حوليات آداب عين شمس المجلد 52 (عدد أكتوبر – ديسمبر 2024)
http://www.aafu.journals.ekb.eg
(دورية علمية محكمة)
جامعة عين شمس
كلية الآداب

كشف تغيرات الغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 1990م – 2020م باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. مهاء بنت ذايد الشمري*

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد، قسم العلوم الاجتماعية، كلية الآداب والفنون، جامعة حائل
mh.alshammari@uoh.edu.sa

تاريخ الاستلام: 2024/09/26
تاريخ قبول البحث: 2024/10/14
تاريخ النشر: 2024/12/30

المستخلص:

يهدف البحث إلى رصد مواطن الغطاء النباتي، وتتبع اتجاه تغيراته مكانيًّا، في مدينة حائل؛ باستخدام مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI)، وربط ذلك بتغير رطوبة سطح الأرض (LSWI).

وتحقيقًا لهذا الهدف، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والسببي المقارن، لمقارنة نتائج مرئيات لاندسات (5، 8) للأعوام 1990م، 2000م، 2010م، 2020م.

وتظهر نتائج الدراسة تذبذب الحدين الأعلى والأدنى، لقيم مؤشر (SAVI)؛ حيث ظهرت أعلى قيمة عام 2000م، بنحو 0.85، وأدناها بنحو 0.79 عام 2010م. وتذبذبت مساحة الغطاء النباتي في المدينة. وعند الاعتماد على عتبة 0.1 لمؤشر (SAVI) بلغت مساحة الغطاء النباتي بمدينة حائل عام 1990م، نحو 13.12 كم^2، بنسبة 1.84% من إجمالي مساحة المدينة، ونحو 16.5 كم^2، بنسبة 2.3% من إجمالي مساحة المدينة عام 2000م، ونحو 12.87 كم^2، بنسبة 1.8% من إجمالي مساحة المدينة عام 2010م، ونحو 17.96 كم^2، بنسبة 2.51% من إجمالي مساحة المدينة عام 2020م.

الكلمات المفتاحية:

الغطاء النباتي، مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة، مؤشر مياه سطح الأرض، مدينة حائل.

© جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لحولية كلية الآداب – جامعة عين شمس 2024.

المقدمة:

الغطاء النباتي هو: مقدار ما يغطيه النبات أيًّا كان نوعه من سطح التربة، حيث إن التغطية النباتية هي محصلة تداخل وتفاعل جملة من العوامل الطبيعية والعوامل البشرية المختلفة. ويعدّ الغطاء النباتي من أهم الثروات والموارد الطبيعية، خاصة في النظم البيئية للأراضي الجافة وشبه الجافة التي لا تمتلك القدرة على استعادة توازنها الطبيعي دون تدخل الإنسان، وقد أثبت دراسات كثيرة أن التغير في الغطاء النباتي له علاقة بالظروف المناخية المتذبذبة وغير المنتظمة والنمو السكاني السريع، وتعتبر دراسة التغير في الغطاء النباتي من الدراسات الحيوية الهامة في ظل توسع المناطق الحضرية والزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية (الغرباني، 2016م، ص 237).

تعدّ المناطق الجافة وشبه الجافة ذات موارد مائية وغطاء نباتي محدودة؛ لذلك حظي رصد التغيرات في الغطاء النباتي بأهمية خاصة بسبب ندرة وحساسية الغطاء النباتي، وبسبب تغيرات الغطاء النباتي أيضًا تتأثر إنتاجية الأراضي والتنوع البيولوجي. لذلك اكتسب الكشف المبكر لهذه التغيرات وتقييمها أهمية بالغة في منع فقدان التنوع البيولوجي في المستقبل (كتي وآخرون، 2022م، ص 261).

وتعد مراقبة التغير في الغطاء النباتي من القضايا المهمة خاصة في المناطق الجافة ذات الحساسية العالية. وقد أثبتت بيانات الاستشعار عن بعد دقتها في التزويد بالمعلومات عن المصادر الطبيعية المختلفة، نظير تغطيتها المتكررة للمصادر الطبيعية (الزبيدي، 2014م، ص 405)، والمساهمة في تحليل الاختلافات الطيفية للأهداف الأرضية زمنيًّا ومكانيًّا لاكتشاف التغير ومتابعته، وقد أظهرت عدة دراسات دور تقنية الاستشعار عن بعد في كشف التغير ودقة نتائجها في الدراسات النباتية (الغامدي، 2008م، ص 123).

أهمية الدراسة:

أسفرت نتائج عدة دراسات سابقة للغطاء النباتي في أجزاء متفرقة من المملكة العربية السعودية، عن تعرض النظام البيئي الحيوي للتدهور والتراجع المستمر، وتنبع أهمية هذه الدراسة مما يقوم به الغطاء النباتي من توازن مكونات النظام البيئي في مدينة حائل، وتنبثق أهمية هذه الدراسة أيضًا من القيام بتحليل الغطاء النباتي ومراقبة تغيرات التغطية النباتية لمدة 30 عامًا؛ وهذا يمكن الجهات التخطيطية في المدينة من الحفاظ على التوازن البيئي فيها من خلال توفير قاعدة بيانات عن مَواطن النبات وتغيراتها في المدينة بين عام وآخر.

الدراسات السابقة:

الدراسات المحلية:

اعتمدت دراسة الزبيدي (2014م) على معطيات تقنية الاستشعار عن بعد، واستخدام بيانات المرئيات الفضائية الرقمية، في حساب التغطية النباتية المساحية خلال مُدَد زمنية متعددة. وشملت هذه الدراسة كشف التغير في التغطية

النباتية في الأجزاء الغربية من محافظة الطائف، وتحديد نوع التغير ومقداره، وبينت نتائج هذه الدراسة حدوث تدهور نباتي مستمر، وتناقص في حالة ومساحة الغطاء النباتي ما بين عامي 1984م–2010م.

استخدم الغامدي (2009م) في دراسته تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في منهج تكاملي، لتحليل أثر خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة بلاد زهران. وقد تبين من نتائج هذه الدراسة أن منسوب ارتفاع 1800م فوق مستوى سطح البحر يبرز بوصفه حدًّا بين البيئات النباتية أعلاه، والفقيرة أدناه على امتداد جبال السروات. كما أمكن تمييز ثلاث مناطق حدية للنبات وفقًا لعامل الارتفاع، وقد ظهر أن عامل الانحدار له تأثيره أيضًا.

حددت دراسة (فضة، دريم، 2014م) التغيرات المكانية في غابة تمنية جنوب غرب المملكة العربية السعودية، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، واعتمدت الدراسة في تحقيق هذا الهدف على المرئيات متعددة الطيف، وتبين من نتائج هذه الدراسة تدهور الغطاء النباتي بين عامي 2004م – 2011م.

الدراسات العربية:

طبق (الديب، أقنيبر، 2017م) تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقدير استنزاف الغطاء النباتي وتأثيره على معدل درجات الحرارة بمنطقة الخمس، واعتمد على مرئيات لاندسات، وتبين من نتائج هذه الدراسة تعرض المنطقة لتدهور بيئي في الغطاء النباتي عام 2015م مقارنة بعام 1986م.

واستخدم (الحميري، 2019م) تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات الغطاء النباتي بين موسمين محافظة بابل نموذجًا، معتمدًا على مرئيات لاندسات، وتبين من النتائج أن نسبة تغير النبات في المنطقة بلغت 33.4%.

وتطرقت دراسة (كيتي، وآخرون، 2022م) لتغيرات الغطاء النباتي في مدينة سبها باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وكان هدف الدراسة كشف تغيرات الغطاء النباتي ومساحتها باستخدام بيانات لاندسات.

وتناولت دراسة (الرواشدة، 2022م)، تحليل مدى تغير مساحة الغطاء النباتي في مرتفعات لواء المزار الجنوبي الأردنية بين عامي 1984م – 2021م باستخدام مؤشر التغطية النباتية، وكان هدف الدراسة قياس التغير في مستوى الغطاء النباتي، باتباع المنهج التحليلي التطبيقي الرقمي، وأدوات نظم المعلومات الجغرافية. وأكدت النتائج أن المنطقة شهدت تراجعًا كبيرًا في مساحة الغطاء النباتي خلال هذه المدة.

وتناولت دراسة (الغريب، 2023م) كشف التغيرات الموسمية للغطاء النباتي في منطقة بني وليد، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وأكدت نتائج هذه الدراسة وجود تغير ملحوظ في مساحة الغطاء النباتي خلال مدة الدراسة.

منطقة الدراسة:

تقع مدينة حائل- شكل (1) – شمال غرب المملكة العربية السعودية، وتقع المدينة فلكيًّا بين دائرتي عرض 27:19:35 – 27:48:35 شمالًا، وخطي طول 41:30:35 – 41:54:35 شرقًا، وتضم المدينة 74 حيًّا سكنيًّا، وتبلغ مساحة مدينة حائل 715.4 كم^2. ويحدها إداريًّا من الشمال: منطقتا الحدود الشمالية والجوف، ومن الشرق: منطقتا الحدود الشمالية والقصيم، ومن الجنوب: منطقتا القصيم والمدينة المنورة، ومن الغرب: منطقتا المدينة المنورة وتبوك.

وتتمثل الملامح الطبيعية لمنطقة حائل بصورة عامة في السلاسل الجبلية التي ميزتها، وتتكون من سلسلتين كبيرتين؛ الأولى: سلاسل جبال أجا، الواقعة في نهاية هضبة نجد شمالًا وتمتد على شكل قوس عند التقائها مع النفود الكبير، وتمتد مسافة تصل إلى نحو 160 كم عند التقائها مع حرة بني رشيد، أما السلسلة الثانية فهي جبال سلمى، الواقعة شرق سلاسل جبال أجا، وتمتد بمسافة تصل إلى 60 كم، ويفصل بين الكتلتين سهل يتراوح اتساعه بين 55 – 61 كم، ينحدر تدريجيًّا ناحية الشمال الشرقي.

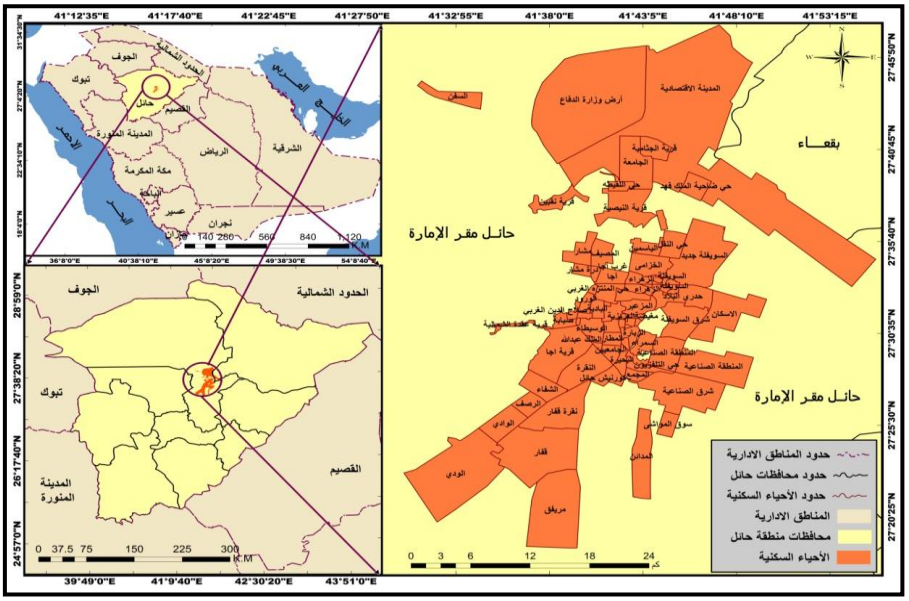
أهداف الدراسة:

1- التحليل المكاني للغطاء النباتي في مدينة حائل للأعوام 1990م، 2000م، 2010م، 2020م.

2- التحليل المكاني لمياه سطح الأرض وتأثيراتها في النبات بمدينة حائل للأعوام 1990م، 2000م، 2010م، 2020م.

3- كشف تغيرات الغطاء النباتي خلال ثلاث مراحل بين عامي 1990م – 2020م.

شكل (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على طبقات رقمية للمناطق والمحافظات والأحياء السكنية في المدينة، أمانة منطقة حائل، 2024م.

منهجية الدراسة:

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي القائم على بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل توزيع الغطاء النباتي ومياه سطح الأرض لمدة ثلاثين عامًا؛ من 1990م إلى 2020م، والمنهج السببي المقارن لمقارنة نتائج مرئيات لاندسات (5، 8) للأعوام 1990، 2000، 2010، 2020، وكشف تغيرات الغطاء النباتي خلال ثلاث مراحل؛ الأولى تمتد بين عامي 1990– 2000م، والثانية بين عامي 2000– 2010م، والثالثة بين عامي 2010– 2020م.

وتدرجت منهجية هذه الدراسة من البدء بجمع المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات 5 للأعوام 1990، 2000، 2010م، والقمر الصناعي لاندسات 8 للعام 2020 من موقع المساحة الجيولوجية الأمريكية، وبعد الانتهاء من جمع المرئيات الفضائية، انتقلت إلى مرحلة معالجة هذه المرئيات باستخدام أدوات برنامج Erdas imaging، ثم استعملت الحاسبة الخلوية في برنامج (GIS) لتطبيق معادلتي مؤشري الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI)، وهو مؤشر يحاول التقليل من تأثيرات سطوع التربة باستخدام معامل تصحيح سطوع التربة، ويُستخدم في المناطق الجافة حيث يكون الغطاء النباتي منخفضًا، ويستخلص بالمعادلة الآتية:

$$\mathbf{SAVI} = \frac{(\mathbf{NIR} - \mathbf{RED})}{(\mathbf{NIR} + \mathbf{RED} + \mathbf{0.5})} * (\mathbf{1} + \mathbf{0.5}). (\mathbf{Huete, 1988, p. 298}).$$

بعدها قامت الدراسة بتطبيق مؤشر مياه سطح الأرض (LSWI)؛ وهو مؤشر شائع في رصد رطوبة سطح الأرض وتحديد جفاف الغطاء النباتي باستخدام الفرق الطبيعي بين نطاقات الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة (SWIR)، وقد اقترح هذا المؤشر (Xiao et al., 2004)، ويحسب بالمعادلة الآتية:

$$\mathbf{LSWI} = \frac{(\mathbf{NIR} - \mathbf{SWER})}{(\mathbf{NIR} + \mathbf{SWER})} . (\mathbf{Xiao, et\ al, 2004, p. 259}).$$

ورافق حساب مؤشر مياه سطح الأرض تحديد مدى تأثيرها في توزيع الغطاء النباتي في مدينة حائل خلال هذه المدة، وبعدها انتقلت الدراسة لاستخدام خوارزمية (Image Difference) ضمن برنامج (Erdas imaging) لكشف تغيرات الغطاء النباتي في المدينة بين كل تاريخين وخلال ثلاث مراحل.

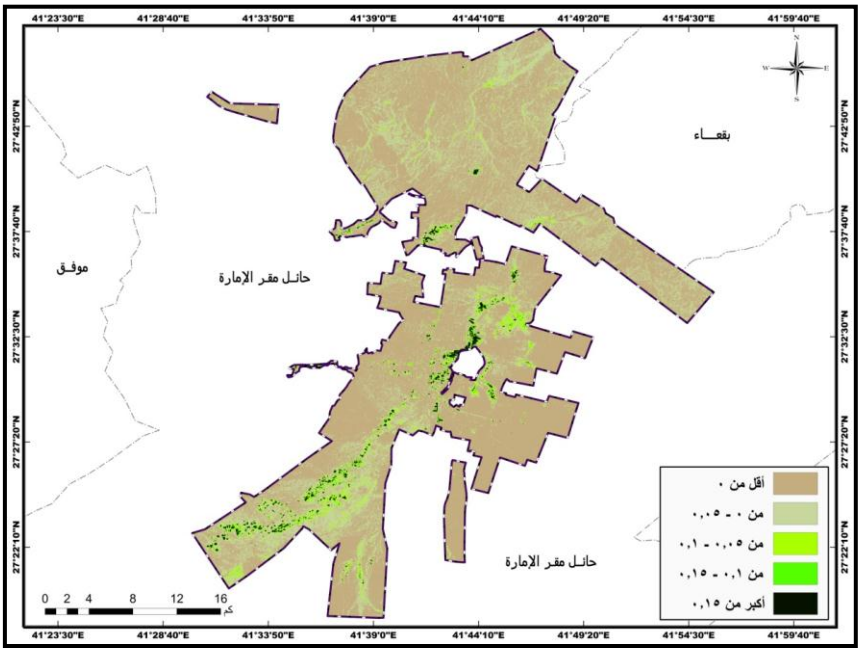
مناقشة النتائج:

أولًا: التحليل المكاني للغطاء النباتي:

أ) الغطاء النباتي عام 1990م: تظهر نتائج اشتقاق النبات بمؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة عام 1990م، تراوح قيمة المؤشر بين $^{-}0.27$ في المناطق الخالية من الغطاء النباتي إلى 0.8 بمناطق وفرة الغطاء النباتي، وتظهر نتائج تصنيف المؤشر شكل (2) عدم وجود غطاء نباتي في غالبية مساحة مدينة حائل عام 1990، ومما يؤكد ذلك أن مساحة المنطقة

التي تفتقر للغطاء النباتي (حيث توجد القيم السالبة التي تقل فيها قيم المؤشر عن 0) بلغت نحو 498.7 كم^2، بنسبة 69.7% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود تغطية نباتية فقيرة جدًّا (حيث يتراوح المؤشر بين 0 – 0.05) نحو 180.22كم^2، بنسبة 25.2% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود تغطية نباتية فقيرة (حيث يتراوح المؤشر بين 0.05 – 0.1) نحو 23.37 كم^2، بنسبة 3.27% من إجمالي مساحة المدينة، كما بلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود غطاء نباتي جيد (حيث يتراوح المؤشر بين 0.1 – 0.15) نحو 5.78كم^2، بنسبة 0.8% من إجمالي مساحة المدينة، وتقع المنطقة التي تتصف بوجود تغطية نباتية عالية وسط وجنوب غرب المدينة على جانبي مجرى وادي الأديرع حيث تتجاوز قيمة المؤشر بين 0.15 بمساحة بلغت 7.34 كم^2، بنسبة 1.03% من إجمالي مساحة المدينة.

شكل (2) الغطاء النباتي في مدينة حائل عام 1990م

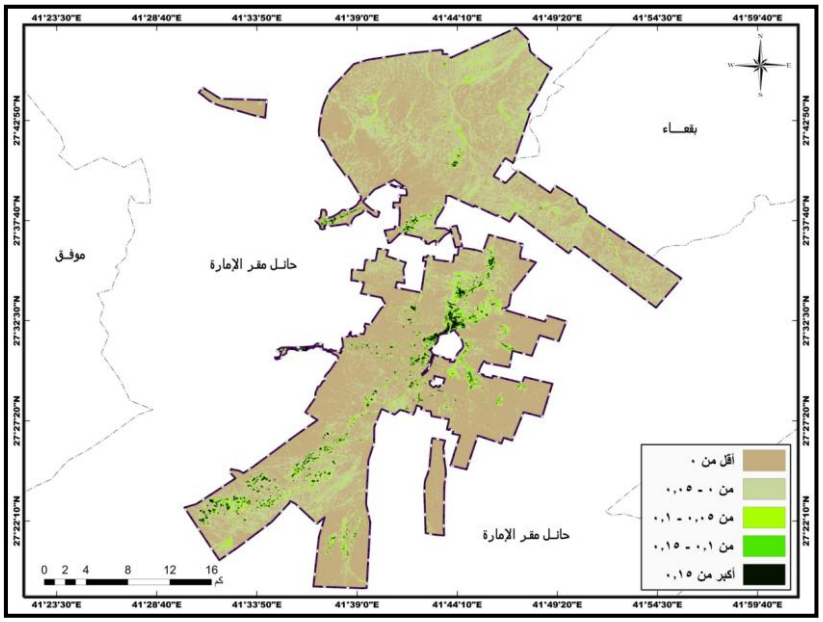


المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)، بتاريخ (1990/10/22م).

ب) **الغطاء النباتي عام 2000م:** تبين نتائج اشتقاق طبقة النبات عام 2000م، تراوح قيمة مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة بين $^{-}$0.37 في المناطق الجرداء من الغطاء النباتي إلى 0.85 بمناطق توفر الغطاء النباتي، وتعكس هذه القيم وضع الغطاء النباتي بصورة أفضل مقارنة بعام 1990م. وتوضح نتائج تصنيف مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة شكل (3) افتقار غالبية مساحة المدينة للغطاء النباتي، ويؤكد ذلك أن مساحة المنطقة التي لا يوجد فيها غطاء نباتي

(حيث تقل قيمة المؤشر عن 0) بلغت نحو 472.92كم^2، بنسبة 69.7% من إجمالي مساحة المدينة، لتتراجع مساحة هذه المنطقة عن عام 1990م، بنحو 25.79كم^2. وبلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود تغطية نباتية فقيرة جدًّا (بمناطق تراوح قيمة المؤشر بين 0 – 0.05) نحو 197.23كم^2، بنسبة 27.57% من إجمالي مساحة المدينة، وزادت مساحة هذا النطاق 17.01كم^2. وبلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود غطاء نباتي فقيرة (حيث يتراوح مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة بين 0.05 – 0.1) نحو 28.76كم^2، بنسبة 5.39% من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد مساحة هذا النطاق عن عام 1990م، بنحو 5.39 كم^2. وبلغت مساحة المنطقة التي تتصف بوجود غطاء نباتي جيد (حيث يتراوح المؤشر بين 0.1 – 0.15) نحو 7.07 كم^2، بنسبة 0.98% من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد مساحة هذا النطاق بنحو 1.3كم^2. وتقع المنطقة التي تتصف بوجود تغطية نباتية عالية في المنطقتين الوسطى والجنوبية الغربية من المدينة (حيث تتجاوز قيمة المؤشر 0.15) بمساحة بلغت 9.41 كم^2، بنسبة 1.32% من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد مساحة هذا النطاق بنحو 2.08 كم^2.

شكل (3) الغطاء النباتي في مدينة حائل عام 2000م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)، بتاريخ (2000/10/1م).

بناء على ذلك يظهر في جدول (1) تباين متوسطات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI) على مستوى المناطق الثلاث بمدينة حائل، ويبين الجدول نفسه أن أعلى قيمة للمؤشر عام 1990م ظهرت في وسط حائل 0.8 وأدناها في شمال حائل 0.71، بينما برزت أعلى قيم المؤشر عام 2000 في جنوب حائل 0.84، وأدناها في شمال حائل 0.75،

ويبين الجدول ارتفاع قيم المؤشر في مختلف أجزاء مدينة حائل عام 2000م مقارنة بعام 1990م، لكن الزيادة في مساحة التغطية النباتية لم تظهر إلا في منطقتي شمال ووسط حائل، وعلى العكس من ذلك كانت منطقة جنوب حائل، وبرزت أعلى زيادة في مساحة التغطية النباتية شمال مدينة حائل.

جدول (1) متوسطات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة وتغيراته في أجزاء مدينة حائل بين عامي 1990م – 2000م

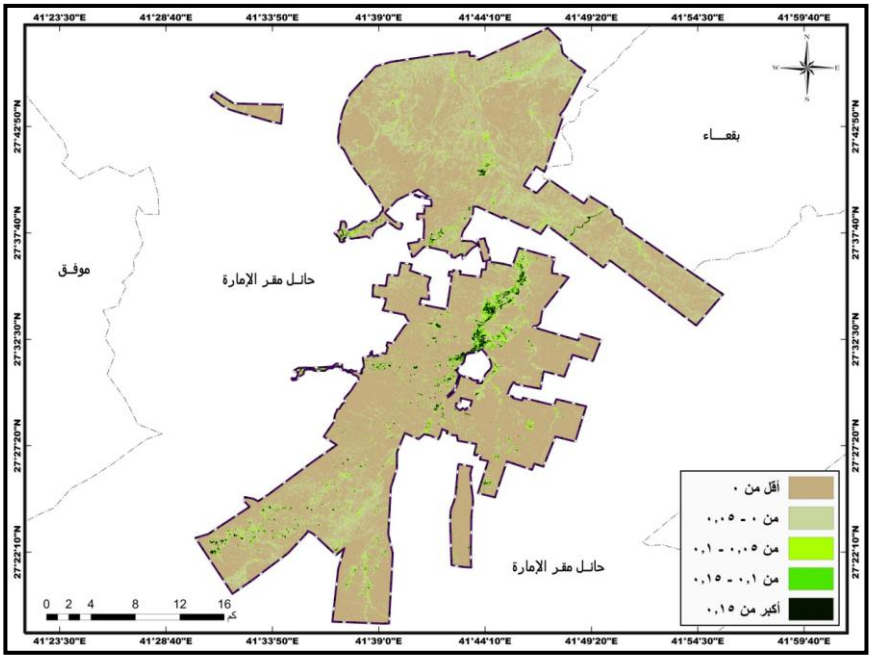
المنطقة		1990م						2000م			
مؤشر (SAVI)	إجمالي المساحة كم^2	عدد الأحياء	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2
شمال حائل	416.7	24	0.71	-0.27	-0.0059	11.07	0.75	-0.37	-0.0045	19.5
وسط حائل	79.82	36	0.8	-0.28	-0.0004	8.55	0.82	-0.27	-0.0008	11.43
جنوب حائل	218.88	14	0.77	-0.21	-0.003	16.89	0.84	-0.27	-0.009	14.35
الإجمالي	715.4	74	0.8	-0.28	-0.0045	36.51	0.84	-0.37	-0.0055	45.28

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية لعامي 1990م، 2000م.

ج) الغطاء النباتي عام 2010م: تظهر نتائج استخلاص النبات من مرئية عام 2000م، أن قيمة مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة تراوحت بين -0.38 بالمناطق الجرداء وبين 0.79 حيث يتوفر الغطاء النباتي، وتعكس هذه القيم تعرض الغطاء النباتي للتدهور مقارنة بعام 2000م. وتبين نتائج تصنيف مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة- شكل (4)- افتقار غالبية مساحة المدينة للغطاء النباتي، ويؤكد ذلك أن مساحة النطاق الذي لا يوجد فيها غطاء نباتي (حيث تقل قيمة المؤشر عن 0) بلغت نحو 531.76كم^2، بنسبة 74.33% من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد مساحة هذه المنطقة عن عام 2000م بنحو 58.84 كم^2. وقد بلغت مساحة النطاق الذي يتصف بوجود غطاء نباتي فقيرة جدًّا (حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 0 – 0.05) نحو 150.23 كم^2، بنسبة 21% من إجمالي مساحة المدينة، وتراجعت مساحة هذا النطاق بنحو 47 كم^2. وبلغت مساحة النطاق الذي يتصف بفقر التغطية النباتية (حيث يتراوح مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة بين 0.05 – 0.1) نحو 20.55 كم^2، بنسبة 2.87% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 2000م نحو 8.2 كم^2. وقد بلغت مساحة النطاق الذي يتصف بغطاء نباتي جيد (حيث يتراوح المؤشر بين 0.1 – 0.15) نحو 6 كم^2، بنسبة 0.83% من إجمالي مساحة المدينة، لتتراجع مساحة هذا النطاق بنحو 1.06كم^2. ويظهر النطاق الذي يتسم بتغطية نباتية

عالية وسط مدينة حائل (حيث تتجاوز قيمة المؤشر 0.15) بمساحة بلغت 6.87 كم^2، بنسبة 2.55% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحة هذا النطاق بنحو 2.55 كم^2.

شكل (4) الغطاء النباتي في مدينة حائل عام 2010م

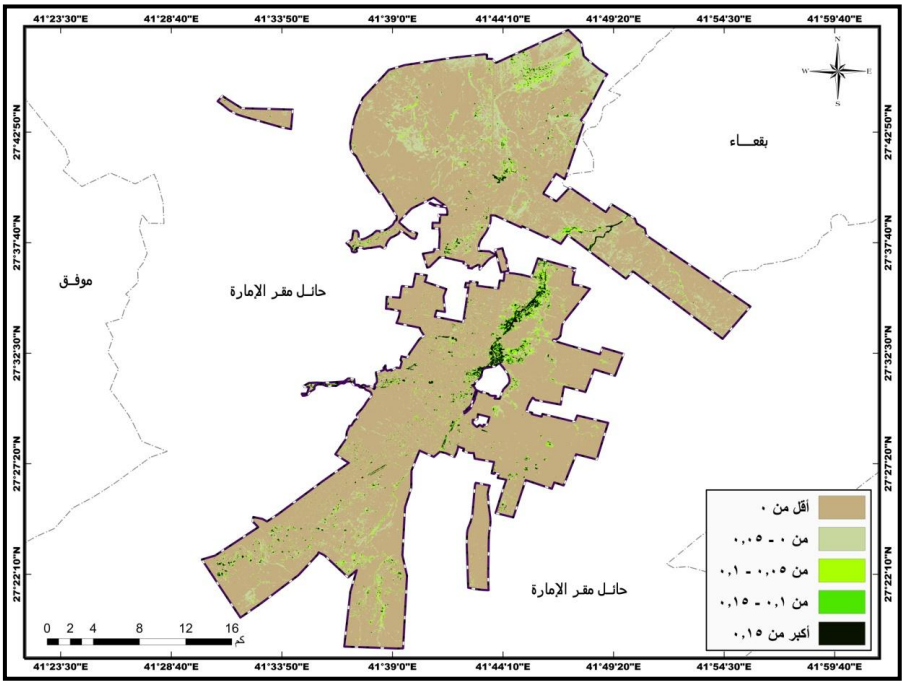


المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)**، بتاريخ (2010/10/29م).**

د) الغطاء النباتي عام 2020م: أظهرت نتائج تطبيق مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة لاشتقاق طبقة النبات في مدينة حائل عام 2020م، تراوح قيمته بين $^{-}$0.48 في المناطق الجرداء من الغطاء النباتي، وبين 0.82 حيث يتوفر الغطاء النباتي، وتعكس قيمة الحد الأعلى أن حالة الغطاء النباتي كانت أفضل، مقارنة بعام 2020م. وبذلك تؤكد نتائج تصنيف مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة في الشكل (5) أن غالبية مساحة المدينة خالية من الغطاء النباتي، ومما يدل على ذلك أن مساحة نطاق الأراضي الجرداء (التي تقل فيها قيم المؤشر عن 0) بلغت نحو 587.65كم^2، بنسبة 82.15% من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد عن عام 2010م نحو 55.89 كم^2. ويظهر النطاق الذي يتصف بوجود غطاء نباتي فقيرة جدًّا شمال ووسط وجنوب المدينة (حيث تتراوح قيمة المؤشر بين 0 – 0.05)، بمساحة بلغت 91.49كم^2، بنسبة 12.78% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحته عن عام 2010م، بنحو 58.75كم^2. ويبرز النطاق الذي يتصف بافتقاره للغطاء النباتي (حيث يتراوح مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة بين 0.05 – 0.1) شمال ووسط شمال ووسط وجنوب مدينة حائل، بمساحة بلغت 18.31كم^2، بنسبة 2.55% من إجمالي مساحة المدينة، لتنخفض مساحة هذا النطاق عن عام 2010 م بنحو 2.23 كم^2.

ويقع النطاق الذي يتصف بغطاء نباتي جيد (حيث يتراوح المؤشر بين 0.1 – 0.15) وسط شمال ووسط وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت نحو 7.55 كم^2، بنسبة 1.55% من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النطاق بنحو 1.55 كم^2. ويظهر النطاق الذي يتسم بتغطية نباتية عالية وسط وجنوب غرب مدينة حائل (حيث تتجاوز قيمة مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة 0.15) بمساحة بلغت 10.42 كم^2، بنسبة 1.45% من إجمالي مساحة المدينة، فقد ازدادت مساحة هذا النطاق عن عام 2020م بنحو 3.55 كم^2.

شكل (5) الغطاء النباتي في مدينة حائل عام 2020م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 8، بالمستشعر (OLI)، بتاريخ (2020/10/24م).

في المقابل توضح نتائج جدول (2) التباين المكاني لمتوسطات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة بين مناطق مدينة حائل الثلاثة، ويبين هذا الجدول أن الحد الأعلى للمؤشر برز في شمال حائل 0.79 عام 2010م وأدناه في جنوب حائل 0.54، وظهر الحد الأعلى للمؤشر عام 2020م وسط حائل 0.82، وأدناه 0.72 جنوب مدينة حائل، ويبين جدول (2) ارتفاع قيم المؤشر جنوب ووسط مدينة حائل، وتراجعها بشكل محدود شمال المدينة عام 2020م، مقارنة بعام 1990م، في حين زادت مساحة تغطية النبات شمال ووسط المدينة، وعلى العكس من ذلك كان جنوب المدينة بين عامي 2010م – 2020م، وبرزت أعلى زيادة في مساحة تغطية النبات في شمال مدينة حائل.

جدول (2) متوسطات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة وتغيراته في أجزاء المدينة بين عامي 2000م – 2020م

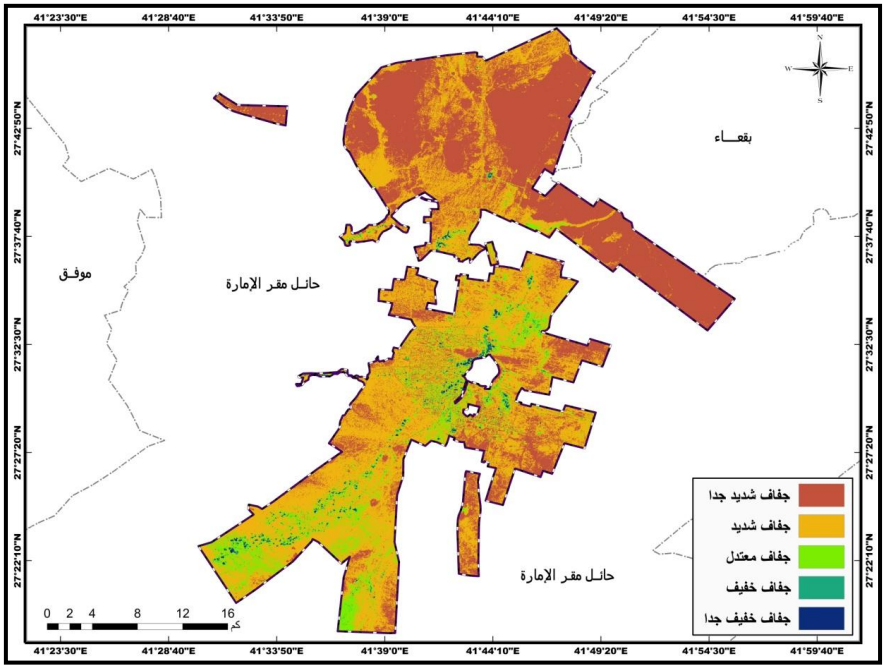
المنطقة	2010م					2020م			
مؤشر (SAVI)	إجمالي المساحة كم^2	عدد الأحياء	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2
شمال حائل	416.7	24	0.79	-0.31	-0.010	16.93	0.78	-0.47	-0.016	19.67
وسط حائل	79.82	36	0.74	-0.38	-0.017	7.87	0.82	-0.47	-0.03	8.14
جنوب حائل	218.88	14	0.54	-0.33	-0.019	8.64	0.72	-0.43	-0.033	8.47
الإجمالي	715.4	74	0.79	-0.37	-0.015	33.44	0.82	-0.48	-0.023	36.28

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية لعامي 2010م، 2020م.

ثانيًا: التحليل المكاني لرطوبة سطح الأرض:

أ) مؤشر المياه السطحية عام 1990م: يعتبر الجفاف من المشكلات البيئية الطبيعية التي عانتها المملكة العربية السعودية، وهي ظاهرة متكررة في المملكة، ويمكن توقع حدوثها كل سبع أو تسع سنوات (الزبيدي، 2015م، ص 63). وتوضح نتائج تحليل المياه السطحية في مدينة حائل عام 1990 تراوُح مؤشر مياه سطح الأرض بين -0.26 في مناطق الجفاف الشديد جدًّا، وبين 0.48 حيث ترتفع رطوبة التربة السطحية. وتظهر نتائج تصنيف مياه سطح الأرض– شكل (6) – سيطرة الجفاف الشديد جدًّا على معظم أرجاء المدينة عام 1990م، خاصة شمال وشرق وغرب مدينة حائل، ويعزز من ذلك أن مساحة منطقة الجفاف الشديد جدًّا (حيث القيم السالبة للمؤشر؛ أقل من 0) بلغت نحو 302.05كم^2، بنسبة 42.22% من إجمالي مساحة المدينة، ويمتاز نحو 77% من هذه المنطقة بعدم وجود غطاء نباتي، و22% بغطاء نباتي فقير جدًّا، و1% بغطاء نباتي فقير. وتظهر المنطقة التي تتسم بجفاف شديد شمال ووسط شمال وجنوب وغرب المدينة (حيث يتراوح المؤشر بين 0 – 5%) بمساحة بلغت نحو 341.62 كم^2، بنسبة 47.76% من إجمالي مساحة المدينة، ويمتاز نحو 70% من هذه المنطقة بعدم وجود غطاء نباتي، و27% بغطاء نباتي فقير جدًّا، و3% بغطاء نباتي فقير. وتقع المنطقة التي تتصف بجفاف معتدل (حيث يتراوح المؤشر بين 5 – 10%) وسط وجنوب شرق وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت نحو 61.1كم^2، بنسبة 8.53% من إجمالي مساحة المدينة، ويتسم 41% من هذه المنطقة بعدم وجود غطاء نباتي، و33% غطاء نباتي فقير جدًّا، و18% بغطاء نباتي فقير، و6% بغطاء نباتي جيد، و2% بغطاء نباتي كثيف.

شكل (6) فئات مستويات جفاف سطح الأرض في مدينة حائل عام 1990م



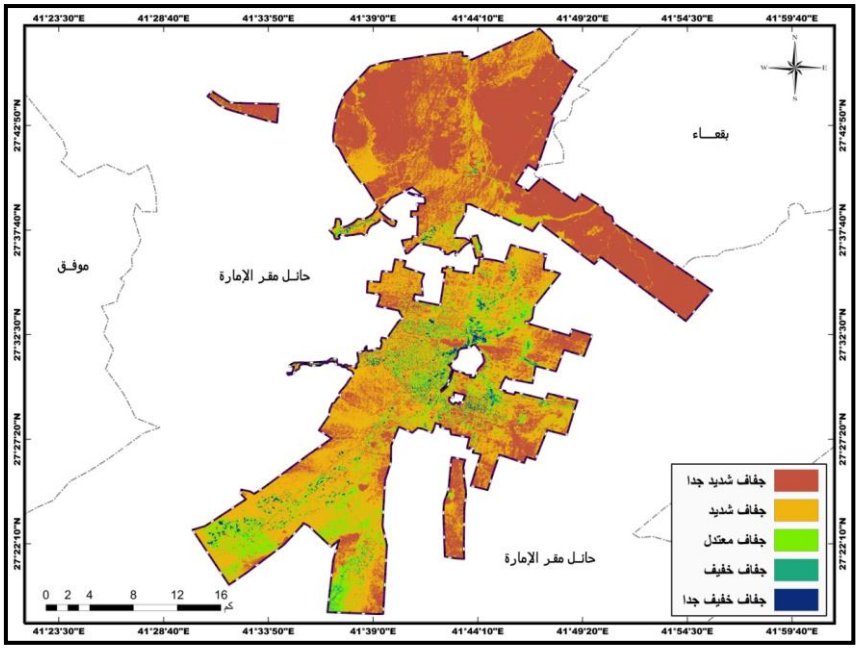
المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)، بتاريخ (1990/10/22م).

وتظهر المنطقة التي تتسم بجفاف خفيف (حيث يتراوح المؤشر بين 10 – 15%) وسط وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت نحو 7.3 كم^2، بنسبة 1.02% من إجمالي مساحة المدينة، ويتميز 18% من هذه المنطقة بعدم وجود غطاء نباتي، و8% بغطاء نباتي فقير جدًا، و12% بغطاء نباتي فقير، و19% بغطاء نباتي جيد، و42% بغطاء نباتي كثيف. وتقع المنطقة التي تتصف بجفاف خفيف جدًا (حيث تتجاوز قيمة مؤشر مياه سطح الأرض 15%) وسط وجنوب غرب المدينة حيث الغطاء النباتي الكثيف بمجرى وادي الأديرع، بمساحة بلغت 3.33كم^2، بنسبة 0.46% من إجمالي مساحة المدينة، ويتسم نحو 8% من هذه المنطقة بعدم وجود غطاء نباتي، و2% بغطاء نباتي فقير جدًا، و2% بغطاء نباتي فقير، و2% بغطاء نباتي جيد، و85% بغطاء نباتي كثيف.

ب) **مؤشر المياه السطحية عام 2000م:** توضح نتائج تحليل مياه سطح الأرض في مدينة حائل عام 2000م تراوح قيمة مؤشر المياه بين $^{-}$0.35 في مناطق الجفاف الشديد جدًا، وبين 0.52 حيث ترتفع رطوبة التربة السطحية. وتظهر نتائج تصنيف مياه سطح الأرض– شكل (7)– استحواذ نطاق الجفاف الشديد جدًا على ما يقارب نصف مساحة مدينة حائل، ويظهر شمال ووسط شرق وغرب مدينة حائل (حيث تقل قيم المؤشر عن 0) بمساحة بلغت نحو 326.03 كم^2، بنسبة 45.58% من إجمالي مساحة المدينة، وزادت مساحة هذا النطاق عن عام 1990 م بنحو 23.98 كم^2،

ويقع ضمن هذا النطاق: نحو 71% مناطق خالية من الغطاء النباتي، و27% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و2% مناطق ذات غطاء نباتي فقير. ويبرز نطاق الجفاف الشديد جنوب وغرب المدينة (حيث يتراوح مؤشر المياه بين 0 – 5%) بمساحة بلغت نحو 303.47كم^2، بنسبة 42.42% من إجمالي مساحة المدينة، وتراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 1990 م بنحو 38.15 كم^2، ويضم هذا النطاق نحو 69% مناطق لا يوجد فيها غطاء نباتي، و29% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير.

شكل (7) فئات مستويات جفاف سطح الأرض في مدينة حائل عام 2000م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)، بتاريخ (2000/10/1م).

ويظهر نطاق الجفاف المعتدل (حيث يتراوح مؤشر المياه بين 5 – 10%) وسط وجنوب وجنوب غرب المدينة بمساحة بلغت نحو 66.68كم^2، بنسبة 9.31% من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النطاق عن عام 1990 م بنحو 5.57 كم^2، ويتضمن هذا النطاق: نحو 43% مناطق لا يوجد فيها غطاء نباتي، و34% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و15% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و5% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و2% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف. ويقع النطاق الذي يتسم بجفاف خفيف (حيث يتراوح مؤشر مياه سطح الأرض بين 10 – 15%) وسط وجنوب غرب المدينة بمساحة بلغت نحو 12.62كم^2، بنسبة 1.76% من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النطاق عن عام 1990 م بنحو 5.31كم^2، ويضمن هذا النطاق: 35% مناطق لا يوجد بها غطاء نباتي، و11% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و13% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و14% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و27% مناطق ذات غطاء

نباتي كثيف. ويظهر النطاق الذي يتصف بجفاف خفيف جدًّا (حيث تتجاوز قيمة مؤشر المياه 15%) وسط وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت 6.62كم^2، بنسبة 0.9% من إجمالي مساحة المدينة، وزادت مساحة هذا النطاق عن عام 1990م بنحو 3.3 كم^2، ويضم هذا النطاق: نحو 28% مناطق ليس بها غطاء نباتي، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و4% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و61% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف.

ولمزيد من التفاصيل تظهر نتائج جدول (3) تباين متوسطات مؤشر مياه سطح الأرض (LSWI) على مستوى مناطق شمال ووسط وجنوب مدينة حائل، فقد برزت أعلى قيم المؤشر في عام 1990م جنوب مدينة حائل 0.48، وأدناها شمال حائل 0.4، وتظهر أعلى قيم المؤشر عام 2000م جنوب حائل 0.51، وأدناها شمال حائل 0.42، بما يتوافق مع توزيع مؤشرات الغطاء النباتي، ويبن جدول (3) ارتفاع قيم مؤشر الرطوبة في مختلف أجزاء المدينة عام 2000م مقارنة بعام 1990م، وهو نفس اتجاه قيم مؤشر النبات عام 2000م مقارنة بعام 1990م، وزادت مساحة المناطق الرطبة وتراجع الجفاف بمختلف مناطق مدينة حائل.

جدول (3) متوسطات مؤشر رطوبة سطح الأرض وتغيراته في أجزاء المدينة بين عامي 1990م – 2000م

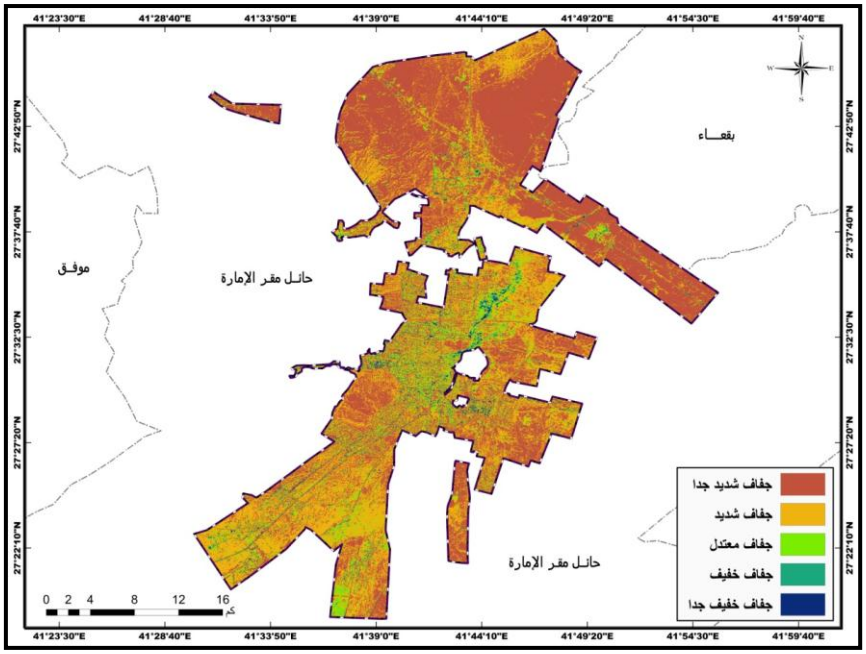
المنطقة	1990م					2000م			
مؤشر (LSWI)	إجمالي المساحة كم^2	عدد الأحياء	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2
شمال حائل	416.7	24	0.4	-0.25	-0.25	13.18	0.42	-0.3	-0.29	19.7
وسط حائل	79.82	36	0.45	-0.14	0.035	20.88	0.47	-0.36	0.44	27.89
جنوب حائل	218.88	14	0.48	-0.22	0.027	37.7	0.51	-0.26	0.025	38.34
الإجمالي	715.4	74	0.48	-0.25	-0.0023	71.76	0.51	-0.36	-0.0041	85.93

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية لعامي 1990م، 2000م.

ج) مؤشر المياه السطحية عام 2010م: تظهر نتائج تحليل رطوبة سطح الأرض تراوح قيمة المؤشر بين -0.39 بمناطق الجفاف الشديد جدًّا، وبين 0.47 في المناطق ذات الجفاف الخفيف جدًّا. وتوضح نتائج تصنيف المؤشر في مدينة حائل عام 2010م– شكل (8) – اتساع نطاق الجفاف الشديد جدًّا ليستحوذ على أكثر من نصف مساحة المدينة، ويظهر شمال وشمال شرق وشرق وغرب مدينة حائل (حيث تقل قيم مؤشر المياه عن 0) بمساحة بلغت نحو 389.6كم^2، بنسبة 54.46% من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النطاق عن عام 2000 م بنحو 63.58كم^2، ويتضمن هذا النطاق: 76%

مناطق لا يوجد بها غطاء نباتب، و21% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و1% مناطق ذات غطاء نباتي فقير. ويظهر نطاق الجفاف الشديد جنوب ووسط وشمال المدينة (حيث تتراوح قيم المؤشر بين 0 – 5%) بمساحة بلغت نحو 242.32كم^2، بنسبة 33.88% من إجمالي مساحة المدينة، وانخفضت مساحة هذا النطاق عن عام 2000 م بنحو 61.16 كم^2، ويضم هذا النطاق: 75% مناطق لا يوجد بها غطاء نباتي، و21% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و1% مناطق ذات غطاء نباتي جيد.

شكل (8) فئات مستويات جفاف سطح الأرض في مدينة حائل عام 2010م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 5، بالمستشعر (TM)، بتاريخ (2010/10/29م).

ويبرز نطاق الجفاف المعتدل حيث يتراوح مؤشر المياه بين 5 – 10% وسط شمال ووسط وجنوب غرب المدينة بمساحة 60.08 كم^2، بنسبة 8.4% من إجمالي مساحة المدينة، وتراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 2000 م بنحو 6.6كم^2، ويقع في هذا النطاق: 66% مناطق لا يوجد فيها غطاء نباتي، و21% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و7% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و3% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و3% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف. ويظهر نطاق الجفاف الخفيف (حيث تتراوح قيم مؤشر المياه بين 10 – 15%) وسط شمال ووسط وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت نحو 16.13 كم^2، بنسبة 2.25% من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النطاق عن عام 2000م نحو 3.5 كم^2، ويقع في هذا النطاق: 60% مناطق لا يوجد بها غطاء نباتي، و18% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و8% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و5% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و10% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف. ويقع نطاق

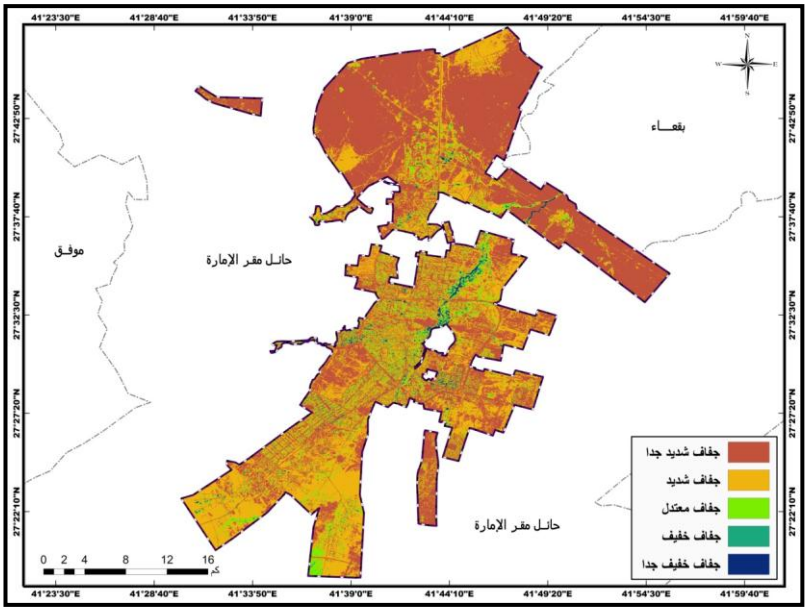
الجفاف الخفيف جدًّا (حيث تتجاوز قيمة مؤشر المياه 15%) وسط المدينة، بمساحة بلغت 7.28 كم^2، بنسبة 1.01% من إجمالي مساحة المدينة، وزادت مساحة هذا النطاق عن عام 2000م بنحو 0.66 كم^2، ويضم هذا النطاق: نحو 56% مناطق ليس بها غطاء نباتي، و14% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و6% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و5% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و18% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف.

د) **مؤشر المياه السطحية عام 2020م:** تبين نتائج تحليل رطوبة سطح الأرض بمدينة حائل 2020م، تَراوُح قيمة المؤشر بين $^-$0.34 بمناطق الجفاف الشديد جدًّا، وبين 0.52 في المناطق ذات الجفاف الخفيف جدًّا. وتظهر نتائج تصنيف مؤشر مياه سطح الأرض– شكل (9) – زيادة مساحة نطاق الجفاف الشديد جدًّا الذي يغطي غالبية المنطقة، ويظهر شمال وشرق وغرب مدينة حائل (حيث تقل قيم مؤشر المياه عن 0) بمساحة بلغت نحو 395.13كم^2، بنسبة 55.23% من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت زيادة مساحة هذا النطاق عن عام 2010م، نحو 5.53 كم^2، ويتضمن هذا النطاق: 87% مناطق جرداء، و12% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و1% مناطق ذات غطاء نباتي فقير. ويظهر نطاق الجفاف الشديد شمال ووسط شمال ووسط وجنوب غرب المدينة (حيث تتراوح قيم المؤشر بين 0 – 5%) بمساحة بلغت نحو 255.88كم^2، بنسبة 35.77% من إجمالي مساحة المدينة، وزادت مساحة هذا النطاق عن عام 2010 م بنحو 13.56كم^2، ويضم هذا النطاق: 82% مناطق لا يوجد بها نبات، و14% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و1% مناطق ذات غطاء نباتي جيد. ويقع نطاق الجفاف المعتدل (حيث يتراوح مؤشر المياه بين 5 – 10%) وسط وجنوب غرب المدينة بمساحة 47.24 كم^2، بنسبة 6.6% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 2010م، نحو 12.85 كم^2، ويقع ضمن هذا النطاق: 59% مناطق لا يوجد فيها غطاء نباتي، و15% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و13% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و9% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و4% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف. ويظهر نطاق الجفاف الخفيف (حيث تتراوح قيم مؤشر المياه بين 10 – 15%) وسط مدينة حائل بمساحة بلغت نحو 10.98 كم^2، بنسبة 1.93% من إجمالي مساحة المدينة؛ فقد تراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 2010 م بنحو 5.14 كم^2، ويضم هذا النطاق: 40% مناطق لا يوجد بها غطاء نباتي، و8% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و8% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و11% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و34% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف. ويقع الجفاف الخفيف جدًّا (حيث تتجاوز قيمة مؤشر المياه 15%) وسط المدينة، بمساحة بلغت 6.18 كم^2،

بنسبة 0.86% من إجمالي مساحة المدينة، وتراجعت مساحة هذا النطاق عن عام 2010م، نحو 1.1 كم^2، ويتركز في هذا النطاق: نحو 32% مناطق ليس بها غطاء نباتي، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير جدًّا، و3% مناطق ذات غطاء نباتي فقير، و3% مناطق ذات غطاء نباتي جيد، و60% مناطق ذات غطاء نباتي كثيف.

من جانب آخر توضح نتائج جدول (4) التباين المكاني لتوزيع متوسطات مؤشر المياه السطحية بين مناطق شمال ووسط وجنوب مدينة حائل، ويبين الجدول نفسه أنّ الحد الأعلى للمؤشر ظهر في شمال مدينة حائل 0.46 عام 2010م، وأدنى قيمة عليا للمؤشر ظهرت جنوب مدينة حائل 0.45، في المقابل برز الحد الأعلى للمؤشر عام 2020م في شمال مدينة حائل 0.52، وأدناه في جنوب مدينة حائل 0.42، كما يوضح جدول (4) ارتفاع قيم المؤشر شمال ووسط المدينة، وتراجعه جنوبها، عام 2020م، مقارنة بعام 1990م، وعلى ذلك؛ فقد تراجعت مساحة تغطية المناطق التي تعاني جفاف سطح التربة بمختلف مناطق المدينة.

شكل (9) فئات مستويات جفاف سطح الأرض في مدينة حائل عام 2020م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئية لاندسات 8، بالمستشعر (OLI)، بتاريخ (2020/10/24م).

جدول (4) متوسطات مؤشر رطوبة التربة وتغيراته في أجزاء المدينة بين عامي 2000م – 2020م

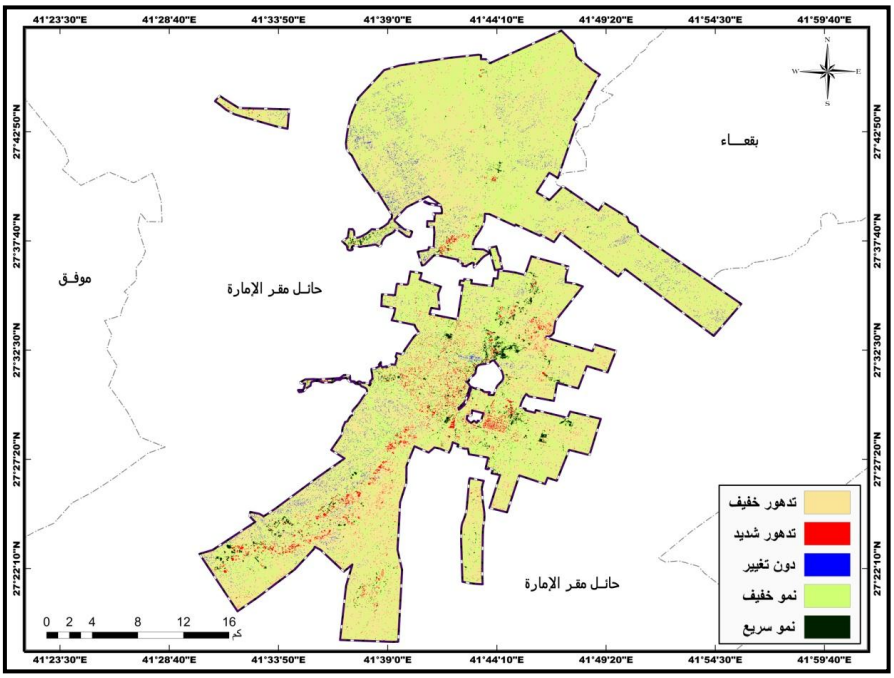
المنطقة	2010						2020			
مؤشر (LSWI)	إجمالي المساحة كم^2	عدد الأحياء	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2	الحد الأعلى للمؤشر	الحد الأدنى للمؤشر	المتوسط	مساحة النبات كم^2
شمال حائل	416.7	24	0.46	0.4-	0.24-	32.56	0.52	0.32-	0.28-	25.92
وسط حائل	79.82	36	0.46	0.32-	0.027	22.02	0.5	0.2-	0.024	16.9
جنوب حائل	218.88	14	0.45	0.34-	0.012	28.91	0.42	0.34-	0.014	21.59
الإجمالي	715.4	74	0.46	0.39-	0.0073-	83.49	0.52	0.34-	0.0093-	64.41

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية لعامي 2010م، 2020م.

ثالثًا: تغيرات الغطاء النباتي:

أ) **تغير الغطاء النباتي بين عامي 1990م – 2000م:** تظهر نتائج كشف التغيرات المكانية التي طرأت على الغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 1990 – 2000، تراوُح نسبة التغير بين 77-% في المناطق التي شهدت تدهورًا شديدًا جدًّا للغطاء النباتي، وبين 87% في المناطق التي شهدت نموًّا سريعًا للغطاء النباتي، عام 2000م، مقارنة بعام 1990م. وتوضح نتائج دالة تغير الغطاء النباتي في المدينة بين عامي 1990م – 2000م- شكل (6)- وجود خمسة أنماط من تغيرات الغطاء النباتي الأول في المناطق التي تعرضت لتدهور خفيف في الغطاء النباتي عام 2000م، مقارنة بما سبق، وتغطي غالبية مساحة المدينة بنحو 363.92كم^2، بنسبة 50.87% من إجمالي مساحة المدينة. ويظهر النمط الثاني في المناطق التي تعرضت لتدهور شديد في الغطاء النباتي في الفترة الثانية مقارنة بالأولى، وسط وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت 12.65كم^2، بنسبة 1.76% من إجمالي مساحة المدينة. ويقع النطاق الثالث في المناطق التي لم تشهدت أي تغيرات في الغطاء النباتي بين المدتين، شمال غرب وشمال شرق ووسط وجنوب غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 11.81 كم^2، بنسبة 1.65% من إجمالي مساحة المدينة. ويغطي النمط الرابع من تغيرات الغطاء النباتي المناطق التي شهدت نموًّا خفيفًا للغطاء النباتي عام 2000م مقارنة بعام 1990م، غالبية مساحة المدينة التي بلغت 317.4 كم^2، بنسبة 44.37%، من إجمالي مساحة المدينة. ويبرز النمط الخامس من تغيرات الغطاء النباتي في المناطق التي شهدت نموًّا سريعًا للغطاء النباتي في الفترة الثانية مقارنة بالفترة السابقة وسط وشرق وجنوب غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 9.62 كم^2، بنسبة 1.34%، من إجمالي مساحة المدينة.

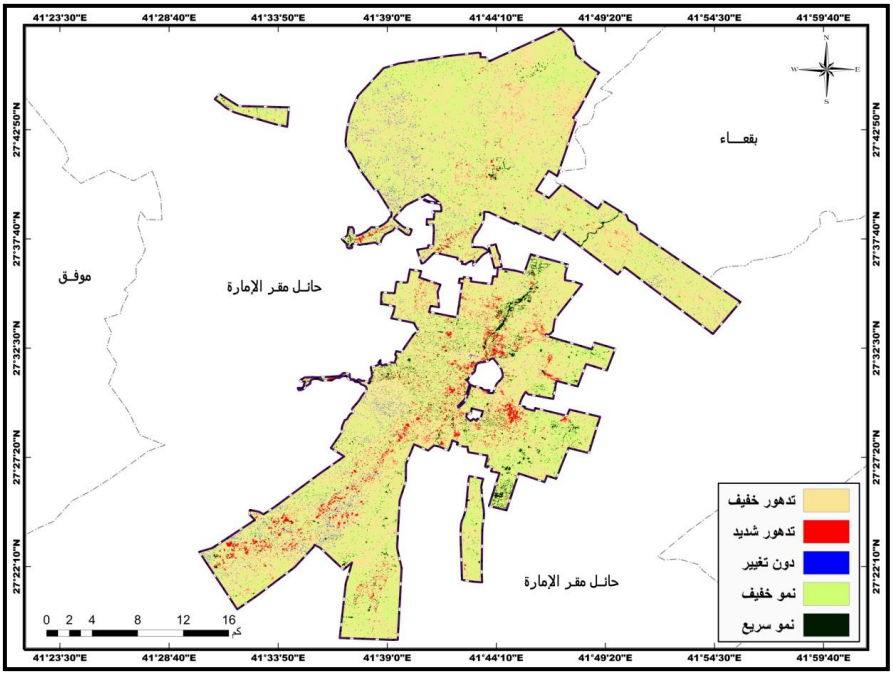
شكل (6) أنماط التغيرات المكانية للغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 1990م – 2000م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيتي لاندسات 5 لعامي، 1990م، 2000م.

ب) **تغير الغطاء النباتي بين عامي 2000م – 2010م:** أظهرت نتائج كشف التغير المكاني للغطاء النباتي بين عامي 2000م – 2010م، في مدينة حائل، تراوُح نسبة تغير الغطاء النباتي بين -84% حيث حدث تدهور شديد جدًّا للغطاء النباتي، وبين 74% في مناطق النمو السريع للغطاء النباتي عام 2010م، بالمقارنة بعام 2000م. فقد ظهرت أولى أنماط تغيرات الغطاء النباتي خلال هذه المدة، وتمثلت في التدهور الخفيف للغطاء النباتي في الفترة الثانية مقارنة بالأولى، لتغطي أكثر من نصف مساحة المدينة بنحو 417.42كم^2، بنسبة 58.35%، من إجمالي مساحة المدينة، لتزداد مساحة هذا النمط عن الفترة الممتدة بين عامي 1990م – 2000م بنحو 53.5كم^2. ويبرز ثاني أنماط تغيرات الغطاء النباتي في المناطق التي تعرضت لتدهور شديد في الفترة الثانية مقارنة بالأولى وسط وغرب وجنوب شرق وجنوب غرب المدينة، بمساحة بلغت 20.02كم^2، بنسبة 2.8%، من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النمط عن السنوات العشر السابقة بنحو 7.37كم^2. ويظهر النطاق الذي لم يتعرض فيه الغطاء النباتي لأي تغيرات بين عامي 2000م – 2010م، غرب وشمال غرب ووسط وجنوب غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 7.02 كم^2، بنسبة 0.98% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحة نمط عدم تغير النبات عن الفترة السابقة بين عامي 1990م – 2000م بنحو 4.8 كم^2.

شكل (7) أنماط التغيرات المكانية للغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 2000م – 2010م



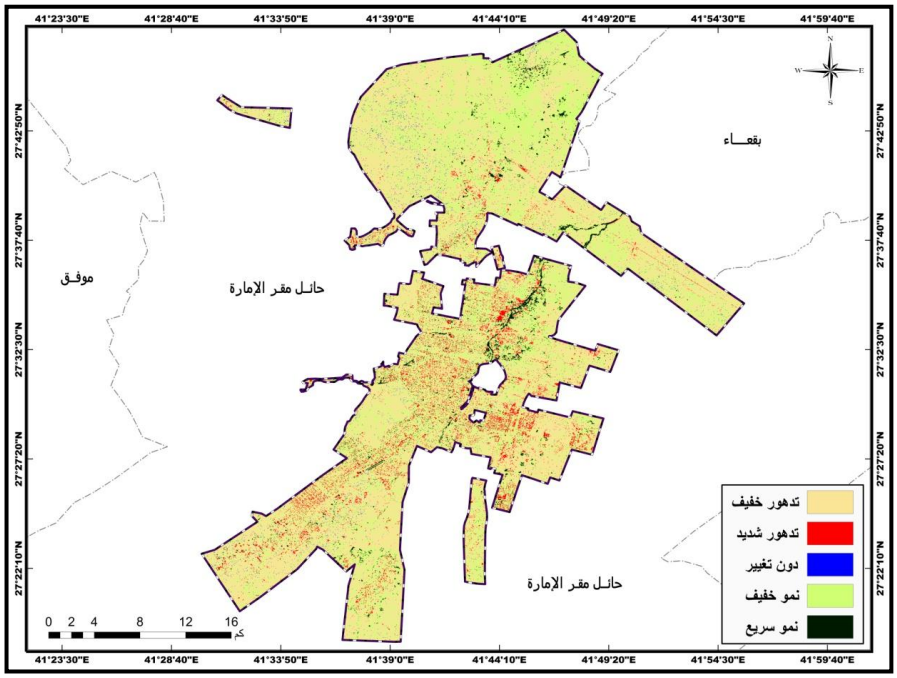
المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيتي لاندسات 5 لعامي، 2000م، 2010م.

ويغطي نمط التغير الرابع غالبية مساحة المدينة في المناطق التي شهدت نموًّا خفيفًا للغطاء النباتي عام 2010م مقارنة بعام 2000م، بمساحة بلغت 257.52كم^2، بنسبة 36% من إجمالي مساحة المدينة، وشهد هذا النمط من التغير تراجعًا في مساحة التغطية بنحو 59.89 كم^2. ويقع خامس أنماط تغيرات الغطاء النباتي بمناطق النمو السريع للغطاء النباتي في الفترة الثانية مقارنة بالأولى، وسط وشرق وشمال شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 13.44كم^2، بنسبة 1.87% من إجمالي مساحة المدينة، وبذلك زادت مساحة تغطية هذا النمط من التغير عما حصل في السنوات العشر الماضية بنحو 3.82كم^2.

ج) تغير الغطاء النباتي بين عامي 2010م – 2020م: أكدت نتائج كشف التغير المكاني للغطاء النباتي في مدينة حائل خلال المرحلة الثالثة بين عامي 2010م – 2020م، تراوُح نسبة تغير الغطاء النباتي بين 81%- في مناطق التدهور الشديد جدًّا للغطاء النباتي، وبين 80% في المناطق التي شهد فيها الغطاء النباتي نموًّا سريعًا عام 2020م، مقارنة بعام 2020م. ويغطي أول أنماط تغير الغطاء النباتي خلال هذه المرحلة- حيث حصل تدهور خفيف للغطاء النباتي نهاية المرحلة مقارنة ببدايتها- أكثرَ من نصف مساحة المدينة بنحو 414.24كم^2، بنسبة 57.9% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تراجعت مساحة نمط التدهور الخفيف للنبات عن الفترة الممتدة بين عامي 2000م – 2010م، بنحو 3.17كم^2. ويظهر

نمط تدهور الغطاء النباتي بصورة شديدة في الفترة الثانية مقارنة بالأولى بمناطق امتداد العمران وسط شمال ووسط وشرق وجنوب غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 26.53كم^2، بنسبة 3.7% من إجمالي مساحة المدينة، فقد حصلت زيادة في مساحة هذا النمط من التغير مقارنة بالسنوات العشر من المرحلة الثانية بنحو 6.52 كم^2.

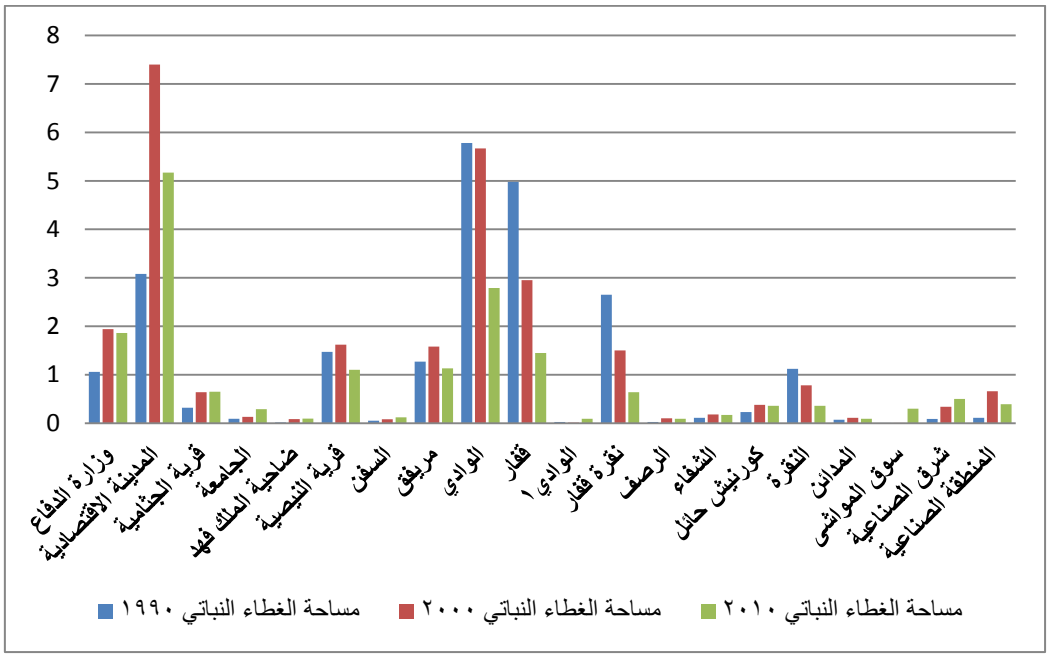
شكل (8) أنماط التغيرات المكانية للغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 2010م – 2020م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على مرئيتي لاندسات 5، 8 لعامي، 2010م، 2020م.

أما نطاق عدم تعرض الغطاء النباتي لأيّ تغيرات بين عامي 2010م – 2020م، فيبرز في شمال غرب وجنوب وجنوب غرب مدينة حائل، بمساحة بلغت 4.92 كم^2، بنسبة 0.68% من إجمالي مساحة المدينة، وبذلك تراجعت مساحة المناطق التي لم يتعرض فيها الغطاء النباتي لأي تغير مقارنة بالفترة السابقة بنحو 2.1كم^2. ويقع نمط تغير الغطاء النباتي **(نمو خفيف)** عام 2020م مقارنة بعام 2010م، في شمال ووسط وجنوب شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 254.76 كم^2، بنسبة 35.6% من إجمالي مساحة المدينة، فقد تعرضت مناطق النمو الخفيف للغطاء النباتي لتراجع في مساحتها بنحو 2.77 كم^2. ويظهر نمط التغيرات السريعة في نمو الغطاء النباتي في الفترة الثانية مقارنة بالأولى شمال وشمال شرق ووسط شرق مدينة حائل، بمساحة بلغت 14.94كم^2، بنسبة 2.08%، من إجمالي مساحة المدينة، فقد زادت مساحة هذا النمط من تغيرات الغطاء النباتي عن السنوات العشر الماضية بنحو 1.5كم^2.

شكل (9) تغير الغطاء النباتي في أحياء مدينة حائل خلال الأعوام 1990-2000-2010م



رابعًا: علاقة الغطاء النباتي برطوبة سطح الأرض:

قبل القيام بكشف أثر رطوبة سطح الأرض في الغطاء النباتي وتغيراته في مدينة حائل، أخذت الدراسة عينة من الأحياء السكنية؛ بنحو 20 حيًّا سكنيًّا، وبنسبة 26% من إجمالي عدد الأحياء السكنية في مدينة حائل، عام 2024م، ثم حسَبت مؤشري ومساحة الغطاء النباتي ورطوبة سطح الأرض في كلِّ حي للأعوام الأربعة، كما يبين الجدولان (5، 6)؛ إذ يظهر جدول (5) تباين متوسطات مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (SAVI) من حي إلى آخر شمال وجنوب مدينة حائل، فضلًا عن اختلافها زمانيًّا بين عامي 1990م – 2020م، كما يبين الجدول اختلاف تغير أشكال وتوجهات قيم مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة من عام إلى آخر خلال الفترات الأربع.

جدول (5) متوسطات مؤشر الغطاء النباتي للتربة وتغيراته في أحياء شمال وجنوب مدينة حائل بين عامي 1990م – 2020م

الحي	1990م		2000م		2010م		2020م	
مؤشر (SAVI)	المتوسط	مساحة النبات كم^2	المتوسط	مساحة النبات كم^2	المتوسط	مساحة النبات كم^2	المتوسط	مساحة النبات كم^2
وزارة الدفاع	0.006$^-$	1.06	0.005$^-$	1.94	0.001$^-$	1.86	0.01$^-$	1.35
المدينة الاقتصادية	0.0009$^-$	3.08	0.0008	7.4	0.007$^-$	5.17	0.006$^-$	7.7
الجثامية	0.008	0.32	0.01	0.64	0.008	0.65	0.006	0.54
الجامعة	0.007$^-$	0.09	0.006$^-$	0.13	0.02$^-$	0.29	0.02$^-$	0.43
ضاحية الملك فهد	0.0004	0.014	0.0041	0.085	0.002$^-$	0.095	0.02$^-$	0.019
النيصية	0.008	1.47	0.07	1.62	0.004$^-$	1.1	0.016$^-$	0.89

السفن	0.02-	0.05	0.03-	0.08	0.02-	0.12	0.03-	0.088
مريفق	0.01-	1.27	0.02-	1.58	0.03-	1.13	0.03-	1.43
الودي	0.02	5.78	0.016	5.67	0.004-	2.79	0.02-	1.96
قفار	0.023	4.98	0.01	2.95	0.002-	1.45	0.01-	1.55
الوادي1	0.005-	0.025	0.012-	0.013	0.01-	0.092	0.05-	0.13
نقرة قفار	0.02	2.65	0.0032	1.5	0.014-	0.64	0.032-	0.6
الرصف	0.01-	0.025	0.005-	0.1	0.02-	0.09	0.04-	0.11
الشفاء	0.012-	0.11	0.015-	0.18	0.025-	0.17	0.03-	0.44
كورنيش حائل	0.008	0.23	0.012	0.38	0.012-	0.36	0.018-	0.37
النقرة	0.0045-	1.12	0.003-	0.78	0.03-	0.36	0.04-	0.4
المدائن	0.044-	0.072	0.05-	0.11	0.048-	0.09	0.058-	0.049
سوق المواشى	0.05-	0.0045	0.067-	0.0054	0.025-	0.3	0.046-	0.22
شرق الصناعية	0.048-	0.089	0.043-	0.34	0.04-	0.5	0.059-	0.6
المنطقة الصناعية	0.05-	0.11	0.047-	0.66	0.044-	0.39	0.72-	0.29

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية.

في المقابل تبين نتائج الجدول (6) تباين توزيع متوسطات مؤشر مياه سطح الأرض (LSWI) بين الأحياء السكنية، سواء شمال أو جنوب مدينة حائل، ويظهر الجدول نفسه الاختلاف الزمني لقيم المؤشر زمانيًّا خلال المدة الممتدة بين عامي 1990م – 2020م، فضلًا عن اختلاف أنماط تغير وتوجهات قيم مؤشر المياه من عام إلى آخر خلال المراحل الأربع من هذه الدراسة.

جدول (6) متوسطات مؤشر رطوبة سطح التربة وتغيراتها في أحياء شمال وجنوب مدينة حائل بين عامي 1990م – 2020م

الحي	1990م		2000م		2010م		2020م	
مؤشر (LSWI)	المتوسط	تربة غير جافة كم^2	المتوسط	تربة غير جافة كم^2	المتوسط	تربة غير جافة كم^2	المتوسط	مساحة النبات كم^2
وزارة الدفاع	0.026-	0.31	0.034-	0.17	0.033-	2.07	0.038-	0.72
المدينة الاقتصادية	0.055-	1.13	0.063-	1.25	0.049-	6.65	0.056-	5.39
الجثامية	0.00025	0.32	0.0022	0.46	0.0097	0.85	0.019	0.94
الجامعة	0.0043-	0.12	0.0063-	0.17	0.0073	2.16	0.016	1.97
ضاحية الملك فهد	0.0063-	0.49	0.01-	0.40	0.12-	0.17	0.0012	0.56
النيصية	0.024	1.73	0.025	2.13	0.015	2.26	0.014	1.5
السفن	0.019-	0.04	0.022-	0.09	0.028-	0.27	0.023-	0.12
مريفق	0.03	7.28	0.032	9	0.016	5.86	0.022	5.28
الودي	0.047	15.22	0.044	14.11	0.02	7.09	0.019	3.72
قفار	0.040	8.54	0.039	8.08	0.023	4.46	0.018	2.23

الوادي1	0.016	0.12	0.013	0.11	0.01	1.26	0.017	1.1
نقرة قفار	0.03	3.02	0.023	2.19	0.0057	1.63	0.01	1.51
الرصف	0.019	0.21	0.018	0.16	0.01	0.62	0.015	0.69
الشفاء	0.0068	0.07	0.0096	0.23	0.0089	1.49	0.024	1.56
كورنيش حائل	0.042	1.1	0.039	0.93	0.014	0.93	0.023	0.74
النقرة	0.024	1.007	0.022	1.23	0.017	2.67	0.022	2.17
المدائن	0.0015	0.18	0.01	0.22	0.01	0.38	0.019	0.45
سوق المواشي	0.0024^{-}	0.0009	0.008^{-}	0.018	0.0042	0.49	0.0033	0.37
شرق الصناعية	0.0008^{-}	0.37	0.0045	1.49	$^{-}$ 0.0047	1.29	0.0043	1.09
المنطقة الصناعية	0.016	1	0.024	2.93	0.0076	2	0.0044	1.16

المصدر: الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية.

وبعد الانتهاء من الخطوة السابقة فرّغت الدراسة نتائج ما في الجدولين السابقين من بيانات إلى برنامج تحليل الحزم الإحصائية (SPSS) جدول (7)؛ لكشف أثر رطوبة سطح الأرض في توزيع الغطاء النباتي وتغيراته، ولتحديد مدى علاقة الغطاء النباتي وتغيراته برطوبة سطح الأرض وتغيراتها على مستوى الأحياء السكنية في مدينة حائل.

جدول (7) بيانات مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة سطح في أحياء مدينة حائل بين عامي 1990م – 2020م

	بيانات2020	مساحةرطوبة2020	غطاءنباتي2020	رطوبةتربة2020	مساحةغابات2010	غطاءنباتي2010	مساحةرطوبة2010	رطوبةتربة2010	مساحةغابات2000	مساحةرطوبة2000	غطاءنباتي2000	رطوبةتربة2000	مساحةغابات90	مساحةرطوبة90	غطاءنباتي90	رطوبةالتربة90
1		.72	.00	.00	1.86	.00	2.07	.00	1.94	.17	.00	.00	1.06	.31	0	0
2		5.39	.00	.00	5.17	.00	6.65	.00	7.40	1.25	.00	.00	3.08	1.13	0	0
3		.94	.01	.02	.65	.01	.85	.01	.64	.46	.01	.00	.32	.32	0	0
4		1.97	.00	.02	.29	.01	2.16	.00	.13	.17	.00	.00	.09	.12	0	0
5		.56	.00	.00	.10	.00	.17	.00	.09	.40	.00	.00	.01	.49	0	0
6		1.50	.00	.01	1.10	.00	2.26	.02	1.62	2.13	.07	.03	1.47	1.73	0	0
7		.12	.00	.00	.12	.00	.27	.00	.08	.09	.00	.00	.05	.04	0	0
8		5.28	.00	.02	1.13	.00	5.86	.02	1.58	9.00	.00	.03	1.27	7.28	0	0
9		3.72	.00	.02	2.79	.00	7.09	.02	5.67	14.11	.02	.04	5.78	15.22	0	0
10		2.23	.00	.02	1.45	.00	4.46	.02	2.95	8.08	.01	.04	4.98	8.54	0	0
11		1.10	.00	.02	.09	.00	1.26	.01	.01	.11	.00	.01	.03	.12	0	0
12		1.51	.00	.01	.64	.00	1.63	.01	1.50	2.19	.00	.02	2.65	3.02	0	0
13		.69	.00	.02	.09	.00	.62	.01	.10	.16	.00	.02	.03	.21	0	0
14		1.56	.00	.02	.17	.00	1.49	.01	.18	.23	.00	.01	.11	.07	0	0
15		.74	.00	.02	.36	.00	.93	.01	.38	.93	.01	.04	.23	1.10	0	0
16		2.17	.00	.02	.36	.00	2.67	.02	.78	1.23	.00	.02	1.12	1.01	0	0
17		.45	.00	.02	.09	.00	.38	.01	.11	.22	.00	.01	.07	.18	0	0
18		.37	.00	.00	.30	.00	.49	.00	.01	.02	.00	.00	.00	.00	0	0
19		1.09	.00	.00	.50	.00	1.29	.00	.34	1.49	.00	.00	.09	.37	0	0
20		1.16	.00	.00	.39	.00	2.00	.01	.66	2.93	.00	.02	.11	1.00	0	0

وبالانتهاء من تفريغ بيانات مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة سطح الأرض ببرنامج (SPSS)، حسَبت الدراسة العلاقة أو معامل الارتباط البسيط بين المتغيرين: الغطاء النباتي: متغير تابع، ورطوبة سطح الأرض: متغير مستقل يؤثر في المتغير التابع، وتظهر نتائج جدول (8) أن هناك علاقة طردية قوية جدًّا بلغت 0.86 بين المتغير المستقل (رطوبة التربة) والمتغير التابع (الغطاء النباتي) في مدينة حائل عام 1990م، فكلما ازدادت مساحة تغطية المدينة بالغطاء النباتي زادت رطوبة سطح الأرض بنسبة 86%، والعكس، ولا ترجع أهمية هذه العلاقة إلى قوتها فقط، وإنما ترجع أيضًا إلى

دلالتها الإحصائية عند مستوى 0.01، وهذا يعني: أن رطوبة سطح الأرض تؤثر في توزيع المناطق الخضراء بمدينة حائل فعليًّا، وليس ناتجًا عن الصدفة؛ بنسبة ثقة 99%.

جدول (8) العلاقة بين الغطاء النباتي ورطوبة التربة في الأحياء السكنية بمدينة حائل عام 1990م.

Correlations			
		مساحة رطوبة التربة 1990	مساحة غطاء نباتي 1990
مساحة رطوبة التربة 1990	Pearson Correlation	1	.858**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	20	20
مساحة غطاء نباتي 1990	Pearson Correlation	.858**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	20	20
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج (SPSS).

من جهة أخرى، أظهرت نتائج كشف علاقة المتغيرين عام 2000م في الجدول (9)، عن وجود علاقة طردية قوية بينهما، بلغت 0.64، وهذا يعني أن زيادة رطوبة التربة تسهم في زيادة مساحة تغطية النبات في المدينة بنسبة 64%، والعكس، وتمتاز علاقة متغيري التربة والرطوبة عام 2000م كذلك بوجود دلالة إحصائية عند مستوى 0.01، لذا يمكن القول بأن رطوبة سطح الأرض لها أثر كبير في تفسير تباين الغطاء النباتي وتغيراته بنسبة ثقة تبلغ 99%.

جدول (9) العلاقة بين الغطاء النباتي ورطوبة التربة في الأحياء السكنية بمدينة حائل عام 2000م.

Correlations				
			مساحة رطوبة التربة 2000	مساحة غطاء نباتي 2000
Kendall's tau_b	مساحة رطوبة التربة 2000	Correlation Coefficient	1.000	.639**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	20	20
	مساحة غطاء نباتي 2000	Correlation Coefficient	.639**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	20	20
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج (SPSS).

من جانب آخر، أسفرت نتائج معامل ارتباط متغيري الغطاء النباتي ورطوبة سطح الأرض عام 2010م– جدول (10) – عن وجود علاقة طردية قوية 0.59 ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية بلغ 0.01 بين المتغيرين؛ وهذا

يعني أن مساحة التغطية النباتية في مدينة حائل تزداد بنسبة 59% مع زيادة رطوبة سطح الأرض، والعكس، لذا يمكن تفسير أسباب تباين توزيع الغطاء النباتي بتباين رطوبة سطح الأرض بنسبة ثقة تبلغ 99%.

جدول (10) العلاقة بين الغطاء النباتي ورطوبة التربة في الأحياء السكنية بمدينة حائل عام 2010م

Correlations				
			مساحة رطوبة التربة 2010	مساحة غطاء نباتي 2010
Kendall's tau_b	مساحة رطوبة التربة 2010	Correlation Coefficient	1.000	.593**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	20	20
	مساحة غطاء نباتي 2010	Correlation Coefficient	.593**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	20	20
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج (SPSS).

وأخيرا، كشفت نتائج حساب معامل الارتباط بين متغيري الغطاء النباتي ورطوبة سطح الأرض في أحياء مدينة حائل عام 2020م- جدول (11) – عن وجود علاقة طردية قوية 0.57 لها دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 0.01 بين متغيري توزيع النبات ورطوبة سطح الأرض في المدينة؛ وهذا يعني أن مساحة تغطية النبات تزداد مع زيادة رطوبة سطح الأرض في مدينة حائل بنسبة 57%؛ لذا يمكن أن يؤثر تباين رطوبة سطح الأرض في تباين مساحة تغطية النبات بدرجة ثقة 99%.

جدول (11) العلاقة بين الغطاء النباتي ورطوبة التربة في الأحياء السكنية بمدينة حائل عام 2020م

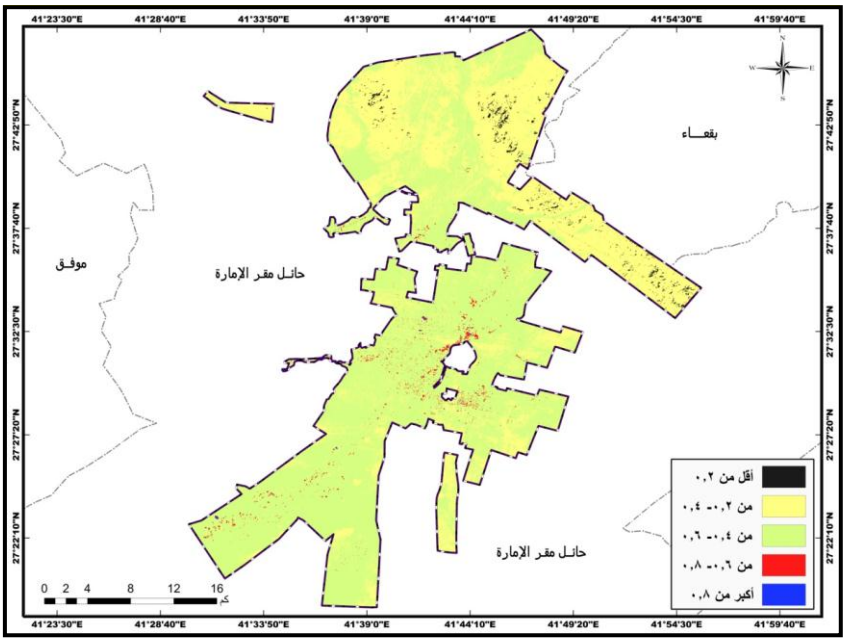
Correlations				
			مساحة رطوبة التربة 2020	مساحة غطاء نباتي 2020
Kendall's tau_b	مساحة رطوبة التربة 2020	Correlation Coefficient	1.000	.565**
		Sig. (2-tailed)	.	.001
		N	20	20
	مساحة غطاء نباتي 2020	Correlation Coefficient	.565**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.001	.
		N	20	20
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

المصدر: الباحثة بالاعتماد على برنامج (SPSS).

ولم تكتف الدراسة بما سبق، بل تحققت من النتائج السابقة؛ بتحويل طبقتي مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة سطح التربة لعام 2020م، من (Raster) إلى (ASCII) في برنامج (ARC GIS)، بما يتناسب مع الصيغ التي يتعامل معها برنامج (IDRISI Selva)؛ لحساب العلاقة بين متغيري الغطاء النباتي ورطوبة سطح التربة على مستوى الخلايا (30 * 30م)، باستخدام خوارزمية معامل ارتباط كيندال في برنامج (IDRISI). والذي ظهر أنه قد تراوحت قيمة معامل ارتباط كيندال بين طبقتي مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة التربة عام 2020م، بين 0 علاقة طردية ضعيفة جدًّا، وبين 1 علاقة طردية تامة، وهذه النتيجة تتوافق مع ما جاء في جدول (11)، بأن رطوبة التربة تؤثر في تغطية المساحات الخضراء وتوزيعها في المدينة طرديًّا؛ فمع زيادتها تزداد التغطية بالنبات، والعكس.

ويظهر شكل (10)– تصنيف الدراسة نتائج معامل ارتباط كيندال بين مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة سطح التربة، إلى فئات– أنّ غالبية مدينة حائل تسيطر عليها علاقة تتراوح بين الضعيفة 0.2 والمعتدلة 0.6، وتقع قيمة معامل ارتباط كيندال 0.57 والمحسوبة ببرنامج (SPSS) في الجدول السابق (11) بين 0.2 – 0.6 المحسوبة بخوارزمية كيندال على مستوى الخلايا والمحسوبة ببرنامج (IDRISI)، وتظهر العلاقات الطردية الضعيفة جدًّا أقل من 0.2 شمال وشمال شرق وشمال غرب المدينة، بينما تظهر العلاقات الطردية القوية بين 0.6 – 0.8 والقوية جدًّا حيث تتجاوز قيمة معامل الارتباط 0.8، وسط وجنوب غرب مدينة حائل.

شكل (10) فئات قوة العلاقة الارتباطية بين مؤشري الغطاء النباتي ورطوبة التربة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على خوارزمية معامل ارتباط كيندال (Kendall's)، برنامج الإدريسي.

النتائج والتوصيات:

- تعرض الغطاء النباتي في مدينة حائل بين عامي 1990م إلى 2020م، لتغيرات متباينة في شكل اتجاهاتها؛ بعضها إيجابي والآخر سلبي، لكن جاءت غالبية تغيرات الغطاء النباتي إيجابية، سواء من خلال تحسن حالة النبات، وزيادة درجة اخضراره ومساحة تغطيته خلال هذه المدة، ومن المؤشرات التي تؤكد ذلك ما يأتي:
- تحسن حالة الغطاء النباتي في مدينة حائل خلال المرحلة الأولى بين عامي 1990م –2000م، ومما يؤكد ذلك تغير الغطاء النباتي إيجابيًّا؛ حيث زاد الحد الأعلى لمؤشر الغطاء النباتي عام 2000م مقارنة بعام 1990م، وهذا يعني زيادة درجة اخضرار الغطاء النباتي بنحو 0.5، وزيادة مساحة المنطقة التي تتسم بغطاء نباتي عالي حيث تتجاوز قيمة المؤشر 0.15 بنحو 2.08 كم^2 بين المدتين، ويرتبط تحسن حالة الغطاء النباتي في المدينة خلال هذه الفترة، بتراجع جفاف النبات في المدينة، ومما يؤكد ذلك ارتفاع مؤشر رطوبة سطح الأرض بنحو 0.4 بين عامي 1990م – 2000م
- تعرض حالة الغطاء النباتي للتدهور في مدينة حائل في المرحلة الثانية بين عامي 2000م – 2010م، ومما يدعم ذلك تراجع الحد الأعلى لمؤشر الغطاء النباتي عام 2010م، مقارنة بعام 2000م، وهذا يعني تراجع درجة اخضرار الغطاء النباتي بنحو 0.6، فضلًا عن تراجع مساحة تغطية النبات ضمن النطاق العالي بنحو 2.55 كم^2، ويرجع تدهور الغطاء النباتي في المدينة خلال هذه الفترة، إلى زيادة الجفاف التي تعرض لها النبات، بدليل تراجع مؤشر رطوبة سطح الأرض بنحو 0.5 بين عامي 2000م – 2010م.
- تحسن حالة الغطاء النباتي في مدينة حائل خلال المرحلة الممتدة بين عامي 2010م – 2020م، ومن أدلة ذلك زيادة الحد الأعلى لمؤشر الغطاء النباتي عام 2020م عن عام 2010م، وهذا يعني زيادة درجة اخضرار الغطاء النباتي بنحو 0.3، كما زادت مساحة المنطقة التي تتصف بتغطية نباتية عالية بين المدتين بنحو 3.55 كم^2، وتعكس هذه الزيادة تحسن حالة النبات، بسبب تراجع حدة الجفاف، ومما يؤكد ذلك زيادة مؤشر رطوبة سطح الأرض بنحو 0.5 بين عامي 2010م – 2020م.
- توصي الدراسة بالحفاظ على الغطاء النباتي في مدينة حائل ونمط تغيراته التي حصلت في المرحلتين الأولى والثالثة لاستمرارية الحفاظ على عناصر النظام البيئي وتوازن مكوناته، وذلك من خلال وضع الخطط اللازمة لمنع توسعات العمران نحو المناطق التي يتواجد فيها الغطاء النباتي الطبيعي، وتوجيه توسع العمران التي تشهدها مدينة حائل بين مدة وأخرى نحو الاراضي الجرداء الخالية من الغطاء النباتي، والاستمرار في عمليات تشجير الحدائق والمتنزهات والجزر الوسطية للشوارع في المدينة لاسيما بالغطاء النباتي الاصلي الذي يتسم بملاءمته لطبيعية مناخ المدينة وتغيراته، ومراقبة التغيرات المناخية لاسيما الجفاف المناخي، وما يترتب عليها من آثار سلبية على جفاف النبات، وبالتالي على حالة وصحة الغطاء النباتي الطبيعي ووضع الخطط المناسبة لمعالجة هذه الآثار، وتوعيه السكان بأهمية الغطاء النباتي الطبيعي، والمحافظة على الغطاء النباتي اثناء زيارة المتنزهات والحدائق العامة.
- وتوصي الدراسة بأهمية مراقبة الغطاء النباتي وتغيراته خلال فترات قصيرة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، حيث أثبتت هذه التقنية جدواها في تتبع تغيرات الغطاء النباتي، ومعرفة تغيراته، ووضع الخطط اللازمة للمحافظة عليه والحد من مخاطر قد تؤدي إلى تغيراته سلبيًّا بين مدة وأخرى.

Abstract

Detecting Changes in Vegetation Cover in the City of Hail between the years 1990 AD - 2020 AD by Using Remote Sensing and Geographic Information Systems.

By Maha Thayed AI-shammari

The research aims to observe vegetation habitats and track trend of their changes spatially in Hail city using Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), and linking this the change in Land Surface Water Index (LSWI). To achieve this aim, the study relied on descriptive analytical and causal-comparative approach to compare images results Landsat (5, 8) for years 1990, 2000, 2010, 2020. the results of study show fluctuate in upper and lower limits of the Soil Adjusted Vegetation Index values, as the highest value appeared in 2000 at about 0.85, and the lowest at about 0.79 in 2010. When relying on a threshold of 0.1 for the Soil Adjusted Vegetation Index, the area of vegetation cover in Hail city in 1990 was about 13.12 km2, or 1.84% of total area of city, and about 16.5 km2, or 2.3% of total area of city in 2000, and about 12.87 km2, or 1.8% Of total area of city in 2010, about 17.96 km2, or 2.51% of total area of the city in 2020.

Keywords:

Vegetation Cover, Soil Adjusted Vegetation Index, Land Surface Water Index, Hail City.

المراجع العربية:

- الحميري، محمد عباس. (2019م). استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم خريطة تغيرات الغطاء النباتي بين موسمين، محافظة بابل نموذجًا، مجلة البحوث الجغرافية، العدد، 29، ص ص 243 – 270.
- الديب، عبد اللطيف بشير، أقنيبر، رجب فرج. (2017م). استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقدير استنزاف الغطاء النباتي وتأثيره على معدل درجات الحرارة بمنطقة الخمس، مجلة التربوي، جامعة المرقب، العدد، 11، ص ص 252 – 264.
- الرواشدة، سامر، الرواشدة، مظفر. (2022م). تحليل مدى تغير مساحة الغطاء النباتي في مرتفعات لواء المزار الجنوبي الأردنية للفترة بين 1984م – 2021م، باستخدام مؤشر التغطية النباتية، مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية، المجلد 18، العدد (3)، ص ص 510– 530.
- الزبيدي، حليمة إبراهيم. (2014م). كشف التغير في التغطية النباتية من الأجزاء الغربية من محافظة الطائف باستخدام بيانات الاستشعار خلال الفترة من 1984 – 2010، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، العدد، 33، ص ص 405 – 425.
- الزبيدي، حليمة إبراهيم. (2015م). تقييم حالة الجفاف باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، دراسة تطبيقية على المناطق الغربية لمحافظة الطائف، بالمملكة العربية السعودية، مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية، جامعة السلطان قابوس، مجلد 2، عدد، 9، ص 61 – 74.
- الغامدي، سعد أبو راس. (2008م). مراقبة التصحر في أجزاء من غرب المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الزراعية، العدد، 2، ص ص 119–145.
- الغامدي، سعد أبو راس. (2009م). تأثير خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة بلاد زهران بجبال السروات: دراسة منهجية في الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. مجلة جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية (13).

- الغرباني، مباركة سعد. (2016م). توظيف التقنيات الجيومكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي لتتبع التغير في الغطاء النباتي في منطقة كعام، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية – ليبيا جيوتك 2، طرابلس، ليبيا، 6–8، ص ص 237 – 245.
- الغريب، الحسين محمد. (2023م). كشف التغيرات الموسمية للغطاء النباتي في منطقة بني وليد باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 2 (1)، ص ص 1– 15.
- فضة، إياد حكم، دريم، عبد الله محمد. (2014م). التغيرات المكانية في غابة تمنية جنوب غرب المملكة العربية السعودية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلد 7 (1)، ص ص 46 – 71.
- كتي، عبد السلام خطاب، عز الدين، حسان علي، المرابط، خالد علي. (2022م). دراسة تغيرات الغطاء النباتي في مدينة سبها باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، العدد 4 (7)، ص 225 – 273.
- الوليعي، عبد الله بن ناصر، (1429ه). جيولوجية وجيومرفولوجية المملكة العربية السعودية ط3، الرياض، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية:

- Huete, A. R. (1988), ***A soil-adjusted vegetation index (SAVI), Remote Sens. Environ,.*** 25, pp. 295-309.
- Xiao, X., Q. Zhang, B. Braswell, S. Urbanski, S. Boles, S. Wofsy, B. Moore, III, and D. Ojima. 2004. ***Modeling Gross Primary Production of Temperate Deciduous Broadleaf Forest Using Satellite Images and Climate Data. Remote Sensing of Environment,*** 91 (2), pp. 256–270.