيق المعتمد في المجلة هو نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA7)

## خامساً: خطوات وإجراءات التقديم

1. يقدم الباحث الرئيس طلباً للنشر (من خلال منصة الباحثين بعد التسجيل فيها) يتعهد فيه بأن بحثه يتفق مع شروط المجلة، وذلك على النحو الآتي:  
أ. البحث الذي تقدمت به لم يسبق نشره (ورقياً أو إلكترونياً)، وأنه غير مقدم للنشر، ولن يقدم للنشر في جهة أخرى حتى تنتهي إجراءات تحكيمه، ونشره في المجلة، أو الاعتذار للباحث لعدم قبول البحث.  
ب. البحث الذي تقدمت به ليس مستلاً من بحوث أو كتب سبق نشرها أو قدمت للنشر، وليس مستلاً من الرسائل العلمية للماجستير أو الدكتوراه.  
ج. الالتزام بالأمانة العلمية وأخلاقيات البحث العلمي.  
د. مراعاة منهج البحث العلمي وقواعده.  
هـ. الالتزام بالضوابط الفنية ومعايير كتابة البحث في مجلة حائل للعلوم الإنسانية كما هو في دليل الكتابة العلمية المختصر بنظام APA7
2. إرفاق سيرة ذاتية مختصرة في صفحة واحدة حسب النموذج المعتمد للمجلة (نموذج السيرة الذاتية).
3. إرفاق نموذج المراجعة والتدقيق الأولي بعد تعبئته من قبل الباحث.
4. يرسل الباحث أربع نسخ من بحثه إلى المجلة إلكترونياً بصيغة (word) نسختين و (PDF) نسختين تكون إحداها بالصيغتين خالية مما يدل على شخصية الباحث.
5. يتم التقديم إلكترونياً من خلال منصة تقديم الطلب الموجودة على موقع المجلة (منصة الباحثين) بعد التسجيل فيها مع إرفاق كافة المرفقات الواردة في خطوات وإجراءات التقديم أعلاه.
6. تقوم هيئة تحرير المجلة بالفحص الأولي للبحث، وتقرير أهليته للتحكيم، أو الاعتذار عن قبوله أولاً أو بناء على تقارير المحكمين دون إبداء الأسباب وإخطار الباحث بذلك
7. تملك المجلة حق رفض البحث الأولي ما دام غير مكتمل أو غير ملتزم بالضوابط الفنية ومعايير كتابة البحث في مجلة حائل للعلوم الإنسانية.
8. في حال تقرر أهلية البحث للتحكيم يخطر الباحث بذلك، وعليه دفع الرسوم المالية المقررة للمجلة (1000 ريال غير مستردة من خلال الإيداع على حساب المجلة ورفع الإيصال من خلال منصة التقديم المتاحة على موقع المجلة، وذلك

- خلال مدة خمسة أيام عمل منذ إخطار الباحث بقبول بحثه أولياً وفي حالة عدم السداد خلال المدة المذكورة يعتبر القبول الأولي ملغياً.
9. بعد دفع الرسوم المطلوبة من قبل الباحث خلال المدة المقررة للدفع، ورفع سند الإيصال من خلال منصة التقديم، يرسل البحث لمحكمين اثنين؛ على الأقل.
10. في حال اكتمال تقارير المحكمين عن البحث؛ يتم إرسال خطاب للباحث يتضمن إحدى الحالات التالية:
- أ. قبول البحث للنشر مباشرة.
  - ب. قبول البحث للنشر؛ بعد التعديل.
  - ج. تعديل البحث، ثم إعادة تحكيمه.
  - د. الاعتذار عن قبول البحث ونشره.
11. إذا تطلب الأمر من الباحث القيام ببعض التعديلات على بحثه، فإنه يجب أن يتم ذلك في غضون (أسبوعين من تاريخ الخطاب) من الطلب. فإذا تأخر الباحث عن إجراء التعديلات خلال المدة المحددة، يعتبر ذلك عدولاً منه عن النشر، ما لم يقدم عذراً تقبله هيئة تحرير المجلة.
12. يقدم الباحث الرئيس (حسب نموذج الرد على المحكمين) تقرير عن تعديل البحث وفقاً للملاحظات الواردة في تقارير المحكمين الإجمالية أو التفصيلية في متن البحث
13. للمجلة الحق في الحذف أو التعديل في الصياغة اللغوية للدراسة بما يتفق مع قواعد النشر، كما يحق للمحررين إجراء بعض التعديلات من أجل التصحيح اللغوي والفني. وإلغاء التكرار، وإيضاح ما يلزم.
14. في حالة رفض البحث من قبل المحكمين فإن الرسوم غير مستردة.
15. إذا رفض البحث، ورغب المؤلف في الحصول على ملاحظات المحكمين، فإنه يمكن تزويده بهم، مع الحفاظ على سرية المحكمين. ولا يحق للباحث التقدم من جديد بالبحث نفسه إلى المجلة ولو أجريت عليه جميع التعديلات المطلوبة.
16. لا ترد البحوث المقدمة إلى أصحابها سواء نشرت أم لم تنشر، ويحظر المؤلف في حالة عدم الموافقة على النشر.
17. ترسل المجلة للباحث المقبول بحثه نسخة معتمدة للطباعة للمراجعة والتدقيق، وعليه إنجاز هذه العملية خلال 36 ساعة.
18. لهيئة تحرير المجلة الحق في تحديد أولويات نشر البحوث، وترتيبها فنياً.

## المشرف العام

سعادة وكيل الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي

أ. د. عبد العزيز بن سالم الغامدي

## هيئة التحرير

رئيس هيئة التحرير

أ. د. بشير بن علي اللويش

أستاذ الخدمة الاجتماعية

أعضاء هيئة التحرير

أ. د. وافي بن فهد الشمري

أستاذ اللغويات (الإنجليزية) المشارك

أ. د. ياسر بن عايد السميري

أستاذ التربية الخاصة المشارك

أ. د. نوف بنت عبدالله السويداء

استاذ تقنيات تعليم التصميم والفنون المشارك

محمد بن ناصر اللحيدان

سكرتير التحرير

أ. د. سالم بن عبيد المطيري

أستاذ الفقه

أ. د. منى بنت سليمان الذبياني

أستاذ الإدارة التربوية

أ. د. نواف بن عوض الرشيدى

أستاذ تعليم الرياضيات المشارك

أ. د. إبراهيم بن سعيد الشمري

أستاذ النحو والصرف المشارك

## الهيئة الاستشارية

أ.د فهد بن سليمان الشايح

جامعة الملك سعود - مناهج وطرق تدريس

**Dr. Nasser Mansour**

University of Exeter. UK – Education

أ.د محمد بن مترك القحطاني

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية - علم النفس

أ.د علي مهدي كاظم

جامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان - قياس وتقويم

أ.د ناصر بن سعد العجمي

جامعة الملك سعود - التقييم والتشخيص السلوكي

أ.د حمود بن فهد القشعان

جامعة الكويت - الخدمة الاجتماعية

**Prof. Medhat H. Rahim**

Lakehead University - CANADA

Faculty of Education

أ.د رقية طه جابر العلواني

جامعة البحرين - الدراسات الإسلامية

أ.د سعيد يقطين

جامعة محمد الخامس - سرديات اللغة العربية

**Prof. François Villeneuve**

University of Paris 1 Panthéon Sorbonne

Professor of archaeology

أ. د سعد بن عبد الرحمن البازعي

جامعة الملك سعود - الأدب الإنجليزي

أ.د محمد شحات الخطيب

جامعة طيبة - فلسفة التربية

## فهرس الأبحاث

رقم الصفحة	عنوان البحث	م
32 – 13	أثر إستراتيجية التدوير في تنمية مهارات تمييز الصنف اللغوي والتحليل الإعرابي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط د. عبد العزيز بن محمد بن مانع الشمري	1
50 – 35	الأزواجية في الدراسات النسائية في اللغة العربية د. إيمان بنت عبد الله الشوشان	2
66 – 52	التزكية المعاصرة للشهود، دراسة فقهية د. عبد الرحمن بن علي الدجيلج	3
80 – 69	الصور التعبيرية (Emojis) من منظور علم اللغة القضاي د. بندر بن سبيل الشمري	4
94 – 83	الزمنية وتجليات الذات: قراءة في شعر البردوني د. محمد بن مشخص المطيري	5
119 – 97	المعالجات التشكيلية للنباتات الطبيعية بمادة الراتنج لإنتاج حلي معاصرة د. شذا بنت براهيم الاصحه أ. ندى بنت إبراهيم السيد الهاشم	6
136 – 121	تأثير الفصول الافتراضية في تدريس الحاسب الآلي والمعلومات في ضوء النظرية الموحدة لقبول واستخدام التكنولوجيا د. خالد بن عبد المحسن فالج الشمري	7
158 – 139	تقييم المستوى الكتابي لدى الطلاب الصم في مرحلتي الابتدائي والمتوسط في المملكة العربية السعودية ومقارنته بمستوى أقرانهم السامعين د. أحمد بن سعيد الشبرمي	8
178 – 161	فاعلية برنامج إثرائي لتنمية التفكير الابتكاري لدى الطلاب الموهوبين بمدارس المرحلة المتوسطة بمدينة جدة د. أحمد سعد الغامدي	9
199 – 181	مساهمة الاستشعار عن بعد في دراسة أثر تطور شبكة الطرق على تشكل الجزر الحرارية في مدينة عنيزة د. هيفاء علي الحشيبان	10
220 – 201	المناصب القيادية للمرأة السعودية في ضوء التشريعات الحفوقية: دراسة تحليلية لواقع القيادات النسائية في المجتمع السعودي. أ. ونام محمد عارف	11
240 – 222	The Effectiveness of Grammarly App on Developing Some Grammar Rules for Middle School Students د. أيمن عبد العزيز حسن فرحات	12
253 – 243	The Level of Job Satisfaction of English Language Teachers in Kuwaiti Public Schools: A Case Study Measuring Job Satisfaction and Stressy د. عباس بن هبر الشمري د. أحمد علي صهيوني	13

مساهمة الاستشعار عن بعد في دراسة أثر تطور شبكة الطرق على تشكل الجزر الحرارية في مدينة عنيزة

## The Impact of the Road Network Development on Forming Heat Islands in Unayzah Using Remote Sensing Techniques

د. هيفاء علي الخشيبان

أستاذة جغرافية النقل المساعد، قسم الجغرافيا، كلية اللغات والعلوم الإنسانية، جامعة القصيم  
ORCID:0000-0002-9070-361X

**Dr. Haifa Ali Alkhushiban**

Assistant Professor of Transportation Geography, Department of Geography,  
College of Languages and Human Sciences, Qassim University

(قدم للنشر 2024/01/25، وقبل في 2024/03/01)

### المستخلص

تُعنى الدراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد لقياس درجة حرارة السطح (LST)، والجزر الحرارية (UHI) لشهر يوليو في مدينة عنيزة وعلاقتها بتطور شبكة الطرق البرية للأعوام (2000، 2013، 2023)، باستخدام المرئيات الفضائية لاندسات 5 و8 و9، وبيانات Open Street Map، وإنتاج خرائط التوزيع الزمني والمكاني لشبكة الطرق، وحرارة السطح، والجزر الحرارية بالمدينة، باستخدام ARCGIS، وتشتمل أهداف الدراسة على تحديد اتجاه نمو وتطور شبكة الطرق البرية، وعلاقتها بتشكّل الجزر الحرارية. وقد خلّصت الدراسة إلى النتائج الآتية: نموّ شبكة الطرق بمعدّل (67%) للفترة 2000-2013، و(36%) للفترة 2013-2023، باتجاه الشمال الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، نتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بمعدّل (11°C) من عام 2000 حتى عام 2023، وظهور قمم الجزر الحرارية التي تتراوح بين (31-34°C)، بشكل غير مسبوق خلال السنوات الأخيرة، خاصةً في اتجاه الشمال الغربي، كما أظهرت النتائج تفاوتاً ملحوظاً في متوسط شدة الجزيرة الحرارية على الطرق من سنة إلى أخرى، حيث ارتفع متوسط شدة الجزر الحرارية حول الطرق من (21.6°C) عام 2000 إلى (28.4°C) عام 2023، وفي ضوء ذلك، أوصت الدراسة بالآتي: الاهتمام بتشجير أرصفة الطرق والجزر الوسطية، التحوّل إلى النقل العام واستبدال المواد الإسفلتية بالأسفلت الأبيض، الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بُعد في رصد وتقييم أثر استخدامات الأرض على البيئة.

الكلمات المفتاحية: الجزر الحرارية، شبكة الطرق، مدينة عنيزة، استشعار عن بعد، لاندسات.

### Abstract

The current study is concerned with using remote sensing techniques to measure the Land Surface Temperature (LST) and Heat Islands (UHI) in July at Unayzah and their relationship to the development of the land road network for the years (2000, 2013, and 2023), using satellite visuals Landsat 5, 8, and 9, and Open Street Map data, and producing maps of the temporal and spatial distribution of the road network, surface temperature, and heat islands in the city, using (ARCGIS). The objectives of the study include determining the direction of growth and development of the land road network, and its relationship to the formation of heat islands. The most Prominent Findings of the Study: The road network grew at a rate of (67%) for the period 2000-2013, and (36%) for the period 2013-2023, towards the northwest, west, and southwest. This resulted in an increase of the land surface temperature at a rate of (11 °C) since 2000 until 2023, and the appearance of heat island peaks, ranging between (31 - 34 °C), in an unprecedented manner during recent years, especially in the northwest direction. The findings also reveals a noticeable variation in the average intensity of the heat island on the roads from one year to another, as the average intensity of the heat island around the roads increased from (21.6°C) in 2000 to (28.4°C) in 2023. Recommendations of the Study: Interest in planting road sidewalks and central islands, switching to public transportation and replacing asphalt materials with white asphalt, and utilizing remote sensing techniques to monitor and evaluate the impact of land uses on the environment.

**Keywords:** UHI, road network, Unayzah city, Remote Sensing, Landsat.

## المقدمة:

والغطاء النباتي على حساب (LST) باعتباره عاملاً مؤثراً على كثير من النواحي البيئية، وقد جاءت هذه الدراسة من أجل البحث في التغيرات الزمانية لدرجات حرارة سطح الأرض في مدينة عنيزة، وتتبع نمو شبكة الطرق البرية، وإبراز علاقتها كأحد استخدامات الأرض بتشكّل الجزر الحرارية في المدينة، وذلك من خلال قياس درجة حرارة سطح الأرض (LST) والجزر الحرارية (UHI) للفترة (2000-2023) بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat؛ حيث أثبتت بعض الدراسات التي أجريت على الجزر الحرارية الحضرية في فترة السبعينيات والثمانينيات والتي اعتمدت على الصور الفضائية المنخفضة الدقة -إمكانية استخدام صور الأقمار الصناعية في تحديد وتحليل الجزر الحرارية (Pongracz et al, 2006).

## المشكلة:

تعدّ دراسة أسباب التغير المناخي المتنوّعة من الدراسات الحديثة سواء على المستوى العالمي أو المحلي، كما يُعدّ النمو العمراني وبخاصة شبكة الطرق الأسمنتية أحد هذه الأسباب وأكثرها أهميةً في التأثير على درجة حرارة سطح الأرض ومن المواضيع الجغرافية المهمة التي تهمّ بما الدولة في الوقت الحاضر؛ للوقوف على الآثار المناخية الناجمة عنها، وطرح الحلول المناسبة لتحقيق التنمية المستدامة وجودة الحياة للسكان ومُرْتادي الطرق. كما يتسم التوسّع العمراني -وخاصةً الشبكة الطرقية في المملكة العربية السعودية- بالنموّ والتطوّر السريع، سواء على مستوى المدن الكبرى أو المحافظات، وبالرغم من الجانب الإيجابي لهذا التطوّر فإنّ من سلبيّاته نمو الكتلة الخرسانية والطرق الأسفلتية على حساب المناطق الخضراء؛ مما ينتج عنه تراجع مستمرّ في مساحة الأراضي الخضراء وتذبذب درجات الحرارة وعدم استقرارها، وتأتي مدينة عنيزة وبقية مدن منطقة القصيم بمثابة سلّة غذاء المملكة العربية السعودية، وإحدى أهمّ المناطق الزراعية التي تسعى الدراسة الحالية للكشف عن أهمّ الآثار البيئية والمناخية الناجمة عن توسّع شبكة الطرق البرية فيها، وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. ويمكن صياغة مشكلة الدراسة بالتساؤلات الآتية:

1. ما مقدار واتجاه نموّ شبكة الطرق في مدينة عنيزة؟
2. ما مقدار مُتوسّط درجات حرارة سطح الأرض في المدينة خلال الفترة الزمنية 2000-2023؟
3. ما مقدار تشكّل الجزر الحراريّة في مدينة عنيزة خلال سنوات الدّراسة؟
4. ما مدى العلاقة بين تشكّل الجزر الحراريّة ونموّ شبكة الطرق البرية في المدينة؟

## منطقة الدراسة:

توسّط مدينة عنيزة منطقة القصيم في المملكة العربية السعودية، وتقع جنوب وادي الرّمة بين خطّي طول 38° 43'، 18° 44' شرقاً،

تشهد دول العالم تطوُّراً وتزايداً ملحوظاً في درجات الحرارة، وفقاً لما أشارت إليه المنظّمة الدولية للأرصاد الجوية؛ إذ يُعدّ عام 2023 العام الأدفأ، ويُعرى ذلك بشكل واضح إلى مساهمة الغازات المتزايدة في رفع درجة الحرارة والاحتباس الحراري، فقد سجّلت غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي عام 2023 رقمًا قياسيًا جديدًا في درجات الحرارة عن الأعوام الماضية (المنظمة الدولية للأرصاد الجوية، 2023)، كما تشهد المدن الحضرية الكبرى تجمّع أعداد هائلة من السكّان، وانتشار الأنشطة البشرية المتعدّدة، وتنوّع استخدامات الأرض، بما فيها من مناطق سكنية، وشبكات نقل، وخدمات تعليمية وصناعية وتجارية، تُسهم -بلا شك- في إحداث تغييرات مناخية بالمدن الكبرى، مقارنةً بما يحيط بها، بل تُعدّ من أهمّ عوامل تغير المناخ، خاصةً درجة الحرارة (Yang & Liu, 2006)، فعمليات إزالة الغطاء النباتي، وإحلال المواد المُصنّعة كالأسمنت والخرسانة والأسفلت، وتلوّث الهواء في المدن؛ أسهمت في رفع درجة حرارة المدن، بسبب حدوث تغييرات في الخصائص الفيزيائية للسطح (الأليبدو، السعة الحرارية، ناقية الحرارة، الرطوبة)؛ مما يؤدي إلى تغييرات في التدفّقات الإشعاعية على السطح، وإلى الهواء القريب الملامس لهذا السطح (المحمد والدخيل، 2013). وينتج عن ذلك تشكّل ما يُسمّى بالجزر الحراريّة فوق المدن الحضرية Urban Heat Island، والتي تُسهم في وجود تغييرات ومشكلات بيئية داخل نطاق المدن؛ حيث تعمل درجات حرارة سطح الأرض المرتفعة على تدهور ظروف الراحة الحرارية، بالإضافة إلى تكثيف مشكلات الطاقة في المدن (Santamouris, 2014).

وبأني الامتداد العمراني وما يتبعه من توسّع بالطرق المرصوفة في مقدّمة الأنشطة البشرية التي تشهدها المدن، كما يُعدّ الرّصف الأسفلتي أكثر أنواع الرّصف شيوعاً في العالم؛ لما له من مميّزات، كسهولة التنفيذ، وإعادة التأهيل، والصيانة، وسلامة المركبات، إلّا أنه أحد الأسباب الرئيسة في تخزين درجة الحرارة أثناء النهار، وإعادة انبعاثها إلى الغلاف الجوّي، فمعدّل امتصاص الأشعة تحت الحمراء من قِبَل الغلاف الجوّي السُّفلي فوق الطريق الأسفلتي أكبر بمقدار (60) وات للترّ المترّ من ذلك، فوق أسطح التربة أو الرصيف الخرساني (Asaeda et al, 1996)؛ فالتوصيل الحراري يُجثّل إحدى الخصائص المهمة للطرق الأسفلتية؛ نظرًا لأن الرصيف الأسفلتي يمكن أن يكون له تبادُل حراري، من خلال الإشعاع، والحمل الحراري، والتوصيل (Shamsaei, et al, 2022)، كما تُظهر بعض الدراسات أن درجة الحرارة على الطريق الأسفلتي يمكن أن تقترب من 65°م؛ وهذا يعني أنه يمكن الحصول على 160 كيلوات/ ساعة من الطاقة خلال 8 ساعات من طريق يبلغ طوله كيلومترًا واحدًا وعرضه 10 أمتار (Jiang et al, 2017).

تعتمد العديد من الدراسات المهمة بالتغيرات المناخية وعلاقتها بالعمليات الهيدرولوجية والزراعية واستخدامات الأرض

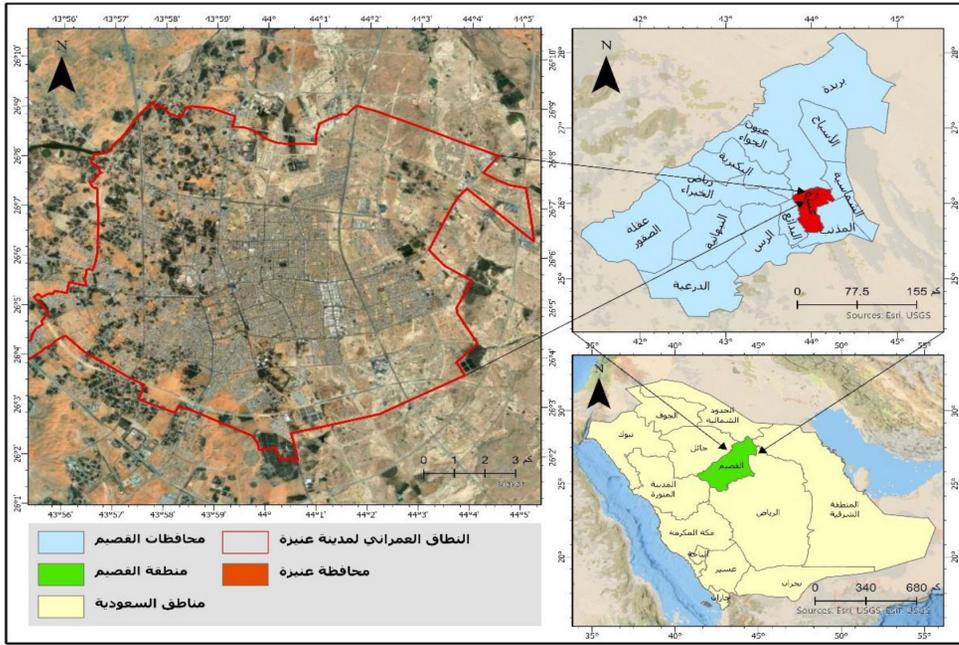
ونظراً لأهمية مدينة عنيزة كأحد أهم المدن الزراعية في المملكة العربية السعودية، التي ازداد بها معدّل التحضر وال عمران على حساب الأراضي الزراعية؛ جاءت هذه الدراسة لتحديد دور نموّ شبكة الطرق البرية في المدينة في التأثير على درجة حرارة سطح الأرض وتشكّل الجزر الحراريّة، وذلك من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

1. تحديد الاتجاه العام لتطوّر شبكة الطرق البرية في مدينة عنيزة، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد.
2. حساب درجات حرارة سطح الأرض والجزر الحراريّة في مدينة عنيزة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، والكشف عن تباينها الزماني والمكاني.
3. تحديد العلاقة بين تطوّر شبكة الطرق وتشكّل الجزر الحراريّة في المدينة.

ودائريّة عرض 46° 25'، 13° 26' شمالاً، وتعدّ طريقاً قديماً لقوافل الحجاج والمعتمرين، ومدينة تجارية وصناعية وزراعية، كما أنّها تُمثّل النقطة التي تصل بين محافظات المنطقة؛ لموقعها المتوسط بين بقية المحافظات (القاضي، 1407) شكل رقم (1)، كما تشهد مدينة عنيزة - كبقية مدن المملكة العربية السعودية - امتداداً حضرياً، ونموّاً عمرانياً، وتطوّراً ملحوظاً، في جميع المجالات الاقتصادية والاجتماعية، فقد زاد عدد السكان من (163.729) نسمة عام 2010م إلى (184.644) نسمة عام 2022م (الهيئة العامة للإحصاء، 2022)؛ مما يقتضي توفير العديد من الخدمات كمدى شبكة من طرق النقل البري الإسفلتية، ذات النسبة العالية في امتصاص الإشعاع الشمسي، وانعكاساته على النسيج العمراني، والتي قد تنتج عنها آثارٌ بيئيةٌ مُباشرةٌ وغير مُباشرة؛ كتلوث الهواء والماء، وزيادة استخدام السيارات، وموارد الطاقة، وانبعث الغازات الدفيئة، فضلاً عن تأثير الجزر الحراريّة.

## شكل 1

### موقع منطقة الدراسة



ملاحظة. المصادر من إعداد الباحث استناداً إلى الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية، 2017، وأمانة منطقة القصيم، 2024.

### الدراسات السابقة:

#### أولاً: الدراسات المحلية:

الأرض، وأن التخطيط الجيد للأحياء ووجود الحدائق، له أثر إيجابي على درجات الحرارة، بعكس المناطق الصناعية في المدينة، التي تُعدُّ بؤرةً تتركز فيها الجزر الحارّة، وأوصت الدراسة بضرورة التشجير والتخطيط الجيد للأحياء، وإعمار مناطق الصحاري، مع عدم المساس بأراضي الواحات.

كما أشار (Aina et al, 2017) في دراستهم Spatiotemporal Variations in the Impacts of Urban Land Use Types on Urban Heat Island

اعتمدت الحبيب (2007)، في دراستها: «الجزيرة الحرارية في مدينة الدمام باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد»، على بيانات العمل الميداني، ومقارنتها ببيانات الصور الرقمية للقمر الصناعي لاندسات 5 والمستشعر TM، بعد تحويلها - وفقاً لنماذج وكالة ناسا للعلوم الفضائية - إلى درجة حرارة مئوية ومُطلّقة، وقد توصلت الدراسة إلى أن نمط الجزر الحراريّة، يختلف تبعاً لاستخدام

الطيفي ودرجة الحرارة المستخلصة من صور الأقمار الصناعية.

### ثانياً: الدراسات الإقليمية

اعتمد محمد والدخيل (2013)، في دراستهما: «التغيرات الزمانية والمكانية للجزر الحرارية في مدينة دمشق»، على بيانات القمر الصناعي Terra/MODIS لاستخلاص درجة الحرارة الحضرية السطحية (لمدة ثمانية أيام متتالية، وبقدرة تفسير مكانية (1) كم، صيفاً وشتاءً لعام 2010، لفترة النهار 11:59 والليل (23:59)، وذلك لدراسة ظاهرة الجزيرة الحرارية، وأظهرت النتائج أن الجزء الشرقي من المدينة، يُعدُّ بؤرةً حراريةً في كافة فصول السنة، وذلك بسبب كثافة السكان، العمران، الطرق، وسائل النقل، الطاقة، وقدرتها على الخزن الحراري العالي، في حين تبيّن المناطق الخضراء الواقعة في الجنوب الشرقي من مدينة دمشق (الغوطة الشرقية)، من أبرد المناطق الحضرية، وقد أوصت الدراسة بحاجة شرق مدينة دمشق إلى إقامة أحزمة خضراء؛ للتخفيف من ارتفاع درجات الحرارة فيها.

وأشار الجشعي (2018)، في دراسته: «التحليل المكاني للجزر الحرارية في مدينة النجف باستخدام التقنيات الجغرافية»، إلى ارتفاع درجة الحرارة لشهر أغسطس في سنة 2017 في مدينة النجف، حسب استعمالات الأرض، ومن خلال نتائج المرئيات الفضائية مقارنةً مع شهر أغسطس في سنة 1987، وسُجّلت أعلى قيم لدرجة الحرارة في استعمالات الأرض الخاصة بالنقل، كما ظهر من تحليل نتائج المرئيات الفضائية لشهر شباط؛ أن للغطاء النباتي أهمية في التعديل من التطرف الحراري، وقد أوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بالزراعة ضمن استعمالات الأرض بالنقل والصناعة، وضرورة عدم التجاوز على المسطحات الخضراء عند تصميم المدن.

وكان الهدف الرئيس لدراسة (Elmarakby., et al, 2020) «Spatial Morphology and Urban Heat Island: Comparative Case Studies»، هو دراسة التباين في درجة حرارة سطح الأرض (LST)، للمناطق الأربع: (القاهرة الفاطمية، وسط البلد، مدينة نصر، مدينة الشروق)، من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، وأشارت النتائج إلى وجود تباين جغرافي في شدة UHI، حيث تُعدُّ مدينة نصر هي المنطقة التي تعاني منها بقوة، مقارنةً بالمدن الأخرى بنسبة (30.3%)، بسبب وجود الأراضي غير المستغلة، والمناطق العسكرية والصناعية، تليها مدينة الشروق بنسبة (28.4%)، بسبب وجود العديد من المناطق تحت الإنشاء، ثم القاهرة الفاطمية بنسبة (26.3%)، في حين أن وسط المدينة هي المنطقة الأقل معاناة من UHI، بنسبة (23%)، وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بالتخطيط الحضري للمدن، وتتبع ظاهرة الجزيرة الحرارية مكانياً وزمانياً.

سلط (Patel, et al, 2024) في دراستهم Land surface temperature responses to land use dynamics in

Effects: The Case of Riyadh, Saudi Arabia دور التحضر واستخدامات الأرض والغطاء النباتي في التأثير على درجة حرارة سطح الأرض LST خاصة في البيئات الصحراوية وقد استخدم الباحثين صور لاندسات المتعددة لمدينة الرياض خلال الأعوام 1985، 1995، 2002 لمختلف أنواع استخدام الأرض، وقد توصلت الدراسة إلى وجود اتجاه لارتفاع درجات الحرارة في جميع أنواع استخدامات الأرض في منطقة الدراسة والذي يمكن أن يعود إلى التغيرات المناخي، كما اشارت الدراسة إلى أن المناطق الصناعية تتمتع بأعلى درجات حرارة مقارنة بمناطق الغطاء النباتي التي تمثل أدناه، كما اوصت الدراسة بضرورة اتخاذ التدابير اللازمة للتخفيف من درجات الحرارة في المدينة وإجراء المزيد من الدراسات لاستخلاص LST بدلا من استخدام السطوح عند القمر الصناعي، والاستفادة من البيانات السكانية لتحليل مدى تعرض السكان لدرجات الحرارة المرتفعة.

أيضاً توصلت العاجزة (2018)، في دراستها: «أثر التوسع العمراني على متوسطات درجات الحرارة في شمال مدينة الرياض» باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد»، من خلال استخدام برنامج (ERDAS، ARCMAP)، وكذلك استخدام مرئيات لاندسات (504) للأعوام 1985 و 2000 ومرئية لاندسات (8) لعام 2016، وأن أحياء شمال مدينة الرياض، شهدت توسعاً عمرانياً ملحوظاً في عام 1985، بنسبة تغير (3.3%)، بينما في عام 2016 وصلت إلى (16.6%)، كما أن متوسط درجة حرارة الهواء في شهر إبريل الأقل حرارة في عام 1985 حيث بلغت (13.4°)، بينما في عام 2000 بلغت (14.9°م)، وفي عام 2016 بلغت (15.5°م)، أي أن متوسط درجة الحرارة لشهر إبريل كانت الأعلى في عام 2016، كما توصلت الدراسة إلى أن العلاقة بين النمو العمراني وارتفاع درجة حرارة السطح، هي علاقة ارتباط طردية متوسطة.

كما اتبع ال سالم (2021) في دراسة «مراقبة تغير الجزر الحرارية بمدينة ينبع غرب المملكة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد: دراسة في الجغرافيا المناخية» منهج التحليل المكاني للمرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعي لاندسات، من خلال معالجة المرئيات لاشتقاق طبقات الإشعاع الطيفي، ومن ثم استخلاص درجات الحرارة، وهدفت الدراسة إلى تحديد مناطق تركيز الجزر الحرارية وتطورها الزمني في مدينة ينبع، وتوصلت الدراسة إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة من 31.75°م عام 2001، إلى 35.24°م عام 2019، وزادت مساحة الجزر الحرارية أعلى من 35°م من 0.72 كم<sup>2</sup>، بنسبة 0.22% من إجمالي مساحة المدينة عام 2001، إلى 11.23 كم<sup>2</sup>، بنسبة 3.43% من إجمالي مساحة المدينة عام 2010، إلى 198.6 كم<sup>2</sup> بنسبة 60.63% من إجمالي مساحة المدينة عام 2019، وارجع الباحث سبب هذا التطور في توسع مساحة الجزر الحرارية في المدينة إلى النمو الحضري وتطور استعمالات الأرض، التي تؤثر على الإشعاع

حيث لاحظ الباحثون كثافة عالية من الجزر الحرارية UHI، تبلغ أكثر من (10) درجات مئوية في مدينة ميمنسنيغ، وأكثر من (9) درجات مئوية في شاتوغرام، بينما باريسال (8) درجات مئوية، مقارنةً بالمناطق الأخرى، بسبب الكثافة السكانية، والتحصُّر غير المخطَّط له، كما حدَّد الباحثون مناطق LST (النقاط الساخنة) الأعلى في جميع المناطق، التي سيتمُّ زيادتها مع التوسُّع الحضري، وأوصت الدراسة بضرورة وضع استراتيجيات للحدِّ من تشكُّل الجزر الحرارية، خاصةً في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية، والحدِّ كذلك من الآثار المحتملة على تغيُّر المناخ الإقليمي.

وفي السياق ذاته، استخدم (Thu Tran, & Yang, 2023) في دراستهما: «Using Thermal Remote Sensing to Quantify Impact of Traffic on Urban Heat Islands during COVID-19»، نموذج الأحماد المتعدِّد، بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بُعد، لعامي (2019 و 2020)، خلال فترة الإغلاق COVID-19، على اعتبار أن فترة الإغلاق بمثابة متغيِّر لتقييم أثر كثافة الحركة المرورية، على تشكُّل الجزر الحرارية في سبِّ مقاطعات، وهي: (مقاطعة سان فرانسيسكو، مقاطعة سانتا كلارا، مقاطعة سان ماتيو، مقاطعة مارين، مقاطعة كونترا كوستا، مقاطعة الأميديا)، وتشير نتائج التحليل إلى أن انخفاض حجم حركة المرور في المناطق الحضرية، يمكن أن يقلِّل بشكلٍ كبيرٍ من شدَّة الجزر الحرارية، حيث إنه خلال فترة إغلاق حركة المرور بسبب COVID-19؛ انخفضت شدَّة الجزيرة الحرارية (1.52°م، 2.5°م)، خلال فترة النهار والظهيرة، حيث تُريد الحركة المرورية من انبعاث الغازات المسبِّبة للاحتباس الحراري، كالكربون والغازات الدفيئة، كما أن هناك تبايناً مكانياً بين المقاطعات السبِّ، في شدَّة الجزيرة الحرارية، وربما يعود ذلك إلى تأثير القرب والبُعد عن المسطَّحات المائية.

جرى في الدراسات السابقة المحلية والإقليمية والعالمية على حدِّ سواء مناقشة أساليب استخلاص درجة حرارة سطح الأرض (LST) والجزر الحرارية (UHI) وتأثيرها بأنواع استخدامات الأرض؛ كما تتفق هذه الدراسات مع الدراسة الحالية في مواكبة الدراسات الخاصة بالجزر الحرارية وتحليلها الزماني والمكاني ومناقشة علاقتها بأنواع استخدام الأرض، إلا أن الدراسة الحالية جاءت لمناقشة وتحليل الجزر الحرارية حسب نوع استخدام الأرض المتمثل في الطرق البرية داخل مدينة عنيزة لفتترات زمنية متعددة ضمن إطار مكاني مختلف عن الدراسات السابقة يتمثل في مدينة عنيزة كأحد الدراسات الأولى -على حد علم الباحث- التي تناقش مواضيع الجزر الحرارية على مستوى المدن ذات المساحات الصغيرة في المملكة العربية السعودية.

### منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي، الذي قام على تتبُّع الظاهرة المدروسة، ثمَّ وصفها، وتحليلها مكانياً وزمانياً، وأيضاً المنهج الكمي، الذي يعتمد على التحليل

urban areas of Doha, Qatar الضوء على أثر استخدامات الأرض في التأثير على LST لمدة 23 عاماً في مدينة الدوحة، قطر. وذلك باستخدام المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat وتوصلت الدراسة إلى استمرار توسع المناطق المبنية في المدينة حيث زادت نسبة النطاق العمراني من 46.86% عام 2013 إلى 71.23% عام 2022، وأشارت الدراسة إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء في الصيف من 38.8°م عام 2000 إلى 45°م عام 2023، وبلغت أقصى درجة حرارة سطحية LST لعام 2000 حوالي 34°م و 51°م عام 2023 حيث بلغ متوسط تغير درجة حرارة سطح الأرض LST حوالي 7.6°م خلال الفترة 2000-2023، وارجع الباحثين سبب ارتفاع درجات الحرارة إلى توسع النطاق العمراني وطول ساعات النهار ووقوع المدينة في النطاق الصحراوي الجاف.

### ثالثاً: الدراسات العالمية

وجد (Ikechukwu 2015)، في دراسته «The Effects of Road and Other Pavement Materials on Urban Heat Island (A Case Study of Port Harcourt City)»، أن الحرارة المعدَّ إشعاعها بواسطة الهياكل الحضرية، ومواد الطرق، ومواد الرصف (الأسفلت)، والخرسانة، والنباتات، والأرض؛ تؤدِّي دوراً مهماً للغاية في التأثير على الجزر الحرارية (UHI)، حيث إن هذه المواد لها تأثير على زيادة الجزيرة الحرارية الحضرية في مدينة بورت هاركورت، وقد كان للأسفلت الأثر الأكبر في زيادة الجزيرة الحرارية الحضرية، بارتفاع أربع درجات في درجة الحرارة، تليها الخرسانة بارتفاع ثلاث درجات، والأرض (الأرض العادية) بارتفاع درجتين، وأخيراً الغطاء النباتي (العُشب) بارتفاع درجة حرارة واحدة، وأوصت الدراسة بضرورة مراجعة أو إعادة تصميم المخطَّط الرئيسي لمدينة بورت هاركورت بالكامل؛ لتوفير المزيد من المناطق الخضراء، بدلاً من الأرصفت والمناطق الحرسانية؛ لتقليل آثار الجزر الحرارية، وتحسين الظروف المعيشية لسكان في مدينة بورت هاركورت.

كما أشارت دراسة (Rahman, et al., 2022) «Impact of Urbanization on Urban Heat Island Intensity in Major Districts of Bangladesh Using Remote Sensing and Geo-Spatial Tools»، إلى أن التطوُّر الحضري يرتبط ارتباطاً وثيقاً، بتغيُّرات الغطاء الأرضي لاستخدام الأراضي، والتي تؤثر في درجة حرارة سطح الأرض (LST)، وكثافة الجزر الحرارية الحضري (UHI)، وقد استهدفت الدراسة تحديد التغيُّرات الزمانية والمكانية لكثافة الجزر الحرارية UHI فترة الشتاء، بين عامي 2000 - 2019، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، واستخدمت لهذا الغرض صور لاندسات (8)، ولاندسات (5)، وأظهرت نتائج الدراسة أن تشكُّل الجزر الحرارية في المقاطعات الرئيسية في بنجلادش في اتجاه متصاعد، ما عدا مقاطعتي راجشاهي وارانغور، بينما المناطق الكبيرة لديها ارتفاع في درجة الحرارة أكبر من المناطق الصغيرة،

درجات الحرارة في المدينة وإجراء المزيد من الدراسات لاستخلاص LST بدلا من استخدام السطوح عند القمر الصناعي، والاستفادة من البيانات السكانية لتحليل مدى تعرض السكان لدرجات الحرارة المرتفعة.

أيضاً توصلت العاجزة (2018)، في دراستها: «أثر التوسع العمراني على متوسطات درجات الحرارة في شمال مدينة الرياض» باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، من خلال استخدام برنامج (ERDAS، ARCMAP)، وكذلك استخدام مرئيات لاندسات (5 و4) للأعوام 1985 و 2000 ومرئية لاندسات (8) لعام 2016، وأن أحياء شمال مدينة الرياض، شهدت توسعاً عمرانياً ملحوظاً في عام 1985، بنسبة تغير (3.3%)، بينما في عام 2016 وصلت إلى (16.6%)، كما أن متوسط درجة حرارة الهواء في شهر إبريل الأقل حرارة في عام 1985 حيث بلغت (13.4°)، بينما في عام 2000 بلغت (14.9°م)، وفي عام 2016 بلغت (15.5°م)، أي أن متوسط درجة الحرارة لشهر إبريل كانت الأعلى في عام 2016، كما توصلت الدراسة إلى أن العلاقة بين النمو العمراني وارتفاع درجة حرارة السطح، هي علاقة ارتباط طردية متوسطة.

كما تبع ال سالم (2021) في دراسة «مراقبة تغير الجزر الحرارية بمدينة ينبع غرب المملكة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد: دراسة في الجغرافيا المناخية» منهج التحليل المكاني للمرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعي لاندسات، من خلال معالجة المرئيات لاشتقاق طبقات الإشعاع الطيفي، ومن ثم استخلاص درجات الحرارة، وهدفت الدراسة إلى تحديد مناطق تركز الجزر الحرارية وتطورها الزمني في مدينة ينبع، وتوصلت الدراسة إلى ارتفاع متوسط درجات الحرارة من 31.75°م عام 2001، إلى 35.24°م عام 2019، وزادت مساحة الجزر الحرارية أعلى من 35°م من 0.72 كم<sup>2</sup>، بنسبة 0.22% من إجمالي مساحة المدينة عام 2001، إلى 11.23 كم<sup>2</sup>، بنسبة 3.43% من إجمالي مساحة المدينة عام 2010، إلى 198.6 كم<sup>2</sup> بنسبة 60.63% من إجمالي مساحة المدينة عام 2019، وارجع الباحث سبب هذا التطور في توسع مساحة الجزر الحرارية في المدينة إلى النمو الحضري وتطور استعمالات الأرض، التي تؤثر على الإشعاع الطيفي ودرجة الحرارة المستخلصة من صور الأقمار الصناعية.

#### ثانياً: الدراسات الإقليمية

اعتمد محمد والدخيل (2013)، في دراستهما: «التغيرات الزمانية والمكانية للجزر الحرارية في مدينة دمشق»، على بيانات القمر الصناعي Terra/MODIS لاستخلاص درجة الحرارة الحضرية السطحية (لمدة ثمانية أيام متتالية، وبقدرة تفسير مكانية (1) كم، صيفاً وشتاءً لعام 2010، لفترة النهار 11:59 والليل 23:59)، وذلك لدراسة ظاهرة الجزر الحرارية، وأظهرت النتائج أن الجزء الشرقي من المدينة، يُعدُّ بؤرةً حراريةً في كافة فصول السنة، وذلك بسبب كثافة السكان، العمران، الطرق، وسائل

الإحصائي لبيانات المرئيات الفضائية، وأخيراً استخدام الأسلوب الكارتوجرافي؛ لتحويل النتائج المتحصّل عليها إلى قاعدة بيانات، تُستخدَم في تمثيل الخرائط والرسوم البيانية، وذلك من خلال المراحل الآتية:

#### 1. مرحلة جمع البيانات:

أ. تمّ تحميل صور الأقمار الصناعية لمدينة عنيزة، بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي Landsat، من خلال المرئيات (5، 8، 9)، لكلٍّ من الأعوام الثلاثة التي شملتها الدراسة (2000، 2013، 2023) لشهر يوليو، من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS. جدول رقم (1). وقد تم اختيار شهر يوليو باعتبار أن أشهر الصيف تُمثل أشد شهور السنة في شدة الجزر الحرارية فوق المدن الحضرية وذلك نتيجة زيادة معدلات الاشعاع الشمسي والطاقة المكتسبة خلال النهار، وما ينتج عن ذلك من زيادة خطورة الجزر الحرارية فوق المدن في التأثير على صحة السكان وراحتهم وزيادة معدلات استهلاك الطاقة خلال موسم الصيف.

#### الدراسات السابقة:

##### أولاً: الدراسات المحلية:

اعتمدت الحبيب (2007)، في دراستها: «الجزيرة الحرارية في مدينة الدمام باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد»، على بيانات العمل الميداني، ومقارنتها ببيانات الصور الرقمية للقمر الصناعي لاندسات 5 والمستشعر TM، بعد تحويلها - وفقاً لنماذج وكالة ناسا للعلوم الفضائية - إلى درجة حرارة مئوية ومُطلّقة، وقد توصلت الدراسة إلى أن نمط الجزر الحرارية، يختلف تبعاً لاستخدام الأرض، وأن التخطيط الجيد للأحياء ووجود الحدائق، له أثر إيجابي على درجات الحرارة، بعكس المناطق الصناعية في المدينة، التي تُعدُّ بؤرةً تتركز فيها الجزر الحارة، وأوصت الدراسة بضرورة التشجير والتخطيط الجيد للأحياء، وإعمار مناطق الصحاري، مع عدم المساس بأراضي الواحات.

كما أشار (Aina et al, 2017) في دراستهم Spatiotemporal Variations in the Impacts of Urban Land Use Types on Urban Heat Island Effects: The Case of Riyadh, Saudi Arabia إلى دور التحضر واستخدامات الأرض والغطاء النباتي في التأثير على درجة حرارة سطح الأرض LST خاصة في البيئات الصحراوية وقد استخدم الباحثين صور لاندسات المتعددة لمدينة الرياض خلال الأعوام 1985 ، 1995 ، 2002 لمختلف أنواع استخدام الأرض، وقد توصلت الدراسة إلى وجود اتجاه لارتفاع درجات الحرارة في جميع أنواع استخدامات الأرض في منطقة الدراسة والذي يمكن أن يعود إلى التغيرات المناخي، كما اشارت الدراسة إلى أن المناطق الصناعية تتمتع بأعلى درجات حرارة مقارنة بمناطق الغطاء النباتي التي تمثل أدناه، كما اوصت الدراسة بضرورة اتخاذ التدابير اللازمة للتخفيف من

توسع النطاق العمراني وطول ساعات النهار ووقوع المدينة في النطاق الصحراوي الجاف.

### ثالثاً: الدراسات العالمية

وجد (Ikechukwu (2015) في دراسته «The Effects of Road and Other Pavement Materials on Urban Heat Island (A Case Study of Port Harcourt City)»، أن الحرارة المعاد إشعاعها بواسطة الهياكل الحضرية، ومواد الطرق، ومواد الرصف (الأسفلت)، والخرسانة، والنباتات، والأرض؛ تؤدي دوراً مهماً للغاية في التأثير على الجزر الحرارية (UHI)، حيث إن هذه المواد لها تأثير على زيادة الجزيرة الحرارية الحضرية في مدينة بورت هاركورت، وقد كان للأسفلت الأثر الأكبر في زيادة الجزيرة الحرارية الحضرية، بارتفاع أربع درجات في درجة الحرارة، تليها الخرسانة بارتفاع ثلاث درجات، والأرض (الأرض العادية) بارتفاع درجتين، وأخيراً الغطاء النباتي (العشب) بارتفاع درجة حرارة واحدة، وأوصت الدراسة بضرورة مراجعة أو إعادة تصميم المخطط الرئيسي لمدينة بورت هاركورت بالكامل؛ لتوفير المزيد من المناطق الخضراء، بدلاً من الأرصفت والمناطق الخرسانية؛ لتقليل آثار الجزر الحرارية، وتحسين الظروف المعيشية للسكان في مدينة بورت هاركورت.

كما أشارت دراسة (Rahman, et al., 2022) «Impact of Urbanization on Urban Heat Island Intensity in Major Districts of Bangladesh Using Remote Sensing and Geo-Spatial Tools»، إلى أن التطور الحضري يرتبط ارتباطاً وثيقاً، بتغيرات الغطاء الأرضي لاستخدام الأراضي، والتي تؤثر في درجة حرارة سطح الأرض (LST)، وكثافة الجزر الحرارية الحضرية (UHI)، وقد استهدفت الدراسة تحديد التغيرات الزمانية والمكانية لكثافة الجزر الحرارية UHI فترة الشتاء، بين عامي 2000 - 2019، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، واستخدمت لهذا الغرض صور لاندسات (8)، ولاندسات (5)، وأظهرت نتائج الدراسة أن تشكّل الجزر الحرارية في المقاطعات الرئيسية في بنجلادش في اتجاه متصاعد، ما عدا مقاطعتي راجشاهي وراغبور، بينما المناطق الكبيرة لديها ارتفاع في درجة الحرارة أكبر من المناطق الصغيرة، حيث لاحظ الباحثون كثافة عالية من الجزر الحرارية UHI، تبلغ أكثر من (10) درجات مئوية في مدينة ميمسنينغ، وأكثر من (9) درجات مئوية في شاتوغرام، بينما ياربسال (8) درجات مئوية، مقارنةً بالمناطق الأخرى، بسبب الكثافة السكانية، والتحصّر غير المخطط له، كما حدّد الباحثون مناطق LST (النقاط الساخنة) الأعلى في جميع المناطق، التي سيتمّ زيادتها مع التوسّع الحضري، وأوصت الدراسة بضرورة وضع استراتيجيات للحدّ من تشكّل الجزر الحرارية، خاصةً في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية، والحدّ كذلك من الآثار المحتملة على تغيّر المناخ الإقليمي.

النقل، الطاقة، وقدرتها على الخزن الحراري العالي، في حين تبيّن المناطق الخضراء الواقعة في الجنوب الشرقي من مدينة دمشق (الغوة الشرقية)، من أبرز المناطق الحضرية، وقد أوصت الدراسة بحاجة شرق مدينة دمشق إلى إقامة أخزمة خضراء؛ للتخفيف من ارتفاع درجات الحرارة فيها.

وأشار الجشعي (2018)، في دراسته: «التحليل المكاني للجزر الحرارية في مدينة النجف باستخدام التقنيات الجغرافية»، إلى ارتفاع درجة الحرارة لشهر أغسطس في سنة 2017 في مدينة النجف، حسب استعمالات الأرض، ومن خلال نتائج المرئيات الفضائية مقارنةً مع شهر أغسطس في سنة 1987، وسُجّلت أعلى قيم لدرجة الحرارة في استعمالات الأرض الخاصة بالنقل، كما ظهر من تحليل نتائج المرئيات الفضائية لشهر شباط؛ أن للغطاء النباتي أهمية في التعديل من التطرف الحراري، وقد أوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بالزراعة ضمن استعمالات الأرض بالنقل والصناعة، وضرورة عدم التجاوز على المسطحات الخضراء عند تصميم المدن.

وكان الهدف الرئيس لدراسة (Elmarakby., et al, 2020) «Spatial Morphology and Urban Heat Island: Comparative Case Studies»، هو دراسة التباين في درجة حرارة سطح الأرض (LST)، للمناطق الأربع: (القاهرة الفاطمية، وسط البلد، مدينة نصر، مدينة الشروق)، من خلال استخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، وأشارت النتائج إلى وجود تباين جغرافي في شدة UHI، حيث تُعدّ مدينة نصر هي المنطقة التي تعاني منها بقوة، مقارنةً بالمدن الأخرى بنسبة (30.3%)، بسبب وجود الأراضي غير المستعملة، والمناطق العسكرية والصناعية، تليها مدينة الشروق بنسبة (28.4%)، بسبب وجود العديد من المناطق تحت الإنشاء، ثم القاهرة الفاطمية بنسبة (26.3%)، في حين أن وسط المدينة هي المنطقة الأقل معاناة من UHI، بنسبة (23%)، وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بالتخطيط الحضري للمدن، وتبّع ظاهرة الجزيرة الحرارية مكانياً وزمانيّاً.

سلط (Patel, et al, 2024) في دراستهم Land surface temperature responses to land use dynamics in urban areas of Doha, Qatar الضوء على أثر استخدامات الأرض في التأثير على LST لمدة 23 عاماً في مدينة الدوحة، قطر. وذلك باستخدام المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat وتوصلت الدراسة إلى استمرار توسع المناطق المبنية في المدينة حيث زادت نسبة النطاق العمراني من 46.86% عام 2013 إلى 71.23% عام 2022، وأشارت الدراسة إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء في الصيف من 38.8° م عام 2000 إلى 45° م عام 2023، وبلغت أقصى درجة حرارة سطحية LST لعام 2000 حوالي 34° م و 51° م عام 2023 حيث بلغ متوسط تغير درجة حرارة سطح الأرض LST حوالي 7.6° م خلال الفترة 2000-2023، وارجع الباحثين سبب ارتفاع درجات الحرارة الى

أطار مكاني مختلف عن الدراسات السابقة يتمثل في مدينة عنيزة كأحد الدراسات الأولى -على حد علم الباحث- التي تناقش مواضيع الجزر الحرارية على مستوى المدن ذات المساحات الصغيرة في المملكة العربية السعودية.

### منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي، الذي قام على تتبع الظاهرة المدروسة، ثم وصفها وتحليلها مكانيًا وزمانيًا، وأيضًا المنهج الكمي، الذي يعتمد على التحليل الإحصائي لبيانات المرئيات الفضائية، وأخيرًا استخدام الأسلوب الكارتوجرافي؛ لتحويل النتائج المتحصّل عليها إلى قاعدة بيانات، تُستخدم في تمثيل الخرائط والرسوم البيانية، وذلك من خلال المراحل الآتية:

### 1. مرحلة جمع البيانات:

أ. تمّ تحميل صور الأقمار الصناعية لمدينة عنيزة، بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي Landsat، من خلال المرئيات (5, 8, 9)، لكلٍ من الأعوام الثلاثة التي شملتها الدراسة (2000, 2013, 2023) لشهر يوليو، من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS. جدول رقم (1). وقد تم اختيار شهر يوليو باعتبار أن أشهر الصيف تُمثل أشد شهور السنة في شدة الجزر الحرارية فوق المدن الحضرية وذلك نتيجة زيادة معدلات الإشعاع الشمسي والطاقة المكتسبة خلال النهار، وما ينتج عن ذلك من زيادة خطورة الجزر الحرارية فوق المدن في التأثير على صحة السكان وراحتهم وزيادة معدلات استهلاك الطاقة خلال موسم الصيف.

وفي السياق ذاته، استخدم (Thu Tran, & Yang, 2023) في دراستهما: «Using Thermal Remote Sensing to Quantify Impact of Traffic on Urban Heat Islands during COVID-19»، نموذج الأحماد المتعدّد، بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بُعد، لعامي (2019 و 2020)، خلال فترة الإغلاق COVID-19، على اعتبار أن فترة الإغلاق بمثابة متغيّر لتقييم أثر كثافة الحركة المرورية، على تشكّل الجزر الحرارية في سبّ مقاطعات، وهي: (مقاطعة سان فرانسيسكو، مقاطعة سانتا كلارا، مقاطعة سان ماتيو، مقاطعة مارين، مقاطعة كونترا كوستا، مقاطعة الأميدا)، وتشير نتائج التحليل إلى أن انخفاض حجم حركة المرور في المناطق الحضرية، يمكن أن يقلّل بشكل كبير من شدة الجزر الحرارية، حيث إنه خلال فترة إغلاق حركة المرور بسبب COVID-19؛ انخفضت شدة الجزيرة الحرارية (1.52 م، 2.5 م)، خلال فترة النهار والظهيرة، حيث تُزيد الحركة المرورية من انبعاث الغازات المسبّبة للاحتباس الحراري، كالكربون والغازات الدفيئة، كما أن هناك تباينًا مكانيًا بين المقاطعات السبّ، في شدة الجزيرة الحرارية، وربما يعود ذلك إلى تأثير القرب والبُعد عن المسطّحات المائية.

جرى في الدراسات السابقة المحلية والاقليمية والعالمية على حد سواء مناقشة أساليب استخلاص درجة حرارة سطح الأرض (LST) والجزر الحرارية (UHI) وتأثيرها بأنواع استخدامات الأرض؛ كما تتفق هذه الدراسات مع الدراسة الحالية في مواكبة الدراسات الخاصة بالجزر الحرارية وتحليلها الزماني والمكاني ومناقشة علاقتها بأنواع استخدام الأرض، إلا أن الدراسة الحالية جاءت لمناقشة وتحليل الجزر الحرارية حسب نوع استخدام الأرض المتمثل في الطرق البرية داخل مدينة عنيزة لفترات زمنية متعددة ضمن

### جدول 1

#### خصائص مستشعر القمر الصناعي Landsat 5-8-9

المستشعر	النطاقات الطيفية (نانومتر)	الدقة المكانية (أمتار)	الدقة الزمنية (أيام)	التغطية (كيلومتر)	الدقة (bits)	الإشعاعية
لانسات 5 TM	450 - 2350	30	16	185	8	
لانسات 8 OLI	435 - 2300	30 (PAN: 15)	16	185	12	
لانسات 9 OLI	435 - 2300	30 (PAN: 15)	8	185	12	

ملاحظة / المصدر: USGS Landsat Program Web site

التحليلية، وبناء النماذج المتعدّدة، لحساب الانعكاسية السطحيّة، والإشعاع الطيفي، والسطوح الحراري، واستخدام مؤشّر تسوية الاختلاف النباتي (NDVI)، فضلاً عن استخدام الانبعاث الأرضي (LSE(E))؛ للوصول إلى تقدير درجة حرارة سطح الأرض (LST) في مدينة عنيزة، وتحليل التغيّرات الزمانية والمكانية، لتشكّل الجزر الحرارية (UHI)، شكل رقم (2). وذلك بالاعتماد على الآتي:

أ. استخراج Land Surface Temperature (LST) حرارة السطح الأرضية بالاعتماد على مرئيات Landsat-5 لعام 2000.

تم استخدام الباند الحراري 6 لحساب درجة حرارة سطح الأرض (LST) لمرئيات القمر الصناعي Landsat-5. يمكن تلخيص الخطوات التي تم القيام بها في ثلاث خطوات أساسية:

### 1. تحويل الرقم الرقمي (DN) إلى إشعاع (L<sub>γ</sub>):

ب. تمّ تحميل ورسم شبكة الطرق لمدينة عنيزة لعام 2023، من خلال موقع Open Streets map، وبالنسبة لعامي (2000, 2013)، فقد تمّ رسم شبكة الطرق، بالاعتماد على خاصيّة الرجوع بالزمن داخل برنامج Google Earth Pro.

### 2. مرحلة حساب درجة حرارة سطح الأرض (LST) والجزر الحرارية (UHI):

قبل البدء في تطبيق المعادلات على المرئيات الفضائية، تمت معالجة الصور الفضائية لمدينة عنيزة، وذلك بعمل تصحيح هندسي للصور ليتماشى مع الإسقاط المحلي لمدينة عنيزة WGS 1984 UTM ZONE 38N. هذه العملية ضرورية لضمان دقة عالية في البيانات المستخدمة في التحليلات التي سنقوم بها في هذه الدراسة.

كم تمّ حساب حرارة السطح الأرضي (LST)، من بيانات القمر الصناعي Landsat، وباستخدام المعادلات الرياضية

$$L_{\gamma} = \left( \frac{LMAX_{\gamma} - LMIN_{\gamma}}{QCALMAX - QCALMIN} \right) \times (QCAL - QCALMIN) + LMIN_{\gamma}$$

- **LMIN<sub>y</sub>** = Spectral radiance scaled to QCALMIN in (watts / (m<sup>2</sup> \* sr \* μm))
- **QCALMIN** = Minimum quantized calibrated pixel value (corresponding to LMIN<sub>y</sub>) in DN
- **QCALMAX** = Maximum quantized calibrated pixel value (corresponding to LMAX<sub>y</sub>) in DN

Where:

- **L<sub>y</sub>** = Spectral radiance
- **QCAL** = Quantized calibrated pixel value in DN
- **LMAX<sub>y</sub>** = Spectral radiance scaled to QCALMAX in (watts / (m<sup>2</sup> \* sr \* μm))

3. تحويل درجة الحرارة من وحدة الكلفن الى الدرجة المتوية.

$$T_c = T_k - 273.15$$

2. حساب درجة حرارة السطوح بوحدة الكلفن:

$$T_k = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\gamma}} + 1\right)}$$

### 1. Conversion to Top-of-Atmosphere (TOA) Radiance.

$L(\lambda) = ML \times \text{Band } 10 + AL - O_i$  Where:

- **L(λ)**: TOA spectral radiance ML: Radiance multiplicative band (MTL txt) AL: Radiance add band #10 (MTL txt)
- **O<sub>i</sub>**: correction value (for Landsat 8&9 Band#10 = 0.29)

Where:

- **T** = Effective at satellite Temperature in Kelvin>
- **K2** = Calibration constant 2.
- **K1** = Calibration constant 1.
- **L<sub>y</sub>** = Spectral radiance

جدول 2

معامل الضرب (ML) ومعامل الإضافة (AL) للحزمة الطيفية من ملف البيانات الوصفية للمرتبة الفضائية باند 10

المعامل	Landsat8	Landsat9
ML	0.0003342	0.00038000
AL	0.1	0.10

ملاحظة/ المصدر بيانات الملف المرفق مع المرتبات

ture Co

- **L(λ)**: TOA spectral radiance
- **K1**: K1 constant for band#10 (MTL txt)
- **K2**: K2 constant for band#10 (MTL txt)

### 2. Conversion to Top-of-Atmosphere (TOA) Brightness Temperature

Kelvin (k) to Celsius degree Co  $BT = K2 / \ln(k/L(\lambda)+1) - 273.15$  Where:

- **BT**: Top of Atmosphere brightness tempera-

جدول 3

الثابت الحراري من ملف البيانات الوصفية للمرتبة الفضائية

الثابت	Landsat5	Landsat8	Landsat9
K1	607.76	774.8853	799.0284
K2	1260.56	1321.0789	1329.2405

ملاحظة/ المصدر بيانات الملف المرفق مع المرتبات

Where: **NIR** is the reflectance band in the NIR channel and **RED** is reflectance band in the red channel.

### 3. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

جدول رقم 4

الانعكاسية في حزمة الأشعة قرب الحمراء (NIR) والحمراء المرتبة (RED)

	Landsat 5	Landsat 8	Landsat 9
<b>NER</b>	Band 4	Band 5	Band 5
<b>RED</b>	Band 3	Band 4	Band 4

ملاحظة/ المصدر بيانات الملف المرفق مع المرتبات

- h: Plank's constant =  $6.626 * 10^{-34}$  m K
- s: Boltzmann constant =  $1.38 * 10^{-23}$  JK
- E: Land Surface Emissivity

### ج. حساب Urban Heat Island

بعد الحصول على نتائج حرارة سطح الأرض (LST) تم حساب (UHI) باستخدام المعادلة التالية:

$$UHI = \frac{LST - LST_m}{SD}$$

Where:

- UHI: Urban Heat Island
- LST: Land Surface Temperature
- LSTm: LST mean
- SD: standard deviation of LST

### 4. Land Surface Emissivity (LSE (E)):

$$LSE = 0.004 * PV + 0.986$$

$$PV = ((NDVI - NDVI \min) / (NDVI \max - NDVI \min))^2$$

where:

- PV: Portion of Vegetation

### 5. Land Surface Temperature (LST):

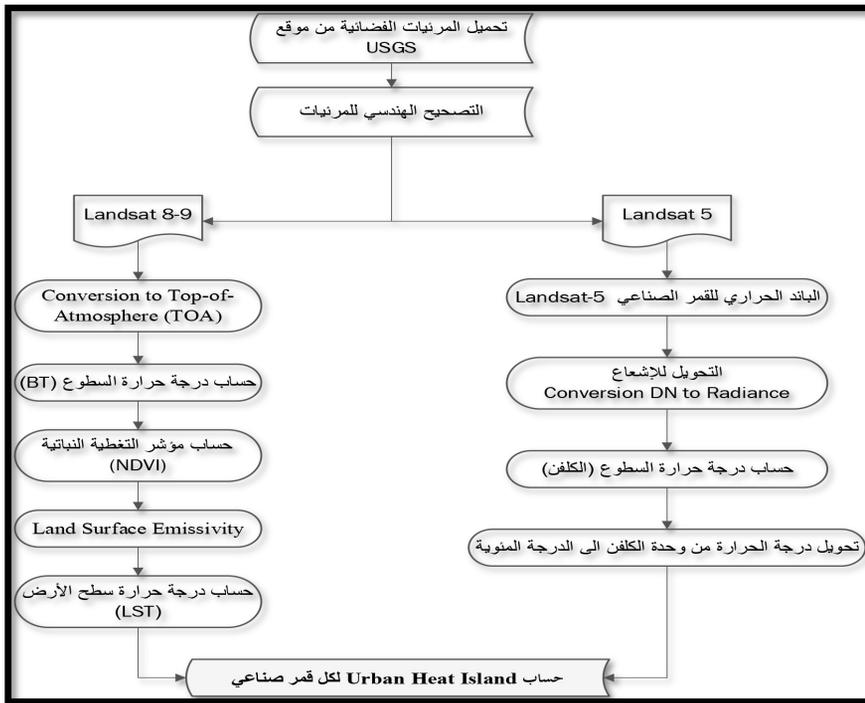
$$LST = BT / (1 + (\lambda * BT / C2) * \ln(E))$$

Where:

- BT: Top of Atmosphere brightness temperature  $C_0$
- $\lambda$ : Wavelength of emitted radiance for Landsat8 Band#10  $\lambda = 10.8$  and for Band#11  $\lambda = 12$
- $C2 = h * c / s$   $C2 = 14388$  m K

شكل 2

منهجية الدراسة لحساب UHI



ملاحظة/ المصدر:

1. (Sholihah & Shibata, 2019)
2. (Oppong, J, 2021)
3. (Mahmud, 2023)
4. (Rahman, et al., 2022)

Landsat 8 و Landsat 9 يحتوي على الباند البانكروماتي PAN الذي يوفر دقة مكانية أعلى من (15 متراً) للقدرة على تمييز التفاصيل الدقيقة أكثر من Landsat 5. بالإضافة إلى

وتجدر الإشارة إلى أن اختلاف الدقة المكانية التمييزية للأقمار الصناعية التي تم الاعتماد عليها في هذه الدراسة قد تعطي تأثيرات متباينة من قمر إلى آخر؛ حيث أن القمر الصناعي

المملكة العربية السعودية، إلى توعية وتحسين الطرق السريعة، أو الطرق داخل المدن والمحافظات على حدٍ سواء؛ لمواجهة متطلبات السكان المتزايدة، ومواجهة التمدد الحضري، والنمو الاقتصادي السريع في الدولة، وزيادة في استخدام السيارات، باعتبار أنها الوسيلة الرئيسة في عملية التنقل، وبطبيعة الحال شهدت مدينة عنيزة تطوراً كبيراً في طرق النقل البري، فمن خلال تتبع أطوال الطرق من عام 2000 حتى عام 2023، شكل رقم (3)؛ نلاحظ أن هناك نمواً متزايداً، فقد بلغت أطول شبكة الطرق عام 2000 (1188 كم)، وفي عام 2013 بلغت أطول شبكة طرق بريّة (1986 كم)، بنسبة زيادة تُقدَّر بحوالي (67%)، في حين بلغت أطوال الطرق البريّة في المدينة بحلول عام 2023 ما مجموعه (2704 كم)، بنسبة تطور تُقدَّر بحوالي (36%).

ب- من خلال الشكل رقم (3)، يتبيّن الاتجاه العام لامتداد وتطور شبكة الطرق في مدينة عنيزة، ونمو المراكز العمرانية تبعاً لذلك، إذ نلاحظ أن الاتجاه العام لامتداد شبكة الطرق، يأخذ الاتجاه الشمالي الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، كما نلاحظ من خلال الشكل رقم (4)، الذي يبيّن الغطاء النباتي في المدينة؛ أن التّرعّة الزراعية تتمركز في الوسط، والشمال، والغرب، والجنوب الغربي، وتقلّ بشكلٍ واضح في الشرق، وربما يعود ذلك إلى امتداد المدينة ضمن حافة هضبة مرتفعة جهة الشرق، فضلاً عن السبخات الملحمة الشرقية، وفي ذات الصدد نلاحظ نموّ شبكة الطرق في هذه الاتجاهات، الذي جاء على حساب المسطّحات الخضراء، سواء من مزارع أو غطاء نباتي طبيعي، ويمكن أن يكون موقع مدينة عنيزة الشرقي، بالنسبة لمدن ومحافظات منطقة القصيم تفسيراً لذلك، الأمر الذي يقتضي مدّ شبكات الطرق باتجاه الشمال، والغرب، والجنوب الغربي؛ لرُبط المحافظة بالعاصمة الإدارية لمنطقة القصيم - بريدة - وبقية المحافظات الأخرى، كالبكيرية، والبدائع، والرس، وغيرها.

ذلك، تتيح Landsat 8 و Landsat 9 تكنولوجيا تصوير أكثر تحديثاً، التي تحسن من الدقة الإشعاعية بوجود 12 بتاً، مقارنة بـ 8 بت في Landsat-5 جدول رقم (1)، هذه الفروقات في الدقة المكانية والإشعاعية يمكن أن تؤثر على نتائج تحليلات LST و UHI، كما أن الأقمار الصناعية ذات الدقة الإشعاعية الأعلى يمكن أن تسهم في تقليل الضوضاء في الصورة، مما يحسن من دقة التحليلات التي تعتمد على الإشعاعات.

### 3. مرحلة التحليل المكاني:

للتوصّل إلى تطوّر الجزيرة الحرارية، وعلاقتها بتطور شبكة الطرق في مدينة عنيزة، ولمعرفة تأثير تطوّر الطرق على شدّة الجزيرة الحرارية بالمدينة؛ تمّ استخدام Zonal Statistical analysis، داخل برنامج ArcGIS، حيث تمّ رسم حرم مكاني Buffer، حوالي شبكة الطرق، بمقدار 200 متر، باعتبارها الحرم المكاني الذي تؤثر عليه الطرق بشكل كبير، وحساب التغيّرات بين السنوات الثلاث، من أجل مقارنة أعلى وأدنى متوسط لدرجة الحرارة المسجّلة في كلّ سنة.

### 4. مرحلة إنتاج الخرائط:

من خلال الخطوات السابقة، وباستخدام التحليلات المكانية؛ تمّ إنتاج خرائط تطوّر حرارة سطح الأرض، وخرائط تطوّر الجزر الحرارية، وخرائط تطوّر شبكة الطرق بمدينة عنيزة، خلال السنوات الثلاث المدروسة، باستخدام برنامج ARCGIS.

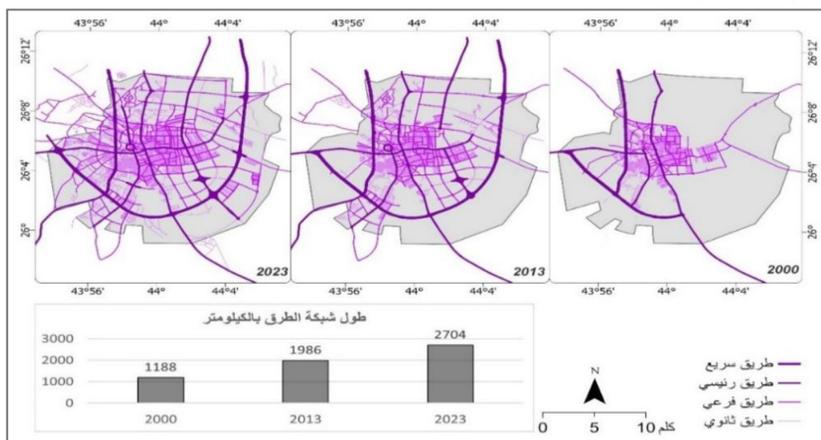
### النتائج والمناقشة:

#### أولاً: تطوّر شبكة الطرق في مدينة عنيزة:

أ- تُعدّ الطرق البريّة الشّرّيان الحيوي في منظومة النقل بشكلٍ عام في المملكة العربية السعودية، وهي الوسيلة الأولى للنقل بين المدن والمحافظات، ومن هذا المنطلق سعت حكومة

### شكل 3

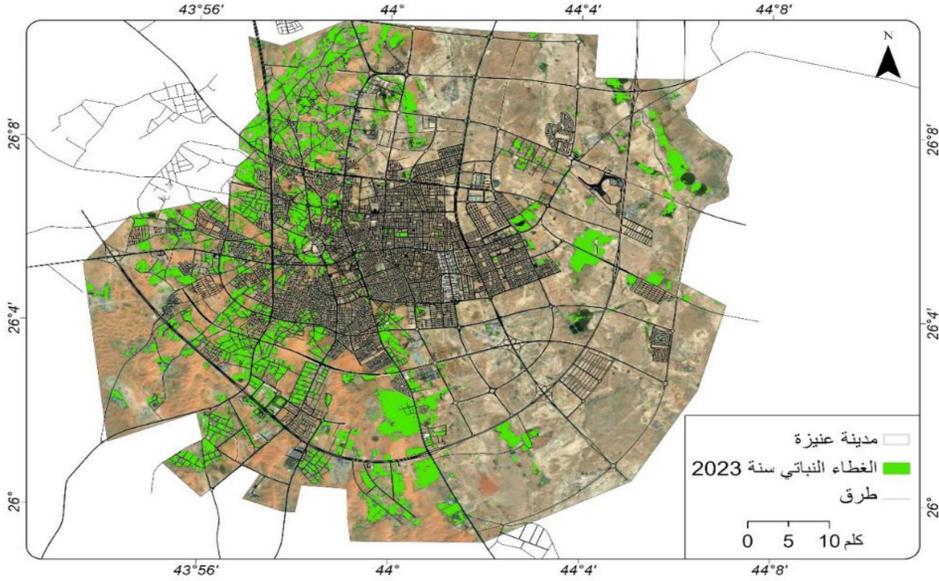
شبكة النقل البري في مدينة عنيزة للفترة (2000-2023)



ملاحظة/ المصدر من الباحثة بالاعتماد على بيانات Google Earth Pro، Open Streets map

#### شكل 4

##### الغطاء النباتي في مدينة عنيزة



ملاحظة/ المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية

وفي الصّد ذاته، يُلاحظ أن أعلى درجة حرارة لسطح الأرض لشهر يوليو للأعوام 2000، 2013، 2023، بلغت 48°م، 49°م، 59°م على التوالي، بمعدّل زيادة 11°م، من عام 2000 لعام 2023 ويمكن تفسير ذلك بأن شهر يوليو يُعد من أشد شهور السنة حرارة التي تزيد فيه ساعات النهار وتكون أشعة الشمس مباشرة والسماء صافية، إضافة إلى انخفاض رطوبة التربة وإزالة الغطاء النباتي نتيجة التمدّد الحضري والتوسع في مد شبكة الطرق في المدينة؛ لمواكبة التطوّر وتوسّع المدن، كما يجب الإشارة إلى أن عام 2023 يعد الأدفء والأكثر حرارة على مستوى العالم كما ذكر انفاً.

#### ثانياً: نمو وتوزيع درجات حرارة سطح الأرض LST في

##### مدينة عنيزة

يظهر من خلال الجدول رقم (5) والشكل رقم (5)، نمو وتزايد درجات الحرارة السطحية في مدينة عنيزة لشهر يوليو، خلال الأعوام (2000، 2013، 2023)، فقد بلغت أدنى درجة حرارة لشهر يوليو لعام 2000، حوالي 28°م، مقارنةً بأدنى درجة حرارة في هذا الشهر لعام 2013، والتي بلغت 30°م، متجاوزةً عام 2000 بحوالي درجتين، في حين يُلاحظ أن هناك زيادة كبيرة في درجات الحرارة لعام 2023، إذ تُقدّر أدنى درجة حرارة خلال هذا الشهر، بحوالي 39°م، بمعدّل زيادة 9 درجات مئوية عن عام 2013.

#### جدول 5

##### نمو درجات حرارة سطح الأرض (LST) في مدينة عنيزة لشهر يوليو للأعوام 2000، 2013، 2023

عام	أدنى درجة حرارة	أعلى درجة حرارة
2000	28	48
2013	30	49
2023	39	59

ملاحظة/ المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية

المدروسة؛ نلاحظ أن تمدّد الطرق جاء باتجاه الشمال الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، كما تمّت الإشارة إليه سابقاً، وأن نموّ ارتفاع درجات الحرارة سطح الأرض المشار إليها باللون الأحمر،

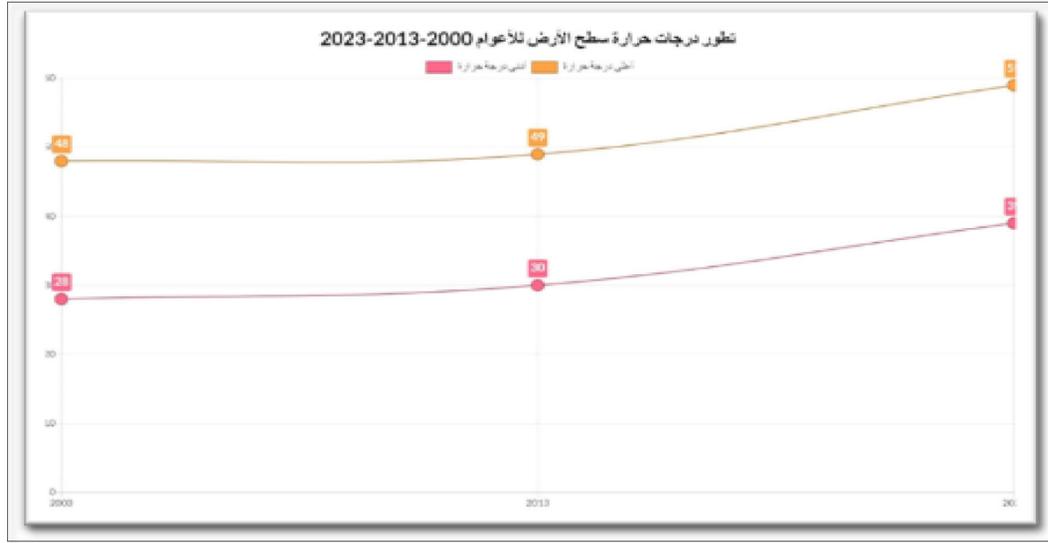
وبالاستناد على شكل رقم (3)، الذي يمثّل نموّ شبكة الطرق البريّة بمدينة عنيزة، والشكل رقم (6) الذي يمثّل التوزيع المكاني لدرجات الحرارة السطحية في مدينة عنيزة خلال الأعوام

نهارًا، وإعادة إطلاقها في الليل من ناحية، أو من انبعاثات وسائل النقل من ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى، التي تؤثر على طبقة التروبوسفير من ناحية أخرى، وبالتالي زيادة الاحتباس الحراري، ورفع درجة حرارة الهواء في المدينة، والتي بالتأكيد تخلق أضرارًا بيئية، وصحية، واقتصادية.

والأحمر الأرجواني، في الشكل رقم (6)؛ جاء في اتجاهات الشمال الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، ويمكن تفسير ذلك باتساع مساحة الأراضي الجرداء الصحراوية في هذه الاتجاهات، كما أن النقل البري أدى دورًا أساسيًا في رفع درجات حرارة المدينة، نتيجة شبكة الطرق الأسفلتية، التي تعمل على امتصاص درجات الحرارة

## شكل 5

تطور درجة حرارة سطح الأرض (LST) لشهر يوليو خلال الأعوام (2000, 2013, 2023)



ملاحظة/ المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية

أشهر الصيف، جدول رقم (6)، اتضح تأثير استخدامات الأرض والنمو العمراني والتمدد الحضري في التأثير على درجات حرارة سطح الأرض LST، خاصة في منطقة الدراسة الحالية ومنطقة كردستان العراق وربما يفسر ذلك بعد مدينة عنيزة عن المسطحات المائية ووقوعها في النطاق الصحراوي الجاف.

ومقارنة نتائج هذه الدراسة في استخلاص درجة حرارة سطح الأرض LST وعلاقتها بالتمدد الحضري مع عددٍ من الدراسات في منطقة الخليج العربي وإقليم الشرق الأوسط والشمال الأفريقي والتي اعتمدت على مرئيات القمر الصناعي Landsat، لدراسة العلاقة بين التحضر وتطور درجة حرارة سطح الأرض خلال

## جدول 6

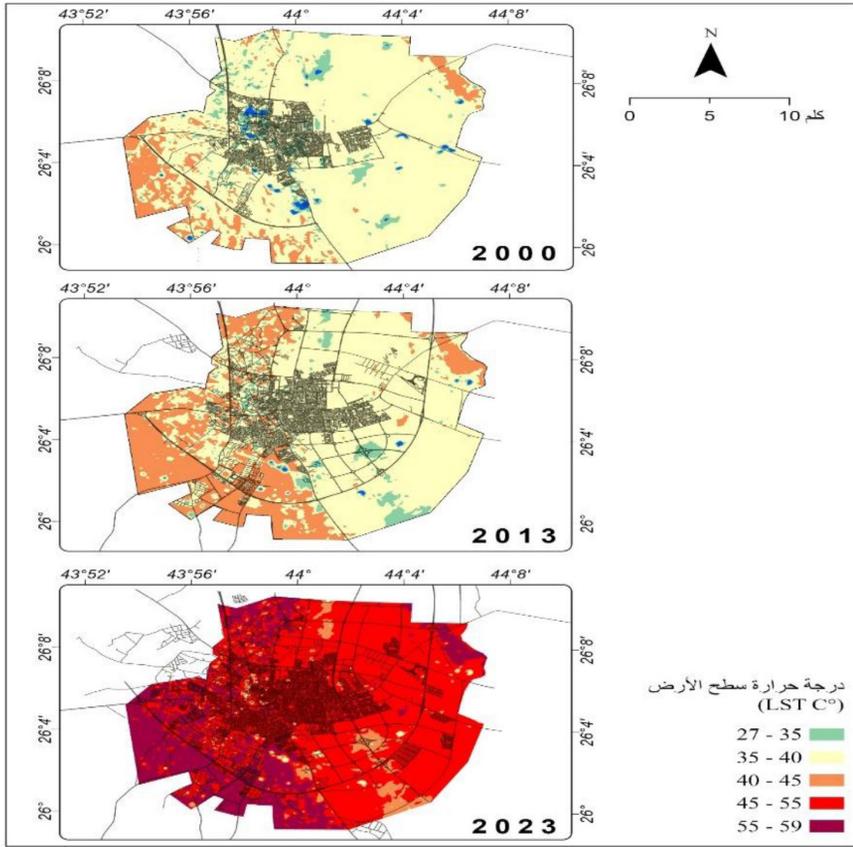
مقارنة نتائج الدراسة ببعض الدراسات على مستوى الخليج العربي والشرق الأوسط والشمال الأفريقي

الدراسة	الموقع	الفترة	القمر الصناعي	معدل التغير في LST خلال أشهر الصيف (م°)
الدراسة الحالية	مدينة عنيزة، المملكة العربية السعودية	2023-2000	Landsat	11
Patel, et al (2024)	الدوحة، قطر	2023-2000	Landsat	7.6
Ibrahem (2017)	كردستان، العراق	2016-1990	Landsat	9
Fahmy (2023)	محافظة الشرقية، جمهورية مصر العربية	2022-2001	Landsat + Modis	6

ملاحظة/ المصدر: بيانات المرئيات الفضائية، Patel, et al (2024) Ibrahem (2017)، Fahmy (2023)

شكل 6

توزيع درجة حرارة سطح الأرض (LST) لشهر يوليو في مدينة عنيزة للأعوام (2000, 2013, 2023)



ملاحظة/ المصدر من ن عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية

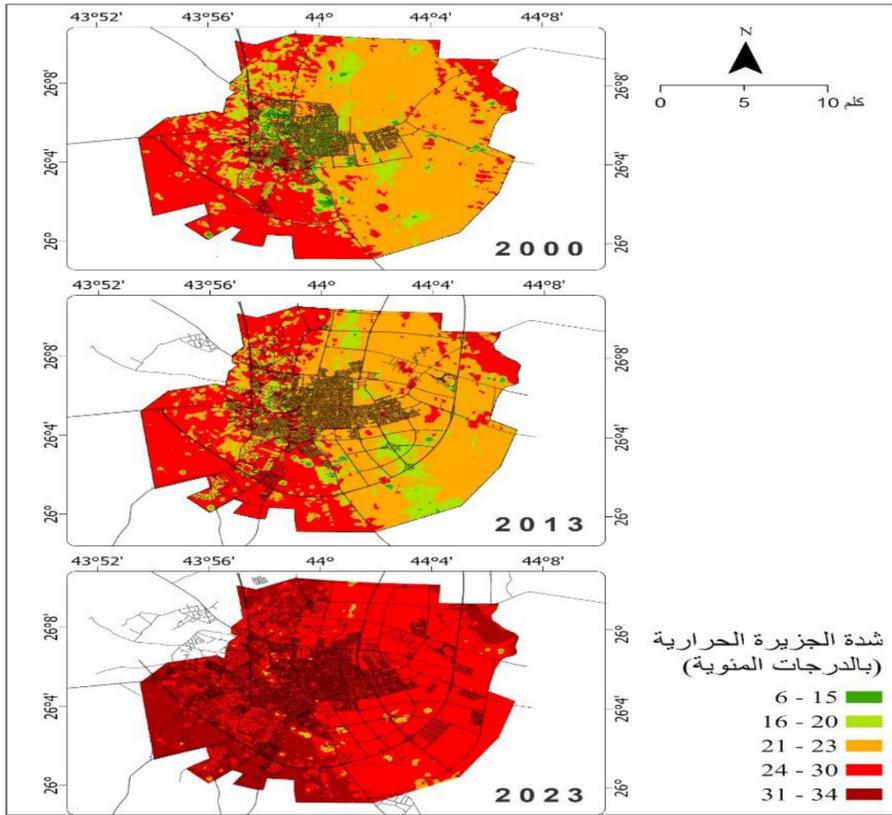
ثالثاً: نمؤ وتوزيع شدّة الجزيرة الحراريّة في مدينة عنيزة

من خلال البيانات المتحصّل عليها من المرئيات الفضائية، والتي يمثّلها الشكل رقم (7)، يتضح أن هناك عدداً من الجزر الحرارية، التي تتشكّل فوق مدينة عنيزة؛ تتفاوت في شدّة حرارتها، بين جزر حرارية منخفضة الحرارة (15-6م°)، وجزر حرارية معتدلة (20-16م°)، وجزر حرارية متوسطة (23-21م°) وجزر حرارية مرتفعة (30-24م°)، وجزر حرارية مرتفعة جداً (31-34م°)، حيث ظهرت الجزر الحرارية التي تتراوح بين (15-6م°) من المنطقة المركزية، والأطراف الشمالية، والشرقية، والجنوبية الشرقية من المدينة، بينما تسود الجزر الحرارية التي تتراوح بين (23-21م°) (30-24م°)، وعلى خلاف ذلك لم يتشكّل في المدينة خلال هذه الأعوام أيّ جزر حراريّة، تتراوح شدّتها بين (31-34م°).

وبقراءة الشكل السابق، والجدول رقم (7) يتضح ازدياد شدّة الجزر الحرارية بمدينة عنيزة، خلال عام 2023 بشكل ملحوظ عن السنوات السابقة، حيث لم تتشكّل فوق المدينة أيّ جزر حرارية تتراوح بين (15-6م°)، بينما ظهرت الجزر التي تتراوح بين (20-16م°)، كبثع صغيرة مُبعثرة فوق المدينة وبمساحة لا تزيد عن (0.7) كم<sup>2</sup> و(4.7) كم<sup>2</sup> على التوالي، وبالمقابل يسود معظم أجزاء المدينة الجزر الحرارية المرتفعة، التي تتراوح بين (30-24م°) وبمساحة تزيد عن (250) كم<sup>2</sup>، بعد أن كانت متركزة فوق أطراف الشمال الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، فضلاً عن ظهور الجزر الحرارية، التي تزيد عن (31م°) بشكل غير مسبوق في السنوات السابقة بمساحة تقدر بـ (92.5) كم<sup>2</sup>، خاصة في أطراف المدينة الغربية والجنوبية الغربية، وربما يُفسّر ذلك نمط استخدام الأرض، حيث تسود في أطراف المدينة الأراضي الفضاء، والطرق، والمباني المتفرقة.

شكل 7

تطور وتوزيع شدة الجزيرة الحرارية في مدينة عنيزة خلال الأعوام 2000، 2013، 2023



ملاحظة/ المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية

جدول 7

الجدول: تغير مساحة مناطق الجزر الحرارية من سنة 2000 الى غاية 2023

2023	2013	2000	شدة الجزيرة الحرارية (درجة مئوية)
0.04	1.3	3.3	15 - 6
0.7	32.4	38.8	20 - 16
4.7	196.2	193.8	23 - 21
250.7	118.7	112.6	30 - 24
92.5	-	-	34 - 31

ملاحظة/ المصدر من ن عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية

حوالي شبكة الطرق سنة 2023، بمقدار 200 متر، وتحليل التغيرات في درجات الحرارة بين السنوات الثلاث، حول شبكة الطرق، من خلال مقارنة المتوسط، ثم أعلى وأدنى درجة الحرارة، المسجلة في كل سنة، كما يظهر في جدول رقم (8)، حيث أظهرت النتائج تفاوتاً ملحوظاً، في متوسط شدة الجزيرة الحرارية

رابعا: تطوّر الجزيرة الحرارية وعلاقتها بتطوّر شبكة الطرق في مدينة عنيزة

للقوف على دور تطوّر شبكة الطرق في مدينة عنيزة في التأثير على شدة الجزيرة الحرارية بالمدينة؛ تم استخدام Zon- al Statistical analysis، ورسم حرم مكاني Buffer،

شدة الجزيرة الحرارية بمدينة عنيزة من الشمال الغربي -الذي تطوّرت فيه مساحة شبكة الطرق- حتى الجنوب الشرقي، شكل رقم (8)، حيث ظهرت قيمم الجزر الحرارية في السنوات المدروسة بشكل واضح في الشمال الغربي، وانخفاضها بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي.

على الطرق من سنة إلى أخرى، حيث ارتفع متوسط شدة الجزر الحرارية حول الطرق من (21.6 م°) عام 2000، إلى (28.4 م°) عام 2023، ونستنتج من ذلك أن تزايد شبكة الطرق البرية، من الممكن أن يكون له تأثير على ارتفاع وشدة تشكل الجزر الحرارية في المدينة، ولتوضيح ذلك تم عمل منحنى

## جدول 8

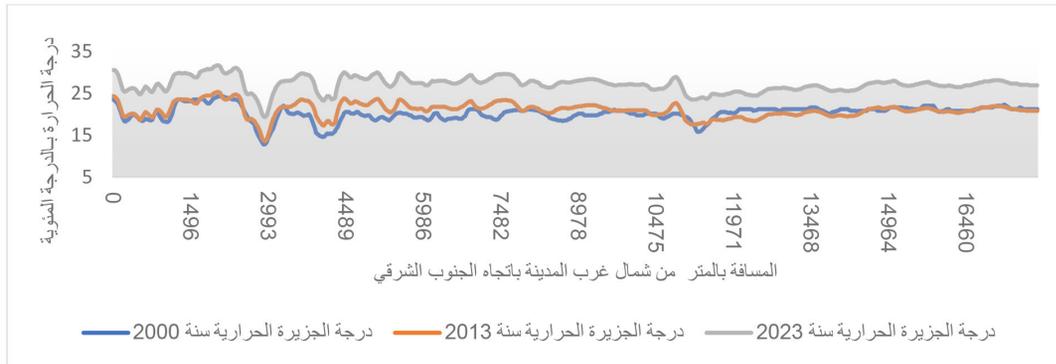
تطور شدة الجزيرة الحرارية حول شبكة الطرق بمدينة عنيزة (حرم مكاني 200 متر)

المتوسط	أقصى درجة	أدنى درجة	السنة
21.6	27.2	7.3	2000
22.2	27.3	10.9	2013
28.2	33.8	16.5	2023

ملاحظة/ المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية وتحليل Zonal Statistic داخل برنامج ArcGIS

## شكل 8

منحنى شدة الجزر الحرارية في مدينة عنيزة خلال الأعوام 2000، 2013، 2023



ملاحظة/ المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئية الفضائية وتحليل Zonal Statistic داخل برنامج ArcGIS

## نتائج الدراسة:

توصلت الدراسة الحالية إلى النتائج الآتية:

1. نموّ شبكة الطرق البرية في مدينة عنيزة في الاتجاه الشمالي الغربي، والغربي، والجنوبي الغربي، وبمعدّل زيادة تُقدّر بحوالي (67%، 36%)، للأعوام (2013، 2023) على التوالي.
2. ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض لشهر يوليو بشكل ملحوظ خلال سنوات الدراسة 2000 حتى عام 2023، بمعدّل زيادة (11 م°).
3. يأخذ الاتجاه العام لنمو وارتفاع درجات حرارة سطح الأرض في مدينة عنيزة الاتجاه الشمالي الغربي، والغرب، والجنوب الغربي، بشكل يتوافق مع اتجاه نمو شبكة الطرق البرية في المدينة.

وخلاصةً لما سبق، نستنتج أن مدينة عنيزة تشهد تطوُّراً في شبكة النقل البري، يواكب التطور في عدد السكان في المدينة، والنموّ العمراني والاقتصادي، وغيرها من الأنشطة البشرية الأخرى، وتبع ذلك زيادة في درجة حرارة سطح الأرض، وشدة الجزر الحرارية في المدينة، خاصةً في الأجزاء الشمالية الغربية، والغربية، والجنوبية الغربية، حيث تسارع ارتفاع درجات الحرارة بنفس مُعدّل واتجاه تطوُّر الطرق البرية، الأمر الذي يُجتمِع مراعاة التغيّرات المناخية التي تشهدها المدينة، والالتزام بتطبيق المعايير المناخية أثناء عملية التخطيط، سواء لشبكة الطرق أو التخطيط العمراني، والمحافظة على الغطاء النباتي، مع المتابعة للتطوّرات العالمية المهتمّة بهذا المجال، والاستفادة من التجارب الدولية للحلّ من هذه المشكلة.

4. تتشكل فوق مدينة عنيزة مجزُر حرارية، تتفاوت شدة حرارتها بين مجزُر حرارية منخفضة الحرارة (15-6 م°)، مجزُر حرارية معتدلة (20-16 م°)، مجزُر حرارية متوسطة (23-21 م°)، مجزُر حرارية مرتفعة (30-24 م°)، ومجزُر حرارية مرتفعة جداً (31 - 34 م°).
5. لم تتشكل في مدينة عنيزة خلال عامي (2000، 2013)، أيّة مجزُر حرارية، تتراوح شدّتها بين (31-34 م°).
6. بلغت مساحة الجزر الحرارية التي تتراوح بين (16 - 20 م°)، (21 - 23 م°) عام 2023 حوالي (0.7) كم<sup>2</sup> و(4.7) كم<sup>2</sup>، بينما تسود الجزر الحرارية المرتفعة، التي تتراوح بين (30-24 م°)، معظم أجزاء المدينة وبمساحة تقدر بـ (250) كم<sup>2</sup>.
7. سُجّلت في مدينة عنيزة في عام 2023 لأول مرّة مجزُرًا حرارية، تتراوح بين (31 - 34 م°) وبمساحة (92.5) كم<sup>2</sup>، خاصةً في الجهات الغربية، والجنوبية الغربية.
8. أظهر مُنحَى شدة الجزر الحرارية في مدينة عنيزة؛ ظهور قِمَم الجزر الحرارية بشكلٍ واضحٍ، في الاتجاه الشمالي الغربي.
9. أدى استخدام مرئيات الاقمار الصناعية Landsat في هذه الدراسة إلى الوصول لمؤشرات جيدة لاستخلاص درجة حرارة سطح الأرض وتشكل الجزر الحرارية، إلا أن هناك أجهزة استشعار عن بعد مثل Sentinel يمكن أن يكون لديها القدرة على إعطاء نتائج أكثر دقة.
- التوصيات:**
- في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، صيغت التوصيات الآتية:
1. مراعاة عدم تجاوز المناطق الخضراء عند تصميم شبكة الطرق في المدينة، والاهتمام بالمناطق الزراعية، وتشجير الأرصفت، والجزر الوسطية، وحواف الطرق، واستبدال مظللات السيارات الصناعية بالأشجار؛ لزيادة مؤشّر NDVI في المدينة، ممّا يساعد في التقليل من تشكّل الجزر الحرارية.
  2. الاستفادة من التجارب الدولية في استبدال المواد الأسفلتية عند إنشاء الطرق، بمواد تقلّل من امتصاص الأشعة الشمسية، كاستخدام الأسفلت الأبيض، الذي يساعد في تقليل درجة الحرارة في المدن الحضرية، وتحسين جودة الهواء.
  3. التحوّل من النقل الخاص إلى النقل العام، واستخدام مصادر الطاقة الكهربائية، بدلاً عن المصادر البترولية.
  4. نشر الوعي بأهمية الأسقف الخضراء، سواء في المباني السكنية أو المباني العامة، كالمدارس والبنوك، وتخفيف
- مُألّكها على ذلك، من خلال تقديم الدُعم المادي والتقني لهم.
5. رصد الجزر الحرارية في المدينة، ووضعها في عين الاعتبار، عند التخطيط الحضري، ومدّ شبكة الطرق.
6. الاستفادة من أجهزة الاستشعار عن بعد المختلفة مثل Sentinel في رصد وتقييم أثر استخدامات الأرض على تشكل الجزر الحرارية.
7. الاستفادة من المنصات الحديثة لقياس درجة حرارة سطح الأرض كمنصة Google Earth Engine.
- المراجع:**
- ال سالم، مبارك سعيد. (2021). مراقبة تغير الجزر الحرارية بمدينة ينبع غرب المملكة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد: دراسة في الجغرافيا المناخية. *المجلة الجغرافية العربية*، 52، (78)، 317-345.
- أمانة منطقة القصيم. (2024). منطقة عنيزة. متاح <https://www.qassim.gov.sa/ar/Pages/default.aspx>
- الجشعي، سامر. (2018). التحليل المكاني للجزر الحرارية في مدينة النجف الأشرف باستخدام التقنيات الجغرافية. *مجلة البحوث الجغرافية*، 27 (1)، 327-354.
- حبيب، بدرية. (2007). الجزيرة الحرارية في مدينة الدمام باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد [بحث مقدم]. *الملتقى الثاني لنظم المعلومات الجغرافية*، 2، 1-58.
- العاجزة، شيخة. (2018). أثر التوسع العمراني على متوسطات درجة الحرارة في شمال مدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. *المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث*، 9، (2)، 54-65.
- القاضي، ابتسام. (1407). الاستقرار البشري في منطقة القصيم [رسالة ماجستير، جامعة الامام محمد بن سعود الإسلامية] الرياض، المملكة العربية السعودية.
- المحمد، حسين. الدخيل، بدر الدين. (2013). التغيرات الزمانية والمكانية للجزيرة الحرارية في مدينة دمشق. *مجلة الخليج العربي للأبحاث العلمية*، 31 (4) 206-213.
- الهيئة العامة للإحصاء، (2022). معلومات سكانية، متاح [/https://www.stats.gov.sa](https://www.stats.gov.sa)
- الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية، (2017). حقائق وأرقام. المملكة العربية السعودية.

- Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 26(2), 293-306.
- Habib, Badriya. (2007). Thermal Island in the city of Dammam using remote sensing technology (in Arabic). The second forum of geographic information systems (GIS Symposium), (2), 1-58.
- Ibrahim, G. (2017). Urban Land Use Land Cover Changes and Their Effect on Land Surface Temperature: Case Study Using Dohuk City in the Kurdistan Region of Iraq. *Climate*, 5(1), 13
- Ikechukwu, E. (2015). The Effects of Road and Other Pavement Materials on Urban Heat Island (A Case Study of Port Harcourt City). *Journal of Environmental Protection*, 6(4), 324-340.
- Jiang, W., Yuan, D., Xu, S., Hu, H., Xiao, J., Sha, A., Huang, Y. (2017). Energy harvesting from asphalt pavement using thermoelectric technology. *Applied Energy*, 205(1), 941-950.
- Mahmud, M. (2023). Urban Heat Island Effect and Urban Density of Savar Municipality. *The Jahangirnagar Review*, 47(3), 20-40.
- Opping, J. (2021). HOW TO USE ARCGIS PRO TO CALCULATE LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) FROM LANDSAT IMAGERY. <https://www.geographyrealm.com/how-to-use-arcgis-pro-to-calculate-land-surface-temperature-lst-from-landsat-imagery>
- Patel, S., Indragant, M., Jawarneh, R. (2024). Land surface temperature responses to land use dynamics in urban areas of Doha, Qatar. *Sustainable Cities and Society*, 104, 105273.
- Pongracz, R, J. Bartholy, and Z. Dezso, (2006) Remotely sensed thermal information applied to urban, climate analysis, *Advances in Space Research*, 37(12),2191-2196.
- Rahman, N., Rony, R., Jannat, F. (2022) Impact
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، (2024). معلومات، متاح: [/USGShttps://www.usgs.gov](https://www.usgs.gov)
- Aina, Y., Adem, E., Ahmed, F. (2017). Spatio-temporal Variations in the Impacts of Urban Land Use Types on Urban Heat Island Effects: The Case of Riyadh, Saudi Arabia. *The International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-3/W2:9-14
- Al- Sālim, Mubārak. (2021). Monitoring the Change of Heat Islands in Yanbu, Western Saudi Arabia, Using Remote Sensing Technology: A Study in Climatic Geography (in Arabic). *Arab Geographical Journal*, 52(78), 317-345.
- Al-‘Ajiza, Shaykha. (2007). Effects of urbans prawl on temperature average of north Riyadh city using Remote sensing (in Arabic). *Arab Journal of Sciences & Research Publishing*, 9(2), 54-65.
- Al-Jashi‘y, Samir (2018). Spatial Analysis of The Thermal Islands in The City of Najaf Through Using Geographic Techniques (in Arabic). *Geographical Research Journal*, 27(1), 327-354.
- Al-Muhammad, Husayn & Al-Dakhil, Badr El-Din (2013). Temporal and Spatial Urban Heat Island in Damascus City (in Arabic). *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 31(4), 206-213.
- Al-Qady, Ibtisam (1407AH). Human stability in the Qassim region (in Arabic). [Master’s thesis, Imam Muhammad bin Saud Islamic University]. Riyadh.
- Asaeda, T., Ca, V., Wake, A. (1996). Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere. *Atmospheric Environment*, 30(3), 413-427.
- Elmarakby, E., Khalifa, M., Elshater, A., Afifi, S. (2020). Spatial Morphology and Urban Heat Island: Comparative Case Studies. Springer (Editor). *Proceedings of the 3rd International Conference on Architecture and Urban Planning*, Cairo, Egypt. Pp 441-454.
- Fahmy, A., Abdelfatah, M., El-Faky, G. (2023).

- of Urbanization on Urban Heat Island Intensity in Major Districts of Bangladesh Using Remote Sensing and Geo-Spatial Tools. MDPI, 10(1).
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703.
- Shamsaei, M., Carter, A., Michel, V. (2022). A review on the heat transfer in asphalt pavements and urban heat island mitigation methods. *Construction and Building Materials*, 359.
- Sholihah, R., Shibata, S. (2019). Retrieving Spatial Variation of Land Surface Temperature Based on Landsat OLI/TIRS: A Case of Southern part of Jember, Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 362. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012125>
- Tran, M, Yang, B. (2023). Using Thermal Remote Sensing to Quantify the Impact of Traffic on Urban Heat Islands during COVID, mineta Transportation institute, San Jose State University.
- Yang, H., Liu, Y. (2006). A Satellite Remote Sensing Based Assessment of Urban Heat Island in Lanzhou City North West China. *SPIE Proceedings*, University Lanzhou, China, pp 1-6.