



(510) (485)

العدد الثامن

والثلاثون

التقييم الرقمي للتغيرات المكانية والزمانية لغطاء الأرض في محافظة بغداد باستخدام بيانات
التحسس النائي للمدة (1995-2025)

هدى عبد الصاحب طريخم ضرس

hudaa.alrikabbi@student.uokufa.edu.iq

أ.د. حسين محي علي

huseinm.almusawi@uokufa.edu.iq

جامعة الكوفة/ كلية التربية للبنات

المستخلص:

إن عملية التصنيف الرقمي تعد أداة جوهرية في الكشف عن التغيرات الزمانية والمكانية لغطاء الأرض واستعمالاتها، ولذا فإن هذا البحث يهدف إلى تتبع هذه التحولات في بغداد للفترة من (1995-2025) وذلك من خلال معالجة سلسلة من الصور الفضائية للأقمار الصناعية (Landsat 5، 9، 8). اعتمدت المنهجية على الموازنة بين نتائج التصنيف غير المراقب والمستند (لخوارزميات التجميع الإحصائي الآلي) ونتائج التصنيف المراقب الذي يتيح توجيه البرنامج عبر عينات تدريبية للتقليل من الخطأ الطيفي. حيث كشفت النتائج عن تحولات جذرية في البنية الجغرافية لمنطقة الدراسة (محافظة بغداد)، إذ نلاحظ أن الغطاء الحضري سجل توسعاً عمرانياً مستمراً، والذي استهلك مساحات شاسعة من الأراضي ليصل في السنوات الأخيرة إلى التشعب العمراني الكامل. وكشفت الدراسة عن تراجع مخيف في الغطاء المائي تمثل في انكماش مساحات المياه السطحية وجفاف أجزاء واسعة منها. وبالتزامن مع انخفاض مستويات مياه نهر دجلة بشكل ملحوظ، وهذا ما يؤكد تفاقم أزمة الشحة المائية وتراجع الإمدادات الواصلة للعاصمة بغداد. كما وثقت الدراسة تدهوراً كبيراً في المناطق الخضراء، حيث انحسرت مساحات البساتين والحزام الأخضر المحيط بالمنطقة لصالح الزحف العمراني، وهذا ما أدى إلى فقدان التوازن البيئي وتغير هوية المدينة الجغرافية. في الختام، توصل البحث إلى أن بغداد تمر بمرحلة تحول حضري غير منظم أثر سلباً على مواردها الطبيعية، مما يضع صناع القرار والمخططين أمام ضرورة ملحة لتبني استراتيجيات عاجلة لحماية ما تبقى من الموارد المائية والغطاء النباتي ولضمان استدامة العاصمة بغداد في مواجهة التغيرات المناخية والضغط السكاني المتزايد. تؤكد الدراسة أفضلية التصنيف المراقب في دقة خرائط غطاء الأرض لاعتماده على المعرفة الميدانية. حيث أثبتت كفاءة عالية في معالجة "التداخل الطيفي" ببيئة بغداد الحضرية، متفوقاً على التصنيف غير المراقب في الفصل بين الأسطح الكونكريتية والتربة.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بُعد، التصنيف الرقمي، الغطاء الأرضي، التغيرات المكانية والزمانية، محافظة بغداد، التوسع العمراني، الشحة المائية، الاستدامة البيئية.



Digital Assessment of Spatial and Temporal Land Cover Changes in Baghdad Governorate Using Remote Sensing Data for the Period (1995-2025)

Huda Abdul Sahib Turaikhim Durris

hudaa.alrikabbi@student.uokufa.edu.iq

(Prof.)Hussein Mihyi Ali

husseinm.almusawi@uokufa.edu.iq

University of Kufa / College of Education for Women / Department of Physics

Abstract:

Digital classification processes are a fundamental tool for monitoring and analyzing spatiotemporal changes in land cover and land use. This research aims to track these transformations in Baghdad Province over a three-decade period, spanning from 1995 to 2025. The methodology relies on processing a series of satellite imagery from Landsat 5, 8, and 9, employing a comparative approach between unsupervised classification based on automated statistical clustering algorithms and supervised classification, which utilizes training samples to minimize spectral overlap and enhance accuracy. The findings reveal radical shifts in the region's geographical structure. We observe a consistent and extensive urban expansion, which has consumed vast land areas and reached near-total urban saturation in recent years. Conversely, the study uncovers a critical and alarming decline in water bodies, characterized by the shrinkage of surface water areas and the desiccation of significant portions of these areas. This trend coincides with a notable drop in the Tigris River's water levels, confirming the exacerbation of water scarcity and the decline in water supplies reaching the capital. Furthermore, the study documents the severe degradation of green spaces, with orchards and the surrounding green belt receding in favour of unregulated urban encroachment. This transition has led to an environmental imbalance and a significant alteration of the city's geographical identity. The research



concludes that Baghdad is undergoing an irregular urban transformation that has negatively impacted its natural resources. This situation places policymakers and urban planners under an urgent responsibility to adopt immediate strategies to protect the remaining water and vegetation resources, ensuring the capital's sustainability amidst increasing climatic challenges and population growth.

Keywords: Remote Sensing, Digital Classification, Land Cover, Patio-temporal Changes, Baghdad Governorate, Urban Sprawl, Water Scarcity, Environmental Sustainability.

1- المقدمة

إن العقود الأخيرة شهدت تحولات جوهرية ومتسارعة في أنماط غطاء الأرض واستعمالاتها على المستويين العالمي والإقليمي نتيجة للانفجار السكاني والتوسع العمراني، مما يجعل من عملية مراقبة التغيرات وتحليلها ضرورة ملحة لتحقيق متطلبات التنمية المستدامة والحد من تدهور البيئة (Othman et al., 2019). تعد تقنيات الاستشعار عن بُعد حجر الزاوية في هذا المجال لما توفره من إمكانيات هائلة في رصد الظواهر الأرضية وتتبع تغيراتها الزمانية والمكانية وبكفاءة ودقة عالية، متجاوزة بذلك الطرق التقليدية في المسح الأرضي التي تتطلب جهداً ووقتاً وتكاليف باهظة. فضلاً عن صعوبة تغطيتها للمساحات الشاسعة بشكل دوري ومنظم. تعتمد قوة هذه التقنيات في تحليل غطاء الأرض على القدرة التحليلية للصور الفضائية التي هي في حقيقتها عبارة عن مصفوفة رقمية تتكون من وحدات بناء أساسية تُعرف بـ (pixels)، (Alhadithi & Alaraji, 2024). من هنا تبرز أهمية عملية التصنيف الرقمي كعملية أساسية لتحويل هذه البيانات الرقمية الخام إلى معلومات جغرافية ذات دلالة من خلال تجميع البكسلات ذات الخصائص الطيفية والانعكاسية المتشابهة في فئات تمثل الواقع الجغرافي للمنطقة (Lillesand et al., 2015).

إن محافظة بغداد بصفتها العاصمة ومركز الثقل السياسي والاقتصادي في العراق قد تعرضت لسلسلة من التغيرات الديموغرافية والجيوسياسية والتي انعكست على بنيتها المكانية منذ منتصف التسعينيات وحتى هذا الوقت (Hassoon & Ali-Al-Taie, 2021)، حيث شهدت المحافظة ضغطاً عمرانياً هائلاً أدت إلى تغير ملامح الغطاء الأرضي فيها متمثلة بالزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية وتجريف البساتين المحيطة بالمدينة. بالإضافة إلى الانحسار في المساحة السطحية لنهر دجلة مما أدى إلى فقدان التوازن البيئي وزيادة حدة العواصف الغبارية (Qassim Abduljabbar & . 2020).

تتجلى مشكلة الدراسة في الحاجة الماسة إلى تقييم هذه التغيرات باستخدام خوارزميات تصنيف متقدمة توازن بين التصنيف غير المراقب الذي يعتمد على التجميع الإحصائي التلقائي وبين التصنيف المراقب الذي يتيح توظيف الخبرة الميدانية والبيانات المرجعية لتدريب الحاسوب على تمييز الأصناف بدقة عالية، وبهدف تقديم رؤية تحليلية شاملة توضح مسارات التحول في



غطاء الأرض في بغداد، وتوفر قاعدة بيانات رقمية تسهم في دعم القرار التخطيطي لمواجهة التحديات البيئية والمناخية المستقبلية (Hamad, 2022). اعتمدت الدراسة على برنامج (ERDAS Imagine) لمعالجة بيانات الأقمار الصناعية وتحقيق دقة التصنيف الرقمي (Lv et al., 2021). وتم توظيف هذا البرنامج نظراً لقدرته المتقدمة في معالجة الصور واستخلاص البصمات الطيفية (Gibson, 2013). يعتمد نجاح عملية مراقبة هذه التغيرات بشكل أساسي على خصائص ومواصفات البيانات الفضائية المستخدمة، ولذلك اعتمدت الدراسة على بيانات الأقمار الصناعية (Landsat5، Landsat8، Landsat9) بدقة مكانية (30 متراً)، وهي تعد الأداة الأنسب لرصد الزحف العمراني وتغيرات غطاء الأرض في البيئات المعقدة (Pande et al., 2021)، بما تمتاز به المتحسسات المستخدمة (OLI، TM) من قدرة رادومترية متطورة تساهم في تقليل الضجيج الطيفي وفصل المعالم الأرضية ذات الانعكاسية المتقاربة، مما يرفع دقة تصنيف الموارد المائية (U.S. Geological Survey, 2022). وتكمن الأهمية العلمية لهذه السلسلة في قدرتها على توفير استمرارية تاريخية للبيانات لأكثر من أربعة عقود مما يتيح للباحثين إجراء مقارنات دقيقة لظاهرة التوسع الحضري وانحسار الغطاء المائي والزراعي عبر فترات زمنية متباعدة (Abed et al., 2024)، كما تلعب الدقة المكانية لهذه الأقمار والبالغة (30 متراً) دوراً حاسماً في دراسة المدن (Wulder et al., 2019) - فهي تمثل الميزان الذي يحدد مستوى التفاصيل التي يمكن استخلاصها من المرئيات، حيث تسمح هذه الدقة بتمييز المعالم الحضرية والكتل البنائية بدقة كافية، وفصلها عن الأنماط الانتقالية والأراضي المختلفه والجرداء. إن التكامل بين الدقة الطيفية والمكانية لهذه الأقمار يعزز من كفاءة عمليات التصنيف المراقب وغير المراقب (Mohammed et al., 2025). حيث يساهم في تقليل التداخل الطيفي بين الأصناف المختلفة ويسمح برسم خرائط غطاء الأرض بمستوى عالٍ من الموثوقية، وهذا الأمر ضروري جداً عند التعامل مع نسيج مدن مثل بغداد والتي تتميز بتداخل كثيف بين المناطق العمرانية والمساحات الخضراء والمسطحات المائية.

يرتبط التغير في بنية غطاء الأرض بمجموعة من التحديات المناخية والبيئية الحرجة التي باتت تواجه محافظة بغداد بشكل مباشر، حيث أدى انحسار الحزام الأخضر وتراجع مساحات الغطاء النباتي بفعل الزحف العمراني وتجريف الأراضي الزراعية إلى ارتفاع درجات الحرارة داخل الكتل العمرانية والخرسانية مقارنة بالمناطق المحيطة بها، ويُعد المسبب الرئيسي لتزايد وتيرة وحدة العواصف الغبارية والترابية التي تضرب العاصمة بغداد في السنوات الأخيرة وذلك نتيجة لفقدان التربة لغطائها النباتي الذي كان يعمل كمصدات طبيعية للرياح ومثبتاً للتربة (AI- Hameedi et al., 2020).

إن الانكماش الحاد في الغطاء المائي وتضيّق مجرى نهر دجلة قد فاقم الجفاف، وأثر على الرطوبة في المنطقة وأدى إلى تدهور البيئة فيها. ومن هنا تبرز ضرورة استخدام تقنيات التصنيف المراقب وغير المراقب لتشخيص هذه الظواهر مكانياً، حيث تتيح هذه العملية الرقمية للباحثين ربط الزيادة في مساحات الأراضي الجرداء بتدهور جودة الهواء وارتفاع درجات الحرارة وهذا ما يجعل من نتائج هذا البحث مرجعاً مهماً في صياغة سياسات التكيف مع التغيرات المناخية وحماية ما تبقى من الموارد المائية والطبيعية للعاصمة .

حظيت دراسة تغيرات غطاء الأرض في المدن باهتمام واسع في الدراسات البيئية السابقة، وركزت أغلب تلك الأبحاث على استخدام تقنيات التحسس النائي كأداة تشخيص لرصد الزحف



العمراني، إلا أن ما يميّز هذه الدراسة هو سعيها لتقديم تحليل مقارن ومعمق يوازن بين نتائج التصنيفين: المراقب وغير المراقب وعلى مدى زمني طويل يمتد لثلاثة عقود وصولاً لعام 2025. إن أهمية الموازنة تكمن في معالجة القصور الذي قد يظهر في الاعتماد على نوع واحد من التصنيف؛ بينما يبرع التصنيف غير المراقب في الكشف الأولي عن التجمعات الطيفية وتحديد الفئات الطبيعية دون تحيز، يعزز التصنيف المراقب دقة النتائج من خلال تدخل المحلل في اختيار مناطق تدريب بناءً على المعرفة الميدانية والبيانات المرجعية، وهذا ما يقلل من تداخل الأصناف الطيفية المتشابهة في الانعكاسية مثل تداخل الأراضي الحضرية مع الأراضي الجرداء (Jensen, 2015, p.12). وبناءً على ما تقدم يسعى هذا البحث لسد الفجوة المعلوماتية والمتعلقة بالتنبؤات المستقبلية لحالة نهر دجلة والغطاء النباتي في بغداد وذلك من خلال تبني منهجية رقمية متكاملة تضمن دقة عالية في فصل المعالم، وهذا ما يسهم في بناء فهم شامل لديناميكية التحول الزمني والمكاني التي تعيشها العاصمة بغداد.

تكتسب هذه الدراسة أهميتها العلمية والتطبيقية في كونها تتصدى لواحدة من أكثر التحديات البيئية والحضرية إلحاحاً في العاصمة، وتتجلى هذه الأهمية في الرصد الزمني والمكاني طويل الأمد؛ حيث تبرز أهمية الدراسة في توفير تحليل مقارن يغطي ثلاث عقود (1995-2025). بينما تكمن القيمة العلمية في استخدام سلسلة بيانات أقمار (Landsat 5، 9، 8) لضمان الاستمرارية التاريخية في رصد ظواهر التوسع الحضري والانحسار المائي والزراعي بدقة مكانية (30 متراً). تتبع أهمية البحث من اعتماد منهجية رقمية مزدوجة توازن بين نتائج التصنيف المراقب وغير المراقب وهذه الموازنة ضرورية لمعالجة القصور الإحصائي وفك الاشتباك الطيفي بين الأصناف المتداخلة مما يضمن رسم خرائط غطاء أرضي بمستوى عالٍ من الموثوقية. وتكمن الأهمية التطبيقية في تقديم رؤية تحليلية تنبؤية لحالة الغطاء الأرضي، مما يجعلها مرجعاً أساسياً لصناع القرار في صياغة سياسات التكيف مع التغيرات المناخية، وكذلك يسهم البحث في بناء قاعدة بيانات رقمية تساعد في فهم ديناميكية الزحف العمراني المستمر على حساب الهوية الجغرافية والبيئية لبغداد، وهو ما يوفر إطاراً تطبيقياً يمكن البناء عليه في الدراسات الإقليمية المقارنة.

مجلة العلوم الأساسية

2- فرضية الدراسة: الفرضية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

أن محافظة بغداد قد شهدت تحولات في بنية غطاء الأرض خلال العقود الثلاثة الماضية، حيث أدى النمو السكاني المتسارع والتوسع الحضري غير المخطط له إلى اختلال التوازن بين البيئة الطبيعية والعمرانية، وتفترض الدراسة أن الاعتماد على تقنيات التصنيف المراقب وغير المراقب لبيانات الأقمار الصناعية (Landsat) سيكشف عن وجود علاقة طردية بين تزايد مساحات الكتل الخرسانية والأراضي الجرداء من جهة، والانكماش الحاد في الغطاء النباتي والمساحة السطحية لنهر دجلة من جهة أخرى. كما تفترض الدراسة أن هذا الاختلال المكاني هو السبب الرئيس لتفاقم المشكلات البيئية في بغداد، متمثلة بتصاعد وتيرة العواصف الغبارية مما يتوجب بناء قاعدة بيانات رقمية تنبؤية وصولاً لعام 2025؛ وذلك لدعم التخطيط المستدام والحد من التدهور البيئي المستقبلي.

3- أهداف الدراسة:



1- رصد وتحليل التغيرات المكانية والزمانية وذلك من خلال تتبع مسارات التحول في غطاء الأرض في محافظة بغداد لثلاثة عقود (1995-2025) باستخدام بيانات الأقمار الصناعية (Landsat 5، 8، 9).

وقد تم اختيار هذه البيانات لضمان الاستمرارية التاريخية، مما يتيح مقارنة زمنية مباشرة للفترة (1995-2025) دون الحاجة لإعادة العينات (Resampling) التي قد تؤثر على دقة النتائج (Wulder et al., 2022). كما توفر متحسسات هذه الأقمار دقة راديومترية عالية تصل إلى (16-bit)، مما يقلل الضجيج الطيفي ويفصل التداخل بين العمران والتربة بفعالية (Payntar, 2023). كما يضمن هذا التكامل ثبات المعايير المدارية، وهو أمر حاسم لتقليل أخطاء زوايا الإضاءة والتشويه الهندسي عند كشف التغير في الموارد المائية والنباتية (Navin & Agilandeewari, 2020).

2- إجراء تحليل مقارنة بين نتائج التصنيف المراقب وغير المراقب لبيان مدى دقة كل منهما في فصل الأصناف المتداخلة طيفياً مثل الكتل العمرانية والأراضي الجرداء.

3- تشخيص تدهور الموارد المائية والنباتية وذلك من خلال قياس الحيز المساحي للانكماش في مجرى نهر دجلة وانحسار الحزام الأخضر وربط ذلك بزيادة الكثافة العمرانية وتجريف البساتين.

4- تحليل التداخيات البيئية والمناخية وذلك من خلال الكشف عن العلاقة بين تحولات غطاء الأرض وتزايد العواصف الغبارية نتيجة فقدان الغطاء النباتي وتوسع الكتل الخرسانية.

5- بناء قاعدة بيانات رقمية مستقبلية لتوفير رؤية تحليلية وتنبؤية لحالة الغطاء الأرضي في بغداد وصولاً لسنة 2025 لتكون مرجعاً علمياً يدعم صناع القرار في عمليات التخطيط الحضري المستدام والتكيف مع التغيرات المناخية.

4- موقع منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة في محافظة بغداد ، وهي تمثل الثقل السياسي والإداري والاقتصادي لجمهورية العراق ، وتمتاز بموقع استراتيجي في وسط السهل الرسوبي، فلكياً، تقع المنطقة بين دائرتي عرض (32° 45' و 33° 45') شمالاً وخطي طول (43° 45' و 45°) شرقاً، (شكل 1). تكمن الأهمية الجغرافية لمنطقة الدراسة في كونها تمتد على ضفاف نهر دجلة الذي يقسمها الى جانبي الكرخ والرصافة، وتتميز بتضاريس منبسطة تتراوح ارتفاعاتها بين (30-35 متر) فوق مستوى سطح البحر. وتبلغ مساحتها الإجمالية (4555 كم²). شهدت هذه المساحة تحولات كبيرة نتيجة التوسع الحضري المتسارع على حساب الأراضي الزراعية والمساحات المفتوحة. تمتاز منطقة الدراسة بمناخ قاري شبه صحراوي يتسم بصيف حار وجاف وشتاء معتدل ؛ وهذا ما يجعلها بيئة حساسة للتغيرات المناخية والبيئية التي رصدتها الدراسة عبر سلسلة بيانات الأقمار الصناعية (Landsat) للفترة (1995-2025).



العلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

شكل (1) الحدود المكانية لمنطقة الدراسة

1- البيانات الفضائية المستخدمة:

لتحقيق أهداف البحث في رصد التغيرات لثلاثة عقود، تم استخدام مجموعة من المرئيات الفضائية الموضحة في الجدول (1). يعود الاختلاف بين المتحسس TM and OLI إلى التطور التكنولوجي؛ فمتحسس (TM) يعتمد تقنية المسح العرضي (Whisk-broom) القديمة، بينما يعتمد (OLI) تقنية المصفوفة الخطية (Push-broom) التي تزيد زمن المكوث فوق الهدف، مما يحسن نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Hemati et al., 2021). ولا يمكن توحيد النوع لجميع الفترات بسبب توقف إنتاج الحساسات القديمة وانتقال وكالات الفضاء لأجيال توفر دقة راديومترية أعلى (bit-16) للمتحسس OLI مقارنة بـ (bit-8) في (TM)، وهو أمر ضروري للتمييز بين الأصناف المتقاربة طيفياً (Mwaniki et al., 2015).



الجدول (1) المرئيات الفضائية للأقمار لاندسات المستخدمة في هذه الدراسة

| السنة | تاريخ الالتقاط | القمر الصناعي | المتحسس | المسار الطولي | المسار العرضي |
|-------|----------------|---------------|---------|---------------|---------------|
| 1995 | 10 اب 1995 | Landsat 5 | TM | 168 | 37 |
| | 01 اب 1995 | | | 169 | 37 |
| 2005 | 05 اب 2005 | Landsat 5 | TM | 168 | 37 |
| | 12 اب 2005 | | | 169 | 37 |
| 2015 | 17 اب 2015 | Landsat 8 | OLI | 168 | 37 |
| | 08 اب 2015 | | | 169 | 37 |
| 2025 | 03 اب 2025 | Landsat 8 | OLI | 168 | 37 |
| | 04 اب 2025 | Landsat 9 | OLI | 169 | 37 |

المصدر: بالاعتماد على موقع المساحة الجيولوجية الامريكية
(U.S. Geological Survey، 2022، p. 15، <https://earthexplorer.usgs.gov/>)

6- منهجية الدراسة :

اعتمدت الدراسة على سلسلة زمنية من المرئيات الفضائية التابعة للأقمار الصناعية (Landsat 5، 8، 9) ، وللعوام (2025، 2015، 2005، 1995) وبدقة مكانية (30 متراً) وأجريت للمرئيات عمليات المعالجة الأولية التي شملت التصحيحات الراديومترية والهندسية؛ لضمان تطابق المسارات (المسار 168/169) والصف (37) الخاص بمنطقة الدراسة. واتبعت الدراسة استراتيجية التصنيف المزدوج لضمان أعلى مستويات الدقة. ففي التصنيف غير الموجه، استخدمت خوارزمية التجميع الإحصائي التلقائي للكشف عن الأنماط الطيفية الأولية لغطاء الأرض ، أما في حالة التصنيف المراقب، فقد تم اختبار عينات تدريبية دقيقة بناءً على المعرفة الميدانية والبيانات المرجعية واستخدام الخوارزميات لفصل الأصناف المتداخلة طيفياً. ولرصد التغيرات في خمسة أصناف رئيسية (الغطاء الحضري، الأراضي الجرداء، الغطاء النباتي ، الغطاء المائي، والأراضي المختلطة) جرى التركيز على قياس الانحرافات المساحية لنهر دجلة والحزام الأخضر وربطها بالتوسع العمراني. ووظفت الدراسة التحليل المكاني لربط تحولات



غطاء الأرض بظواهر بيئية محددة وتدهور جودة الهواء ،مع تقديم قراءة لواقع المحافظة وصولاً لعام (2025) بناءً على اتجاهات النمو المرصودة.

يُعرف التصنيف الرقمي بأنه عملية تبويب وتصنيف أعداد من البيكسل (Pixels) المكونة للمرئية الفضائية إلى مجموعات أو فئات بحيث تمثل كل فئة معلماً أرضياً محددًا (AL-، 2012، A'araage) ، والهدف الأساسي لهذه العملية هو الاستعاضة عن التفسير البصري التقليدي بالتحليل الآلي الكمي الذي يعتمد على القواعد الإحصائية في تحديد أصناف الغطاءات الأرضية بناءً على القيم الانعكاسية وهنا تم اتباع منهجين هما:

أولاً : التصنيف غير المراقب: وهو تصنيف يقوم بعزل الأصناف بناءً على الاختلافات الطيفية الطبيعية في المرئية دون تدخل مسبق من الباحث. تعتمد هذه العملية على خوارزميات التجميع التي تعطي لكل صنف رموزاً وألواناً تدل على انتماها لفئة واحدة ما ينتج خريطة عنقودية. إن لخوارزميات التصنيف القدرة على تمييز الفئات الطيفية والتي يصعب على العين البشرية تحديدها. كما يمكنها أن توفر فكرة أولية عن منطقة الدراسة، تساعد الباحث في اختيار مناطق التدريب لاحقاً (Jensen، 2015،). اعتمدت هذه الدراسة في مرحلة التصنيف غير المراقب على خوارزمية (ISODATA) لتجميع (Pixels) ذات الخصائص الطيفية المتقاربة، واستكشاف الأنماط الأولية لغطاء الأرض (Jasim et al.، 2025).

ثانياً: التصنيف المراقب: وهو التصنيف الذي يتطلب توفر عينات أو بصمات طيفية (Signatures) لمعاملات الانعكاس في مناطق معينة من المرئية تمثل فئات التصنيف. تتم عملية التصنيف من خلال تحديد عينات تدريبية ضمن منطقة الدراسة لكل نوع أو فئة من الغطاء الأرضي وتحديدها للحاسب الآلي، وبعد ذلك يتم تعميم هذه العينات على جميع خلايا منطقة الدراسة، ليتم بعدها استخلاص المعلومات وتحويلها الى خريطة تصنيفية (Khalaf et al.، 2016). وقد اعتمدت هذه الدراسة تقنية التصنيف المراقب بخوارزمية الإمكانية القصوى (Maximum Likelihood Classification - MLC)، والتي تُعد المعيار الذهبي في تصنيف مرئيات (Landsat)؛ لاعتمادها على نظرية الاحتمالات في نسبة (Pixels) للأصناف بناءً على "بصمات التوقيع الطيفي" المستخلصة من عينات التدريب (Chowdhury، 2024). ويضمن استخدام هذه الخوارزمية تقليل "خطأ التخصيص" في البيئات الحضرية المعقدة، مما يرفع موثوقية تقدير مساحات التوسع العمراني وانكماش الغطاء النباتي والمائي (Valero & Alzate، 2019).

7- النتائج والمناقشة :

1-7 نتائج التصنيف غير المراقب :

من خلال معالجة الصور الفضائية لبغداد للعقود الثلاثة تم تحديد الأصناف بناءً على الخصائص الطيفية والانعكاسية لكل غطاء وباستخدام تقنيات التصنيف الرقمي غير المراقب، كما هو موضح في الجدول (2)، والشكل (2)، والشكل (3). تعتمد الدراسة في حساب المساحات على ضرب عدد (Pixels) في مساحة البيكسل الواحد (30م × 30م = 900م²)، ثم تقسيم الناتج على (1,000,000) لتحويلها إلى كيلومتر مربع. وقد نُفذت هذه العملية عبر جداول البيانات الوصفية (Attribute Table) في البرمجيات المستخدمة لضمان استخراج قيم كمية دقيقة. كما ضمن



ثبات الدقة المكانية لأقمار (Landsat 5، 8، 9) والتي تبلغ (30 متراً) توحيد المعايير الإحصائية لجميع سنوات الدراسة وضمان دقة تحليل كشف التغيير.

جدول (2) التصنيف غير المراقب للسنوات 1995، 2005، 2015، 2025

| التصنيف | الصف 1 الغطاء المائي كم ² | صف 2 الغطاء النباتي كم ² | الصف 3 الغطاء الحضري كم ² | الصف 4 الغطاء المختلط كم ² | الصف 5 الاراض ي الجرداء كم ² | المجمو ع |
|---------|---|--|---|--|---|-------------|
| 1995 | 420.84 | 1296.95 | 1821.85 | 1070.82 | 560.27 | 5170.74 |
| 2005 | 524.00 | 1212.03 | 1630.63 | 1118.74 | 685.33 | 5170.74 |
| 2015 | 291.67 | 1121.87 | 1904.00 | 1192.64 | 660.56 | 5170.74 |
| 2025 | 129.33 | 1042.57 | 1851.00 | 1300.56 | 847.27 | 5170.74 |

ويعود سبب تذبذب الأراضي الجرداء (الصف 5) إلى تحولها جزئياً لعمران في 2015، ثم عودتها للارتفاع في عام 2025 نتيجة "تصحير الحزام الأخضر" وتحول المساحات الزراعية إلى أراضٍ متروكة بسبب شح المياه (Hashim et al., 2022). بالمقابل، يشهد الصف الحضري (الصف 4) نمواً مستمراً نتيجة الزحف العمراني الأفقي، وهو تحول أحادي الاتجاه يحول الأراضي الزراعية والمكتشوفة إلى كتل كونكريتية دائمة (Hassan et al., 2022). أما الأراضي المتروكة (الصف 3)، فيرتبط ازديادها بإهمال الزراعة وتفتيت الملكية، حيث تمثل مرحلة انتقالية تبدأ من الأرض الزراعية وتنتهي بتحويل جنسها إلى سكني (Moussa & Alwehab, 2024).

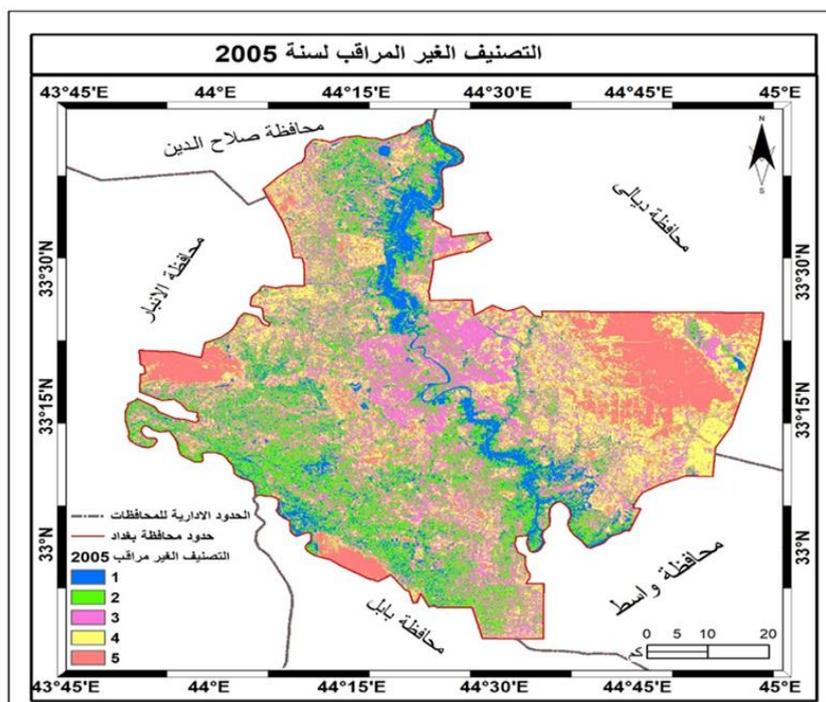
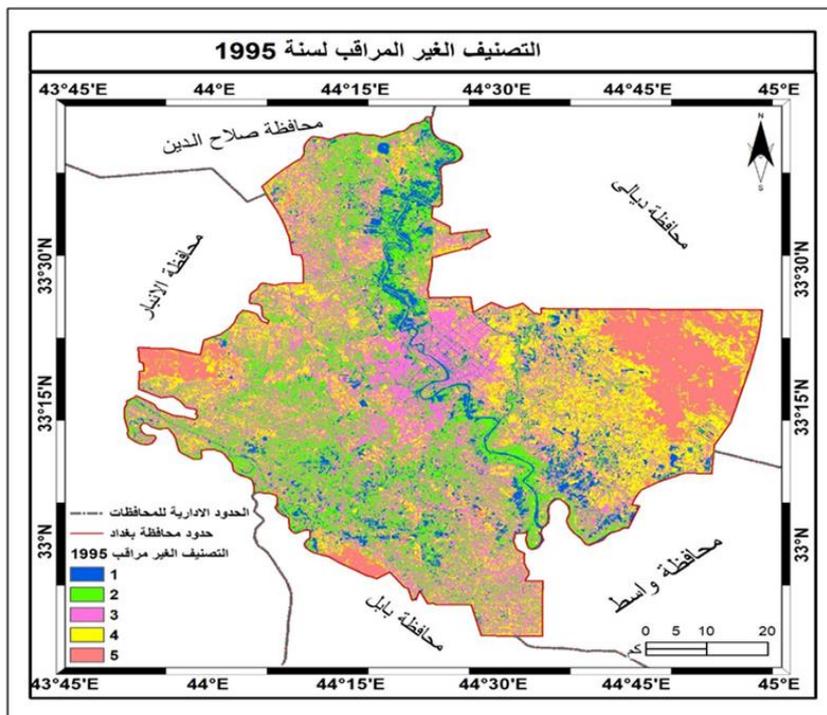
وبتحليل نتائج التصنيف غير المراقب وديناميكية التغيير تُظهر البيانات الرقمية المستخلصة من التصنيف غير المراقب أن محافظة بغداد قد مرت بتحويلات مكانية كبرى؛ حيث برز الغطاء الحضري (الصف الثالث) بوصفه الكتلة المسيطرة والمحرك الأساس للتغيير، إذ سجل الغطاء الحضري مساحة قدرها (1821.85 كم²) عام 1995، متمركزاً في مركز العاصمة مع تمدد نحو



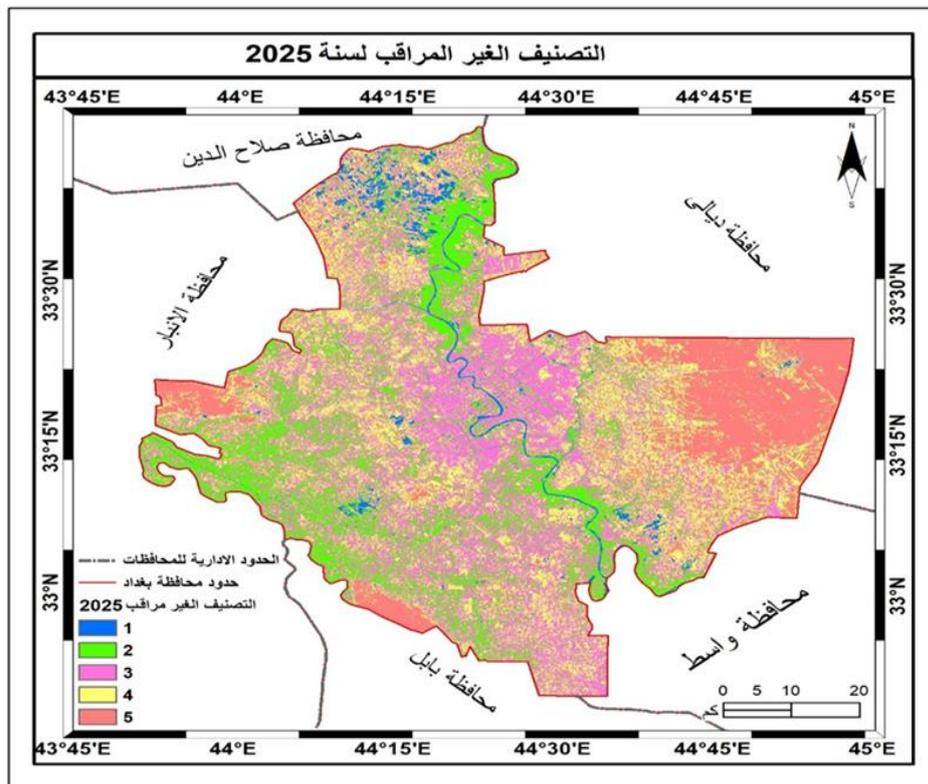
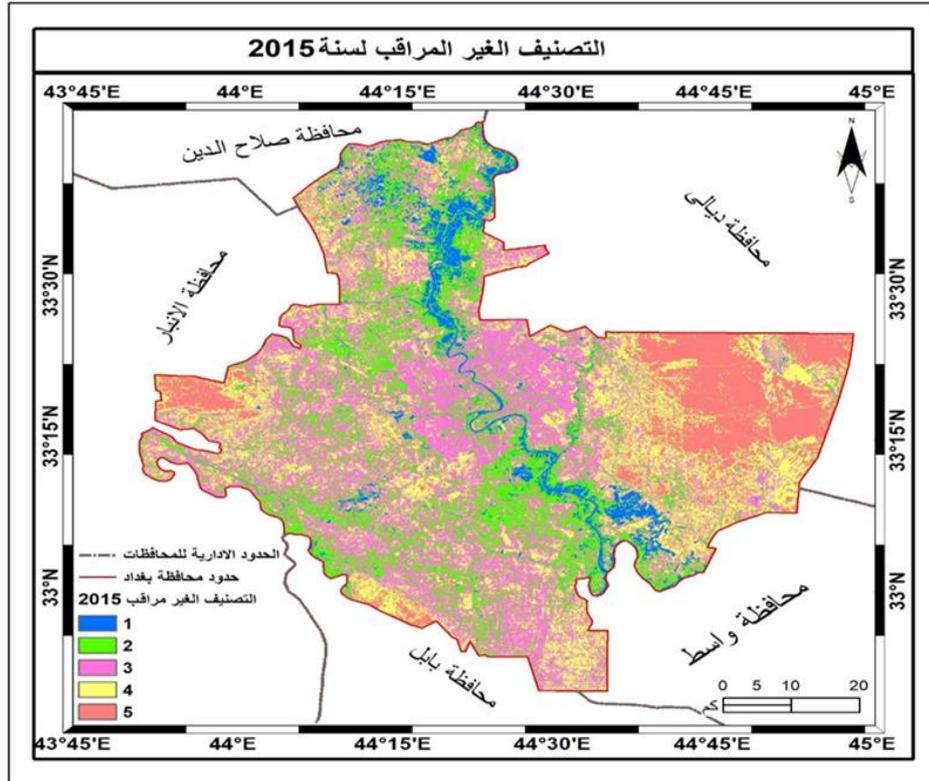
الأطراف. وبالرغم من التذبذب الطفيف عام 2005 إلا أنه أستعاد وتيرته التصاعدية ليصل إلى (190400 كم²) عام 2015. ويشير استقرار المساحة المتوقعة لعام 2025 عند (1851.00 كم²) إلى وصول الكتلة الحضرية لمرحلة التشبع داخل بغداد، وهذا يعني أن أي نمو مستقبلي سيكون من خلال الإحلال العمراني. وتعكس النتائج انخفاض مساحة الغطاء النباتي (الصنف الثاني) من (1296.95 كم²) عام 1995 إلى (1042.57 كم²) في توقعات عام 2025.



مجلة العلوم الأساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية

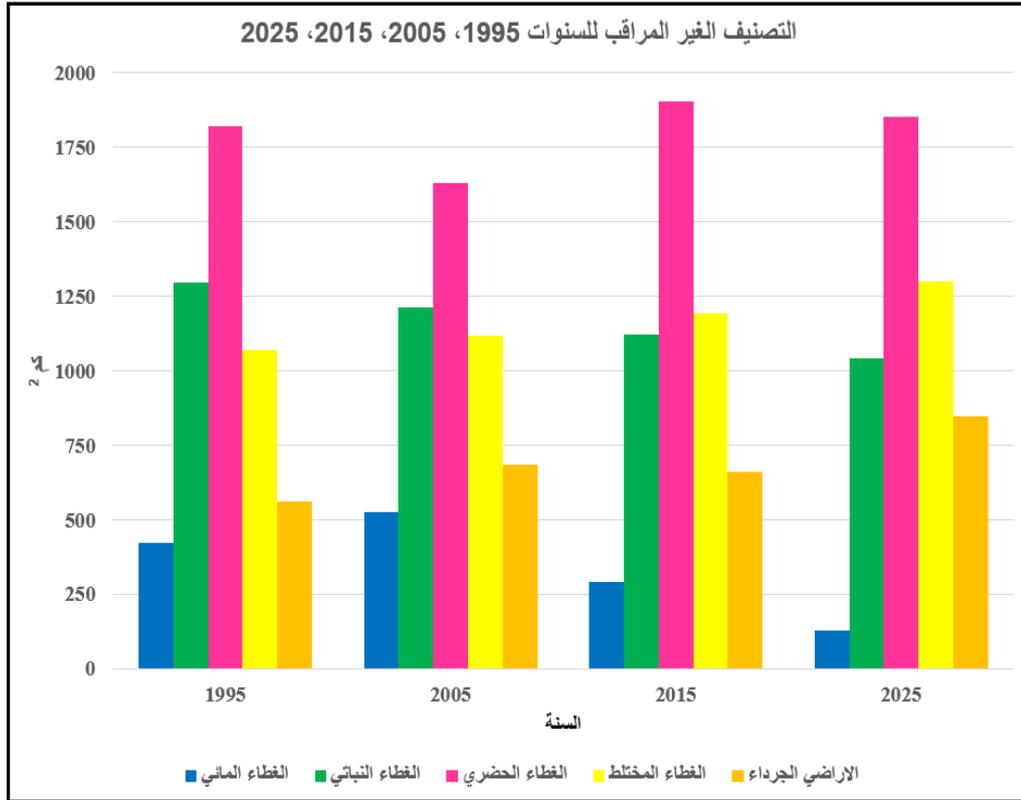


الشكل (2) التصنيف غير المراقب لمحافظة بغداد للسنوات (1995-2005)





الشكل (3) التصنيف غير المراقب لمحافظة بغداد للسنوات (2015-2025)



شكل (4) مخطط يبين نتائج التصنيف غير المراقب للأغطية الأرضية للسنوات 1995، 2005، 2015، 2025

إن هذا الانحسار للغطاء النباتي هو نتيجة مباشرة لظاهرة التجريف الزراعي لتحويل الأراضي إلى مناطق سكنية ، مما يفقد المدينة توازنها البيئي ؛ وهذا يعني فقدان حوالي (254.38 كم²) من الحزام الأخضر خلال ثلاثين عاماً. كما سجلت البيانات أكبر نسبة تراجع لصنف الغطاء المائي ، فبعد أن كان يشغل (420.84 كم²) عام 1995 فإنه انخفض ليصل إلى (291.67 كم²) عام 2015، ووصل إلى (129.33 كم²) فقط عام 2025. وهذه خسارة فادحة تزيد عن (69%) من المساحة المائية الأصلية .

2-7 نتائج التصنيف المراقب :

وبتحليل نتائج التصنيف المراقب وتحولات الغطاء المائي ، تجسد نتائج للتصنيف المراقب صورة أكثر دقة خاصة فيما يتعلق بمجرى نهر دجلة حيث أتاح هذا التصنيف تقليل هامش الخطأ في تداخل الأصناف الجدول (4) ، والشكل (5)، إذ نلاحظ انحسار الغطاء المائي ونهر دجلة. فبعد



أن كان الغطاء المائي (420.84 كم²) عام 1995 (وفق التصنيف غير المراقب) نجد تراجعاً حاداً ليصل إلى (129.33 كم²) عام 2025. وبتحليل أدق للمساحة السطحية لنهر دجلة باستخدام التصنيف المراقب نجد أنها انخفضت من (35.4 كم²) عام 1995 لتصل إلى (27.23 كم²) في عام 2025، الشكل (6). هذا الانكماش يصور بوضوح أزمة الشحة المائية مما أدى إلى ظهور الجزر النهرية وضيق المجرى الذي يظهر في الخرائط للعامين 2015 و 2025 كخيوط مائية رفيعة مقارنة بعام 1995. كما سجلت الأراضي الجرداء زيادة ملحوظة من (560.27 كم²) عام 1995 إلى (847.27 كم²) عام 2025. إن هذا الارتفاع بالتوازي مع زيادة الأراضي المختلطة التي وصلت إلى (1300.56 كم²) يشير إلى اتساع رقعة الأراضي المتصحرة وهذا ما يفسر تزايد العواصف الغبارية التي تضرب العاصمة.

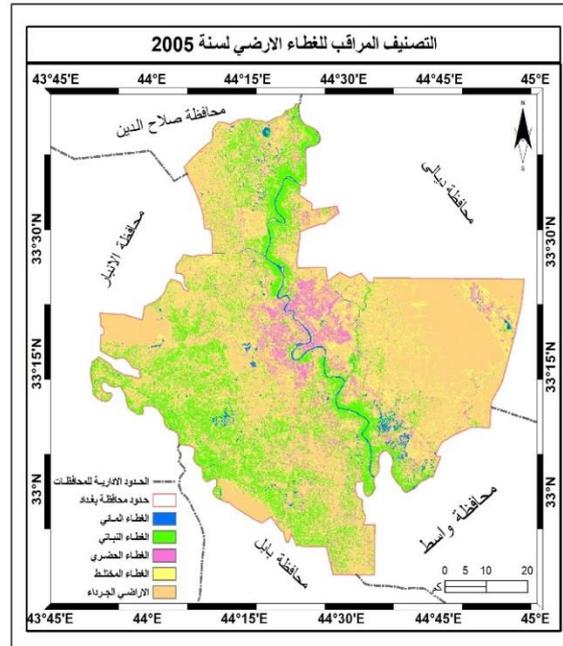
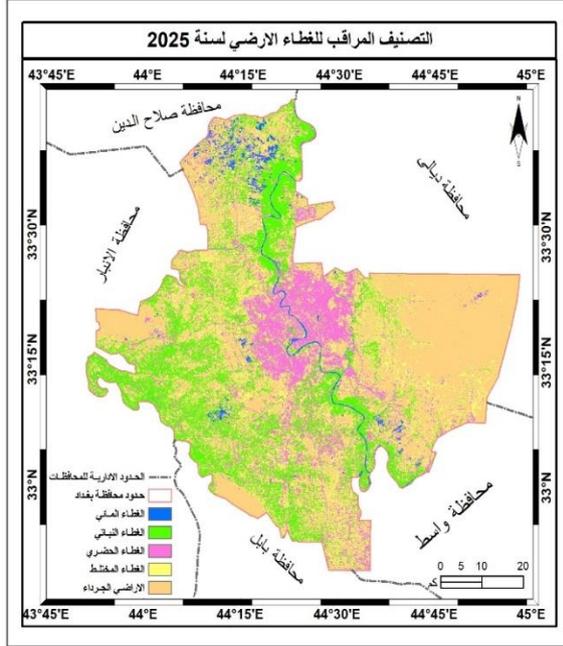
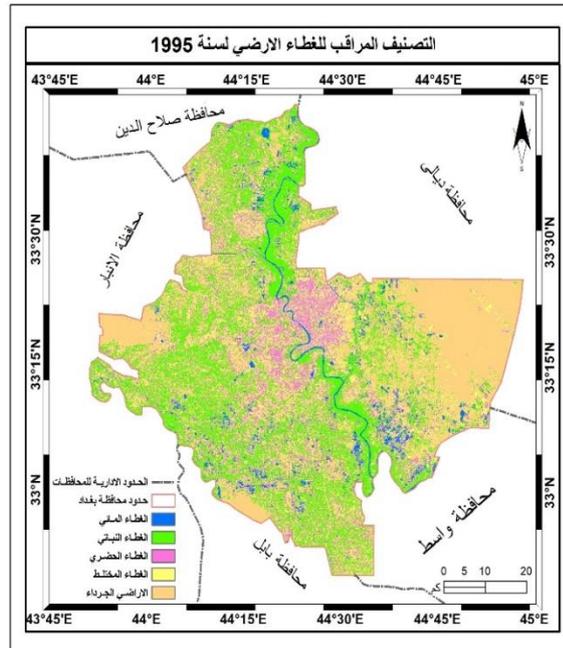
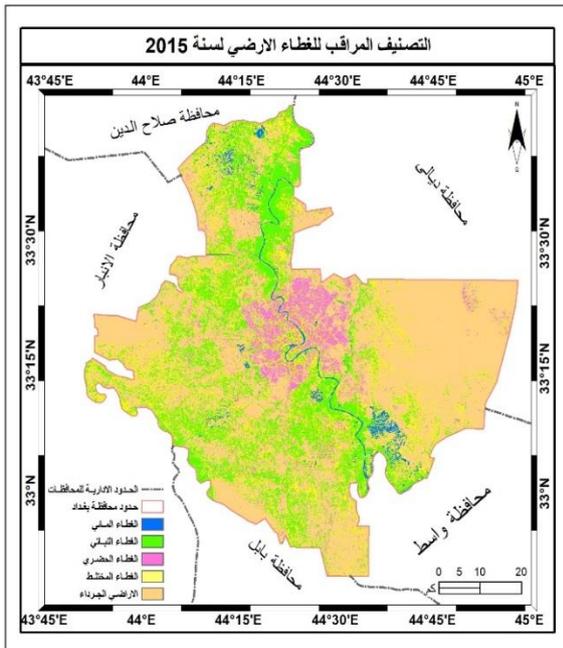


جدول (3) التصنيف المراقب للأغطية الأرضية للسنوات 1995، 2005، 2015، 2025

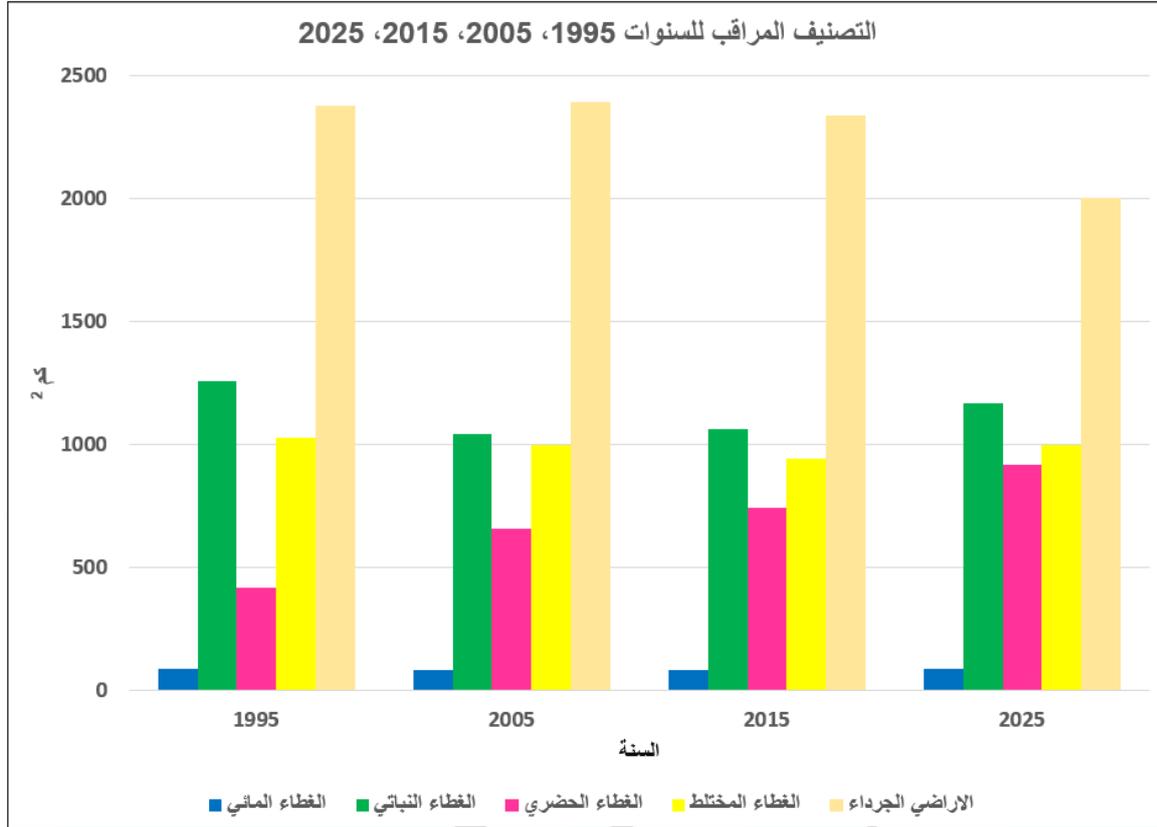
| التصنيف | الغطاء المائي كم ² | الغطاء النباتي كم ² | الغطاء الحضر ي كم ² | الغطاء المختلط كم ² | الاراضي الجرداء كم ² | المجموع | المساحة السطحية لنهر دجلة كم ² |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|---|
| 1995 | 88.4 | 1257.96 | 417.04 | 1026.22 | 2381.05 | 5170.74 | 35.4 |
| 2005 | 82.0 | 1041.47 | 655.93 | 995.43 | 2395.88 | 5170.74 | 33.35 |
| 2015 | 83.8 | 1063.84 | 741.68 | 940.86 | 2340.52 | 5170.74 | 30.63 |



| | | | | | | | |
|-------|-------------|-------------|--------|------------|-------------|-----------|------|
| 27.23 | 5170.7 4 | 2001.8 9 | 998.08 | 919.6 9 | 1166. 03 | 85.0 5 | 2025 |
|-------|-------------|-------------|--------|------------|-------------|-----------|------|



الشكل (5) نتائج التصنيف المراقب لمحافظه بغداد للسنوات (1995-2025)



شكل (6) مخطط يبين نتائج التصنيف المراقب للأغذية الأرضية للسنوات 1995، 2005، 2015، 2025

3-7 التحليل المقارن والربط المكاني:

تقتضي المنهجية العلمية المتبعة في هذا البحث إجراء مقارنة تحليلية دقيقة بين نتائج التصنيف غير المراقب والمراقب ؛ حيث نجد تبايناً يفسره السلوك الطيفي للأغذية الأرضية في بغداد ، فقد قُدم التصنيف غير المراقب رؤية شاملة وتلقائية للأصناف ، بينما تميز التصنيف المراقب بدقة عالية في فك الاشتباك الطيفي بين الأصناف ذات القيم الانعكاسية المتقاربة ، فمثلاً عند تحليل الغطاء الحضري نلاحظ أن التصنيف غير المراقب أعطى مساحات أكبر (1815 كم²) في عام 2025 مقارنة بالتصنيف المراقب (919.69 كم²) لنفس العام ويُعزى هذا الفرق الإحصائي إلى أن التصنيف غير المراقب قد دمج العديد من المساحات الجرداء والتبليط والطرق ضمن الصنف الحضري ؛ وذلك لتقارب قيمها الرقمية ، في حين استطاع التصنيف المراقب عبر عينات التدريب فصل الكتل العمرانية الصلبة عن الأراضي المكشوفة والمختلطة وهذا ما يجعل نتائجه أكثر تعبيراً عن الهيكل العمراني الحقيقي للمحافظة ، تؤكد الدراسة وجود علاقة طردية بين انكماش الغطاء المائي وتوسع الأراضي الجرداء والتصحر ، وعند الربط بين التراجع الحاد في المساحة السطحية لنهر دجلة من (35.4 كم²) عام 1995 إلى (27.23 كم²) في عام 2025



وبين الزيادة في الأراضي الجرداء والمختلطة التي تجاوزت حاجز (1300 كم²) ، نجد أن جفاف المسطحات المائية التي كانت تحيط ببغداد قد ترك مساحات شاسعة من التربة الجافة والمتصحرة؛ وهذا ما يفسر التدهور البيئي وزيادة حدة العواصف الغبارية ، كما أن الربط بين انحسار الغطاء النباتي والنمو المتزايد للغطاء الحضري يكشف عن نمط الزحف العمراني الذي يستهلك الحزام الأخضر مما حوّل محافظة بغداد من مدينة ذات توازن بيئي (زراعي - مائي) إلى كتلة خرسانية . إن هذا التحليل الرقمي والمكاني المتكامل يثبت أن التغيير في أي غطاء أرضي لا يحدث بمعزل عن الآخر ، بل هو نتيجة تداخلات بشرية ومناخية أدت في النهاية إلى تغييب الهوية الجغرافية الطبيعية للمنطقة لصالح توسع عمراني عشوائي يهدد استدامة الموارد المائية والبيئية في المستقبل (Al-Hameedi et al., 2020).

5- الاستنتاجات:

- 1- أثبتت الدراسة أن الموازنة بين التصنيفين (المراقب وغير المراقب) توفر رؤية متكاملة حيث نجح التصنيف غير المراقب في رصد التحولات العامة للغطاءات في حين تميز التصنيف المراقب بدقة عالية في استخلاص المعالم الخطية والدقيقة وتحديدًا في رصد انكماش المساحة السطحية لنهر دجلة.
- 2- كشفت البيانات عن نمو غير متوقع للتوسع الحضري مما يؤكد أن بغداد تعيش مرحلة (تريف حضري) أدت إلى استهلاك الأراضي الجرداء والمختلطة وتحويلها إلى كتل خرسانية.
- 3- يعد الانحسار الحاد في الغطاء المائي وتراجع الغطاء النباتي مؤشراً خطيراً على فقدان التوازن البيئي، وتكرار العواصف الغبارية نتيجة اتساع رقعة الأراضي الجرداء .
- 4- تشير التوقعات لعام 2025 إلى وصول الكتلة الحضرية لمرحلة التشعب داخل الحدود الإدارية الحالية ، مع استمرار تضيق مجرى نهر دجلة وظهور الجزر النهرية ؛ وهو ما يعكس أزمة الشحة المائية الناتجة عن التغييرات المناخية والسياسات المائية لدول الجوار.

6- التوصيات:

- 1- تفعيل التخطيط الحضري المستدام لمدينة بغداد بما يضمن الحد من الزحف العمراني العشوائي وتفعيل قوانين حماية الحزام الأخضر وتجريم تجريف البساتين الزراعية .
- 2- العمل على معالجة ظاهرة انكماش مجرى نهر دجلة من خلال كربي المجرى وإزالة الجزر النهرية الطمبية وتنظيم التصاريح المائية لضمان استمرار المساحة السطحية للنهر .
- 3- ضرورة توسيع المساحات الخضراء وذلك بزيادة الغطاء النباتي داخل المدينة وأطرافها لتقليل العواصف الغبارية والناتجة عن زيادة الأراضي الجرداء .
- 4- التوصية باستخدام تقنيات التحسس النائي بشكل دوري لمراقبة التغييرات في الغطاء الأرضي واعتماد قاعدة بيانات رقمية دقيقة لدعم صناع القرار في المحافظة.
- 5- وضع استراتيجيات عاجلة لحماية المجرى السطحي لنهر دجلة من التجاوزات العمرانية وتلوث الضفاف والعمل على استعادة الرطوبة في المنطقة لمواجهة موجات الجفاف .



6- التوصية بتأسيس وحدة مراقبة مكانية في أمانة بغداد تعتمد على الصور الفضائية الدورية مثل (Landsat 9) لرصد أي تغيرات غير قانونية في غطاء الأرض والتعامل معها بشكل فوري .

7- تشجيع الدراسات المستقبلية التي تدمج بين تقنيات الاستشعار عن بُعد ونماذج النمذجة البيئية للتنبؤ بالتغيرات المناخية وتأثيرها على سكان العاصمة .

المصادر

1. **AL-A'araage, A. A. (2012).** Monitoring desertification in Badra Area Eastern Iraq by using landsat image data. Geology dep., College of Science, University of Baghdad, Iraq.
2. **Alhadithi, A. A. & Alaraji, A. A. (2024).** Applying the NDVI technique to determine the natural grazing in the Hauran Valley Area, Western Iraq. The Iraqi Geological Journal, 221-234.
3. **Al-Hameedi, W. M., Sulaiman, S. O., Munaf, A. A. & Al-Ansari, N. (2020).** Assessment of land use/land cover change and its impact on land surface temperature and carbon storage in Baghdad, Iraq. *Sensors*, 20(20), 5730. <https://doi.org/10.3390/s20205730>.
4. **Al-Taie, I. J. K. (2019).** Tracking the changes of urban green areas in the city of Baghdad for the period of 2000-2018 (Master's thesis, Eesti Maaülikool).
5. **Abed, H. A., Kadhim, R. R., Jassam, A. L. A., Raheem, M. A., Kamil, M., & Hamzaa, M. T. (2024).** Green Areas Change Detection in Baghdad South City Using Remote Sensing Techniques: A Case Study. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 24(4), 280-292.
6. **Chowdhury, M. S. (2024).** Comparison of accuracy and reliability of random forest, support vector machine, artificial neural network and maximum likelihood method in land use/cover classification of urban setting. *Environmental Challenges*, 14, 100800.
7. **Gibson, P. (2013).** Introductory remote sensing principles and concepts. Routledge.
8. **Hashim, B. M., Al Maliki, A., Sultan, M. A., Shahid, S., & Yaseen, Z. M. (2022).** Effect of land use land cover changes on land surface temperature during 1984–2020: A case study of Baghdad city using landsat image. *Natural Hazards*, 112(2), 1223-1246.
9. **Hamad, A. J. (2022).** Monitoring and analyzing urban expansion and its impact on agricultural lands in Baghdad governorate using remote sensing. *Journal of Engineering*, 28(5), 112-125.
10. **Hassoon, A. F., & Ali, A. B. (2021).** Irregular urban expansion and its effects on air temperature over Baghdad City using remote sensing technique. *Iraqi Journal of Science*, 2110-2121.



11. **Hemati, M., Hasanlou, M., Mahdianpari, M., & Mohammadimanesh, F. (2021).** A systematic review of landsat data for change detection applications: 50 years of monitoring the earth. *Remote sensing*, 13(15), 2869.
12. **Issa, I. E., Al-Ansari, N., Sherwany, G., & Knutsson, S. (2014).** Expected future of water resources within Tigris-Euphrates rivers basin, Iraq. *Journal of Water Resource and Protection*, 6(5), 421-432.
13. **Jasim, A. A., Hason, M. M., Sahar, A. A., & Hassan, T. (2025).** Desertification Phenomenon Assessment in Al-Hay District, Wasit/Iraq using Remote Sensing Techniques. *IRAQI BULLETIN OF GEOLOGY AND MINING*, 21(1).
14. **Jensen, J. R. (2015).** *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective* (4th ed.). Pearson Education.
15. **Khalaf, A. G., Mohammed, G. H., & Jaseem, A. A. (2016).** Monitoring change of marshes in South of Iraq by using image processing techniques for landsat images through period from 1990 to 2015. *J. Eng. Technol.*, 34, 261-274.
16. **Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015).** *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). John Wiley & Sons.
17. **Mohammed, K. J., Jassim, A. A., Hason, M. M., & Khalaf, A. G. (2025, August).** Temporal Variability Analysis of Vegetation Cover in Diyala, Iraq using Multi-Index Remote Sensing: A Case Study. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1531, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
18. **Moussa, Y. K., & Alwehab, A. A. (2024).** Measuring Changes in Temperature Rates due to Urban Expansion in Selected Municipalities of Baghdad using GIS Technology. *Iraqi Journal of Physics*, 22(3), 126-138.
19. **Mwaniki, M. W., Möller, M. S., & Schellmann, G. (2015).** A comparison of Landsat 8 (OLI) and Landsat 7 (ETM+) in mapping geology and visualising lineaments: A case study of central region Kenya. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40, 897-903.
20. **Navin, M. S., & Agilandeeswari, L. (2020).** Comprehensive review on land use/land cover change classification in remote sensing. *Journal of Spectral Imaging*, 9.
21. **Lv, Q., Dou, Y., Niu, X., Xu, J., Xu, J., & Xia, F. (2015).** Urban land use and land cover classification using remotely sensed SAR data through deep belief networks. *Journal of Sensors*, 2015(1), 538063.
22. **Othman, A. A., Shihab, A. T., Al-Maamar, A. F., & Al-Saady, Y. I. (2019).** Monitoring of the land cover changes in Iraq. In *Environmental Remote Sensing and GIS in Iraq* (pp. 181-203). Cham: Springer International Publishing.



23. **Qassim, Z. H. & Abduljabbar, H. M. (2020, December).** Land cover change for Baghdad City in the period 1986 to 2019. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2307, No. 1, p. 020031). AIP Publishing LLC.
24. **Pande, C. B., Moharir, K. N., Singh, S. K., Varade, A. M., Elbeltagi, A., Khadri, S. F. R. & Choudhari, P. (2021).** Estimation of crop and forest biomass resources in a semi-arid region using satellite data and GIS. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(5), 302-311.
25. **Payntar, N. D. (2023).** A multi-temporal analysis of archaeological site destruction using Landsat Satellite Data and Machine Learning, Moche Valley, Peru. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 16(3), 1-20.
26. **Sissakian, V., Al-Ansari, N. & Knutsson, S. (2013).** Dust storms in Iraq and the Gulf: Causes and effects. *Journal of Earth Science and Geotechnical Engineering*, 3(4), 169-184.
27. **U.S. Geological Survey (USGS). (2022).** *Landsat 8-9 data users handbook*. Pecora, Sioux Falls, SD: USGS. <https://www.usgs.gov/landsat-missions>.
28. **Valero Medina, J. A. & Alzate Atehortúa, B. E. (2019).** Comparison of maximum likelihood, support vector machines, and random forest techniques in satellite images classification. *Tecnura*, 23(59), 13-26.
29. **Wulder, M. A., Loveland, T. R., Roy, D. P., Crawford, C. J., Masek, J. G., Woodcock, C. E., ... & Zhu, Z. (2019).** Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote Sensing of Environment*, 225, 127-147.
30. **Wulder, M. A., Roy, D. P., Radeloff, V. C., Loveland, T. R., Anderson, M. C., Johnson, D. M., ... & Cook, B. D. (2022).** Fifty years of Landsat science and impacts. *Remote Sensing of Environment*, 280, 113195.

JOBS



مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science



Print -ISSN 2306-5249

Online-ISSN 2791-3279

العدد الثامن والثلاثون

2026 م / 1447 هـ



مجلة العلوم الأساسية

للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الأساسية