

Modeling Topographic Variables in Relation to Land Cover and Land Use Changes in Hail City

Lecturer \ Afaf Salem Al-Shammari*¹, Dr. Abdul-Rahman Suleiman Al-Nisayan²

¹ University of Hail | KSA

² Qssim University | KSA

Received:

05/01/2025

Revised:

19/01/2025

Accepted:

06/02/2025

Published:

15/03/2025

* Corresponding author:

Afaaa2233@hotmail.com

Citation: Al-Shammari, A. S., & Al-Nisayan, A. S. (2025). Modeling Topographic Variables in Relation to Land Cover and Land Use Changes in Hail City. *Journal of natural sciences, life and applied sciences*, 9(1), 13 – 37.

<https://doi.org/10.26389/AJSRP.S080125>

2025 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• Open Access



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) [license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Abstract: The study aims to elucidate the factors affecting land cover, land use, and their changes, as well as their environmental and developmental impacts in the city of Hail. It begins by analyzing the distribution of active forces in land cover and land use changes in the city and modeling the spatial relationships between them. The study monitored land cover and land use changes and revealed the environmental and developmental effects of these changes during this period. This was accomplished using remote sensing data and geographic information systems to track these changes that have affected—and will continue to affect—land cover and land use in Hail City, with the goal of providing information about the rate of land use pattern changes. Among the key findings, the modeling results showed strong correlations (with 99% confidence) between urban expansion and various factors including geological structures, soil composition, wadi channels, population size, services, and distance from peripheries. These correlations were either positive or negative. However, regarding the relationship between urban expansion and factors such as topographic elevation, temperature distribution, and humidity, the results indicated weak positive correlations. The study recommended maintaining the pattern of land cover and land use changes in Hail City in a way that supports sustainable development plans for the city, in alignment with the objectives of Vision 2030.

Keywords: Spatial relationships - land use - geographic information systems - modeling.

نمذجة المتغيرات المكانية في تغير أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل

المحاضرة / عفاف سالم الشمري*¹، الدكتور / عبد الرحمن سليمان النصيان²

¹ جامعة حائل | المملكة العربية السعودية

² جامعة القصيم | المملكة العربية السعودية

المستخلص: هدفت الدراسة إلى توضيح العوامل المؤثرة في أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها وتأثيراتها البيئية والتنموية في مدينة حائل؛ بدايةً بتحليل توزيع القوى الفاعلة في أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها في المدينة ونمذجة العلاقات المكانية بينها، وتم رصد أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها وكشف الآثار البيئية والتنموية لتغير أغطية واستعمالات الأرض خلال هذه المدة، وتم بالاعتماد على بيانات الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية؛ لمواكبة هذه التغيرات التي تعرضت -وستعرض لها- أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل؛ بهدف توفير معلومات عن معدل تغير أنماط استخدام الأرض، هذا إلى جانب استخدام الخرائط، ومن أهم النتائج وأكدت نتائج نمذجة علاقة مساحة التراكيب الجيولوجية والتربة ومجاري الأودية وحجم السكان والخدمات والبعد عن الطرف بالتوسعات العمرانية عن وجود علاقة ارتباط طردية أو عكسية قوية بنسبة ثقة تصل إلى 99%، أما عن علاقة ارتفاع التضاريس وتوزيعات درجات الحرارة والرطوبة بالتوسعات العمرانية تبين وجود علاقة طردية ضعيفة. وقد أوصت الدراسة باستمرارية نمط تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها بمدينة حائل وتدعم خطط تحقيق التنمية المستدامة في المدينة، وبما يتوافق مع أهداف رؤية (2030).

الكلمات المفتاحية: العلاقات المكانية. استعمالات الأرض. نظم المعلومات الجغرافية. النمذجة.

المقدمة:

تعتبر مدينة حائل هي مركز منطقة حائل؛ تتحمل الجهات المعنية في المدينة مسؤولية تنفيذ خطط حماية البيئة والتنمية عالية الجودة لسكان المدينة، ويرافق نمو السكان وتوسع العمران، تغييرات أغطية واستعمالات الأرض في المدينة؛ مما يهدد التنمية المستدامة للبيئة، وبذلك ستتناول الدراسة العوامل المؤثرة في أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها وتأثيراتها البيئية والتنمية في مدينة حائل؛ بدايةً بتحليل توزيع القوى الفاعلة في أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها في المدينة ونمذجة العلاقات المكانية بينها، وبالتالي سيتم رصد أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها بين عامي (1990 – 2020)، تعد دراسة نمذجة علاقة تغير أغطية واستعمالات الأرض بالمتغيرات المكانية في مدينة حائل من الدراسات المهمة لفهم التوسع العمراني وتأثيره على البيئة المحلية، وهذا ما تناوله الدراسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) لتحليل التغيرات المكانية للنمو العمراني واستخدامات الأرض في مدينة حائل، أظهرت الدراسات أن الكتلة العمرانية تضاعفت فيها. كما أن شكل التوسعات العمرانية الحضرية والتغير المستمر في استعمالات الأرض على حساب السهول الفيضية للأودية مشكلة قومية خطيرة، وما يزيد من حدة خطورتها في المملكة العربية السعودية أن هذه السهول تمثل الأماكن الأساسية للأنشطة الزراعية والعمرانية والخدمية والاقتصادية للمدن السعودية.

مشكلة الدراسة:

تعد مدينة حائل -كغيرها من المدن السعودية- نهضةً عمرانية كبيرة، في ظل تحسُّن الوضع الاقتصادي، لاستيعاب الطفرة السكانية؛ ما أدى إلى تغيُّر أغطية الأرض الطبيعية إلى عمران، وانعكس ذلك على مختلف الأنظمة البيئية؛ كالموارد الطبيعية، والأراضي الزراعية، والغطاء النباتي الطبيعي. ومع زيادة سكان مدينة حائل وتركُّز المشاريع التنموية والخدمية، تكثَّف تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض في المدينة بشكلٍ أكبر؛ ما أدى إلى ضغطٍ كبيرٍ على هيكل ووظيفة النظام البيئي، وتوفير خدمات النظام البيئي. لذلك فإن دراسة تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل، وتحليل عوامل التغيُّر؛ تساعد على التخطيط والاستخدام الرشيد للموارد الأرضية فيها، وتوفِّر أساساً علمياً للتنمية المنسَّقة والمستدامة للاقتصاد البيئي، لاسيما مع توفر تقنية الاستشعار عن بُعد، التي تُعد تقنية فاعلة وسريعة لمراقبة تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض إذ يمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

- 1- ما مدى قوة ودلالة العلاقات المكانية بين المتغيرات المكانية في مدينة حائل، وتغيُّر أغطية واستعمالات الأرض فيها؟
- 2- ما المشكلات البيئية والتنموية التي تُواجه الجهات التخطيطية في مدينة حائل بسبب تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض؟

فرضيات الدراسة: تفترض الدراسة:

1. تتصف غالبية علاقات تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض بالقوى الدافعة البشرية (الخدمات ومشاريع التنمية)، بالطردية ذات الدلالة الإحصائية؛ والعكس مع علاقاتها بمتغيِّرات البيئة الطبيعية.
2. ما تزال مساحة أغطية الأرض الطبيعية تغطي على الاستعمالات البشرية للأرض في مدينة حائل، رغم تنامي الاستخدامات البشرية على حساب أغطية الأرض الطبيعية، بين عامي (1990 م - 2020 م).
3. تُعاني مدينة حائل من عدة مشكلات بيئية وتنموية؛ بسبب تغيُّر أغطية واستعمالات الأرض.

أهمية الدراسة:

تنبع الأهمية العلمية للدراسة اعتبارات عدة (علمية وعملية، وفق دوافع ذاتية وموضوعية لاختيار موضوع ومنطقة الدراسة، في توقيت زمني محدد)، وبالتالي تكمن أهمية الدراسة من رصد أغطية واستعمالات الأرض وتتبع تغيُّراتها المكانية زمانياً لمدة 60 عاماً وذلك باتباع أحدث أساليب النمذجة والمحاكاة، بما يساعد أصحاب القرار والمهتمين بالتخطيط، في معرفة معدل تغيُّر العمران ومحاور توسعته الحالية والمستقبلية، وتُعزز من اتخاذ قرارات تخطيطية وتنفيذية تتناسب مع معدلات تغيُّر العمران، على حساب أغطية الأرض الأخرى، وبما يُلبّي احتياجات هذا التغيُّر، ويحد من آثاره على استدامة تنمية مكُونات النظام البيئي الحضري للمدينة. ومعالجة الإشكاليات البيئية والتنمية التي قد تواجه تحقيق رؤية (2030).

منهجية الدراسة:

أ- منهجية التحليل:

1. تشارك منهج عدة لتحقيق أهداف هذه الدراسة، بدايةً بالمنهج التاريخي؛ لأجل معرفة أغطية واستعمالات الأرض التي كانت سائدة في مدينة حائل خلال الثلاثين عاماً الماضية بين عامي (1990 م إلى عام 2020 م)،

2. ورافق ذلك استخدام المنهج التحليلي القائم على بيانات الاستشعار عن بُعد (المرئيات الفضائية). ونظم المعلومات الجغرافية، وسيتم بمنهج التحليل المكاني فحص وتقييم وتحليل التباينات المكانية لأغطية واستعمالات الأرض، في مدينة حائل، وتتبع تغيراتها المكانية والزمانية، وتعليل وتفسير ونمذجة العلاقات المكانية بين أغطية واستعمالات الأرض، كمتغيرات تابعة بمتغيرات البيئة المكانية لمدينة حائل، كمتغيرات مستقلة باستخدام نماذج الارتباط والانحدار البسيط والمتعدد، والانحدار اللوجستي بينية نظم المعلومات الجغرافية.
3. وبمعرفة أغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها في مدينة حائل في الماضي، باستخدام نماذج ماركوف وهي خوارزميات تستخدم مصفوفة احتمالية الانتقال بناءً على تأثير الجوار في خوارزمية التأثير المكاني، وتُعتبر مصفوفة الانتقال عن الخلايا المتوقع تغيرها من استخدام لآخر في الفترة القادمة، وتنمذج دوال ماركوف تُغير استخدام الأرض لتحديد سيناريو "الاتجاهات الحالية"؛ وتسقط تُغير استخدام الأراضي لأي تاريخ مُستقبلي. وبهذه التنبؤات المستقبلية: ستكون الدراسة قد استخدمت المنهج الاستقرائي في التحقق من فرضية البحث الرابعة، في قراءة توجه تغير أغطية واستعمالات الأرض في المدينة مستقبلاً. وبذلك تدرج منهجية الدراسة على النحو الآتي:
4. تعتمد هذه الدراسة -في رصد وتحليل وكشف تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل- على الأسلوب الكمي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، من خلال تطبيق خوارزميات التحليل والعلاقات ضمن برامج (Erdas Imagine, Arc GIS, Global Mapper, QGIS, IDRSI)، كما يمكن الاستعانة ببرنامج التحليل الإحصائي (SPSS). وسيتم تمثيل نتائج تحليل الظاهرات المدروسة بالأساليب السابقة، بواسطة الأسلوب الكارتوغرافي (Cartographic) لإنتاج الخرائط الموضوعية لكل من عوامل تغير واتجاه أغطية واستعمالات الأرض، أو لأغطية واستعمالات الأرض وتغيراتها بين مدة وأخرى.

ب- مصادر البيانات:

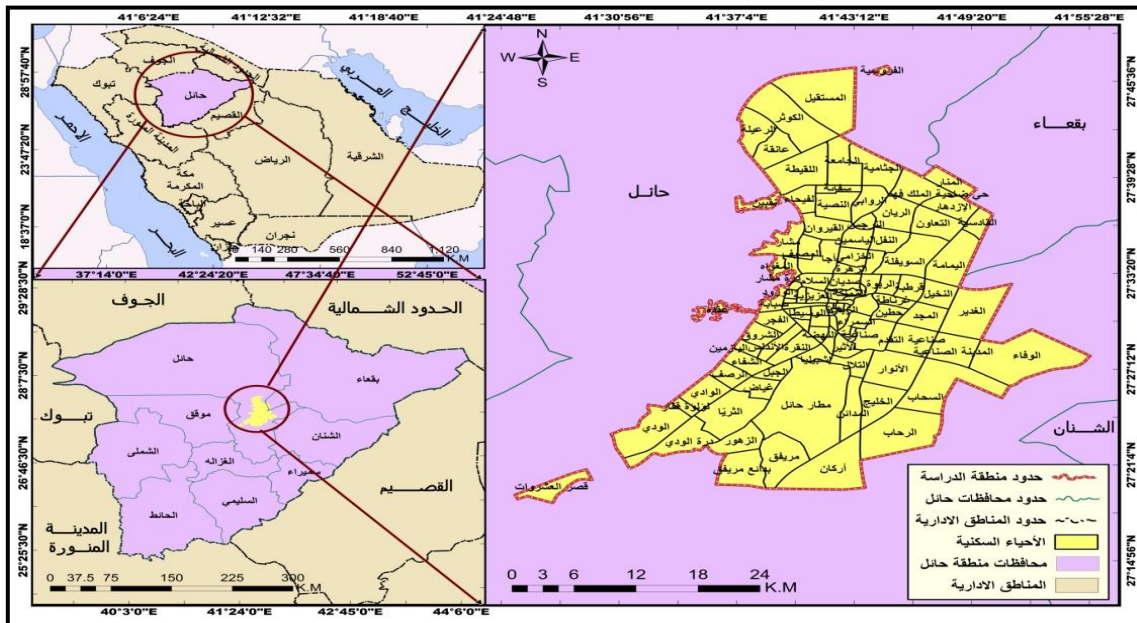
- وبعد عرض أهم مناهج وأساليب الدراسة كان لا بد من الإشارة إلى خطوات تدرج منهجية الدراسة على النحو الآتي:
- 1- مراجعة الأدبيات: حيث عملت الباحثة على الاستعانة بكثير من الدراسات العربية والأجنبية، المتعلقة بنمذجة ومحاكاة تغير أغطية واستعمالات الأرض؛ وذلك لتحقيق أكثر من هدف؛ كعرفة المتغيرات المكانية التي تُحرك ديناميات أغطية واستعمالات الأرض، والآثار البيئية والتنموية لتغير أغطية واستعمالات الأرض،
 - 2- جمع البيانات: بعد مراجعة الأدبيات ومعرفة البيانات المطلوب جمعها لتحقيق أهداف الدراسة؛ تتوجه الدراسة لجمع البيانات التي يُمكن تصنيفها حسب فصول وأهداف الدراسة كما يأتي:
 - أ- بيانات عوامل تغير أغطية واستعمالات الأرض: وتتضمن الحصول على طبقات (Shapfile Polygon) لحدود منطقة الدراسة، وأخرى لحدود الأحياء السكنية، وطبقة ثالثة (Shapfile Line) للطرق، ورابعة (Shapfile Points) لتوزيع الخدمات، وخامسة (Shapfile Points) لمشاريع البنية التحتية والتنموية.
 - ب- بيانات أغطية واستعمالات الأرض: ستحاول الباحثة الحصول على مرئيات القمر الصناعي (Spot) أو مرئيات القمر الصناعي الأمريكي لاندسات للأعوام (1990، 2000، 2010)، وتم الحصول على مرئيات لاندسات من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية (<https://earthexplorer.usgs.gov>).
 - ج- معالجة البيانات واشتقاق الخرائط: ستقوم الدراسة بمعالجة طبقة (JPG) الخاصة بمتغير التركيب الجيولوجي، من خلال إعادة إرجاعها من (UNKNOWN) إلى (UTM_37N)، بالاعتماد على الإحداثيات الموجودة في أطراف طبقات (JPG)، وتم استخدام برنامج (Global Mapper) في تنفيذ هذه الخطوة، وبعدها برنامج (GIS) في عمل (Digitizing): لإنتاج طبقة التركيب الجيولوجي لصخور المدينة.
- أما فيما يتعلق بإنتاج خريطة نوعية التربة، ستقوم الدراسة أولاً بعمل إسكان لكلٍ منها، من كتاب أطلس التربة لوزارة الزراعة والمياه؛ لتحويلها إلى صيغة (JPG)، وبالتالي تم استيراد هذه الطبقات بواسطة برنامج (Global Mapper) لإعادة إرجاع كلٍ منها إلى (UTM_37N)، بالاعتماد على الإحداثيات الطرفية بكلٍ منها، وبعدها سيتم عمل (Digitizing) لإنتاج طبقة نوعية تربة المدينة، باستخدام برنامج (GIS). وإذا احتاجت الدراسة لخرائط خصائص التربة الفيزيائية؛ كنسبة الرمل والطين والغرين، التي ستحصل عليها الدراسة من موقع المركز الدولي لمعلومات التربة؛ سيتم بعد إعادة إرجاع طبقاتها (Raster)، تحويل كلٍ منها من (Raster to point) برنامج (GIS)، وفيما يتعلق بطبقات عناصر المناخ والمياه -التي تم الحصول عليها من موقع وكالة ناسا-، واشتقت الدراسة طبقات خرائط البعد من الخدمات، ومشاريع سيتم باستخدام أداة المسافة الإقليدية (Euclidean Direction). وفيما يتعلق بخطوات معالجة طبقات السكان -إن تم الحصول عليها من موقع الأمم المتحدة-، فبعد إعادة الإرجاع والتحويل من (Raster to point)، واستعمال خوارزمية (IDW) لعمل استيفاء مكاني، وتحسين دقة الطبقات لاشتقاق خريطة عدد السكان وكثافتهم في المدينة:

في المقابل، -وقبل اشتقاق طبقات أغطية واستعمالات الأرض في المدينة- ستقوم الدراسة أولاً بمعالجة المرئيات المرئية، المستخدمة في اشتقاق خرائط أغطية واستعمالات الأرض، باستخدام أدوات برنامج (Erdas Imagine)؛ حيث سيتم دمج نطاقات كل مرئية بكل عام، باستخدام أداة (layer Stack)، وبواسطة أداة (Geometric Correction) سيتم عمل تصحيح هندسي؛ أي إعطاء المرئيات إحداثيات الأرض الحقيقية، وبالتالي سيتم استخدام أداة (Resolution Merge) في تحسين دقة بعض المرئيات، من خلال دمج النطاقات مع النطاق البنكروماتي رقم (8). وأخيراً، سيتم استعمال أداة (Create subset image) في الاقتطاع من المرئيات على حدود مدينة حائل.

وبالتالي، قامت الدراسة بتجهيز جميع طبقات العوامل المؤثرة وأغطية واستعمالات الأرض؛ من حيث الدقة (Pixel Cell) والامتداد (Extraction)، وتحويل كلٍ منها من (Raster to ASCII) تمهيداً لاستيرادها ببرنامج (Edrisi Selva)، وبواسطة أدوات هذه البرامج سيتم أولاً: نمذجة العلاقات المكانية بين الطبقات المعلوماتية لهذه العوامل وطبقات أغطية واستعمالات الأرض، باستخدام خوارزميات الارتباط (Correlate)، والانحدار البسيط (Regression Analysis) والمتعدد (Multireg Regression)، والانحدار اللوجستي (Logistic Regression)، وثانياً: واستعملت الدراسة خوارزمية تقييم الدقة (VALIDATE) لتقييم دقة تصنيف طبقات أغطية واستعمالات الأرض في مختلف الأعوام بمدينة حائل، وسيتم الاعتماد في تقييم دقة تصنيف المرئيات معامل كابا، وذلك تمهيداً لاعتماد كل طبقة في تطبيق نماذج التغير والمحاكاة لأغطية واستعمالات الأرض.

د- حدود الدراسة:

تقع مدينة حائل فلكياً ما بين دائرتي العرض (16° 24' 27" - 22° 36' 27" شمالاً، وبين خطي الطول (55° 35' 41" - 58° 35' 41" شرقاً، وتقع جغرافياً في الجزء الشمالي من المملكة العربية السعودية على السفوح الشرقية لجبال أجا، في نهاية هضبة نجد شمالاً، وهي العاصمة الإدارية لمنطقة حائل، ومركزها الإداري. شكل (1) (الشمري والشبعان، 2018م، ص 35). وتبلغ مساحة المدينة حسب طبقة (Shapfile) للأحياء السكنية تم الحصول عليها من الأمانة عام 2024 م نحو 899.87 كم²، وبلغ إجمالي عدد سكان المدينة تعداد 2022 م نحو 448623 نسمة.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على طبقات (shapfile)؛ ومصدرها أمانة حائل 2023م.

هيكلية الدراسة:

تم تقسيم هذه الدراسة إلى ثلاثة مباحث، يتناول المبحث الأول منها الإطار النظري للدراسة والدراسات السابقة، بينما يتطرق المبحث الثاني إلى العوامل الطبيعية، بينما المبحث الثالث يتناول العوامل البشرية.

المبحث الأول- الإطار النظري والدراسات السابقة

أولاً- الإطار النظري لاستعمالات الأرض وتركيب المدن:

نشأ أول نموذج يوضح لنا توزيع المجموعات الاجتماعية داخل إطار المناطق العمرانية الحضرية في عام (1923م)، على يد العالم برجس Burgess الذي طوّر نموذج المناطق الدائرية متحدة المركز، ويقول: "إن المدينة تنمو للخارج من منطقة مركزية على شكل سلسلة من

الحلقات متحدة المركز كحلقات الشجرة. والحجم المضبوط لتلك الحلقات وعرضها يتفاوتان من مدينة لأخرى، ولكن الأنماط الأساسية للحلقات نفسها تظهر في جميع المدن في الترتيب نفسه". (الوليبي، 2017م، ص 257).

في عام (1945م) قدّم الجغرافيان تشونسي هاريس وإيدوارد ألمان نموذج النويات المتعددة the multiple= nuclei model يقول هذا النموذج بأن المدينة بنية معقدة، وبها أكثر من مركز تدور حوله الأنشطة. وهذه العقد قد تشمل على: (ميناء، ومنطقة أعمال، وجامعة، وحديقة، ومطار، ومنتزه، ومجموعة متنوعة من الاستخدامات الأخرى للأرض). وتتجمع بعض الأنشطة عند عقد بعينها؛ لحاجتها للتسهيلات المتخصصة؛ كالقرب من الماء مثلاً، كما تدل استخدامات أخرى للأرض على أن اختيار المكان داخل المنطقة الحضرية قد يكون بسبب قربه من عقد بعينها، (الوليبي، 2017م، ص 257).

ثانياً- الدراسات السابقة

- 1- دراسة أبو صاع (2014) تناولت الدراسة التغيرات في الغطاءات الأرضية / استعمالات الأراضي في محافظة طولكرم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بأن قدرة تقنية نظم المعلومات الجغرافية على إنتاج خرائط دقيقة لاستعمالات الأراضي، وإحصائيات هذه الاستعمالات تتمثل في إخراج مساحة كل استعمال، وإعطاء النسب التي يُغطّيها من مساحة منطقة الدراسة الكلية. كما أتاحت نظم المعلومات الجغرافية مطابقة البيانات المكانية (صوراً جوية)؛ لاستنباط نتائج جديدة تُساعد في تحليل الواقع. وتوصي الدراسة بضرورة منع وجود مناطق صناعية بين الأحياء السكنية لما لها من آثار سلبية على البيئة، وصحة السكان.
- 2- دراسة آل عمير، (2030) بينت الدراسة مراقبة ونمذجة النمو الحضري في أهما الحضرية، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد أن تقنية الاستشعار عن بُعد من التقنيات الحديثة، التي سهّلت دراسة تَغْيُرات الغطاء الأرضي، وتصنيف استخدامات الأرض بأقل التكاليف؛ فمن خلال بيانات الأقمار الصناعية، أمكن حفظها ومعالجتها بالدمج، وإجراء التصحيحات الهندسية والإشعاعية والطيفية، وإجراء عمليات التحليل المكاني، واستخراج النتائج وإنتاج الخرائط، وتصنيف الغطاء الأرضي أو استخدام الأرض باختيار التصنيف الأنسب للدراسة.
- 3- دراسة Albasri، (2022) بنمط التَغْيُرات المكانية لأغطية واستعمالات الأرض الحضرية، في مدينة النجف (العراق)، بين (2005 و 2015)، وإجراء تنبؤات دقيقة لحجم التَغْيُرات المكانية حتى عام (2025)، باستخدام سلسلة ماركوف، واعتمدت الدراسة على فَرَضِيَّة التَغْيُرات الوظيفي المكاني المتزايد لأنماط استخدام الأراضي لأسباب اقتصادية واجتماعية. وتوصّلت نتائج الدراسة إلى أن أحياء المدينة شهدت تَغْيُراتٍ وظيفيةً كبيرةً، شملت: الأحياء السكنية، والتجارية، والصناعية والعشوائية بين عامي (2005 – 2015)، وأظهرت نتائج التنبؤ للمستقبل استمرار وتيرة التغيرات الأرضية وإمكانية تَغْيُراتها عن أنماط التَغْيُرات الحالية.

المبحث الثاني- العوامل الطبيعية

أولاً- التركيب الجيولوجي:

يؤثر التركيب الجيولوجي في اتجاهات النمو العمراني في المدن ومنها مدينة حائل حيث تفضل التوسعات العمرانية المناطق التي تتصف بتكوينات رسوبية وتتجنب مناطق الصخور الصلبة كالصخور النارية الجوفية، وعليه يظهر شكل (2) وجود عدد من التراكيب الجيولوجية بمدينة حائل كصخور جرانيت حائل التي تتألف في غالبها من صخري المونزوجرانيت (Monzogranite) وهو صخر ناري جوفي يحتوي على الكوارت والفلسبار القلوي، وصخر الباراجنيس (Orthogniciss) وهو من اقدم انواع الصخور وهو صخر متحول من الصخور النارية، وتغطي هذه الصخور شرق وجنوب مدينة حائل بمساحة 361.58 كم²، بنسبة 40.18% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا التكوين 34.8 كم²، بنسبة 49.12% من اجمالي العمران في المدينة. كما في الجدول (1)

وجاء بعده من حيث المساحة الرواسب الريحية الحصوية الرملية والتي تتألف من رواسب خشنة (حصى وحصباء ورمل)، وتغطي جنوب غرب المدينة بمساحة 222.46 كم²، بنسبة 24.73% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذه الرواسب 13.44 كم²، بنسبة 18.97% من اجمالي العمران في المدينة.

وبعده جاءت الصخور الرسوبية التي تتكون من الحجر الرملي (Sandstone) الخشن والناعم، والحجر الغريني (Siltstone)، وتظهر شمال وشمال شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 69.72 كم²، بنسبة 7.74% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا النوع من الصخور 8.35 كم²، بنسبة 11.78% من اجمالي العمران في المدينة.

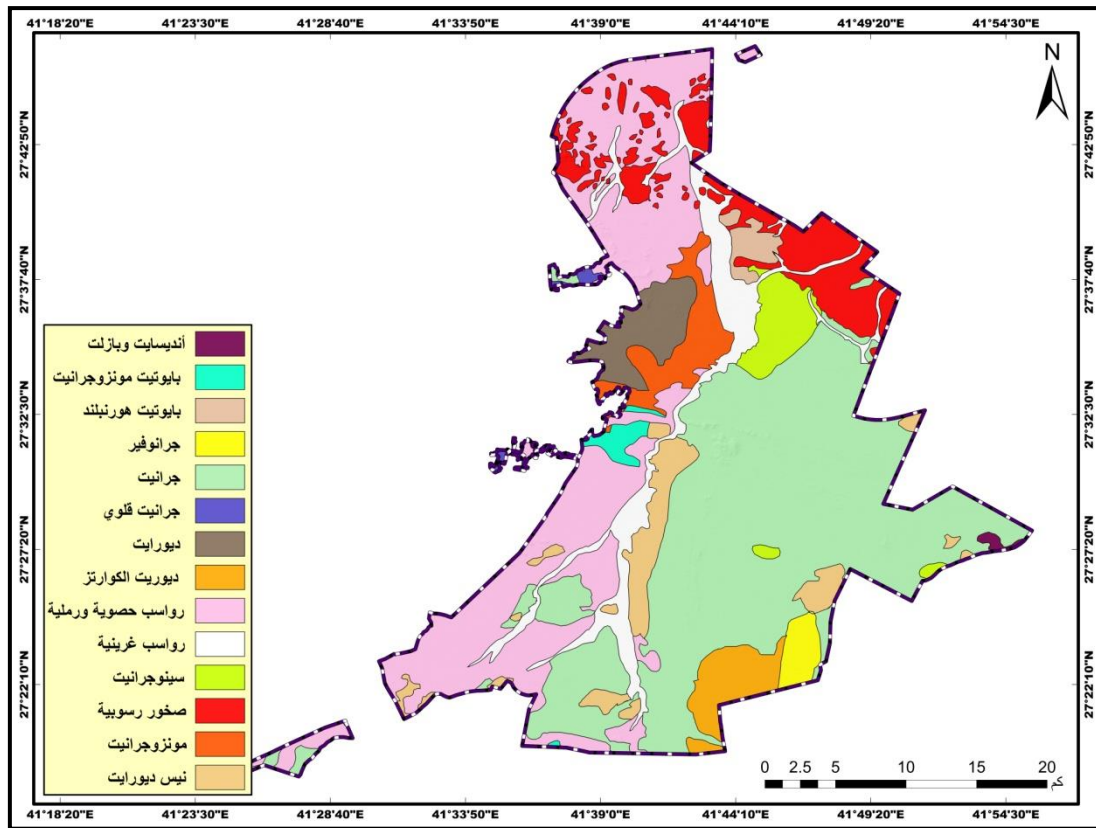
تلها الرواسب الغرينية، وتظهر في مجاري الاودية وسط وشمال المدينة، بمساحة بلغت 64.17 كم²، بنسبة 7.13% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا النوع من الصخور 6.07 كم²، بنسبة 8.55% من اجمالي العمران في المدينة.

ومن ثم جاءت صخور الميتاجابروا (Metagabbro)، وهي صخور صلبة متحولة عن صخر الجابرو، تظهر وسط وجنوب وشرق المدينة، بمساحة بلغت 41.05 كم²، بنسبة 4.56% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا النوع من الصخور 6.28 كم²، بنسبة 8.86% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وتلتها الصخور النارية الجوفية كصخر المونزوجرانيت (Monzogranite)، وهو يتكون من الكوارتز والفلسبار القلوي والسلكة، تبرز وسط غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 29.97 كم²، بنسبة 3.33% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا النوع من الصخور 3.54 كم²، بنسبة 4.99% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وبالتالي جاءت صخور الديورايت (Diorite)، وهي صخور تتكون بشكل رئيسي من الكوارتز والهورنبلند الداكن مع قليل من البوتاسيت، تظهر غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 28.72 كم²، بنسبة 3.2% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذا النوع من الصخور 1.17 كم²، بنسبة 1.67% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وجاءت بعدها صخور السينوجرانيت (Syenogranite)، وهي عبارة عن صخور نارية متطفلة ذات حبيبات خشنة لها نفس التركيب العام للجرانيت، مكون الفلسبار في السينوجرانيت عنصر السلكات، تبرز شمال وسط مدينة حائل، بمساحة بلغت 25.01 كم²، بنسبة 2.77% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه الصخور 0.84 كم²، بنسبة 1.17% من إجمالي مساحة عمران المدينة.



شكل (2) التركيب الجيولوجي لمدينة حائل

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة هيئة المساحة الجيولوجية السعودية 1:250000، لوحة حائل، 1987.

وجاءت بعدها صخور الجرانوفير (Granophyre)، وهي عبارة عن صخور نارية جوفية متطفلة دقيقة الحبيبات تحتوي على فلسبار الكوارتز والبغماتيت، تظهر جنوب شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 10.62 كم²، بنسبة 1.18% من إجمالي مساحة المدينة، وتتضمن هذه الصخور 1.05 كم²، بنسبة 1.48% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وبعدها أتت صخور البايوتيت هورنبلند (Biotite-hornblende)، وهي عبارة عن صخور صهيريته تحتوي على أنواع الفلسبار القلوي، على شكل بلورات ضخمة، تظهر هذه الصخور وسط شمال المدينة، بمساحة بلغت 9.89 كم²، بنسبة 1.1% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذه الصخور 0.09 كم²، بنسبة 0.13% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

اعقبها صخور البايوتيت مونزوجرانيت (Biotite Monzogranite)، وهي عبارة عن صخور جوفية تتكون من سيليكات البوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد والألومنيوم والكوارتز والفلسبار القلوي، تظهر غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 7.75 كم²، بنسبة 0.86% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذه التكوين 1.9 كم²، بنسبة 2.67% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وجاءت بعدها صخور الجرانيت القلوي (alkali granite)، وهو صخر ناري فلزي ونوع من الجرانيت الغني بالفلسبار البوتاسيوم المعدني، يظهر شمال غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 2.82 كم²، بنسبة 0.31% من إجمالي مساحة المدينة، ويضم هذه التكوين 0.14 كم²، بنسبة 0.2% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

وأخيرا جاءت بعدها صخور الأنديسايت والبازلت (Andesite and Basalt)، وهي صخور متحولة من الصخر المافيك الناري الداكن، تظهر جنوب شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 1.65 كم²، بنسبة 0.18% من إجمالي مساحة المدينة، ويقع ضمن هذه التكوين 0.045 كم²، بنسبة 0.06% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.

جدول (1) نوعية الصخور ومساحة العمران ضمن كل نوع عام 2020م

نوع التربة	مساحتها	النسبة من مساحة المدينة	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة العمران
الجرانيت	361.573	40.1807	34.7927	49.12
رواسب حصوية رملية	222.46	24.7218	13.436	18.97
صخور رسوبية	69.7155	7.7473	0.455973	0.46
رواسب غرينية	64.174	7.13159	6.06082	8.56
الميتاجابروا	41.0561	4.56252	6.27476	8.86
المونوزوجرانيت	29.9702	4.56252	3.53143	4.99
الديورايت	28.7155	3.19112	1.1792	1.67
السينوجرانيت	25.0121	2.77957	0.834331	1.17
ديوريت - كوارتز	24.462	2.71844	1.05078	1.48
جرانوفير	10.6202	1.18021	1.05072	1.48
بايونيت هورنبلند	9.88517	1.09853	0.089402	0.12
البايونيت مونوزوجرانيت	7.74877	0.861113	1.89196	2.67
جرانيت قلوي	2.82862	0.314342	0.137018	0.2
أنديسايت بازلت	1.64394	0.182689	0.044079	0.06
الإجمالي	899.87	%100	70.84	%100

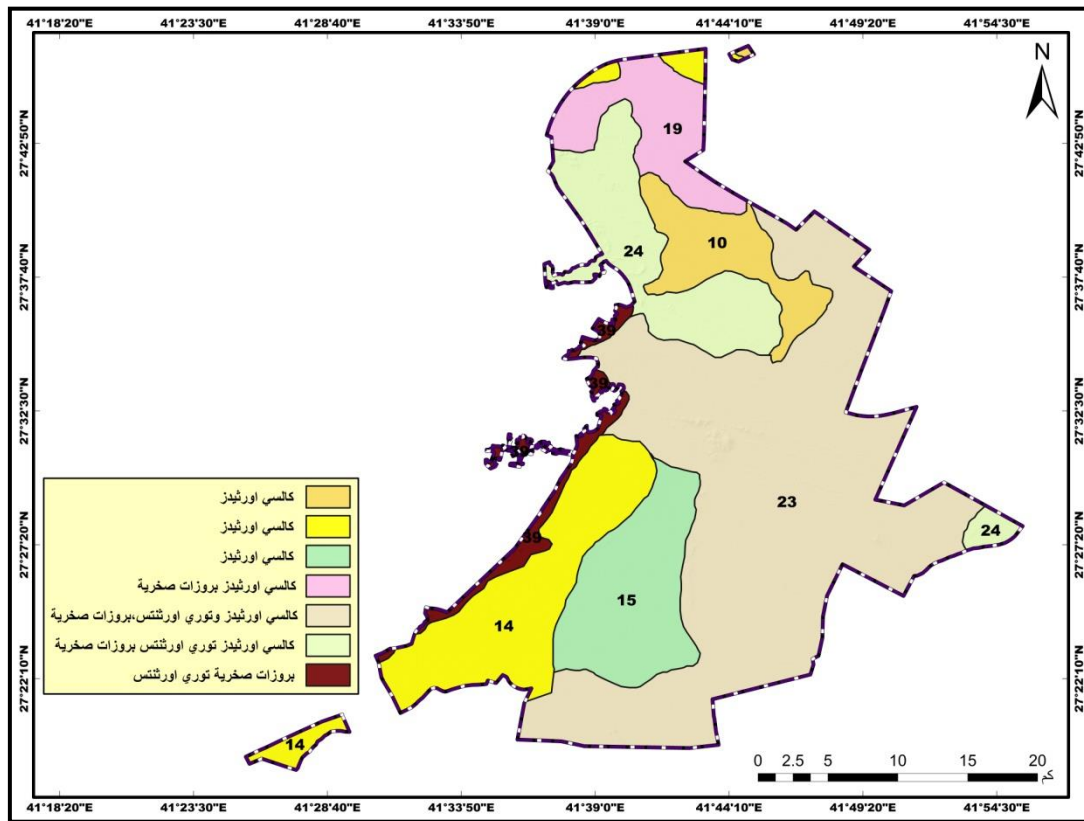
المصدر: الباحثة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية ومرئية لاندسات 2020م.

ثانياً: - خصائص التربة:

تؤثر التغيرات السريعة في استعمالات الأرض بمدينة حائل لاسيما النمو العمراني في تغيرات التربة بين مدة وأخرى، ويؤدي تغير العمران إلى تدهور التربة وتراجع مساحة الأراضي الصالحة والقابلة للزراعة، وعليه يبين شكل (3) وجود عدة أنواع من الترب في مدينة حائل، تختلف عن بعضها في الخواص الكيميائية والفيزيائية والقابلية لممارسة الأنشطة الزراعية.

وعليه وجدت وزارة الزراعة والمياه (1985) "أن النوع الأول من ترب المدينة بتربة كالسي أورثيدز أعطيت الرقم (10)، تظهر وسط شمال مدينة حائل، وهي تربة طمية عميقة انحدارها من 0 - 3% تتكون من سهول شبة مستوية يتخللها مجاري وأودية كبيرة متقطعة ومعظم المجاري المائية الأخرى ضحلة ومتقطعة وتتجمع المياه في تلك الأودية وتجري لمسافات قصيرة، وتتكون هذه التربة من 85% كالسي أورثيدز والنسبة المتبقية 15% من أنواع ثانوية أخرى، ونحو 85 - 90% من هذه التربة صالحة للزراعة المرورية ذات المساحات الكبيرة والصغيرة" (ص 5-6). ويقع ضمن هذا النوع من التربة نحو 1.77 كم²، بنسبة 2.5% من إجمالي العمران في المدينة.

والنوع الثاني كما وجدت وزارة الزراعة والمياه (1985) "تربة الكالسي أورثيدز وتعطى الرقم (14)، تظهر كما يبين شكل (3) جنوب غرب مدينة حائل، وهي تربة عميقة طميية حصوية انحدارها من 0 - 5%، تنتشر في مناطق شبة مستوية على سهول ورواسب مروحية، وتخترق بعض أجزاءها مجاري وديان كبيرة متقطعة، ومعظم المجاري ضحلة جدا وضيقة، وتتجمع المياه في مجاري الأودية وتجري لمسافات قصيرة ثم تتلاشى، وتتكون هذه التربة من 80% من الكالسي أورثيدز، و 20% من أنواع أخرى، ونحو 85% من هذه التربة صالحة للزراعة المرورية ذات المساحات الكبيرة ونحو 95% صالحة للزراعة المرورية ذات المساحات الصغيرة" (ص 7). وتبلغ مساحة هذا النوع من التربة نحو 14.07 كم²، بنسبة 19.86% من إجمالي العمران في المدينة. كما في الجدول (2)



شكل (3) نوعية التربة في مدينة حائل

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة التربة مقياس 1:250000، وزارة الزراعة والمياه، 1985م.

وتعرب تربة الوحدة السادسة كما وجدت وزارة الزراعة والمياه (1985) "بتربة الكالسي أورثيدز توري أورثنتس بروزات صخرية لديها رقم (24)، وهي تربة طميية عميقة شبة مستوية خفيفة الانحدار بسفوح وإطراف منحدرات التلال والرواسب المروحية، وترب طميية حصوية ضحلة خفيفة الى حادة الانحدار بالسفوح الخلفية للتلال، ومساحات من البروزات الصخرية على هيئة تلال صخرية خفيفة الى حادة الانحدار (0-60%) تنتشر شمال غرب مدينة حائل، تخترق معظم اجزاءها مجاري وديان كبيرة متقطعة، وتوجد بها شبكة وديان متشعبة مكتملة التكوين، تتألف (30%) من الكالسي أورثيدز، 25% من التوري أورثنتس، (20%) بروزات صخرية، (25%) ومن ترب أخرى، وتتصف غالبية اراضي هذه الوحدة بكونها غير صالحة للزراعة المروية بمساحات كبيرة، وأهم محددات صلاحيتها ضحالة عمقها فوق المهد الصخري والبروزات الصخرية وشدة الانحدار" (ص 10). وتضم هذه التربة نحو 3.46 كم²، بنسبة 4.89% من إجمالي عمران المدينة.

كذلك تم التعرف على أنواع أخرى للتربة بمدينة حائل من قبل وزارة الزراعة والمياه (1985) "بتربة البروزات الصخرية توري أورثنتس جبال رقمها (39)، وهي ترب ضحلة الى ضحلة جدا طميية حصوية تتكون من البروزات الصخرية الحادة فوق جبال وعرة وتربة حادة الانحدار على جوانب التلال تظهر غرب مدينة حائل" (ص 16). وتتضمن هذه التربة نحو 1.53 كم²، بنسبة 2.15% من إجمالي عمران المدينة.

جدول (2) نوعية التربة ومساحة العمران ضمن كل نوع عام 2020م

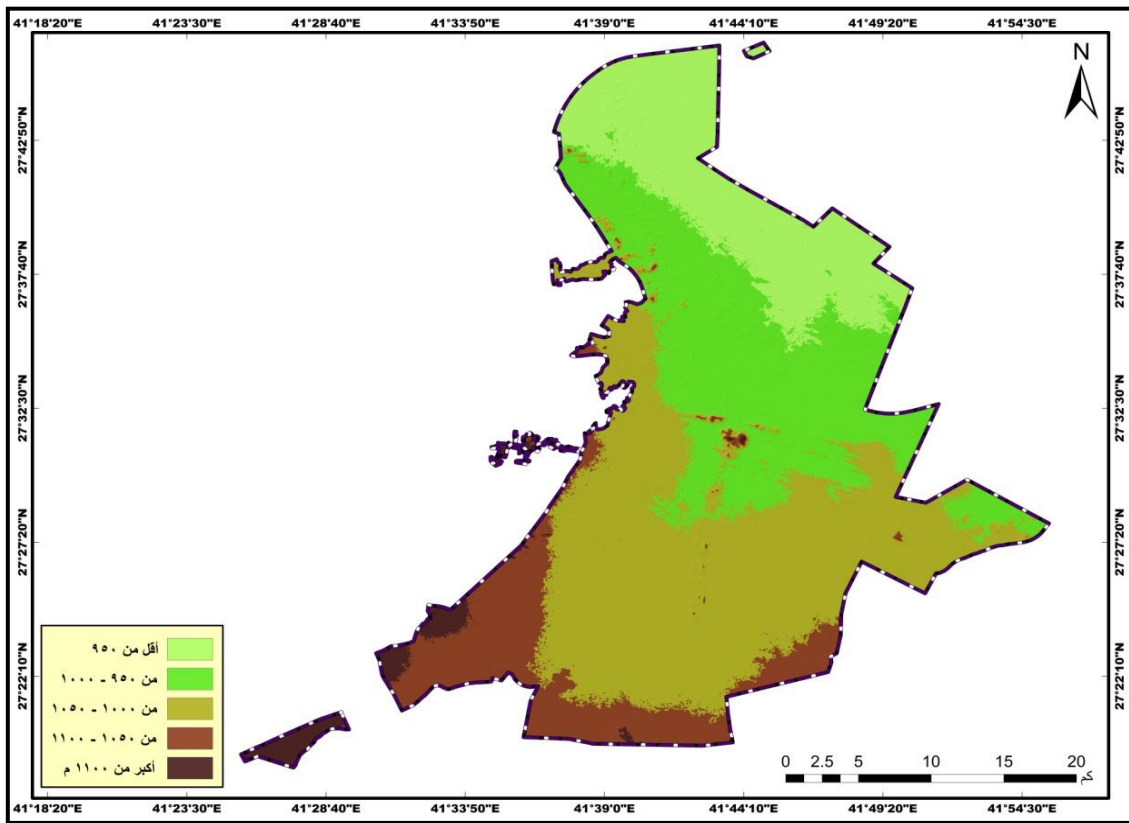
الرقم	نوع التربة	مساحتها	النسبة من مساحة المدينة	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة العمران
10	كالسي أورثيدز	54.7197	6.08085	3.89	2.59
14	كالسي أورثيدز	129.988	14.4452	29.01	19.35
15	كالسي أورثيدز	93.1953	10.3565	19.51	13.01
19	كالسي أورثيدز بروزات صخرية	59.4551	6.60708	1.26	0.84
23	كالسي أورثيدز وتوري أورثنتس، بروزات صخرية	436.258	48.4802	82.81	55.24

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحتها	نوع التربة	الرقم
5.87	8.8	11.2786	101.493	كالسي أورثيدز توري أورثنتس بروزات صخرية	24
3.1	4.64	2.75152	24.7601	بروزات صخرية وتوري أورثنتس	39
%100	149.92	%100	899.87	الإجمالي	-

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة التربة ومرئية لاندسات 2020م.

ثالثاً: - طبوغرافية المدينة:

تتأثر تغيرات اغطية واستعمالات الأرض؛ لاسيما غرب مدينة حائل حيث تحول التضاريس العالية والمعقدة من توسعات نمو النمو العمراني بين مدة وأخرى بهذه المنطقة لذلك يتوسع عمران المدينة نحو شمال وجنوب وشرق المدينة، حيث الطبوغرافية شبة المستوية، وببين تصنيف ارتفاع التضاريس في مدينة حائل الى خمسة فئات كما في شكل (4)، الاولى تقع شمال المدينة حيث يقل الارتفاع عن 950 م، وتعتبر هذه المنطقة غير ملائمة لتوسع النمو العمراني، واقلها من حيث تغير اغطية واستعمالات الأرض، كونها أكثر مناطق المدينة في درجات الحرارة فضلا عن انها تعاني من شدة مخاطر السيول لوقوعها في مصباتها، وتبلغ مساحتها 158.83 كم²، بنسبة 17.65% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه المنطقة نحو 1.6 كم²، بنسبة 2.24% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. تم تعديل الجملة وتقع المنطقة الثانية حيث يتراوح الارتفاع بين 950 - 1000 م، وتعتبر هذه المنطقة ذات ملائمة ضعيفة لتوسع النمو العمراني، وتشهد تغيرات جيدة في اغطية واستعمالات الأرض، اذ تبلغ مساحة هذه المنطقة 239.47 كم²، بنسبة 26.62% من إجمالي مساحة المدينة، وتتضمن هذه المنطقة نحو 23.85 كم²، بنسبة 33.67% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. وتظهر ثالث المناطق حيث يتراوح الارتفاع بين 1000 - 1050 م، وتتصف هذه المنطقة بملاءمة عالية لتوسع النمو العمراني، وتشهد هذه المنطقة اعلى تغيرات اغطية واستعمالات الأرض، وتبلغ مساحة هذه المنطقة 363.14 كم²، بنسبة 40.36% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة نحو 37.42 كم²، بنسبة 52.83% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. وتبرز رابع المناطق جنوب المدينة حيث يتراوح الارتفاع بين 1050 - 1100 م، وتتسم هذه المنطقة بملاءمة جيدة لنمو العمراني وتغير اغطية واستعمالات الأرض، وتبلغ مساحتها نحو 116.92 كم²، بنسبة 12.99% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه المنطقة 7.67 كم²، بنسبة 10.83% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. كما في الجدول (3) وتقع المنطقة الخامسة غرب وجنوب غرب مدينة حائل حيث يتجاوز ارتفاع التضاريس 1100 م، بمساحة بلغت نحو 21.51 كم²، بنسبة 2.39% من إجمالي مساحة المدينة، لكن هذه المنطقة تتصف بملاءمة منخفضة لنمو العمراني بسبب ارتفاع تكاليف نمو العمران ومخاطر الانهيارات الصخرية بنسبة 0.42% من إجمالي مساحة العمران في المدينة.



شكل (4) فئات ارتفاع التضاريس في مدينة حائل

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر الصناعي (ALOS)، للمستشعر (PALSAR)، دقة مكانية 12.5 م. 2024م. وبذلك تظهر نتائج نمذجة علاقة تحول أغطية الأرض الطبيعية الى عمران بارتفاع تضاريس مدينة حائل أن قيمة معامل ارتباط كيندال بينهما 0.2، وهي علاقة عكسية ضعيفة ليس لها دلالة احصائية، وعليه كلما زاد ارتفاع التضاريس قلت نسبة تحول اغطية الارض الى عمران بنسبة 20% والعكس.

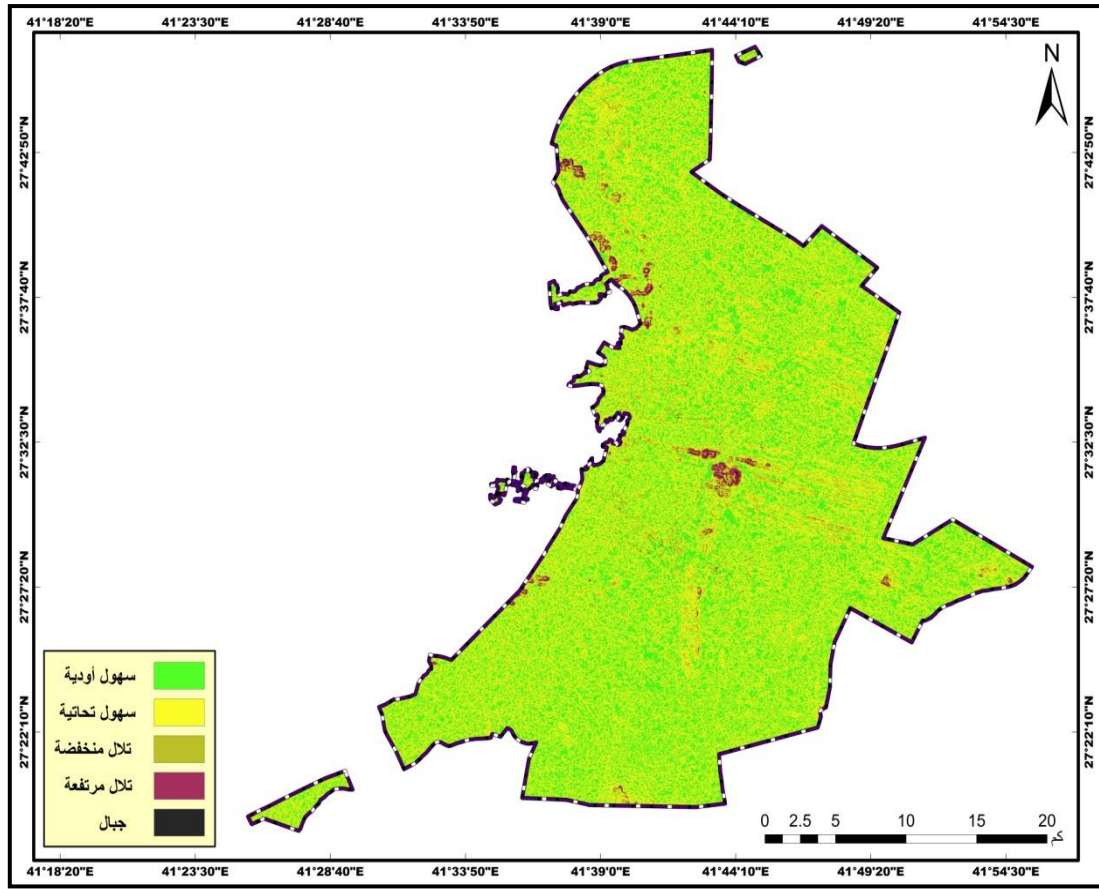
جدول (3) فئات الارتفاع ومساحة العمران ضمن كل فئة عام 2020م

فئة الارتفاع	مساحة فئة الارتفاع	النسبة من مساحة المدينة	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة العمران
أقل من 950	158.8313	17.65055	1.59101	2.24
1000 – 950	239.4619	26.61084	23.8488	33.67
1050 – 1000	363.137	40.35457	37.4182	52.83
1100 – 1050	116.9234	12.99343	7.66992	10.82
أكبر من 1100 م	21.51234	2.390617	0.301027	0.42
الإجمالي	899.87	%100	70.84	%100

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة ارتفاع التضاريس ومرئية لاندسات 2020م.

وللوصول الى نتائج أكثر دقة حول مدى تأثير طبوغرافية مدينة حائل في تغير اغطية واستعمالات الارض اعتمدت الباحثة على تصنيف (Zink) لتحديد اشكال سطح الارض. وهو تصنيف هرمي متسلسل يقع ضمن خمس فئات. (ياس، 2019م، ص 1774). وعليه يظهر شكل (5) تغطية اولى اشكال تضاريس سطح الارض لمناطق سهول الودية حيث يقل الانحدار عن 1.99 درجة، بمساحة بلغت 370.19 كم²، بنسبة 41.14% من إجمالي مساحة المدينة، ورغم الملاءمة العالية جدا لانحدار تضاريس سهول الودية للنمو العمراني وتغير اغطية الارض كونها اقل اشكال التضاريس كلفة، ويعرف الشكل الثاني لسطح الارض بالمدينة بالسهول التحاتية وتقع بمحاذاة سهول الأودية حيث يتراوح الانحدار بين 2- 7.99 درجة، وتغطي غالبية مساحة مدينة حائل اذ تبلغ مساحتها 490.46 كم²، بنسبة 54.5% من إجمالي مساحة المدينة، وتتصف تضاريس هذه المنطقة بملاءمة عالية لتوسعات العمران، وتشهد تغيرات كبيرة لأغطية واستعمالات الارض، كونها ذات طبوغرافية شبة مستوية تقلل من تكاليف

البناء وتبتعد من المخاطر الطبيعية كالفيضانات والانهدامات الأرضية، وتضم هذه المنطقة 39.83 كم²، بنسبة 56.22% من إجمالي مساحة عمران المدينة. كما في الجدول (4)



شكل (5) اشكال سطح الأرض في مدينة حائل

المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمرة الصناعي (ALOS)، للمستشعر (PALSAR)، دقة مكانية 12.5 م 2024. وبذلك تظهر نتائج نمذجة علاقة تغير أغطية الأرض الى عمران بانحدار تضاريس مدينة حائل أن قيمة معامل ارتباط كيندال بينهما 0.8⁻، وهي علاقة عكسية قوية جدا لكن ليس لها دلالة احصائية بين المتغيرين، وبالتالي كلما زاد انحدار التضاريس قلت نسبة تحول الغطاء الأرضي الى عمران بنسبة 80% والعكس.

جدول (4) فئات الانحدار ومساحة العمران ضمن كل فئة عام 2020م

فئة الانحدار	مساحة فئة الانحدار	النسبة من مساحة المدينة	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة العمران
اقل من 1.99	370.1909	41.13845	29.1223	41.12
2 - 7.99	490.4573	54.50338	39.8221	56.22
7.99 - 15.99	32.46547	3.607812	1.79656	2.53
16 - 29.99	6.38625	0.709689	0.082285	0.11
أكبر من 29.99 درجة	0.365938	0.040666	0.002073	0.003
الإجمالي	899.87	%100	70.84	%100

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة اشكال سطح الأرض ومرئية لاندسات 2020م.

رابعاً: - عناصر المناخ:

اعتمدت الدراسة في كشف مدى تأثير المناخ في تغيرات اغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل على حساب مؤشر الانزعاج الحراري وتأثيراته على الانسان من خلال تطبيق قرينة ثوم بالاعتماد على متغيري الحرارة والرطوبة النسبية، فالمناطق التي تعاني من زيادة الانزعاج الحراري او شعور الانسان بالضيق من المناخ بسبب الانزعاج الشديد للحرارة او البرودة، تعتبر غير ملائمة للأنشطة البشرية التي تعد المحرك الرئيس لتغير اغطية واستعمالات الأرض والعكس.

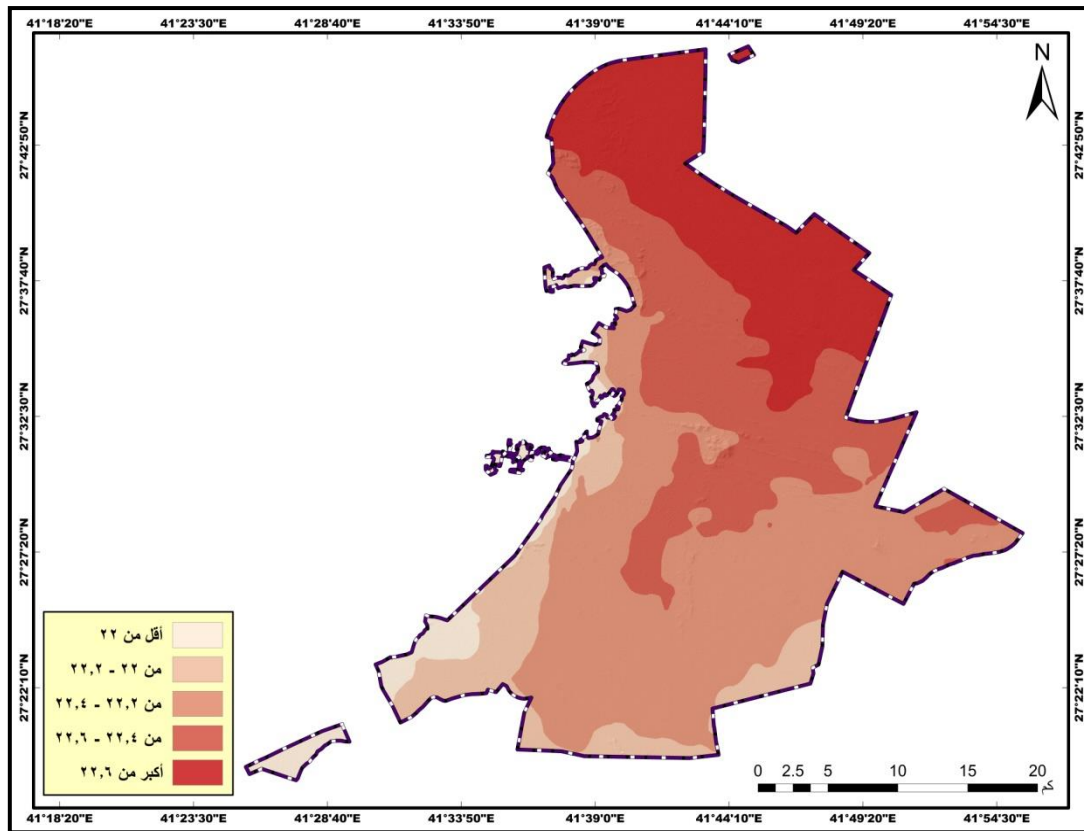
وعليه تؤثر الحرارة في تغير أغطية واستعمالات الأرض فهي تؤثر في اتجاه توسع النمو العمراني المدينة نحو جنوب المدينة حيث ترتفع درجات الحرارة، وبذلك تتراوح درجات الحرارة في المدينة بين عامي 1990 - 2020 م بين 20.1 إلى 22.9° م، ويوضح شكل (6) وقوع أول فئات الحرارة غرب وجنوب غرب وجنوب المدينة في المنطقة الأكثر ارتفاعا، وذلك حيث تقل درجات الحرارة عن 22° م، بمساحة بلغت 38.71 كم²، بنسبة 4.3% من إجمالي مساحة المدينة، ورغم انها أكثر مناطق المدينة ملائمة لتوسع النمو العمراني، وتغير اغطية الأرض، لكنها تضم 1.37 كم²، بنسبة 1.94% من إجمالي مساحة عمران المدينة.

وتقع المنطقة الثانية حيث تتراوح درجات الحرارة بين 22 - 22.2° م، جنوب وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت 101.39 كم²، بنسبة 11.25% من إجمالي مساحة المدينة، وتعتبر هذه المنطقة ذات ملائمة عالية لتحويل اغطية الأرض الى عمران، ويقع فيها 8.37 كم²، بنسبة 11.82% من إجمالي مساحة عمران المدينة. كما في الجدول (5)

وتبرز المنطقة الثالثة حيث تتراوح درجات الحرارة بين 22.2 - 22.4° م، جنوب وجنوب شرق وغرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 352.75 كم²، بنسبة 839.2% من إجمالي مساحة المدينة، وتتصف هذه المنطقة بملاءمة معتدلة للنمو العمراني وتغير اغطية الأرض، ويتركز فيها 34.25 كم²، بنسبة 48.34% من إجمالي مساحة عمران المدينة.

وتظهر المنطقة الرابعة حيث تتراوح درجات الحرارة بين 22.4 - 22.6° م وسط وشمال غرب وشرق المدينة، وتبلغ مساحة هذه المنطقة 217.97 كم²، بنسبة 24.23% من إجمالي مساحة المدينة، وتعتبر حسب الحرارة ذات ملائمة ضعيفة لنمو العمران وتغير اغطية الأرض، وتضم 24.54 كم²، بنسبة 34.64% من إجمالي مساحة عمران المدينة.

وتغطي المنطقة الخامسة حيث تتجاوز الحرارة 22.6° م شمال وشمال شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 189.06 كم²، بنسبة 21% من إجمالي مساحة المدينة، وتعتبر وفقا لدرجات الحرارة ذات ملائمة ضعيفة جدا لتغير اغطية واستعمالات الأرض، ويقع ضمنها 2.3 كم²، بنسبة 3.24% من إجمالي مساحة عمران المدينة.



شكل (6) فئات درجات الحرارة في مدينة حائل بين عامي 1990 – 2020م

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على بيانات القمر الصناعي (FLDAS)، دقة مكانية، 0.01 درجة 2024م

وبذلك تظهر نتائج نمذجة علاقة تغير أغطية الأرض الى عمران بتوزيع الحرارة في مدينة حائل أن قيمة معامل ارتباط كيندال بينهما 0.2، وهي علاقة طردية ليس لها دلالة احصائية بين المتغيرين، وبالتالي كلما زادت الحرارة زادت نسبة تحول الغطاء الارضي الى عمران بنسبة 20% والعكس.

جدول (5) فئات درجات الحرارة ومساحة العمران عام 2020م

فئة الحرارة م	مساحة فئة الحرارة	النسبة من مساحة المدينة	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة العمران
أقل من 22	38.718	4.302639	1.37636	1.94
22.2 - 22	101.3904	11.26727	8.37633	11.82
22.4 - 22.2	352.7431	39.1995	34.2414	48.34
22.6 - 22.4	217.9618	24.22158	24.5356	34.64
أكبر من 22.6 م	189.053	21.00901	2.29705	3.24
الإجمالي	899.87	%100	70.84	%100

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة الحرارة ومرئية لاندسات 2020م.

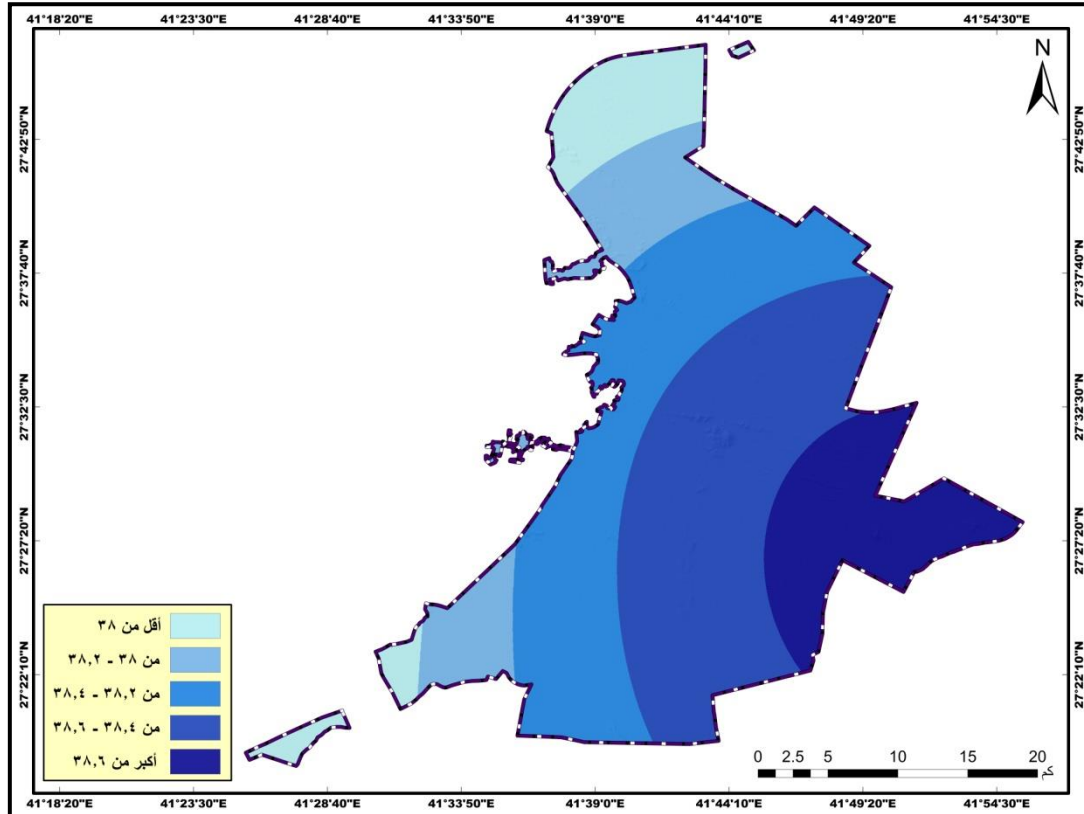
في المقابل توصلت نتائج تحليل الرطوبة النسبية تراوحها بين 37.6% الى 38.7% بين عامي 1990 - 2020 م، ويوضح شكل (7) وقوع اولى نطاقات الرطوبة شمال وجنوب غرب مدينة حائل، حيث تقل الرطوبة النسبية عن 38%، بمساحة بلغت 82.87 كم²، بنسبة 9.2% من إجمالي مساحة المدينة،

ويقع النطاق الثاني حيث تتراوح الرطوبة النسبية بين 38 - 38.2% جنوب النطاق السابق وسط شمال وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت 106.76 كم²، بنسبة 11.86% من إجمالي مساحة المدينة.

ويظهر ثالث نطاق رطوبي حيث تتراوح الرطوبة النسبية بين 38.2 - 38.4% غرب وشمال شرق وجنوب المدينة، بمساحة بلغت 269.62 كم²، بنسبة 29.67% من إجمالي مساحة المدينة، ويتسم بملاءمة معتدلة لنمو العمران وتغير اغطية واستعمالات الأرض.

ويمتد النطاق الرابع حيث تتراوح الرطوبة النسبية بين 38.4 - 38.6% من شمال شرق حتى جنوب شرق المدينة، بمساحة بلغت 309.42 كم²، بنسبة 34.38% من إجمالي مساحة المدينة، وتعتبر هذه المنطقة ذات ملاءمة ضعيفة لنمو العمران وتغير اغطية واستعمالات

الأرض، لكنها تتضمن 37.32 كم²، بنسبة 52.67% من إجمالي مساحة العمران. كما في الجدول (6)



شكل (7) توزيع الرطوبة النسبية في مدينة حائل بين عامي 1990 - 2020م

المصدر: عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر الصناعي (AIRS)، دقة مكانية، 1° درجة 2024م.

كما تبين نتائج نمذجة علاقة تحول أغطية الأرض الطبيعية الى عمران بتوزيع الرطوبة في مدينة حائل أن قيمة معامل ارتباط كيندال بينهما 0.6، وهي علاقة طردية قوية ولكن ليس لها دلالة احصائية بين المتغيرين، وبالتالي كلما زادت الرطوبة زادت نسبة تحول أغطية الارض الى عمران بنسبة 60% والعكس.

جدول (6) فئات الرطوبة النسبية ومساحة العمران عام 2020م

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة الرطوبة	فئة الرطوبة النسبية
0.31	0.219375	9.209341	82.8709	اقل من 38
6.5	4.59993	11.86455	106.764	38.2 - 38
27.1	19.1963	29.96165	269.612	38.4 - 38.2
52.68	37.3122	34.38504	309.4162	38.6 - 38.4
13.4	9.49798	14.57942	131.1939	أكبر من 38.6%
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة الرطوبة ومرئية لاندسات 2020م.

ولكي تكتمل صورة أثر المناخ في راحة الانسان بمدينة حائل بالاعتماد على متغير الحرارة والرطوبة النسبية معا، وبعد اشتقاق خرائط توزيع كل منهما تم استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator in GIS) لتطبيق قرينة نوم لتحديد نطاقات الراحة او الانزعاج الحراري في المدينة بالاعتماد على المعادلة الاتية:

$$DI = T - (0.55 - 0.0055 * R) (T - 14.5) \text{ (Thom, 1959)}$$

حيث (DI) قرينة الانزعاج عند نوم، (T) درجات الحرارة م، (R) الرطوبة النسبية، وصنفت الطبقة الناتجة عن تطبيق المعادلة ضمن الحدود التصنيفية التي وضعها نوم كما يبين جدول (7) للمناطق الحارة التي لا تقل فيها درجات الحرارة عن 15° م.

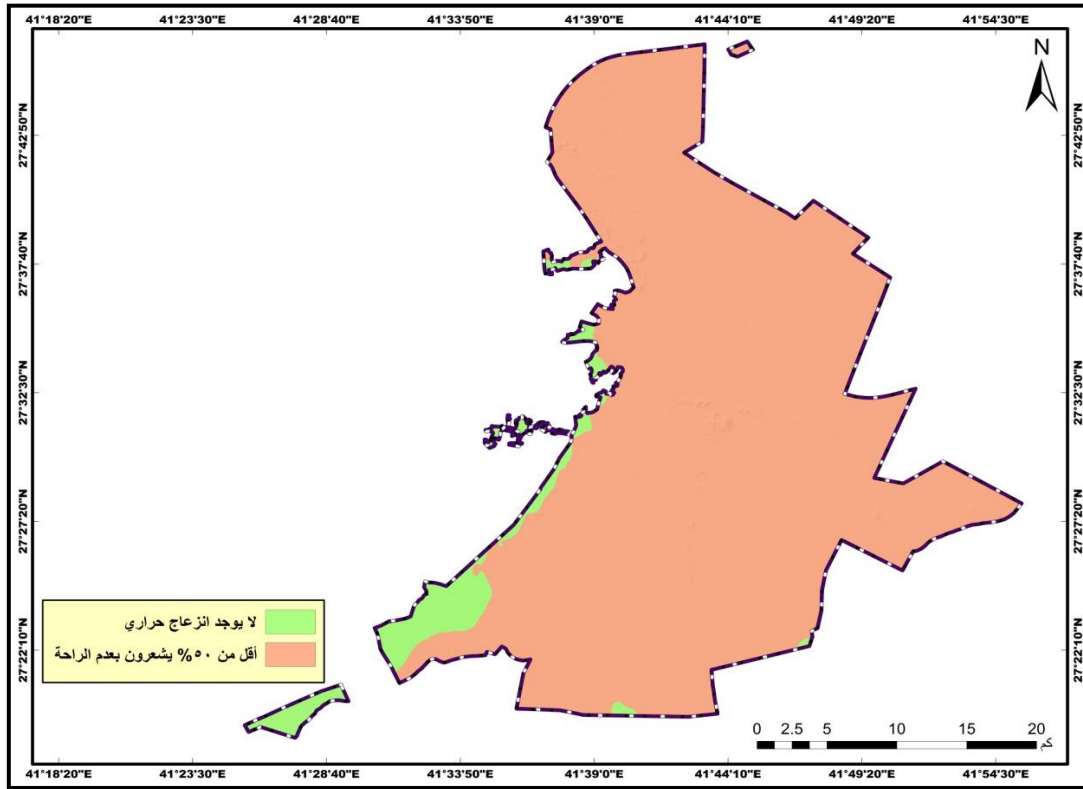
جدول (7) الوصف والفئات ونطاقات مؤشر عدم الراحة نوم (DI)

الوصف	فئة الانزعاج	قيمة المؤشر
لا يوجد إزعاج	A	أقل من 21
أقل من 50% من السكان يشعرون بعدم الراحة	B	23.99 - 21
يشعر أكثر من 50% من السكان بعدم الراحة	C	26.99 - 24
يشعر معظم السكان بعدم الراحة	D	28.99 - 27
يشعر الجميع بعدم الراحة	E	31.99 - 29
حالة الطوارئ الطبية	F	أكبر من 32

المصدر: الباحثة بالاعتماد على (Kambezidis, et al., 2021, p.3).

وبذلك تظهر نتائج تطبيق قرينة الانزعاج الحراري على بيانات متغيري الحرارة والرطوبة النسبية في المدينة بين عامي 1990 - 2020 م تراوح قيمة مؤشر نوم ما بين 20.7 في المناطق التي لا يوجد فيها انزعاج حراري الى 22.9 في المناطق التي يشعر فيها أقل من 50% من السكان يشعرون بعدم الراحة، وبالتالي تتصف مدينة حائل بصورة عامة بملاءمتها لتغير أغطية واستعمالات الأرض، حيث لم تظهر فيها نطاقات حالة الطوارئ الطبيعية والتي لا يشعر فيها جميع او معظم سكان المدينة بعدم وجود راحة مناخية.

وبذلك تظهر نتائج تطبيق قرينة الانزعاج الحراري على بيانات متغيري الحرارة والرطوبة النسبية في المدينة بين عامي 1990 - 2020 م تراوح قيمة مؤشر نوم ما بين 20.7 في المناطق التي لا يوجد فيها انزعاج حراري الى 22.9 في المناطق التي يشعر فيها أقل من 50% من السكان يشعرون بعدم الراحة، وبالتالي تتصف مدينة حائل بصورة عامة بملاءمتها لتغير أغطية واستعمالات الأرض، حيث لم تظهر فيها نطاقات حالة الطوارئ الطبيعية والتي لا يشعر فيها جميع او معظم سكان المدينة بعدم وجود راحة مناخية. كما في الشكل (8)

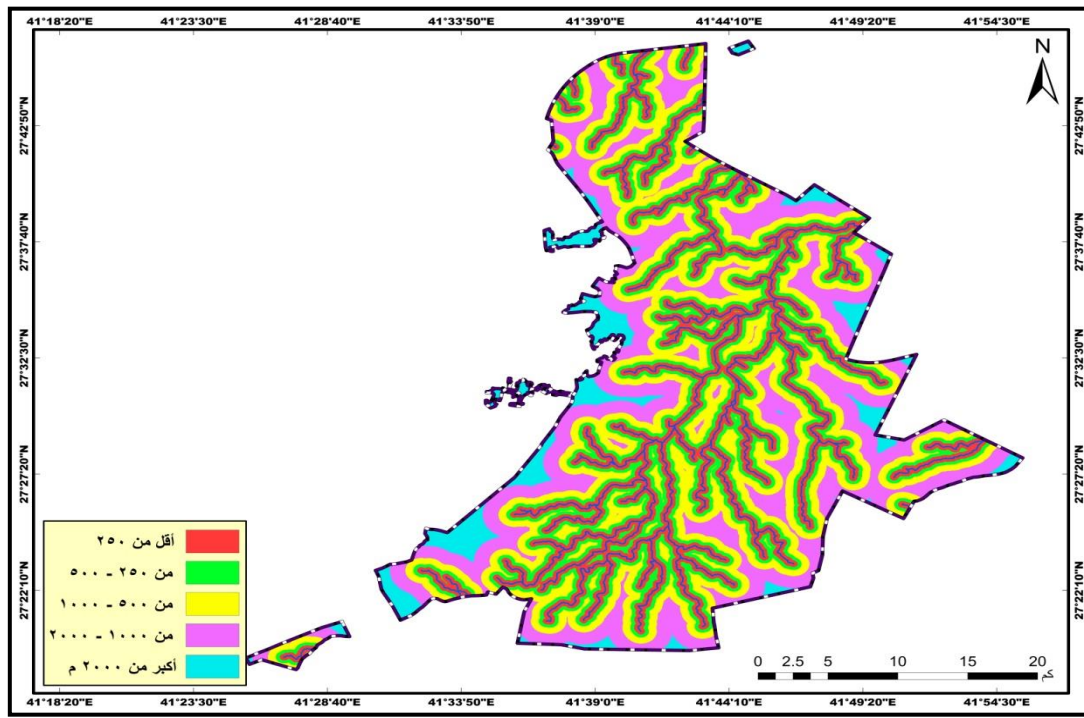


شكل (8) نطاقات الانزعاج الحراري في مدينة حائل بين عامي 1990 – 2020 م
المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقتي الشكلين (6، 7).

خامسا: -الموارد المائية:

تعتبر الموارد المائية من أهم مقومات الاستقرار البشري منذ القدم، حيث استقر الانسان على جوانب الاودية وحيث تتوفر مياه العيون والآبار، وعليه ستحاول الدراسة كشف تأثير كل من مجاري الاودية والآبار في تغير اغطية واستعمالات الارض في مدينة حائل. وبذلك تظهر نتائج تحليل البعد من مجاري الأودية في مدينة حائل تراوح بين 0 - 7 كم، ويوضح شكل (9) وقوع المنطقة التي شهدت تغير معتدل لأغطية واستعمالات الارض حيث يقل البعد من مجاري الأودية عن 250 م وسط المدينة، بمساحة بلغت 206.48 كم²، بنسبة 22.95% من إجمالي مساحة المدينة، ويغطي عمران هذه المنطقة نحو 5.46 كم²، بنسبة 21.82% من إجمالي مساحة العمران. وتظهر المنطقة التي تعرضت لأعلى تغيرات في أغطية واستعمالات الارض، اينما يتراوح البعد من مجاري الأودية بين 500 - 1000 م وسط شمال ووسط جنوب المدينة، بمساحة بلغت 242.46 كم²، بنسبة 26.95% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة العمران 20.3 كم²، بنسبة 28.67% من إجمالي عمران المدينة. كما في الجدول (8)

وتقع المنطقة التي شهدت ثاني أسرع تغير للغطاء الارضي الطبيعي لصالح استخدامات الارض حيث يتراوح البعد من مجاري الأودية بين 1 - 2 كم، بمساحة بلغت 218.35 كم²، بنسبة 24.27% من إجمالي مساحة المدينة، شرق وغرب وجنوب وشمال مدينة حائل، وبلغت مساحة عمران هذا البعد 17.59 كم²، بنسبة 24.83% من إجمالي مساحته في المدينة. وتبرز المنطقة التي شهدت تغير بطيء جدا في أغطية واستعمالات الارض حيث يتجاوز البعد من مجاري الأودية 2 كم شرق وغرب وجنوب مدينة حائل، بمساحة بلغت 62.67 كم²، بنسبة 6.96% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة العمران 3.49 كم²، بنسبة 4.92% من إجمالي مساحته في المدينة.



شكل (9) فئات البعد من مجاري الأودية في مدينة حائل

المصدر: الباحثة بالاعتماد على نموذج ارتفاع رقمي للقمر الصناعي (ALOS)، للمستشعر (PALSAR)، دقة 12.5 م 2024م. وبذلك تظهر نتائج علاقة تغير أغطية الأرض إلى عمران بالبعد من مجاري الأودية في مدينة حائل أن قيمة معامل ارتباط كيندال بلغت 0.2، وهي علاقة عكسية ضعيفة ليس لها أي دلالة احصائية بين المتغيرين، وبالتالي كلما زاد البعد من مجاري الأودية تراجعت نسبة تحول الغطاء الأرضي الطبيعي إلى عمران بنسبة 20% والعكس.

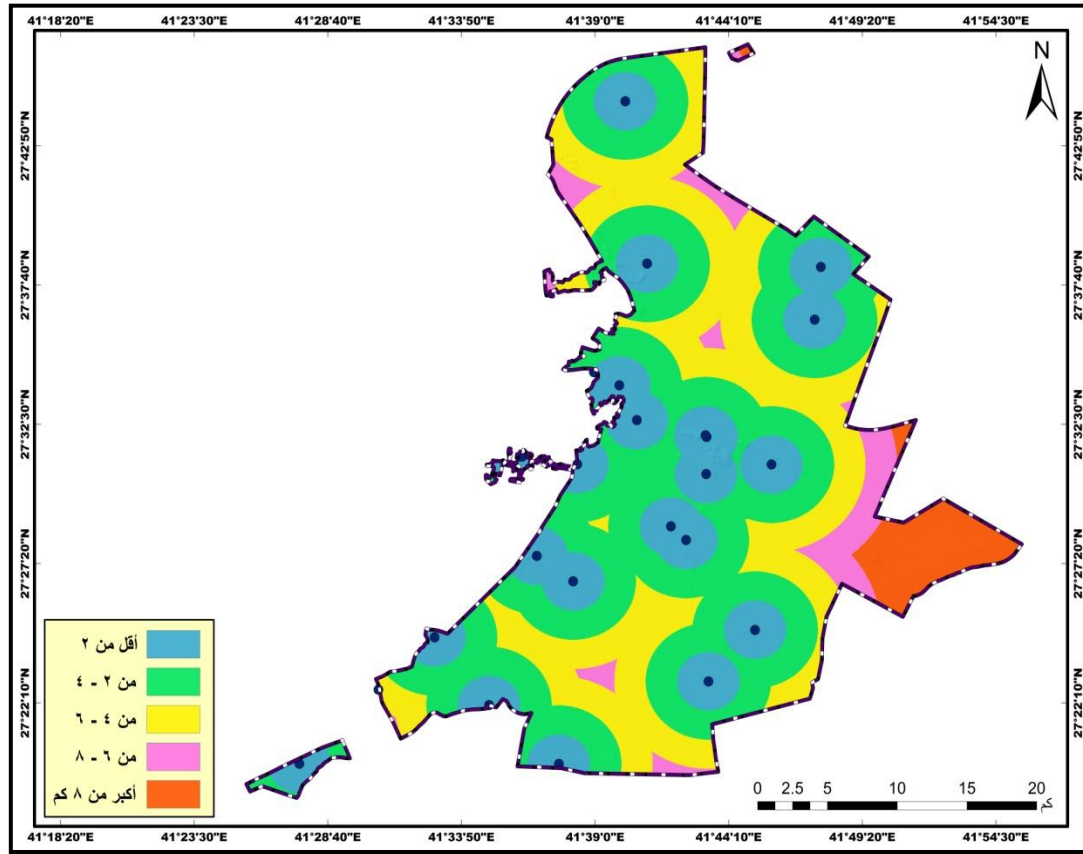
جدول (8) فئات البعد من مجاري الأودية ومساحة العمران عام 2020م

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة البعد	فئة البعد من الأودية م
21.82	15.46	22.945	206.4743	أقل من 250
19.75	14	18.8828	169.92	500 – 250
28.67	20.3	26.94328	242.4535	1000 – 500
24.83	17.59	24.26428	218.3461	2000 – 1000
4.92	3.49	6.964635	62.6724	أكبر من 2000 م
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة البعد من مجاري الأودية ومرئية لاندسات 2020م.

وعليه فقد توصلت نتائج تحليل البعد من الموارد المائية في مدينة حائل، تراوح البعد من هذه المنشآت بين 0 - 16.8 كم، بمساحة بلغت 203.85 كم²، بنسبة 22.66% من إجمالي مساحة المدينة، بمساحة بلغت 45.61 كم²، بنسبة 5.06% من إجمالي مساحة المدينة، كما في

الجدول (9)



شكل (10) البعد من مصادر المياه في مدينة حائل

المصدر: الباحثة بالاعتماد على امانة منطقة حائل، المستكشف الجغرافي، ادارة نظم المعلومات الجغرافية 2024م ووفقا لما سبق اسفرت نتيجة نمذجة علاقة تغير أغطية الارض الى عمران بالبعد من مصادر المياه في مدينة حائل عن وجود علاقة عكسية قوية جدا وذات دلالة احصائية، حيث بلغ معامل ارتباط كيندال 0.8^- ، وهذا يعني ان زيادة البعد من مصادر المياه في المدينة يؤدي الى انخفاض نسبة تحول الغطاء الارضي الى عمران بنسبة 80% والعكس، وبلغت معنوية هذه العلاقة 0.05%، وبالتالي تعتبر علاقة المتغيرين جوهريه وليست ناتجة عن الصدفة بنسبة ثقة 95%.

جدول (9) فئات البعد من مصادر المياه ومساحة العمران عام 2020م

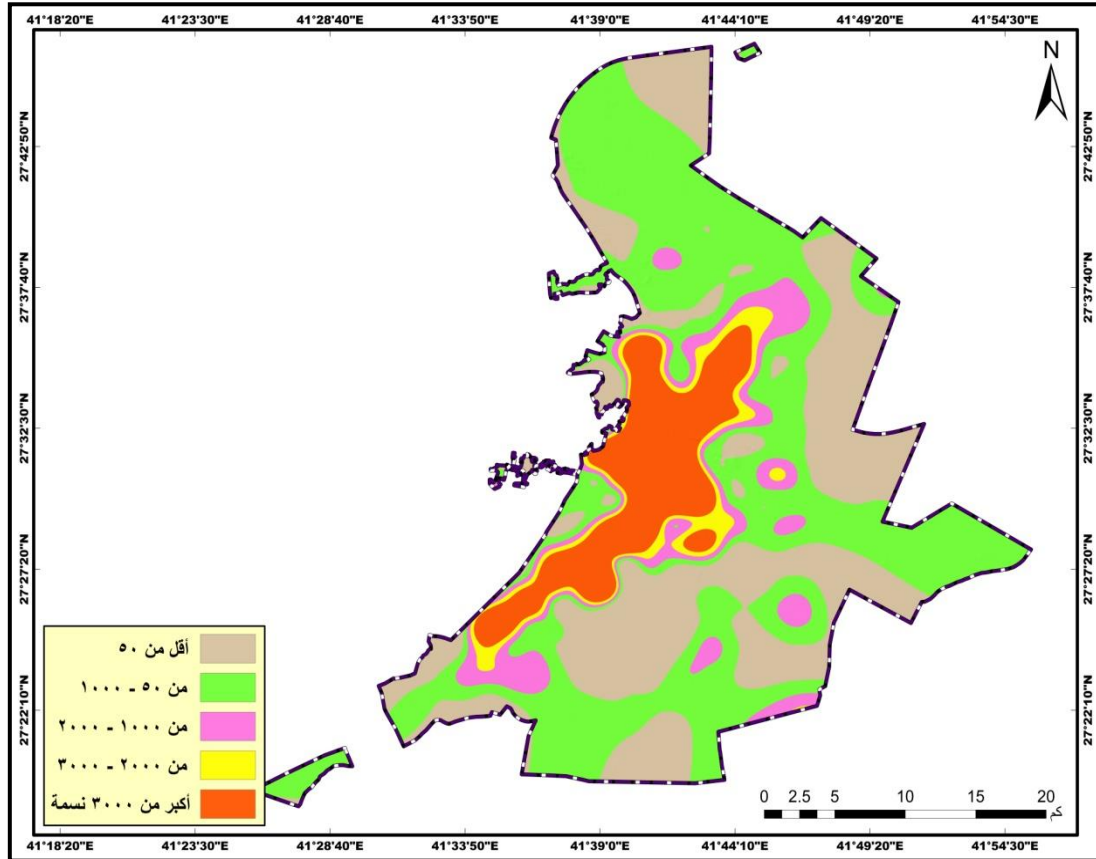
النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة البعد	فئة البعد من مصادر المياه كم
13.34	22.13	22.65287	203.8455	أقل من 2
47.08	33.36	39.75066	357.7028	2 – 4
14.58	10.33	27.45807	247.0859	4 – 6
3.54	2.51	5.068753	45.612	6 – 8
3.52	2.5	5.069653	45.6201	أكبر من 8 كم
100%	70.84	100%	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة البعد من مصادر المياه ومرئية لاندسات 2020م.

2- المبحث الثاني - العوامل البشرية:

أولاً: حجم وكثافة السكان: تم الحصول على بيانات السكان في مدينة حائل على مستوى خلايا أبعادها 1.6×1.6 كم، من خريطة تعداد السعودية عام 2022 م (<https://maps.saudicensus.sa/arcportal/>)، ترتبط تغيرات نظم البيئة الطبيعية وتحولاتها الى استعمالات عمرانية وغيرها من صنع الانسان في المدن بتركز وتطور حجم وكثافة السكان بين مدة وأخرى، وبذلك تبين نتائج تحليل توزيع حجم السكان في مدينة حائل تراوح الحجم بين 12 - 22869 نسمة، وعليه تظهر اسرع تغيرات أغطية الارض الطبيعية الى استعمالات بشرية بمرکز ووسط مدينة حائل، حيث يتجاوز عدد السكان 3000 نسمة، بمساحة بلغت 107.48 كم²، بنسبة 11.95% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز ضمن هذه

المنطقة نحو 28.94 كم²، بنسبة 40.85% من إجمالي مساحة العمران بالمدينة. وتظهر ثاني مناطق أسرع تغير الغطاء الأرضي شمال ووسط شرق وجنوب المدينة، حيث يتراوح حجم السكان بين 50 - 1000 نسمة، بمساحة بلغت 395.53 كم²، بنسبة 43.96% من إجمالي مساحة المدينة، كما في الجدول (10). وتقع المنطقة التي تعرضت فيها أغطية الأرض الطبيعية الى تغير معتدل شمال وشرق ووسط وجنوب غرب المدينة، حيث يقل حجم السكان عن 50 نسمة، بمساحة بلغت 294.94 كم²، بنسبة 32.78% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة نحو 8.903 كم²، بنسبة 12.56% من إجمالي مساحة العمران. وتظهر المنطقة التي شهدت تغير بطيء جدا لأغطية واستعمالات الأرض وسط وغرب المدينة حيث يتراوح حجم السكان بين 2000 - 3000 نسمة، بمساحة بلغت 31.08 كم²، بنسبة 3.45% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة العمران 5.28 كم²، بنسبة 7.46% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. كما في الشكل (11)



شكل (11) عدد السكان في مدينة حائل تعداد 2022 م

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة تعداد المملكة العربية السعودية، خرائط السكان، البوابة العامة للتعداد السكاني السعودي، 2024

بناء على ذلك تظهر نتائج نمذجة علاقة حجم السكان بتغير اغطية واستعمالات الارض بفعل نمو العمران بواسطة معامل ارتباط كيندال ان قيمة العلاقة بينهما نحو 0.79، وهي علاقة طردية قوية بين المتغيرين ليس لها دلالة إحصائية.

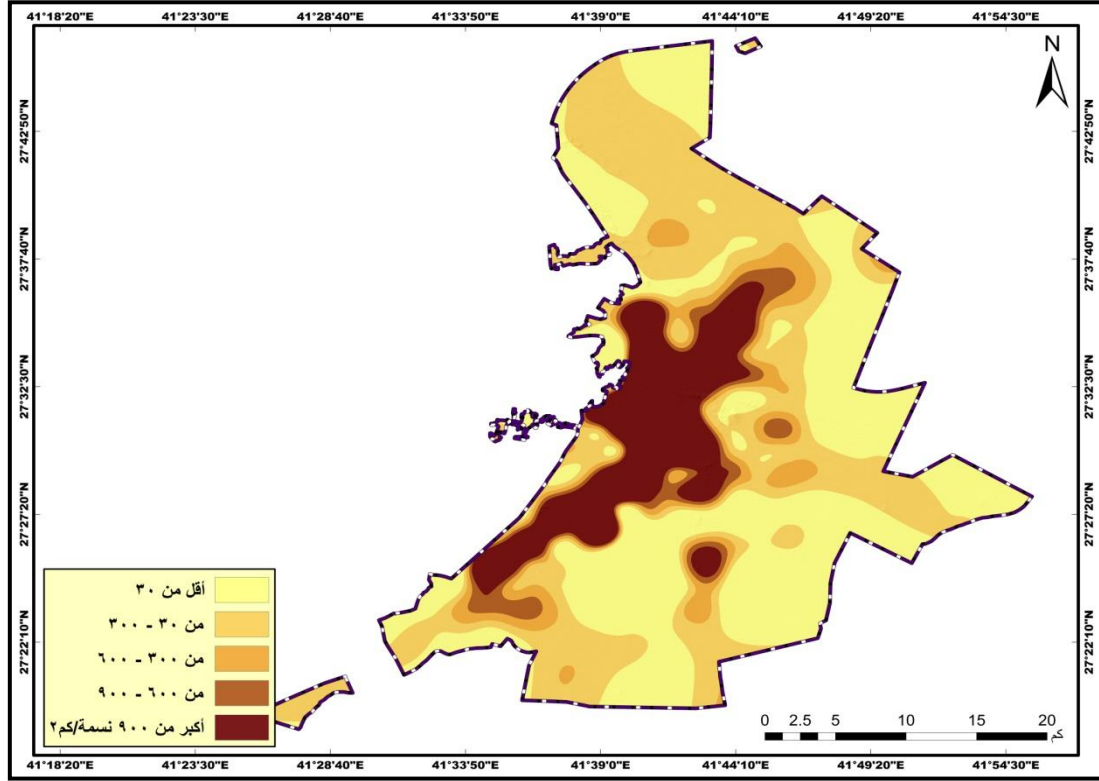
جدول (10) فئات البعد حجم السكان تعداد 2022 م ومساحة العمران

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة الحجم	فئة حجم السكان نسمة
12.56	8.90388	32.77552	294.9317	اقل من 50
28.4	20.1155	43.95413	395.5228	50 – 1000
10.71	7.58812	7.871548	70.8324	1000 - 2000
7.46	5.28985	3.453662	31.0779	2000 - 3000
40.85	28.9318	11.94513	107.4887	أكبر من 3000 نسمة
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة حجم السكان ومرئية لاندسات 2020م.

من جانب آخر تظهر نتائج تحليل توزيع كثافة السكان في مدينة حائل عام 2022 م تراوح معدلها بين 4.7 - 8933.2 نسمة/كم²، وبرزت أعلى تغيرات أغشية واستعمالات الأرض بمركز ووسط مدينة حائل، حيث تتجاوز كثافة السكان 900 نسمة/كم²، بمساحة بلغت 130.3 كم²، بنسبة 14.48% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه المنطقة نحو 33.2 كم²، بنسبة 46.87% من إجمالي مساحة العمران بالمدينة. كما في الجدول (11)

حيث تراوح كثافة السكان بين 30 - 300 نسمة/كم²، بمساحة بلغت 300.04 كم²، بنسبة 33.35% من إجمالي مساحة المدينة، بمساحة بلغت 362.52 كم²، بنسبة 40.27% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة 12.81 كم²، بنسبة 18.09% من إجمالي مساحة العمران. كما في الشكل (12)



شكل (12) كثافة السكان في مدينة حائل تعداد 2022 م

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة تعداد السعودية، خرائط السكان، البوابة العامة للتعداد السكاني السعودي، 2024 م. وبذلك توصلت نتائج معامل ارتباط كيندال لنمذجة علاقة كثافة السكان بتغير اغشية الارض وتحولها الى عمران عن وجود علاقة طردية قوية جدا 0.91 ذات دلالة احصائية عند مستوى 0.05، وبالتالي تشير هذه العلاقة الى ان زيادة كثافة سكان المدينة تؤدي الى سرعة تغير الغطاء الارضي الطبيعي الى عمران بنسبة 91% والعكس، وتتصف علاقة المتغيرين بأنها ليست ناتجة عن الصدفة.

جدول (11) فئات كثافة السكان تعداد 2022 م ومساحة العمران

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران 2كم	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة كثافة السكان	فئة كثافة السكان نسمة/كم
18.09	12.8133	40.28658	362.5202	اقل من 30
19.1	13.5317	33.34418	300.0488	300 – 30
9.03	6.40318	7.597637	68.3676	600- 300
6.89	4.88344	4.291365	38.616	900 – 600
46.87	33.1975	14.48024	130.3009	أكبر من 900
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة كثافة ومرئية لاندسات 2020م.

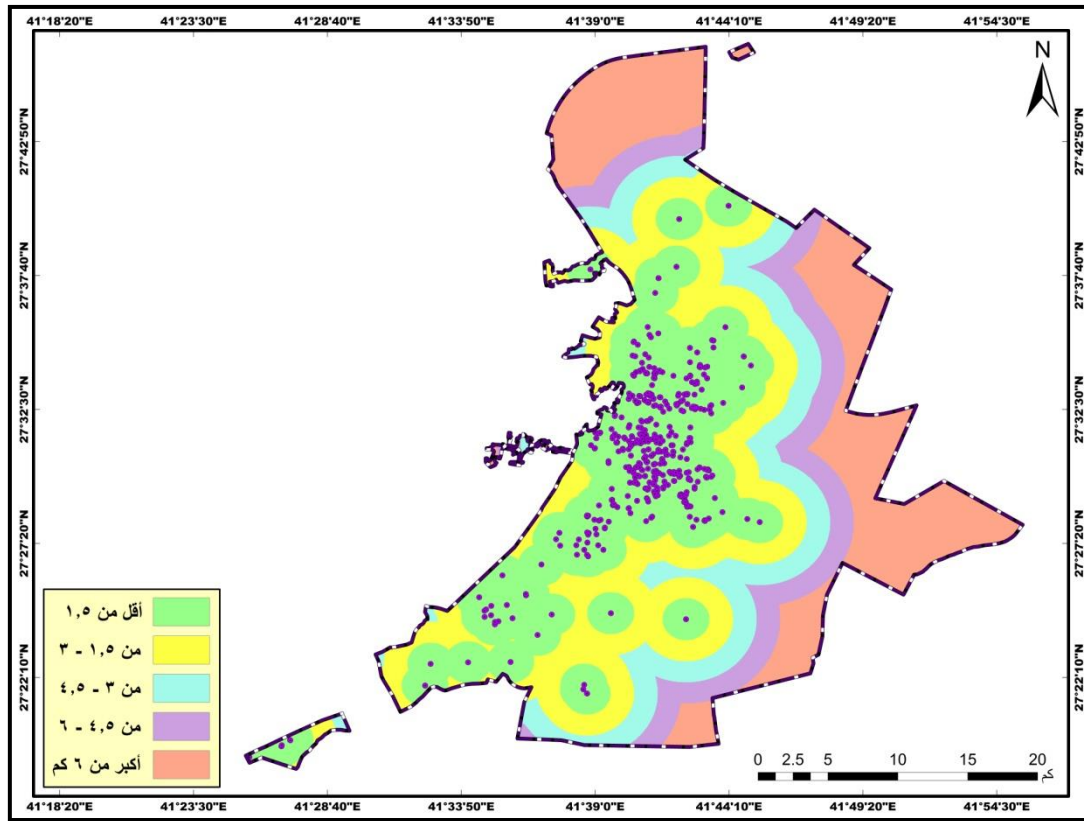
ثانياً: الخدمات الاجتماعية:

تعتبر الخدمات الاجتماعية في مقدمتها خدمات التعليم والصحة والترفيهية (الحدائق) والمساجد والخدمات العامة والخدمات الحكومية من اهم المحددات المكانية لتغير اغطية واستعمالات الارض في مدينة حائل، حيث يؤدي تركيز هذه الخدمات الى جذب السكان وسرعة نمو العمران والاستعمالات البشرية الاخرى على حساب اللاند سكيب الطبيعي للأرض في المدينة.

ونلمس العلاقة بينها بداية بنمذجة علاقة اغطية واستعمالات الارض بتوزيع الخدمات التعليمية، والتي تتضمن الجامعات والمدارس ورياض الأطفال وبرامج الصم والتخفيف وبرامج التنمية الفكرية ومحو الامية وبرامج الاعاقة والتربية الفكرية وغيرها، وتؤكد نتائج تحليل توزيع الخدمات التعليمية في مدينة حائل تراوح البعد منها بين 0 - 16.7 كم، ويربط شكل (13) بتوزيع عمران 2020 م سيلاحظ وقوع المنطقة التي شهدت اسرع تغير لأغطية واستعمالات الارض وسط وغرب وجنوب غرب المدينة، حيث يقل البعد من الخدمات التعليمية عن 1.5 كم، بمساحة بلغت 297.26 كم²، بنسبة 33.04% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة نحو 45.16 كم²، بنسبة 63.75% من إجمالي مساحة العمران.

وتظهر ثاني مناطق أسرع تغيرات أغطية واستعمالات الارض بمحاذاة المنطقة الاولى وسط وجنوب وشمال شرق المدينة، حيث يتراوح البعد من الخدمات التعليمية بين 1.5 - 3 كم، بمساحة بلغت 194.21 كم²، بنسبة 21.58% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه المنطقة نحو 9.25 كم²، بنسبة 3.04% من إجمالي مساحته في المدينة. كما في الجدول (12)

وتبرز المنطقة التي شهدت تراجع معتدل لأغطية الارض الطبيعية لصالح النمو العمراني شرق وشمال المنطقة السابقة وسط وجنوب وشمال شرق المدينة، حيث يتراوح البعد من الخدمات التعليمية بين 3 - 4.5 كم، بمساحة بلغت 115.05 كم²، بنسبة 12.78% من إجمالي مساحة المدينة، وتتضمن هذه المنطقة نحو 6.64 كم²، بنسبة 9.37% من إجمالي مساحة العمران.



شكل (13) فئات البعد من الخدمات التعليمية في مدينة حائل

المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقة (Shapfile Points)، امانة منطقة حائل، 2024م.

بناء على ذلك وبعد تحديد فئات توزيع البعد من الخدمات التعليمية ومساحة العمران الذي كان في الاصل اغطية طبيعية ضمن كل فئة من فئات البعد من هذه الخدمات تظهر نتائج معامل ارتباط كيندال ان قيمة العلاقة بينهما نحو 1-، وهي علاقة عكسية تامة بين المتغيرين، أي ان زيادة البعد من الخدمات التعليمية تتسبب في تراجع تحول الغطاء الارضي الطبيعي الى عمران بنسبة 100% في مدينة حائل والعكس. وتؤكد نتيجة كشف الدلالة الاحصائية لهذه العلاقة بين المتغيرين، أن هذه العلاقة حقيقية ولم تأتي عن طريق الصدفة، حيث بلغت معنوية العلاقة 0.01، مما يعني دلالة علاقة المتغيرين بنسبة ثقة 99%.

جدول (12) فئات البعد من الخدمات التعليمية ومساحة العمران

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة البعد	فئة البعد من الخدمات التعليمية كم
63.747	45.1544	33.03368	297.2589	اقل من 1.5
13.047	9.24213	21.5822	194.2109	3 – 1.5
9.370	6.63741	12.7859	115.056	4.5 - 3
7.035	4.9834	10.21002	91.8765	6 – 4.5
6.789	4.80869	22.38821	201.464	أكبر من 6 كم
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الخدمات التعليمية ومرئية لاندسات 2020م.

في المقابل تبين نتائج تحليل توزيع الخدمات الصحية التي تضم المستشفيات ومراكز الرعاية الصحية والعيون والأسنان والمستوصفان والصيدليات وغيرها في مدينة حائل تراوح البعد منها بين 0 - 21.9 كم، ويلاحظ من خلال الشكل (14) تركيز غالبية تغيرات أغطية واستعمالات الأرض بمناطق تركز الخدمات الصحية، وعليه تقع المنطقة التي شهدت اسرع تغير في أغطية واستعمالات الأرض وسط غرب وجنوب غرب مدينة حائل، حيث يقل البعد من الخدمات الصحية عن 3 كم، بمساحة بلغت 286.78 كم²، بنسبة 31.88% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة نحو 41.7 كم²، بنسبة 58.87% من إجمالي مساحة العمران في المدينة. وتقع المنطقة التي شهدت تغيرات سريعة لأغطية واستعمالات الأرض شرق وغرب المنطقة الأولى وسط وشرق وجنوب غرب المدينة، حيث يتراوح البعد من الخدمات الصحية بين 3 - 6 كم، بمساحة بلغت 195.58 كم²، بنسبة 21.74% من إجمالي مساحة المدينة، ويتركز بهذه المنطقة نحو 13.87 كم²، بنسبة 19.58% من إجمالي مساحته في المدينة. كما في الجدول (13) وتظهر منطقة التغير المعتدل لأغطية الأرض الطبيعية لصالح نمو العمران وسط ووسط شمال وشرق وجنوب غرب مدينة حائل، حيث يتراوح البعد من الخدمات الصحية بين 6 - 9 كم، بمساحة بلغت 171.02 كم²، بنسبة 19% من إجمالي مساحة المدينة، وتضم هذه المنطقة نحو 8.65 كم²، بنسبة 12.22% من إجمالي مساحة العمران.

ثالثاً - المشاريع التنموية والبنية التحتية:

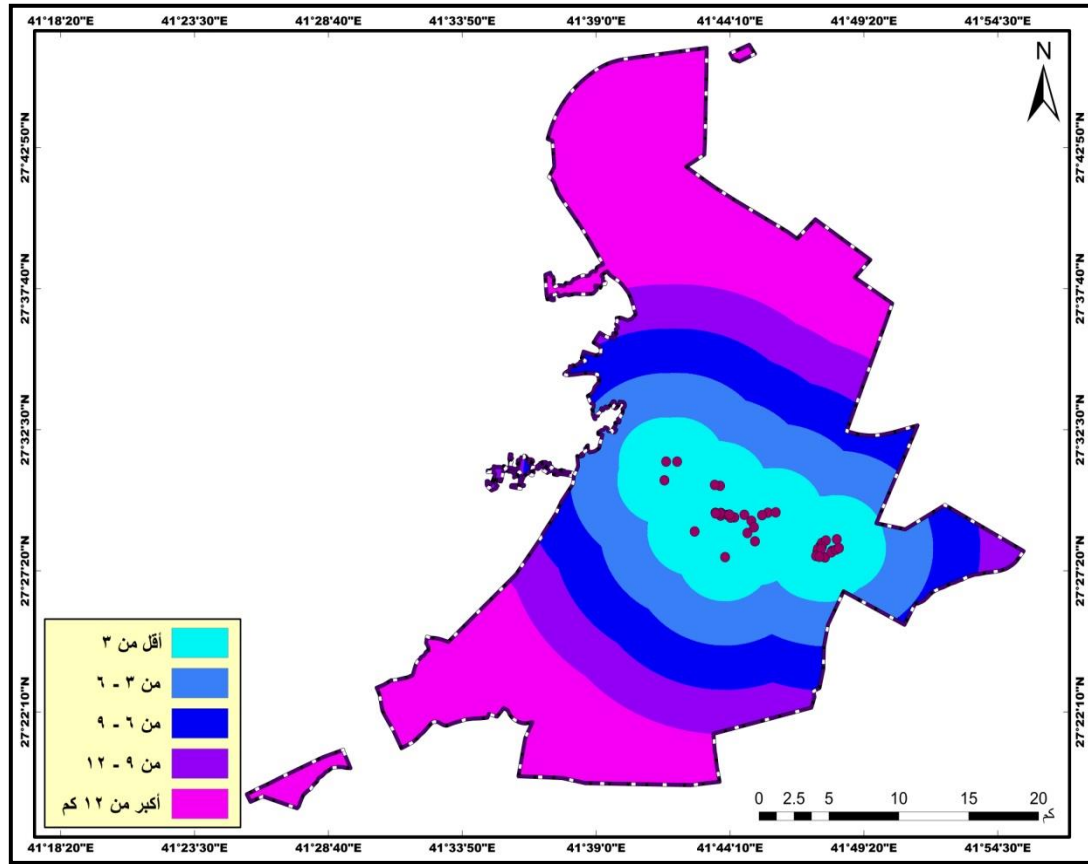
تعتبر مشاريع التنمية الاقتصادية كالمشاريع الصناعية والتجارية فضلاً عن البنى التحتية في مقدمتها الطرق من أهم العوامل المؤثر في تغير أغطية واستعمالات الأرض بسبب نمو وتوسع العمران، الأمر الذي سيتم ملاحظته من خلال تركيز العمران وتوسعاته بمناطق أو حول تواجد هذه المشاريع، وعليه نمذجت الدراسة علاقة العمران بهذه المشاريع بداية بتحليل البعد من المصانع كمصانع المرطبات والطوب الخرساني والطين والبلاستيك والأثاث والأسقف المستعارة ومعالجة النفايات والأسمدة والخرسانة والأسلاك الشائكة وغيرها، حيث تقع غالبيتها وسط المدينة حيث يتركز العمران وتوسعاته، وحيث توجد اسرع تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في المدينة. وتؤكد نتائج تحليل توزيع البعد من المصانع تراوحه بين 0 - 33.65 كم في مدينة حائل، ويوضح شكل (19) وقوع المنطقة التي شهدت أسرع تغيرات أغطية واستعمالات الأرض حيث بلغت مساحة العمران 29.6 كم²، بنسبة 41.8% من إجمالي مساحته في المدينة، في المنطقة التي يقل فيها البعد من المصانع عن 3 كم وسط المدينة، بمساحة بلغت 139.41 كم²، بنسبة 15.49% من إجمالي مساحة المدينة. كما في الجدول (18)

وتقع المنطقة التي تشهد تغيرات سريعة لأغطية واستعمالات الأرض لصالح العمران الذي بلغ 16.55 كم²، بنسبة 23.37% من إجمالي مساحته في المدينة، وذلك حيث يتراوح البعد من المصانع بين 3 - 6 كم وسط مدينة حائل، بمساحة بلغت 149.97 كم²، بنسبة 16.67% من إجمالي مساحة المدينة.

وتظهر المنطقة التي تعرضت لتغيرات معتدلة لأغطية واستعمالات الأرض، حيث بلغت مساحة العمران 10.9 كم²، بنسبة 15.38% من إجمالي مساحته في المدينة، وذلك ايضاً يتراوح البعد من المصانع بين 6 - 9 كم وسط شمال ووسط جنوب المدينة، بمساحة بلغت 146.23 كم²، بنسبة 16.25% من إجمالي مساحة المدينة.

وتقع المنطقة التي شهدت تغير بسيط لأغطية واستعمالات الأرض حيث يتراوح البعد من المصانع بين 9 - 12 كم وسط شمال ووسط جنوب المدينة، بمساحة بلغت 120.88 كم²، بنسبة 13.44% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة العمران 5.77 كم²، بنسبة 8.13% من إجمالي مساحته في المدينة.

وتظهر المنطقة التي شهدت تغير بسيط جدا لأغطية واستعمالات الارض حيث يتجاوز البعد من المصانع 12 كم أقصى شمال وجنوب مدينة حائل، بمساحة بلغت 343.38 كم²، بنسبة 38.16% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة العمران 8 كم²، بنسبة 11.3% من إجمالي مساحته في المدينة.



شكل (19) فئات البعد من المصانع في مدينة حائل

المصدر: الباحثة بالاعتماد على امانة منطقة حائل، بيانات المستكشف الجغرافي، ادارة نظم المعلومات الجغرافية 2024 م وتبين نتائج كشف علاقة تغير أغطية الأرض الى عمران بالبعد من المصانع وهي علاقة عكسية قوية جدا بين المتغيرين، وبالتالي فان أي زيادة في البعد من المصانع تؤدي الى تراجع سرعة تحول الغطاء الأرضي الى عمران بنسبة 80%، والعكس، وتؤكد نتيجة الدلالة أن قيمة معنوية علاقة المتغيرين 0.05، مما يعني جوهرية علاقة المتغيرين بنسبة 95%.

جدول (18) فئات البعد من المصانع ومساحة العمران عام 2020م

النسبة من مساحة العمران	مساحة العمران كم ²	النسبة من مساحة المدينة	مساحة فئة البعد	فئة البعد من المصانع كم
41.8	29.6	15.4929	139.4154	اقل من 3
23.37	16.55	16.66476	149.9606	3 – 6
15.38	10.9	16.2509	146.2364	6 – 9
8.13	5.77	13.4327	120.8763	9 – 12
11.3	8	38.15873	343.3776	أكبر من 12 كم
%100	70.84	%100	899.87	الإجمالي

المصدر: الباحثة بالاعتماد على خريطة البعد من المصانع ومرئية لاندسات 2020م.

وتعتبر المشاريع التجارية من العوامل المؤثر في تغير اغطية واستعمالات الارض في مدينة حائل حيث تشهد مناطق تركزياتها والمناطق المجاورة لها تحولات مهمة لأغطية الارض الطبيعية الى عمران، وتتضمن المشاريع التجارية الفنادق ومحطات الوقود والبنوك والأسواق وقصور الافراح والاستراحات وقاعات الاحتفالات والمولات والمطاعم والأجنحة والشقق وغيرها.

وعليه توصلت نتائج تحليل البعد من المنشآت التجارية في مدينة حائل، تراوح البعد من هذه المنشآت بين 0 - 18.5 كم، وبين شكل (20) وقوع منطقة التغيرات السريعة جدا لأغطية الأرض الطبيعية الى استعمالات بشرية في المنطقة التي يقل فيها البعد من المواقع التجارية عن 2.5 كم وسط وغرب المدينة، بمساحة بلغت 325.19 كم²، بنسبة 36.14% من إجمالي مساحة المدينة، وعليه فقد بلغت مساحة العمران بهذه المنطقة 50.54 كم²، بنسبة 71.35% من إجمالي مساحة العمران. وتبرز منطقة التغيرات المعتدلة لأغطية واستعمالات الأرض في المدينة حيث يتراوح البعد من المنشآت التجارية بين 5 - 7.5 كم شرق ووسط جنوب وشمال المدينة، بمساحة بلغت 153.47 كم²، بنسبة 17.05% من إجمالي مساحة المدينة، كما بلغت مساحة العمران بهذه المنطقة 5.81 كم²، بنسبة 8.2% من إجمالي مساحة العمران.

رابعاً: السياسات الحكومية:

وجد (الشيخ، 2019م) "أن العوامل السياسية تؤثر في النمو العمراني واستعمالات الأرض في المدينة بشكل ملحوظ مقارنة بأغلب العوامل المؤثرة الأخرى، بالإيجاب والسلب، فمنها تنشأ مدن وتحدد وظيفتها، وفيها يحدد نمط البناء ومدى توافر المرافق، وهو ما يؤثر في حجم فرص العمل، وبالتالي معدلات الهجرة منها وإليها، من آثار السياسات الحكومية تقديم منح أرض البناء للاستخدامات السكنية، والتي توزع على سكان المدينة وفقاً لشروط تحددها الدولة، ويتباين عدد الموزع منها من عام لآخر حسب المخطط من الأحياء الجديدة، كما تدعم وتسهل الدولة تراخيص البناء، كما يوجد أثر للسياسات الحكومية في وضع شروط للحصول على رخص البناء الجديدة أو لتغيير نمط الاستخدام أو لإحلال تجديد المنشأة، وتشرف على ذلك الإدارات البلدية في المدينة" (ص 447)

ووجد (الشمري، 2017م) "أن تأثير العوامل السياسية يبرز من خلال أن المدينة حظيت بالسعي لتوفير جميع المرافق والخدمات مثل الصحية، والتعليمية، الطرق، إلى جانب الوزارات والشركات، مما أدى لزيادة الطلب على أراضي البناء وزيادة مساحة المدينة وزيادة أعداد المنازل بسبب وجود التسهيلات التي تقدمها البنوك لبناء المنازل إضافة لقروض التنمية العقارية بالإضافة الى توفير الخدمات الأساسية في المدينة وكان لهذه الزيادة أثر كبير في التوسع والتمدد العمراني، وكذلك الدعم الحكومي وتسهيلات البنوك التجارية للتملك وتحديد أنماط استعمالات الأرض، وارتفاع معدلات النمو السكاني نتيجة للهجرات الداخلية من الهجر والقرى وبروز عدة وظائف للمدينة مثل التعليم وذلك بإنشاء جامعة حائل بالإضافة إلى الدعم الكبير من البنك العقاري وكذلك ما تقدمه البنوك التجارية من تسهيلات بنكية للمواطن" (ص 126).

مناقشة النتائج

تشير نتائج دراسة من خلال التحليل المكاني لأغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل وتغيراتها خلال الفترة الماضية لمدة ثلاثين عام، ونمذجة ذلك بمتغيرات البيئية المكانية في المدينة بشقيها الطبيعية والبشرية، فضلاً عن محاكاة تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها المستقبلية في المدينة خلال ثلاثين عام قادم، وتوصلت الدراسة إلى النتائج التالية:

- توصلت نتائج الدراسة لتركز غالبية التغيرات في أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل جاءت على حساب صخور الجرانيت التي تتضمن 44.45% من إجمالي عمران المدينة، وأكدت نتائج نمذجة علاقة مساحة التراكيب الجيولوجية بالتوسعات العمرانية عن وجود علاقة ارتباط طردية قوية جداً ذات دلالة احصائية عند مستوى 0.01.
- أكدت نتائج نمذجة علاقة التربة وتغيرات أغطية واستعمالات الأرض في المدينة بفعل توسع العمران عن تركيز 55.26% من إجمالي تغيرات أغطية واستعمالات الأرض ضمن تربة الكالسي أورثيدز وتوري أورثنتس، وهي تربة غير صالحة للزراعة المروية، وبرزت علاقة طردية قوية جداً بين مساحة متغيري التربة وتوسعات النمو العمراني ضمنها، واتصفت علاقة المتغيرين بدلالة احصائية عند مستوى 0.01، مما يعني ان توسعات العمران لا تفضل نوع معين من التربة للتوسع وانما يرتبط التوسع بمساحة ما تغطيه كل نوع من أنواع التربة.
- تقع 51.58% من إجمالي تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل ضمن منطقة مرتفعة نسبياً حيث يتراوح ارتفاع التضاريس بين 1050 - 1100 م، وتظهر نتائج نمذجة علاقة تغير أغطية الأرض واستعمالاتها بارتفاع تضاريس مدينة حائل عن وجود علاقة طردية ضعيفة ليس لها دلالة احصائية بينهما.
- توصلت نتائج تحليل توزيع درجات الحرارة لتركز 68.95 كم²، بنسبة 46% من إجمالي مساحة تغير أغطية الأرض الطبيعية الى استعمالات بشرية في المنطقة ذات الحرارة المعتدلة بين 22.2 - 22.4° م، وتظهر نتائج نمذجة علاقة المتغيرين عن وجود علاقة طردية ضعيفة جداً وليس لها دلالة احصائية بين المتغيرين.
- بينت نتائج تحليل علاقة تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل بتوزيع الرطوبة عن تركيز 84.51 كم²، بنسبة 56.37% من إجمالي مساحة المنطقة التي تعرضت لتغيرات في أغطية واستعمالات الأرض في المنطقة ذات الرطوبة المعتدلة بين 38.2 - 38.4%، وتوصلت نتائج نمذجة علاقة المتغيرين عن وجود علاقة طردية ضعيفة ليس لها دلالة احصائية بينهما.

- أكدت نتائج تحليل راحة المناخ في مدينة حائل عن وجود نطاق صغير المساحة المنطقة التي لا يشعر سكانها بوجود انزعاج حراري، ونطاق واسع المساحة يشعر فيها أقل من 50% من السكان بعدم الراحة، وعليه فقد تركزت غالبية تغيرات أغطية واستعمالات الأرض بمساحة بلغت 143.38 كم²، بنسبة 95.73% من إجمالي مساحة تغيرات أغطية واستعمالات الأرض بمدينة حائل.
- أظهرت نتائج نمذجة علاقة تغير أغطية الأرض الطبيعية التي تحولت عمران بالبعد من مجاري الأودية في مدينة حائل عن وجود علاقة ارتباط عكسية قوية جدا -0.91، لها دلالة احصائية بين المتغيرين عند مستوى 0.05، أي ان العلاقة حقيقية ولم تأتي عن طريق الصدفة بنسبة 95%.
- تتركز ثلاثة ارباع تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها في مدينة حائل ضمن النطاق الذي يتراوح فيه البعد من الموارد المائية بين 2 - 4 كم، بمساحة بلغت 72.27 كم²، بنسبة 48.2% من إجمالي مساحة العمران، وأكدت نتائج نمذجة تغيرات أغطية الأرض الى تحولت الى عمران بالبعد من مصادر المياه في مدينة حائل عن وجود علاقة عكسية قوية ذات دلالة احصائية عند مستوى 0.05%، مما يعني جوهرية علاقة المتغيرين.
- تتركز معظم تغيرات أغطية واستعمالات الأرض حيث تتجاوز كثافة سكان مدينة حائل 900 نسمة/كم² بمركز ووسط مدينة حائل، ويقع ضمن هذه المنطقة 73.85 كم²، بنسبة 49.25% من إجمالي تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في المدينة، وتؤكد نتائج نمذجة علاقة تغير أغطية الأرض التي تغيرت الى عمران بمتغير كثافة السكان عن وجود علاقة طردية قوية جدا 0.94 ذات دلالة احصائية عند مستوى 0.05، مما يعني جوهرية تأثير تباين توزيع كثافة السكان في المدينة التغيرات التي طرأت على أغطية الأرض واستعمالاتها.
- توازن توزيع امكانية وصول السكان الى مشاريع البنية التحتية ممثلة بالطرق، ومما يؤكد ذلك أن نسبة اختلاف توزيع مؤشر امكانية الوصول الى الطرق من مختلف ارجاء المدينة لا تتعدى 9.88%، فضلا عن ارتفاع نسبة متوسط توزيعه مكانيا على مستوى المدينة الذي بلغ 94.87%، وتعكس هذه النسبة توازن عالي جدا في كفاءة وكفاية تغطية الطرق لاحتياجات السكان مقارنة بالخدمات العامة والاقتصادية.

التوصيات: بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بالتالي:

- 1- من واقع نمذجة علاقة تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها بالتركيبة الجيولوجية ونوعية الترب السائدة في المدينة توصي الدراسة بالمحافظة على شكل وقوة ومستوى دلالة هذه العلاقة بما يضمن المحافظة على الموارد الأرضية؛ لاسيما الترب الصالحة والقابلة للزراعة والموارد المائية في المدينة واستدامة تنميتها.
- 2- المحافظة على نمط وسرعة تغيرات أغطية واستعمالات الأرض في مدينة حائل ضمن المنطقة المرتفعة نسبيا التي تجعلها في مأمن من مخاطر الفيضانات والانهيارات الأرضية في المستقبل.
- 3- توصي الدراسة باستمرارية نمط تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها بمدينة حائل ضمن المناطق التي يقل انحدار تضاريسها عن 1.99 درجة بمناطق سهول الأودية، مع الابتعاد على مجاري الأودية بمسافة تجعل من هذه التغيرات آمنه في المستقبل.
- 4- على الرغم من تركز غالبية تغيرات أغطية الأرض الطبيعية الى استعمالات بشرية ضمن درجات حرارة معتدلة، توصي الدراسة بإتباع سياسات تنموية تسهم في تغيير شكل وقوة علاقة المتغيرين، وكذلك الحال مع علاقة تغيرات أغطية واستعمالات الأرض والرطوبة النسبية، لما لذلك من اهمية في التخفيف من مخاطر الانزعاج الحراري الذي يعتبر من العوامل التي تقلل من أنشطة الانسان وقدراته الذهنية والبدنية في مختلف الجوانب التنموية في مدينة حائل.
- 5- تعتبر قوة وشكل ودلالة علاقة تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها بالبعد من مجاري الأودية في مدينة حائل من المؤشرات التي قد تنعكس سلبا على مشاريع التنمية المستدامة، ولذا توصي الدراسة بوضع خطط تنموية تقود الى عكس شكل العلاقة وتعزيز قوتها ودلالاتها، على الاقل مع متغير البعد من مجاري الأودية المائية ذات المساحات الحوضية الواسعة.
- 6- على الرغم من تركز ثلاثة ارباع تغيرات أغطية الأرض واستعمالاتها في مدينة حائل ضمن مناطق يتراوح بعدها من موارد المياه السطحية بين 2 - 4 كم، توصي الدراسة بالمحافظة على أغطية الأرض الطبيعية بالقرب من خزانات المياه الجوفية لضمان استمرارية تغذيتها وبالتالي استدامتها في تغطية احتياجات سكان المدينة من مياه الشرب في المستقبل.
- 7- ارتباط تغيرات أغطية الأرض الطبيعية السريعة الى استعمالات عمرانية في مدينة حائل بوجود تركز وكثافة سكانية عالية في الاحياء المركزية، ومما يؤكد ذلك وجود علاقات طردية قوية جدا بينهما، وللتخفيف من الآثار البيئية التي قد نتج عن شكل ودلالة وقوة العلاقة بين هذه المتغيرات، ينبغي ان تضع خطط التنمية المستقبلية ضمن أهدافها الحد من قوة هذه العلاقات، بما يساعد الجهات التخطيطية على التخفيف من تلك الآثار، التي قد تعيق خطط التنمية المستدامة في المستقبل.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع بالعربية

- الأسدي، فوزي عبد المجيد، (1990م)، جغرافية المدن والمراكز الحضرية، دار القلم للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، دبي.
- الشمري، حمود محمد، (2020م)، فاعلية استخدام النمذجة المكانية في تحديد ملائمة المواقع السياحية المستدامة بمنطقة حائل، جامعة القصيم، القصيم.
- الشمري، حمود محمد، (2018م)، تحديد وتقييم درجة جاذبية الأماكن السياحية في منطقة حائل - دراسة في جغرافية السياحة، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، 7 (2)، 47-90.
- الوليبي، عبد الله بن ناصر، (2017م)، المدخل إلى الجغرافيا الطبيعية والبشرية، الرياض ط (8)، مكتبة الرشد.
- العامري، رافد موسى، (2021م)، محاكاة النمو العمراني وتغير استعمالات الأرض في مدينة الديوانية، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS، جامعة الكوفة كلية الآداب، العراق.
- آل عمير، سعد عبد الله، (2023م)، مراقبة ونمذجة النمو الحضري في أهما باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، رسالة دكتوراه جامعة القصيم، القصيم.
- أبو راس، مصطفى ميلاد، وأبو راس، ماهر ميلاد، (2016م)، محاكاة الأنماط الزمنية والمكانية للنمو الحضري في بنغازي ليبيا، باستخدام النموذج المدمج Markov-CA مجلة العلوم والدراسات الإنسانية جامعة بنغازي، ليبيا.
- أبو عيانة، فتحي محمد، (1987م)، التحليل الإحصائي في الجغرافيا البشرية. (ط.1)، دار المعرفة الجامعية.
- أبو صاع، إسماعيل صبيح، (2014م)، التغيرات في الغطاءات الأرضية / استعمالات الأراضي في محافظة طولكرم، بين عامي (2005 و 2011)، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS، رسالة ماجستير، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.
- شنيتر، علي ظاهر، (2017م)، استعمالات الأرض الحضرية في منطقة الدورة، باستخدام نظم المعلومات رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية، بغداد.
- عبده، وسام الدين محمد، (2013م)، مقدمة إلى الاستشعار عن بُعد وتطبيقاته، مكتبة المتنبي، ط. (1)، الدمام. - عزيز، محمد الخزامي (2004م)، النمذجة الكارتوغرافية الآلية لتطور النمو العمراني في الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Atik, M. I., Sikli, R.C., Ortaç, S, V., Yildirim, E. (2015). Definition of landscape character areas and types in Side region, Antalya-Turkey with regard to land use planning, Land Use Policy, 44, 90–100.
- Baqa, M.F., Chen, F., Lu, L., Qureshi, S., Tariq, A., Wang, S., Jing, L., Hamza, S., Li, Q. (2021). Monitoring and Modeling the Patterns and Trends of Urban Growth Using Urban Sprawl Matrix and CA-Markov Model: A Case Study of Karachi, Pakistan. Land, 10, 700. <https://doi.org/10.3390/land10070700>.
- Atik, M. I., Sikli, R.C., Ortaç, S, V., Yildirim, E. (2015). Definition of landscape character areas and types in Side region, Antalya-Turkey with regard to land use planning, Land Use Policy, 44, 90–100.
- Baqa, M.F., Chen, F., Lu, L., Qureshi, S., Tariq, A., Wang, S., Jing, L., Hamza, S., Li, Q. (2021). Monitoring and Modeling the Patterns and Trends of Urban Growth Using Urban Sprawl Matrix and CA-Markov Model: A Case Study of Karachi, Pakistan. Land, 10, 700. <https://doi.org/10.3390/land10070700>.