



مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والاجتماعية

مجلة علمية دورية محكمة

تصدر أربع مرّات في العام خلال الأشهر
(مارس ، يونيو ، سبتمبر ، ديسمبر)

العدد	المجلد	الشهر	السنة
25	49	رمضان / مارس	1447 هـ / 2026 م

معلومات الإيداع في مكتبة الملك فهد الوطنية

النسخة الورقية

رقم الإيداع: 1441/7131

تاريخ الإيداع: 1441/06/18

رقم ردمد : 1658-8509

النسخة الإلكترونية

رقم الإيداع: 1441/7129

تاريخ الإيداع: 1441/06/18

رقم ردمد : 1658-8495

معلومات وسائل التواصل

الموقع الإلكتروني للمجلة



<https://journals.iu.edu.sa/ESS>



ترسل البحوث على موقع المجلة

البريد الإلكتروني للمجلة



iujournal4@iu.edu.sa

حساب المجلة على منصة X



[@iujournal4](https://twitter.com/iujournal4)



مجلة الجامعة الإسلامية للعلوم التربوية والاجتماعية

البحوث المنشورة في المجلة
تعبر عن آراء الباحثين ولا تعبر
بالضرورة عن رأي المجلة

جميع حقوق الطبع محفوظة
للجامعة الإسلامية



قواعد وضوابط النشر في المجلة

أن يتسم البحث بالأصالة والجدية والابتكار والإضافة المعرفية في التخصص.

لم يسبق للباحث نشر بحثه.

أن لا يكون مستلّاً من أطروحة الدكتوراه أو الماجستير سواء بنظام الرسالة أو المشروع البحثي أو المقررات.

أن يلتزم الباحث بالأمانة العلمية.

أن تراعى فيه منهجية البحث العلمي وقواعده.

أن لا تتجاوز نسبة الاقتباس في البحوث التربوية (25%)، وفي غيرها من التخصصات الاجتماعية لا تتجاوز (40%).

أن لا يتجاوز مجموع كلمات البحث (12000) كلمة بما في ذلك الملخصين العربي والإنجليزي وقائمة المراجع.

لا يحق للباحث إعادة نشر بحثه المقبول للنشر في المجلة إلا بعد إذن كتابي من رئيس هيئة تحرير المجلة.

أسلوب التوثيق المعتمد في المجلة هو نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA) الإصدار السابع، وفي الدراسات التاريخية نظام شيكاغو.

أن يشتمل البحث على : صفحة عنوان البحث، ومستخلص باللغتين العربية والإنجليزية، ومقدمة، وطلب البحث، وخاتمة تتضمن النتائج والتوصيات، وثبت المصادر والمراجع، والملاحق اللازمة مثل: أدوات البحث، والموافقات للتطبيق على العينات وغيرها؛ إن وجدت.

أن يلتزم الباحث بترجمة المصادر العربية إلى اللغة الإنجليزية.

يرسل الباحث بحثه عبر موقع المجلة ، بصيغة (WORD) وبصيغة (PDF) مع موافقته بأن البحث لم يسبق نشره ، وأنه غير مقدم للنشر، ولن يقدم للنشر في جهة أخرى حتى تنتهي إجراءات تحكيمه في المجلة.

المجلة لا تفرض رسوما للنشر.



الهيئة الاستشارية:

معالي أ.د : محمد بن عبدالله آل ناجي

مدير جامعة حفر الباطن سابقاً

معالي أ.د : سعيد بن عمر آل عمر

مدير جامعة الحدود الشمالية

معالي د : حسام بن عبدالوهاب زمان

رئيس هيئة تقويم التعليم والتدريب

أ. د : سليمان بن محمد البلوشي

عميد كلية التربية بجامعة السلطان قابوس

أ. د : خالد بن حامد الحازمي

أستاذ التربية الإسلامية بالجامعة الإسلامية سابقاً

أ. د : سعيد بن فالح المغامسي

أستاذ الإدارة التربوية بالجامعة الإسلامية

أ. د : عبدالله بن ناصر الوليعي

أستاذ الجغرافيا بجامعة الملك سعود





مجلة الجامعة الإسلامية
للعلوم التربوية والاجتماعية

هيئة التحرير:

رئيس التحرير:

أ.د. عبدالله بن عبدالمحسن الحربي

أستاذ المناهج وطرق التدريس بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

مدير التحرير:

أ.د. محمد بن جزاء بجاد الحربي

أستاذ أصول التربية بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

أعضاء التحرير:

معالي أ.د. راتب بن سلامة السعود

وزير التعليم العالي الأردني سابقا
وأستاذ السياسات والقيادة التربوية بالجامعة الأردنية

أ.د. محمد بن يوسف عفيفي

أستاذ أصول التربية بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

أ.د. عبدالرحمن بن يوسف شاهين

أستاذ المناهج وطرق التدريس بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

أ.د. خالد بن إبراهيم الدغيم

أستاذ المناهج وطرق التدريس بجامعة القصيم

أ.د. أحمد بن محمد شبيب حسن

أستاذ علم النفس التربوي بجامعة الأزهر بالقاهرة

أ.د. ياسر بن عايد السميري

أستاذ التربية الخاصة بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

أ.د. محمد بن إبراهيم الدغيري

وكيل جامعة شقراء للدراسات العليا والبحث العلمي
وأستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة القصيم

أ.د. نور هيدايانتو سيتيو بوترو

أستاذ علم النفس التربوي بجامعة نيجيري يوجياكارتا بإندونيسيا

د. عادل بن عيد الجهني

أستاذ أصول التربية المشارك بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

د. إبراهيم بن علي الربيعي

أستاذ التاريخ الإسلامي المشارك بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

د. رجاء بن عتيق المعيلي الحربي

أستاذ التاريخ الحديث والمعاصر المشارك بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

د. منصور بن سعد فرغل

أستاذ الإدارة التربوية المشارك بالجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

د. رشدي بن مامو طاهر

أستاذ التربية الإسلامية المساعد بجامعة الأمير سونكلا بتايلاند

د. حاجي بن شيخ تونكارا

دكتورة في أصول التربية الإسلامية
والمحقق القنصلي بقنصلية جامبيا في جدة

الإخراج والتنفيذ الفني:

م. محمد بن حسن الشريف

التنسيق العلمي:

أ. محمد بن سعد الشال

سكرتارية التحرير:

أ. أحمد شفاق بن حامد

أ. سعيد يعقوب حسيني

أ. دابري عبد الكريم



فهرس المحتويات : *

م	عنوان البحث	الصفحة
1	تصوّر مقترح للأهداف التعليمية لمقرّر الأحياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مهارات التفكير التصميمي د. ريم بنت إبراهيم الحميني	12
2	تصوّر مقترح لتحقيق الاقتصاد الأخضر بجامعة حائل في ضوء تطبيق نموذج ماكينزي د. ندى بنت زويد المطيري	60
3	أثر استخدام استراتيجية الرحلات المعرفية في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طالبات المرحلة المتوسطة د. ظبية بنت جارالله القحطاني	114
4	اضطراب الانتباه المصحوب بالنشاط الزائد وعلاقته بالقلق لدى الأطفال من الجنسين د. هيفاء بنت شبنان الدوسري	152
5	سياسة العمل التنافسية الداعمة لإدارة رأس المال الفكري لأعضاء هيئة التدريس: دراسة تطبيقية على جامعة الملك خالد د. نورة بنت يحيى الفيحي	198
6	المرونة المعرفية والمساندة الاجتماعية كمتغيرات تنبؤية بنمو ما بعد الصدمة لدى عينة من الأفراد الذين مروا بتجارب حياتية صادمة د. أزهار ياسين سمكري	242
7	أثر توظيف بيئة تعلم مصغر هجين "قائمة على الرسوم التخطيطية" في تنمية الكفاءة الرقمية والاحتفاظ بالتعلم لدى طالبات جامعة حائل د. أمل بنت رجاء الله المحمدي	296
8	العوامل التي تتنبأ بالوعي البيئي في سياق التعليم من أجل التنمية المستدامة: تحليل قائم على نتائج الدراسة الدولية TIMSS2023 في كل من المملكة العربية السعودية وكوريا الجنوبية وسنغافورة د. علي بن حمود الحربي	348
9	تقييم دقة خوارزميات التعلم الآلي لتصنيف الغطاءات الأرضية واكتشاف تغيير النطاقات العمرانية في مدينة أمّالج بالمملكة العربية السعودية د. ندى بنت سليمان العنزي	374
10	إنسانية الملك عبد العزيز في معاملة خصومه ومخالفه (1319-1373هـ/1902-1953م) د. محمد بن عبد الرحمن السلامة	426

* ترتيب الأبحاث حسب تاريخ ورودها للمجلة مع مراعاة تنوع التخصصات



مجلة الجامعة الإسلامية
للعلوم التربوية والاجتماعية

معرفة
e-Marefa



المنظومة
ALMANDUMAH

Arcif
Analytics

تقييم دقة خوارزميات التعلم الآلي لتصنيف الغطاءات
الأرضية واكتشاف تغيير النطاقات العمرانية في مدينة أمّالج
بالمملكة العربية السعودية

Evaluating Accuracy of Machine Learning
Algorithms for Land Cover Classification and
Detecting Urbanization Changes in Umluj City,
Saudi Arabia

إعداد

د. ندى بنت سليمان العنزي

أستاذ التخطيط الحضري ونظم المعلومات الجغرافية المساعد
قسم الجغرافيا - كلية العلوم الاجتماعية - جامعة أم القرى

Dr. Nada Suleiman Al-Enezi

Assistant Professor of Urban Planning and Geographic
Information Systems

Department of Geography - Faculty of Social Sciences - Umm
Al-Qura University

Email: nsaenezi@uqu.edu.sa

DOI:10.36046/2162-000-025-029

المستخلص

هدفت الدراسة إلى إبراز أهمية خوارزميات التعلم الآلي في اكتشاف التغير في الغطاء الأرضي بمدينة أملج من عام ٢٠٠٠ م حتى عام ٢٠٢٤ م. وتمثلت مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس: كيف يتم اكتشاف تغير المناطق العمرانية باستخدام خوارزميات التعلم الآلي في مدينة أملج؟ واستخدمت المنهج التحليلي، والمنهج السببي المقارن، ومنهج التحليل المكاني، واعتمدت على استخدام خوارزمية آلة دعم المتجهات. وتوصلت الدراسة إلى أنه كلما زادت عينات التدريب زادت دقة نتائج التقييم، فقد بلغ مُعامل كابتا لعام ٢٠٠٠ نحو ٠,٦٢، ل ٣٢ نقطة تقييم، وبلغ نحو ٠,٦٤ ل ١٠٠ نقطة تقييم. وفي عام ٢٠٢٤ م زادت مساحات المناطق العمرانية ومساحات النبات، فساهم ذلك في زيادة عينات التدريب للصنفين وزاد معهما مستوى الدقة، فوصل مُعامل كابتا وفق ٣٢ نقطة تقييم إلى ٠,٧٩، ووصل إلى ٠,٨١ وفق ١٠٠ نقطة تقييم. كما اكتشفت الدراسة حدوث التغير من خلال تقنية اكتشاف التغير أن الأراضي بنسبة ٦٦,٤٪ لم تتغير، وشهد عام ٢٠٢٤ م تغييراً في الغطاءات الأرضية، فقد تراجع الأراضي الفضاء بنقص بلغ ٢٣ كم^٢، وتراجع صنف الصخور بنحو ١٧ كم^٢، وزادت مساحات صنف المناطق العمرانية بنحو ٣٦ كم^٢، وزادت مساحة صنف النبات عن عام ٢٠٠٠ م بنحو ٤ كم^٢. وتوصي الدراسة بالاستفادة من تقنيات التعلم الآلي لتصنيف الغطاءات الأرضية لدورها الفاعل في اتخاذ القرار في التخطيط الحضري والتنمية البيئية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي، التصنيف، أملج، نظم المعلومات

الجغرافية، الغطاء الأرضي.

Abstract

The aim of the current study is to determine the importance of machine learning algorithms in detecting land cover changes in the city of Umluj from 2000 AD to 2024 AD. The problem of the study represented by the main question: How is urban area change detected using machine learning algorithms in the city of Umluj? The researcher used the analytical approach, the comparative causal approach, and the spatial analysis approach, and relied on the use of support vector machine algorithm. The study found out that the more training samples, the more accurate the evaluation results. Kappa coefficient for 2000 was approximately 0.62 for 32 evaluation points, and approximately 0.64 for 100 evaluation points. In 2024, urban and vegetation areas increased, contributing to an increase in training samples for both classes and, with them, an increase in accuracy. Kappa coefficient for 32 evaluation points reached 0.79, and for 100 evaluation points, it reached 0.81. The study also revealed that the change occurred through the change detection technique, lands were 66.4% unchanged. Year 2024 AD witnessed a change in land cover, as vacant lands decreased by a decrease of 23 km², rock type decreased by about 17 km², areas of urban area type increased by about 36 km², and the area of plant type increased by about 4 km² compared to year 2000 AD. The study recommends leveraging machine learning techniques to classify land covers for their effective role in decision-making in urban planning and environmental development.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Classification, Umluj, Geographic Information Systems, Land Cover

المقدمة

تتماز مدينة أمّ لُح بموقع استراتيجيٍّ مهمٍّ على الساحل الشرقي للبحر الأحمر في المملكة العربية السعودية، مما جعلها جاذبة للسكن، وذلك لما تتمتع به من مزايا طبيعية ومكانية متنوعة. وتعد مدينة أمّ لُح من أبرز المدن الساحلية التابعة لمنطقة تبوك، التي شهدت زيادة سكانية قابلها تزايدٌ للمساحات العمرانية، مما جعلها مدينةً متوسعةً زمنيًا ومكانيًا في السكان والعمران. وهذا يتطلب دراسات عمرانية مختصة تركز بشكل رئيس على رصدٍ وقياسِ النمو العمراني، والكشف عن مدى توسع هذه المدينة وتغير الغطاء الأرضي فيها.

كما تعد مدينة أمّ لُح من المدن المهمة التي اهتمت رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ م بتنميتها وتطورها من خلال مشاريع تدعم النمو العمراني والسكاني، وهي من المدن التي تشهد تطورًا في مشاريع التنمية العمرانية ومشاريع الأسكان والبنية التحتية مواكبة في ذلك لما يجاورها من مشاريع عمرانية مستدامة، كمشروع نيوم الذي يضم مشاريع عمرانية مبتكرة مثل: ذا لاين، وأوكساجون، وتروجينا، وسندالة. ويقع شمال مدينة أمّ لُح مشروع البحر الأحمر بمساحة تبلغ نحو ٢٨ ألف كم^٢. (رؤية السعودية ٢٠٣٠، ٢٠٢٥ م)، مما دفع الباحثين المختصين إلى إجراء دراسات جغرافية التخطيط العمراني وبحث ودراسة هذه المدن من حيث التطور الزمني والمكاني، والكشف عن التغيرات التي طرأت عليها في أصناف الأرض المختلفة؛ وذلك بالاعتماد على المراثيات الفضائية، والتقنيات الرقمية الجغرافية، التي تعتمد على استخدام الذكاء الاصطناعي من خلال خوارزميات التعلم الآلي لاكتشاف التغيرات، وقياس تطور مساحات كل صنف من أصناف الغطاءات الأرضية في مدينة أمّ لُح؛ للوصول إلى مقترحات عمرانية تنموية تطويرية ومستدامة.

ويعد الذكاء الاصطناعي من التقنيات المهمة في دراسات العمران والتغيرات الأرضية، حيث ينتج من التقاء الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية فرصٌ هائلة لم تكن متاحة من قبل، كما تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي على تحسين العالم. ويعرّف الذكاء الاصطناعي بأنه قدرة الحواسيب على أداء مهمة تتطلب مستوى معينًا من الذكاء البشري. والتعلم الآلي هو أحد أنواع الأدوات التي تمكّنه من ذلك، فهو يستخدم خوارزميات معتمدة على

البيانات لكي يتم التعلّم منها، ومن ثم تقديم الإجابات التي تتطلب لها وتحتاجها. وقد طُبقت هذه الخوارزميات في نظم المعلومات الجغرافية للتحليل المكاني، وكان التعلم الآلي مكوناً رئيساً في أدوات المعالجة الجغرافية لحل المشكلات. وباستخدام التصنيف يمكن استخدام خوارزميات دعم الآلة المتجهة لإنشاء تصنيف للغطاء الأرضي، وتصل إلى نتائج قابلة للتفسير، وهي تتطلب خبراء لتحديد وإدخال السمات التي تؤثر على النتيجة التي يتم التنبؤ بها (Singh, 2019). وتعد عملية الاستشعار عن بُعد من أجل التصنيف عملية معقدة تتطلب مراعاة عوامل متعددة متمثلة في عدد من الخطوات الرئيسية لتصنيف الصور بدءاً من تحديد نظام التصنيف المناسب، واختيار عينات التدريب، والمعالجة المسبقة للصور، واستخراج السمات، واختيار مناهج التصنيف المناسبة، والمعالجة اللاحقة للتصنيف، وتقييم الدقة. كما تعد احتياجات المستخدم، وحجم منطقة الدراسة، والوضع الاقتصادي، ومهارات المحلل عوامل مهمة تؤثر على اختيار بيانات الاستشعار عن بُعد وتقييم إجراءات التصنيف وجودة نتائج هذا التصنيف (D. Lu & Q. Weg, 2007). وهناك أهمية بالغة باستخدام الاستشعار عن بُعد في إنتاج خرائط استخدام الأرض والغطاء الأرضي، كما أن معلومات الغطاء الأرضي ضرورية لصنع السياسات التجارية والإدارية، وبفضل تفاصيلها المكانية تعد هذه البيانات بالغة الأهمية لحماية البيئة والتخطيط المكاني (Rwanga, et al, 2017).

مشكلة الدراسة

تعد مدينة أمّالج من المدن المميزة في موقعها الجغرافي، حيث تطل على ساحل البحر الأحمر، وتقع بموقع لوجستي يربطها بالجزء الشمالي الغربي من المملكة العربية السعودية ضمن النطاق الإداري لمنطقة تبوك، حيث تبلغ مساحة منطقة تبوك نحو ١٤٠,٠٠٠ كم^٢ (النشوان، ١٤٣٨هـ)، وتبلغ مساحة مدينة أمّالج نحو ١١٤ كم^٢. ويُقدّر عدد سكان منطقة تبوك وفق تعداد السكان للهيئة العامة للإحصاء لعام ٢٠٢٢م نحو ٨٨٦,٠٣٦ نسمة. وتمثل مدينة تبوك المرتبة الأولى سكاناً بمنطقة تبوك، بما يبلغ نحو ٥٩٤,٣٥٠ نسمة، ونسبة تبلغ نحو ٦٧,٠٧٪ من إجمالي سكان منطقة تبوك. في حين تمثل مدينة أمّالج المرتبة الثانية في ارتفاع عدد السكان، بنحو ٤٦,٢٢٩ نسمة بما يبلغ ٥,٢١٪ من سكان منطقة تبوك. (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠٢٢م). ونظراً للنمو المتزايد في عدد السكان فإن هذا ينعكس بشكل مباشر مع وجود الفرص الوظيفية، مثل: مشاريع التنمية العمرانية، ومشاريع الواجهات البحرية التي تستقطب السكان، وتكون عامل

جذب لهم إلى مدينة أمّالج، كما أن ذلك يؤدي إلى زيادة الطلب على الوحدات السكنية، مما يستوجب التوسع في النمو العمراني ومساحات المرافق الخدمية وتطوير البنى التحتية والتوسع في شبكات النقل والمواصلات؛ من أجل ذلك كله فإن الاهتمام بمعرفة الوضع الراهن للمدينة، من حيث طبيعة نموها العمراني، واتجاهات توسعها يعد مطلباً مهماً لتحليل طابع التنمية العمرانية، وما مرت به من تغيرات مكانية وزمانية مختلفة. ونظراً لأهمية ذلك فقد بدأ البحث الاستطلاعي لملاحظة طبيعة النمو العمراني من خلال التفسير البصري للمرتبات الفضائية كمرحلة أولى لتحديد مشكلة الدراسة لمدينة أمّالج خلال أربعة وعشرين سنة. ومن خلال تتبع مناطق النمو العمراني لمدينة أمّالج لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م فقد لوحظ مدى تفاوت مساحات النمو العمراني خلال مدة الدراسة، وكذلك مدى التشتت المكاني والتوسع غير المخطط للمساحات العمرانية والتغير المكاني للمناطق العمرانية، مما استوجب التركيز على تحليل هذه المشكلة من خلال السؤال الرئيس التالي: كيف يتم اكتشاف تغير المناطق العمرانية باستخدام خوارزميات التعلم الآلي في مدينة أمّالج؟ وللإجابة على هذا التساؤل ركزت الدراسة على الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما دور خوارزمية آلة دعم المتجهات في التحليل المكاني لتصنيف الغطاءات الأرضية ورصد التغير لمدينة أمّالج خلال مدة الدراسة؟

٢. هل هناك علاقة ما بين زيادة عدد عيّينات التدريب في خوارزمية آلة دعم المتجهات وزيادة الدقة للنتائج التحليلية الخاصة بها؟

أهمية الدراسة

الأهمية النظرية

تتمثل الأهمية النظرية لهذه الدراسة في استخدام تقنيات الجغرافية المتقدمة للذكاء الاصطناعي، التي تمثلت بتقنية نظم المعلومات الجغرافية باستخدام التصنيف من خلال خوارزمية آلة دعم المتجهات (SVM) لمدينة أمّالج. وهي إحدى خوارزميات التصنيف التي تعتمد على تعلم الآلة. وهي طريقة تصنيف خاضعة للإشراف من خلال إنشاء عيّينات التدريب لكل صنف من أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة. وتعد هذه الدراسة -على حد علم الباحثة- من أولى الدراسات التي ركزت على تصنيف الغطاء الأرضي (المناطق العمرانية، النبات، الصخور، الأراضي

الفضاء) لمدينة أملج خلال المدة من عام ٢٠٠٠م حتى عام ٢٠٢٤م، واكتشاف التغير للغطاء الأرضي للمدينة، ومدى تطور وتراجع هذه الأصناف خلال مدة الدراسة، التي تعد نتاجاً علمياً مهماً للمتخذين وصنّاع القرار في هيئات تخطيط المدن بالمملكة العربية السعودية، كما أنها مهمة للباحثين المختصين بالتخطيط الجغرافي العمراني كنواة علمية تفتح آفاقاً أمام دراسات العمران في المدن متوسطة الحجم، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية القائمة على حسابات رقمية دقيقة تعكس مدى صحة هذه البيانات وفق إجراءات حسابية ووفق خوارزميات رقمية تعتمد على الذكاء الاصطناعي كتعلّم الآلة في دقتها التحليلية.

الأهمية التطبيقية

تتمثل الأهمية التطبيقية للدراسة في التركيز على الكشف عن مدى دقة التقييم وفق نقاط تقييم مختلفة وعلاقته بزيادة عيّنات التدريب، بالإضافة إلى معالجة الفجوة بين استخدام المرئيات الفضائية مع التحليلات المكانية المرتبطة بالتصنيف لاكتشاف مدى تغير وتطور مساحات الغطاء الأرضي وفق كافة فئات التصنيف، وذلك من خلال استخدام خوارزميات التعلم الآلي المتمثلة في خوارزمية آلة دعم المتجهات (SVM)، مع وضع منهجية علمية دقيقة بدءاً من اختبار الموضوع، ومدة الدراسة حتى كشف التغير في الغطاء الأرضي وأصنافه، والتحقق من دقته من خلال إنشاء نقاط لتقييم الدقة وصولاً إلى إنتاج خرائط مُصنّفة للغطاءات الأرضية خلال مدة الدراسة.

أهداف الدراسة

١. إبراز دور خوارزمية آلة دعم المتجهات (SVM) في التحليل المكاني لتصنيف الغطاءات الأرضية، ورصد التغير بمدينة أملج خلال مدة الدراسة.
٢. الكشف عن العلاقة بين زيادة عدد عيّنات التدريب في خوارزمية آلة دعم المتجهات وزيادة الدقة للنتائج التحليلية الخاصة بها.

منطقة الدراسة

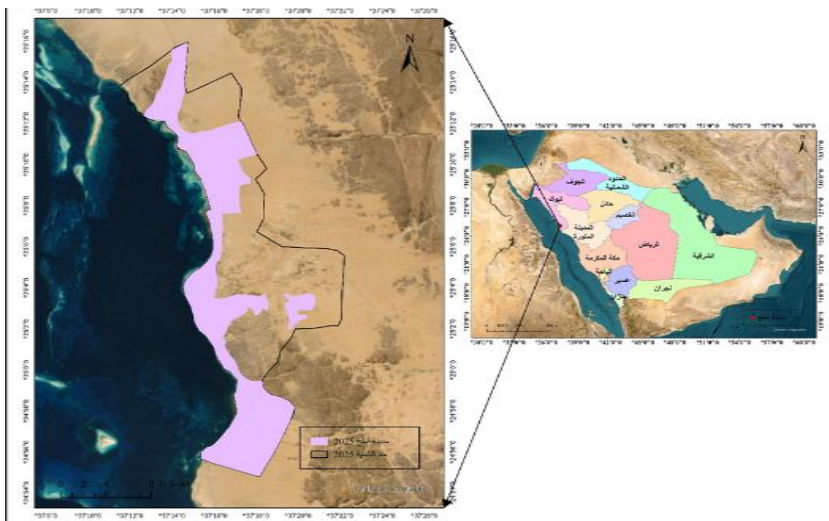
الحدود المكانية: تتمثل في الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة في مدينة أملج التي تقع في الشمال الغربي من المملكة العربية السعودية، وتتبع لمنطقة تبوك الإدارية، وهي مدينة ساحلية تطل على ساحل البحر الأحمر، يحدها شمالاً مدينة الوجه، ويحدها جنوباً مدينة ينبع، ويعد هذا الموقع ضمن

المواقع الاستراتيجية على خارطة المملكة العربية السعودية؛ لما تمتاز به من مقومات طبيعية، كالشواطئ البحرية، والأراضي الطبيعية، والبيئة الجبلية، وتبلغ مساحتها ١١٤ كم^٢. وتقع مدينة أمّالج وفق الموقع الفلكي عند خطّي العرض ٥٤-٢٤° و ١٦-٢٥° وخطّي الطول ٨-٣٧° و ٢٤-٣٧°. كما يتضح من خلال خريطة منطقة الدراسة. الشكل (١).

الحدود الزمانية: تتمثل في تصنيف الغطاءات الأرضية لمدينة أمّالج من عام ١٤٢٠هـ/ ٢٠٠٠م حتى عام ١٤٤٦هـ/ ٢٠٢٤م.

فئات التصنيف: المناطق العمرانية، النبات، الصخور، الأراضي الفضاء.

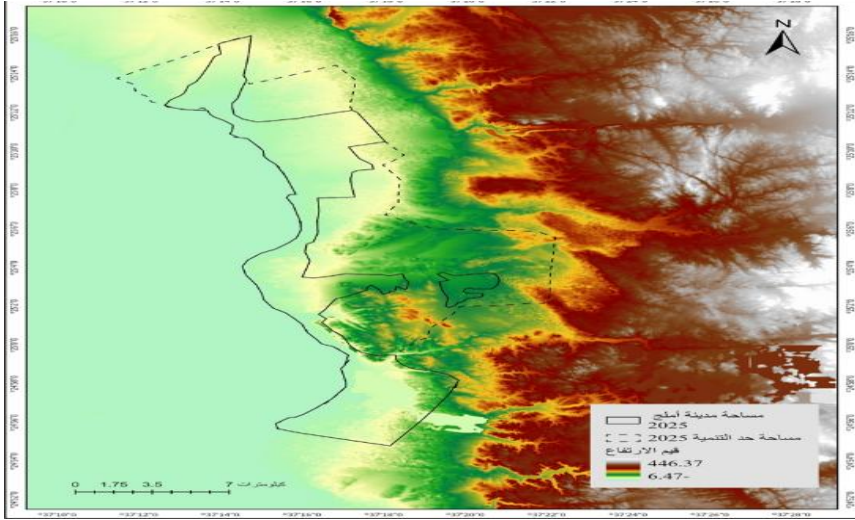
المساحة: تبلغ مساحة مدينة أمّالج نحو ١١٤ كم^٢، وتبلغ مساحة حد التنمية نحو ٢٣٩ كم^٢، وذلك من خلال قياسها بجدول البيانات بنظم المعلومات الجغرافية بعد رسمها اعتماداً على خريطة مدينة أمّالج وحدّ التنمية من خلال الخارطة الحضرية بوزارة الإسكان والبلديات لعام ٢٠٢٥م.



شكل (١): خريطة منطقة الدراسة

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

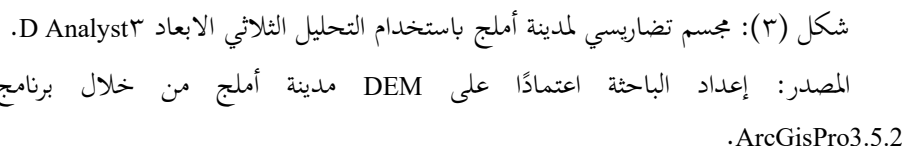
النمذجة التضاريسية ثلاثية الأبعاد: تتضح الخصائص الطبيعية للمنطقة من جهة الشرق حتى جهة الغرب، ويتضح كذلك مدى تفاوت قيم الارتفاع التي تراوحت بين أقل قيمة وتبلغ نحو - ٦,٤٧م عند خط ساحل البحر الأحمر، وأعلى قيمة تبلغ نحو ٤٤٦,٣٧م، في الجهة الشرقية المحاذية لمدينة أملج. الشكل (٢).



شكل (٢): خريطة الارتفاع الرقمي لمدينة أملج DEM

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

ويتضح من خلال الشكل (٣) خريطة ثلاثية الأبعاد لمدينة أملج من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2. حيث تم تنزيل DEM بعمق للبيكسل يبلغ نحو (٣٢ بت) و (١م)، من خلال Terrain، وهي من ضمن البيانات المتاحة في Living Atlas. ومن ثم قص منطقة الدراسة من خلال تصدير البيانات النقطية. حيث نتج عنه مجسم تضاريسي لمدينة أملج والحيز المكاني المجاور لها من الناحية الشرقية، الذي يتضح من خلاله مدى تنوع طبيعة أشكال السطح في مدينة أملج، التي تعطي انعكاساً مشابهاً ومقارباً لطبيعة الأرض من حيث المناطق المنخفضة والمناطق الأكثر ارتفاعاً.



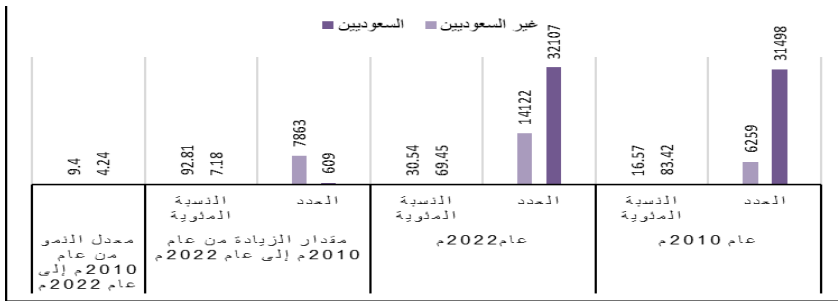
لقد تطور نمو السكان في مدينة أمّالج، وشهد زيادة متتالية، وذلك وفق بيانات الهيئة العامة للإحصاء للتعداد العام للسكان لعامي ٢٠١٠م، و٢٠٢٢م، حيث بلغ عدد السكان السعوديين لعام ٢٠١٠م نحو ٣١٤٩٨ نسمة، بنسبة تبلغ ٨٣,٤٢٪ من إجمالي السكان، وبلغ عدد السكان غير السعوديين في العام ذاته نحو ٦٢٥٩ نسمة، وبنسبة تقدر بنحو ١٦,٥٧٪، وإجمالي عدد السكان للعام ذاته يبلغ نحو ٣٧٧٥٧ نسمة. (النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن، ٢٠١٠م). أما في عام ٢٠٢٢م فقد بلغ عدد السكان السعوديين نحو ٣٢١٠٧ نسمة، بنسبة تبلغ ٦٩,٤٥٪ من إجمالي السكان، وبلغ عدد السكان غير السعوديين في العام ذاته نحو ١٤١٢٢ نسمة، وبنسبة تقدر بنحو ٣٠,٥٤٪، وإجمالي عدد السكان للعام ذاته بلغ نحو ٤٦٢٢٩ نسمة. (التعداد العام للسكان، ٢٠٢٢م). بإجمالي زيادة في عدد السكان من عام

٢٠١٠م إلى عام ٢٠٢٢م بلغ نحو ٨٤٧٢ نسمة. كما بلغ إجمالي معدل النمو السكاني بنحو ٥,١٪. كما يتضح من خلال الجدول (١) والشكل (٤).

جدول (١): تطور السكان في مدينة أملج من عام ٢٠١٠م حتى عام ٢٠٢٢م.

الصفة	عام ١٤٣١هـ/٢٠١٠م	عام ١٤٤٣هـ/٢٠٢٢م	مقدار الزيادة من عام ٢٠١٠م إلى عام ٢٠٢٢م		معدل النمو من عام ٢٠١٠م إلى عام ٢٠٢٢م	
الجنسية	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	النسبة المئوية	
السعوديين	31498	83.42	32107	69.45	7.18	4.24
غير السعوديين	6259	16.57	14122	30.54	92.81	9.4
المجموع	37757	100	46229	100	100	5.1

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن، ٢٠١٠م. وبيانات التعداد العام للسكان، ٢٠٢٢م. * مقدار الزيادة بطرح التعداد الأقدم من التعداد اللاحق. * معدل النمو يساوي (التعداد الأحدث / التعداد الأقدم) / عدد السنوات الفاصلة * ١٠٠



الشكل (٤): تطور اعداد السكان في مدينة أملج من عام ٢٠١٠م حتى عام ٢٠٢٢م.

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن، ٢٠١٠م. وبيانات التعداد العام للسكان، ٢٠٢٢م.

مصطلحات الدراسة

حدود النطاق العمراني: هي الخطوط المبينة بخرائط واثائق النطاق العمراني وفق قواعد تحديد النطاق العمراني المعتمدة، التي توضح مراحل التنمية العمرانية المختلفة، وحدّ حماية التنمية، وتمثل الحدود الملائمة لتوطين الأنشطة الحضرية واستيعاب النمو العمراني خلال فترة زمنية محددة. (المصطلحات البلدية، وزارة البلديات والأسكان، ٢٠٢٥م).

خوارزمية آلة دعم المتجهات Train Support Vector Machine Classifier: "نعد خوارزمية مصنّف SVM طريقة تصنيف خاضعة للإشراف. وهي مناسبة تمامًا لإدخال البيانات النقطية المجزأة، ولكن يمكنه أيضًا التعامل مع الصور القياسية، وهي طريقة تصنيف شائعة الاستخدام في مجتمع البحث. ومن مزاياها أن مصنّف SVM يحتاج إلى عينات أقل ولا يتطلب توزيع العينات بشكل طبيعي، كما أنه أقل عرضة للضوضاء والنطاقات المترابطة وعدد أو حجم غير متوازن لمواقع التدريب داخل كل فصل". ArcGIS Pro 3.5. Esri, 2025, Help Resources.

إنشاء نقاط تقييم الدقة Create Accuracy Assessment Points (Image Analyst): "تقوم هذه الأداة بإنشاء نقاط تم أخذ عينات منها عشوائيًا لتقييم دقة ما بعد التصنيف. وهي إحدى الممارسات الشائعة في تحديد مئات النقاط بشكل عشوائي، وتسمية أنواع تصنيفها من خلال الرجوع إلى مصادر موثوقة، مثل: العمل الميداني، أو التفسير البشري للصور عالية الدقة، ثم تتم مقارنة النقاط المرجعية بنتائج التصنيف في نفس المواقع". ArcGIS Pro 3.5. Esri, 2025, Help Resources.

حساب دقة التقييم من خلال مصفوفة الارتباك الحسائي Compute Confusion Matrix (Image Analyst): "عادة ما يستخدم سير عمل تقييم الدقة للأدوات الثلاث التالية بهذا الترتيب: إنشاء نقاط تقييم الدقة، وتحديث نقاط تقييم الدقة، ومصفوفة الارتباك الحسائي. وتحسب هذه الأداة مصفوفة الارتباك باستخدام نقاط تقييم الدقة العشوائية، ويتم إنشاء نقاط تقييم الدقة بواسطة أداة إنشاء نقاط تقييم الدقة، ويتم تحديثها بواسطة أداة تحديث نقاط تقييم الدقة. وتضمن هاتان الأداة أن كل نقطة سيكون لها قيم فئة صالحة للحقلين Classified وGrndTruth. وهذان الحقلان كلاهما نوعان من الحقول الصحيحة الطويلة، وتحسب الأداة دقة

المستخدم، ودقة المنتج لكل فئة، بالإضافة إلى مؤشر كابتا العام للاتفاق. وتتراوح معدلات الدقة هذه من ٠ إلى ١ حيث يمثل ١ دقة بنسبة ١٠٠ بالمائة". ArcGIS Pro 3.5. Esri,2025, Help Resources.

تقنية معالج اكتشاف التغيير Detect pixel value change: "يعد اكتشاف التغيير مطلباً أساسياً للاستشعار عن بُعد، والمعالجة النقطية. وهي عملية مقارنة البيانات النقطية أو الصور المتعددة التي تم التقاطها لموقع واحد في أوقات متعددة لتحديد وحدات البيكسل التي تغيرت بسبب التغييرات طويلة الأجل، أو الموسمية، أو المفاجئة، حيث يتم من خلال البرنامج مقارنة البيانات النقطية، وتحديد حجم التغيير ونوعه باستخدام الأدوات ووظائف البيانات النقطية المتوفرة مع ملحق محلل الصور من خلال تغيير قيمة البيكسل: وهو حساب الفرق في قيم البيكسل بين نقطتين متصلتين". ArcGIS Pro 3.5. Esri,2025, Help Resources.

مناهج الدراسة

المنهج التاريخي: يتمثل هذا المنهج في تتبع النمو العمراني لمدينة أملج، حيث تركز الدراسة على المدة الزمنية من عام ٢٠٠٠م/١٤٢٠هـ، إلى عام ٢٠٢٤م/١٤٤٦هـ؛ للوصول إلى الكشف التغييرات الزمانية والمكانية التي حدثت في منطقة الدراسة، ورصد ما تطور من تغيير في الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة.

المنهج المقارن: ركزت هذه الدراسة على مقارنة مساحات فئات التصنيف للغطاء الأرضي: (المناطق العمرانية، النبات، الصخور، الأراضي الفضاء) لكل من عام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م، ورصد مدى تطورها خلال مدة الدراسة، ومقارنتها مع بعضها البعض، ومقارنة الحيز المكاني للمدينة، وتبع مدى تطور النمو العمراني، وزيادة مساحة النبات، وما حدث من تغييرات مكانية أثرت في المناطق الطبيعية للأراضي الفضاء والصخور في مدينة أملج، كما قارنت الدراسة بين نتائج مؤشرات الدقة المختلفة مثل: دقة المستخدم، ودقة المنتج، ومعامل كابتا، وفاعلية كل مؤشر في دقة التقييم.

منهج التحليل المكاني: اعتمدت الدراسة في هذا المنهج على تحليل وتفسير وتعليل التغييرات المساحية لمساحات المناطق العمرانية والأصناف الأخرى للغطاء الأرضي في مدينة أملج خلال

مدة الدراسة، واستخدمت الدراسة خلال هذا المنهج تقنية نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني من خلال أدوات المعالجة الجغرافية المختلفة، وصور المرئيات الفضائية باعتبارها داعمًا رئيسًا للحصول على نتائج البيانات التحليلية التي تكشف واقع النمو العمراني في مدينة أملج، واعتمدت في ذلك على خوارزميات التعلم الآلي والمتمثلة في خوارزمية آلة دعم المتجهات SVM، التي يتم من خلالها مراقبة ورصد تغير الغطاء الأرضي ومدى تطور النمو العمراني ضمن تقنية نظم المعلومات الجغرافية، والكشف عن التغيرات المكانية لكافة أصناف الغطاء الأرضي ومدى تطور، أو تراجع كل صنف خلال مدة الدراسة.

الدراسات السابقة

تنوع خوارزميات التعلم الآلي المستخدمة في تصنيف البيانات كخوارزمية الاحتمالية القصوى Maximum Likelihood، والتي تفترض أن العينات في كل فئة تتبع التوزيع الطبيعي، وتحسب احتمالات جميع الفئات لكل عينة، ثم يمين الفئات ذات الاحتمالية الأعلى لتلك الفئة. وتعرف خوارزمية الأشجار العشوائية Random Trees بأنها عبارة عن مجموعة من أشجار القرار الفردية يتم فيها إنشاء كل شجرة من عينات التدريب، ومجموعات فرعية مختلفة من بيانات التدريب. الفكرة وراء استدعاء أشجار القرار هذه هي أنه لكل بكسل يتم تصنيفه، يتم اتخاذ عدد من القرارات بترتيب الأهمية. في حين تعد خوارزمية Support Vector Machine آلة قرار تقدم نهجًا لحل مشكلات التعلم الآلي، نظرًا لأساسها الرياضي، وتبني حلها من خلال مجموعة فرعية من مدخلات التدريب. كما تحاول العثور على متجهات الدعم والمستوى الفائق للفصل بين كل مجموعة من الفئات لزيادة الهامش بين الفئات المختلفة، وهي توفر طريقة تصنيف قوية خاضعة للإشراف. كما تعد مصفوفة الارتباك أفضل مؤشر على جودة أداء تصنيف العينات. وتحتاج إلى عدد عينات أقل بكثير من مصنف الاحتمالية القصوى. وتمتاز خوارزمية svm بعدد من المزايا منها أنها تحتاج لعدد أقل من عينات التدريب وهي أقل عرضة للوضوء من حيث النطاقات المترابطة والعدد والحجم غير المتوازن من عينات التدريب داخل كل فئة معينة. ArcGIS Pro 3.5، Esri, 2025، Help Resources. وتطرق العديد من الدراسات لخوارزميات التعلم الآلي ودورها في التحليل المكاني. حيث درس الغامدي (٢٠٠١م): تحليل المركبات الأساسية كأسلوب لاكتشاف التغير في غطاءات واستعمالات الأراضي باستخدام معلومات الأقمار الصناعية ونظم المعلومات

الجغرافية، وطُبِّقَت الدراسة على بيانات القمر الصناعي الفرنسي SPOT؛ معتمدة في ذلك على أربع طرق متنوعة وهي: طريقة العتبة، والتصنيف المدمج، والتصنيف المدمج الانتقائي، والتصنيف المفرد الانتقائي. وتوصلت الدراسة إلى أن هذا الأسلوب يعطي نتائج مُرضية للكشف عن التغيير الكمي والنوعي لاستخدامات وغطاءات الأراضي في مدينة مكة المكرمة، وأوضحت أن التغيير شمل معظم أنحاء مدينة مكة المكرمة، وتركز معظم هذا التغيير في الإنشاءات العامة في شمال المدينة.

وناقش Shyamantha, et al (٢٠١٦م): تحليل النمو المكاني والزمني للمنطقة الحضرية في سريلانكا للمدة الزمنية من عام ١٩٩٢م حتى عام ٢٠١٤م، باستخدام بيانات الاستشعار عن بُعد، واستخدمت كذلك تصنيف خرائط استخدامات الأراضي لمنطقة كولومبو الحضرية للأعوام ١٩٩٢م، ٢٠٠١م، ٢٠١٤م، وتوصلت الدراسة إلى زيادة مساحة الأراضي المبنية في المنطقة، حيث زادت بما يبلغ نحو ٢٤,٧١١ هكتارًا، وذلك خلال ٢٢ سنة؛ من ١١,١٦٥ هكتارًا عام ١٩٩٢م إلى ٣٥,٨٧٦ هكتارًا عام ٢٠١٤م؛ بمعدل ١,٢٣ هكتارًا سنويًا، كما كشفت نمذجة المناطق الحضرية منخفضة الكثافة أنه بحلول عامي ٢٠٣٠م و٢٠٥٠م ستزداد مساحة الأراضي المبنية من منطقة العاصمة المركزية إلى ٤٢٥٠٠ هكتارًا و٥٦٠٠٠ هكتارًا على التوالي، مؤكدة على مدى قيمة هذه المعلومات الخاصة بالدراسة في معرفة التحديات التي تواجه التنمية العمرانية المستدامة في المستقبل.

وحلل ALGarouani, et al (٢٠١٧م): العلاقة بين التحضر والتغيرات في استخدامات الأراضي وتأثيرها على المشهد الحضري في مدينة فاس بالمغرب، معتمدة في ذلك على صور الأقمار الصناعية وبيانات التعداد السكاني لتحديد أنماط مختلفة من تغيير استخدام الأرض نحو المدينة، حيث امتدت مدة الدراسة للفترة ما بين ١٩٨٤م و٢٠١٣م، واستخدمت الدراسة برنامجي Erdas Imagine و ArcGis للوصول إلى كشف التغيرات خلال ٢٩ سنة، وتوصلت الدراسة إلى زيادة مساحة الأراضي العمرانية الحضرية بنحو ١٢١٪ وانخفاض في الغطاء الزراعي والغابات بنسب متوالية من ١١٪ إلى ٣٪.

كما قيّم شعبان وآخرون (٢٠٢٠م)، دقة طرق التصنيف المراقب وغير المراقب لمريئة Landsat8 الخاصة بعام ٢٠١٧م، وتمثلت منطقة الدراسة بمدينة طرطوس، كما ركزت الدراسة

على تقييم طرق التصنيف وتحديد الطريقة الأدق، وأكدت الدراسة على أن طريقة الاحتمالية العظمى من خلال التصنيف المراقب توصلت لأفضل النتائج مقارنة مع باقي طرق التصنيف المراقب وغير المراقب، وأوصت الدراسة بعمل المزيد من الدراسات التي تهدف إلى تقييم طرق التصنيف المتنوعة، واختبار مدى دقتها من خلال مختلف المربيات الفضائية للأقمار الصناعية المختلفة.

ورصد Ramadan,Taiema (٢٠٢١م): اتجاهات النمو العمراني في مدينة الرقازيق بدولة مصر؛ وذلك بالاعتماد على تقنيات الجيوماتكس، واستخدمت الدراسة لتحقيق أهدافها في قياس وفحص اتجاهات النمو العمراني على صور الأقمار الصناعية Landsat5.7.8 للأعوام ١٩٨٤م، ٢٠٠٠م، ٢٠١٩م، وتوصلت هذه الدراسة إلى زيادة المساحة المبنية بمقدار ١٤,٨١ كم^٢، مما أدى إلى تناقص الأراضي الزراعية والخصبة في المنطقة، وأوصت الدراسة صانعي القرار باتخاذ إجراءات محددة لضمان النمو والتطور العمراني المستقبلي وفق نتائج اتجاهات النمو العمراني في منطقة الدراسة.

وكشف الشقور، زريقات (٢٠٢٢م)، عن إيجاد تصنيف لأنماط الغطاء الأرضي في محافظة الكرك، وذلك باستخدام طريقة التصنيف المراقب للمربيات الفضائية للمدة من ١٩٨٦م حتى ٢٠١٧م، من خلال تقنية نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بُعد، لكلٍ من الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي؛ للوصول إلى الكشف عن مدى التغير في منطقة الدراسة، ومعرفة العوامل المؤثرة في ذلك. وقد شملت الدراسة ست أصناف، وتوصلت إلى عدد من النتائج منها: وجود تغير في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض، حيث بلغت نسبة التغير في الأراضي المبنية ما يقارب نحو ١٣٥,٣٥٪. كما أوصت بالحد من التوسع العمراني باتجاه الأراضي الزراعية.

واهتم ALjaddani, et al (٢٠٢٢م): بالتعرف على أنماط واتجاهات النمو العمراني في المناطق الإدارية في المملكة العربية السعودية باستخدام سلسلة زمنية من صور الأقمار الصناعية Landsat لمدة زمنية تمتد من عام ١٩٨٥م حتى عام ٢٠١٩م، بما يمثل ٣٥ عاماً، ووضع تقييمًا لأخذ العينات لمختلف المربيات الفضائية الخاصة بالدراسة، وكشفت النتائج أن المناطق الإدارية شهدت نموًا حضاريًا هائلًا، وأن النمو العمراني في عام ٢٠١٩م كان ضعف مساحته في عام ١٩٨٥م.

وأما دراسة (Ahmadi, et al ٢٠٢٣م)، فقد ركزت على الاستفادة من تكنولوجيا المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بُعد؛ بهدف تقييم التغييرات في استخدام الأراضي، وقياس مدى التمدد العمراني في مدينة كابول عاصمة أفغانستان، وذلك خلال المدة من عام ١٩٩٣م إلى عام ٢٠٢١م. حيث استخدمت الدراسة Landsat5,8 للأعوام ١٩٩٣م و٢٠٠٨م، و٢٠٢١م، وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج التفصيلية لمساحات النمو العمراني والغطاء النباتي، أبرزها: أن المساحة المبنية زادت بشكل كبير خلال مدة الدراسة من ١٣٧,٧ كم^٢ إلى ٣٦٤,٨ كم^٢، مما يشير إلى زيادة تقدر بنحو ٢٢٧,٢ كم^٢ من التوسع العمراني خلال مدة الدراسة، وانخفاض مساحات الغطاء النباتي من ٢٠٨,٥ كم^٢ إلى ١٢٦,٦ كم^٢، مما يشير إلى انخفاض قدرة - ٨١,٩ كم^٢.

وركز حسين وآخرون (٢٠٢٤م)، على تقييم أثر الدقة المكانية للمرئيات الفضائية في تصنيف الغطاءات الأرضية لمركز ومدينة نجع حمادي بمصر، وذلك لفترة زمنية تمتد من ١٩٩٠م حتى ٢٠٢٠م. حيث اهتمت بمعرفة مدى الدقة عن طريق دقة المستخدم، ودقة المنتج، والدقة الكلية، ومعامل كappa، بهدف توضيح أيهما أفضل من حيث الدقة المكانية. واعتمدت الدراسة على المنهج الموضوعي والمنهج التاريخي والسببي، كما استخدمت تقنيّ نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعد. وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج منها: تفاوت مستوى الدقة فيما بين المؤشرات المختلفة نتيجة لاختلاف مستوى الدقة المكانية لكل مرئية عن أخرى، وأثبتت الدراسة وجود تباين في مساحات الغطاءات الأرضية لمنطقة الدراسة بعضها بالزيادة وبعضها بالنقص، حيث بلغت مساحة العمران لعام ١٩٩٠م نحو ٣٦٩٦,٣ فداناً، بنسبة ٤,٠٪، في حين بلغت لعام ٢٠٢٠م نحو ٦٣٥٨,٠ فداناً، بنسبة ٦,٨٪. كما أوصت الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في دراسات اكتشاف التغير للأغطية الأرضية.

وأعدت Sahin, et al (٢٠٢٤م): خريطة ملائمة لاستخدام الأراضي الحضرية في منطقة مرسين بتركيا، معتمدة في ذلك على صور الأقمار الصناعية وعدد من الخوارزميات لقياس تعييرات استخدام الأرض والغطاء الأرضي ومحاكاة النمو الحضري حتى عام ٢٠٢٧م، حيث كشفت النتائج عن الأنماط المكانية للملاءمة الأرضي والنمو الحضري المتوقع، مما يساعد صانعي القرار على اختيار المناطق المثلى للتنمية مع الحفاظ على السلامة البيئية، واتضح من خلال خريطة الملاءمة

الحضرية تلبية احتياجات الاستخدام لعام ٢٠٢٧م أن ٢٢٤٧,٣ هكتارًا من مناطق التحضر الجديدة المحتملة تظهر ملائمة عالية جداً للتوسع الحضري، بينما ما يقارب نحو ٧٤٤٠,١٢ هكتارًا يُصنّف ضمن مناطق الملاءمة المنخفضة جداً.

ورصد (Alzahrani, et al ٢٠٢٤م): النمو العمراني لمدينة الباحة باستخدام صور الأقمار الصناعية، ونظم المعلومات الجغرافية للفترة من عام ٢٠٠٦م إلى عام ٢٠٢١م، حيث هدفت الدراسة إلى الكشف عن التغيرات في شكل النمو العمراني خلال مدة الدراسة، وهل حدثت أي تغيرات في توزيع الغطاء الأرضي لنفس المدة، مع الإشارة إلى العوامل المساهمة في التغيرات العمرانية وتغير استخدام الأرض للمدينة خلال هذه المدة. واعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني لصور الأقمار الصناعية من خلال الدمج بين نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعد للوصول إلى نتائج الدراسة التي كان من أبرزها: نمو مساحة المدينة بنسبة ٢٢١٪ من عام ٢٠٠٦م إلى عام ٢٠٢١م، وزادت المناطق الحضرية من ٦٠ كم^٢ إلى ١٣٣ كم^٢، مما يشير إلى زيادة التوسع العمراني في المدينة. وأوصت الدراسة بوضع مخطط شامل للمنطقة يدعم الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإمكانية تحقيق توازن في النمو الحضري للمنطقة.

وكشف (Adhikari, et al ٢٠٢٤م): عن مدى التوسع الحضري في مدينة رانجبور في دولة بنغلادش من عام ٢٠٠٣م إلى عام ٢٠٢٣م من خلال استخدام التقنيات الجغرافية كنظم المعلومات الجغرافية وصور الأقمار الصناعية Landsat، واستخدام التصنيف الخاضع للإشراف. وذلك للكشف عن النمو العمراني في المنطقة. وتضمنت النتائج زيادة في معدل التوسع ومؤشر كثافة التوسع الحضري وطرق قياس المناطق الطبيعية في مدة الدراسة، ووصل إلى ما نسبته ١٦,٥٪ في عام ٢٠٢٣م، أي بزيادة قدرها ١٦ ضعفاً على مدى عقدين، كما تشير هذه النتائج إلى النمو العمراني العشوائي والمتفرق مما يشكل تحديات تواجه التنمية المستدامة في المنطقة.

وقاس (Mishra, Maity ٢٠٢٤م): التغيرات في الغطاء الأرضي وتحليل ذلك على مدى ٢٤ عاماً؛ من عام ١٩٩٩م إلى عام ٢٠٢٣م، في منطقة لكتناو بالهند، وركزت على دراسة فئات مختلفة، كالمساحات المبنية، والأراضي الزراعية، والمسطحات المائية، والغطاء النباتي، والأراضي الطبيعية البور باستخدام عدد من المؤشرات لتحقيق أهداف الدراسة، وتوصلت الدراسة إلى زيادة ملحوظة في المساحة المبنية من ٩,٠٤٪ في عام ١٩٩٩م إلى ٢٥,٩١٪ في عام ٢٠٢٣م.

واستخدمت صور الأقمار الصناعية لرصد التغيرات في استخدام الأرض، وأشارت الدراسة إلى وجود نمط حضري كثيف يؤدي إلى زيادة المساحة المبنية، وتقلص الغطاء النباتي، وتغيرات في استخدامات الأراضي مرتبطة بالزيادة السكانية، وتوسعات البنية التحتية. وتؤكد هذه الدراسة على الحاجة إلى التخطيط الحضري المستدام لتحقيق التوازن بين التنمية الحضرية والحفاظ على البيئة.

وناقش أحمد، رشا (٢٠٢٥م) مدى فاعلية النمذجة المكانية للتوسع العمراني المستدام لمدينة أطفح، واستخدمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وعمليات التعلم العميق لدراسة وتحليل التغيرات العمرانية المستقبلية في مدينة أطفح بمحافظة الحيزة بمصر. واعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، والمنهج التاريخي، والنظري التحليلي، والمنهج الاستقرائي، وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج منها: أهمية دور النماذج الجغرافية في التنبؤ، وتحديد المناطق المناسبة للتوسع، مع ضرورة وجود استراتيجيات تخطيط للمنطقة بشكل شامل للحد من التوسع العشوائي.

وطبق Koko (٢٠٢٥م): منهجيات المعلومات الجغرافية المكانية، وذلك بنمذجة النمو العمراني في مدن نيجيريا، ودور نظم المعلومات في اتخاذ القرارات المستنيرة لتحقيق التنمية المستدامة. وحللت الدراسة عددًا من أساليب النمذجة القائمة على نظم المعلومات الجغرافية منها: نماذج الأتمتة الخلوية، والتقييم متعدد المعايير، وأسلوب ماركوف، وعملية التحليل التسلسلي الهرمي. مشيرة إلى أهمية التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بُعد. وأظهرت النتائج مدى قدرة استخدام التقنيات المختلفة المعتمدة على نظم المعلومات كمنهج فعال في معالجة التأثير السلبي للتحصّر السريع في المراكز الحضرية والمدن، وأن الدمج بين هذه التقنيات يبين صحة وموثوقية هذه النماذج التنبؤية. وأوصت الدراسة بالاستفادة من التقنيات الجغرافية المكانية في تحسين الإدارة الحضرية والتنمية العمرانية المستدامة.

التعليق على الدراسات السابقة:

يلاحظ من خلال استعراض الدراسات السابقة مدى أهمية التكامل بين التقنيات الجغرافية كنظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعد، وصور الأقمار الصناعية، ودورها الفاعل في الكشف عن التغيرات العمرانية، ورصد وقياس مساحات هذه التغيرات مع اختلاف الأساليب

والطرق المتبعة لتحقيق أهداف كل دراسة، حيث تعد هذه الدراسات ثرية في أسلوبها ومنهجيتها العلمية، ومرتبطة بالجمال الموضوعي للدراسة الحالية. وقد تميزت الدراسة الحالية بالاعتماد على آلة دعم المتجهات، ومقارنة نتائجها على مدى سنوات مختلفة، كما ركزت الدراسة على الكشف عن مدى التغيرات في الغطاءات الأرضية لمدينة أمّالج من حيث مدى تراجعها أو تطورها، واكتشاف المناطق التي لم يحدث فيها أي تغيير خلال مدة الدراسة، وتحليل نتائجها إحصائياً، مع التأكيد على مدى فاعلية هذه التقنية في كشف تطور النمو العمراني لمدينة أمّالج، كما قارنت الدراسة من خلال إنشاء نقاط تقييم الدقة بين أعداد مختلفة لكل أصناف الغطاءات الأرضية، واكتشاف مدى فاعلية زيادة عينات التدريب، وزيادة عدد نقاط تقييم الدقة في اختلاف مؤشرات تقييم الدقة كمؤشر دقة المستخدم، ومؤشر دقة المنتج، ومؤشر كايا.

مصادر البيانات:

تنوّعت مصادر البيانات الخاصة بالدراسة ما بين المصادر الرقمية والمصادر المكتبية، حيث تمثلت المصادر الرقمية في الحصول على البيانات من خلال المنصّات الرقمية التالية:

١. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية: تم تحميل المرئيات الفضائية لمدينة أمّالج من خلال موقعها الإلكتروني، وتمثلت في المرئية الفضائية Landsat5 لعام ٢٠٠٠ م والمرئية الفضائية Landsat8 لعام ٢٠٢٤ م.

٢. الهيئة العامة للإحصاء: تم جمع البيانات الخاصة بتطور أعداد السكان وفق الجنسية (السعوديين وغير السعوديين) لمدينة أمّالج لعام ٢٠١٠ م، وعام ٢٠٢٢ م، ووفق النوع (الذكور والإناث).

٣. الخارطة الحضرية من خلال خدمات منصة بلدي وتم الحصول على خريطة مدينة أمّالج وحدودها المكانية من خلال خدمة الخارطة الحضرية.

٤. برنامج Diva-GIS وتم من خلاله تحميل الحدود الإدارية للمملكة العربية السعودية، لرسم خريطة المملكة العربية السعودية وإنتاجها.

كما اشتملت الدراسة على عدد من البيانات المكتبية تمثلت في الدراسات العربية والأجنبية، التي ارتبطت بموضوع الدراسة ومجاله.

الخطوات العملية لإعداد الدراسة

١. اختيار مشكلة البحث، ومنطقة الدراسة، ومدتها الزمنية.
٢. جمع البيانات الرقمية من المنصات المختلفة.
٣. جمع البيانات المكتبية.
٤. تحميل المرئية الفضائية Landsat5 لعام ٢٠٠٠م.
٥. تحميل المرئية الفضائية Landsat8 لعام ٢٠٢٤م.
٦. فك الضغط لكل مرئية واستخراجها من المجلد، وفرز بياناتها الوصفية، كما يتضح من خلال الجدول (٢).

جدول (٢): بيانات المرئيات الفضائية لمدينة أملج خلال مدة الدراسة

العام	1420هـ / 2000 م	1446هـ / 2024 م
القمر الصناعي	Landsat5	Landsat8
المستشعر	TM	OLI_TIRS
عدد النطاقات الطيفية	7	11
التاريخ	12/3/2000	27/12/2024
الدقة المكانية	30م	30م

المصدر: إعداد الباحثة من خلال البيانات الوصفية للمرئيات من خلال موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية

٧. دمج النطاقات الخاصة بكل مرئية بحيث تكون كأنها مرئية واحدة يتم العمل عليها، وكل عام على حدة.

٨. رسم حدود مدينة أملج وحدّ التنمية لعام ٢٠٢٥م، وذلك بعد الحصول عليها من خدمة الخارطة الحضرية وإرجاعها جغرافيًا وفق النظام الإحداثي للمسقط WGS1984 UTM Zone37N.

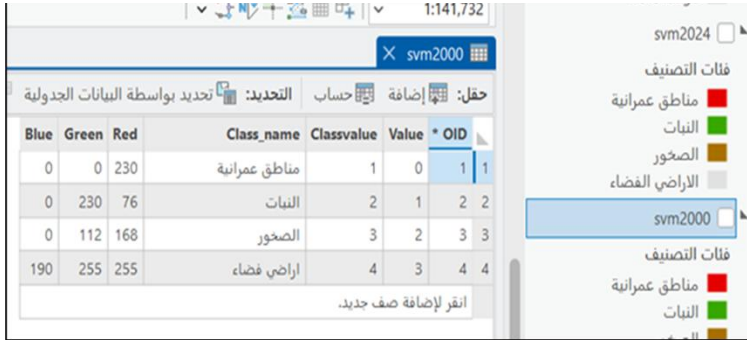
٩. تغير التركيب اللوني إلى ٧,٣,١ لكل مرئية على حدة، بحيث تعطي انعكاسًا أوضح لطبيعة الغطاء الأرضي، وأقرب للواقع، وتساعد على سهولة تصنيف غطاء الأرض عند أخذ عيّينات التدريب.

١٠. اقتصاص المرئيات بعد عمليات التحسين والمعالجة السابقة، بحيث يكون المجال المكاني لكل مرئية وفق حدود منطقة الدراسة.

١١. تحديد فئات التصنيف الخاصة بالدراسة، ويعد من نوع التصنيف الخاضع للإشراف، وتمثلت في أربع فئات لتصنيف الغطاءات الأرضية؛ الفئة الأولى كانت في فئة المناطق العمرانية التي تشمل المباني، والطرق، وغيرها من الاستخدامات البشرية التي ارتبطت بطرق النقل والمواصلات ومراكز الخدمة المختلفة، كالمساجد، والمستشفيات، والمدارس، والمصانع، وتدخل جميعها في الإنشاءات العمرانية المختلفة. وشملت الفئة الثانية النبات الذي يتضمن النباتات الطبيعية التي تنمو دون أي تدخل بشري، وكذلك النباتات التي ارتبطت بالتدخل البشري، كالمزارع، والمساحات الخضراء. وجاءت الفئة الثالثة لفئة الصخور التي تمثلت بالجبال والمناطق الصخرية في منطقة الدراسة. والفئة الرابعة للأراضي الفضاء، وهي الأراضي الطبيعية التي لم يحدث عليها أي تغيير، وتعد أراضي على طبيعتها لم يصل إليها التمدد العمراني، وتخلو من أي استخدامات مختلفة.

١٢. إنشاء جدول التصنيف وتحديد فئات التصنيف، والبدء بجمع عيّينات التدريب لكل فئة من أصناف الغطاء الأرضي على حدة، وتم تطبيق هذه الخطوة كذلك على المرئية الفضائية Landsat5 لعام ٢٠٠٠ م والمرئية الفضائية Landsat8 لعام ٢٠٢٤ م.

١٣. إجراء تصنيف خوارزميات التعلم الآلي وفق خوارزمية آلة دعم المتجهات SVM لعام ٢٠٠٠ م وعام ٢٠٢٤ م، كما يتضح من خلال الشكل (٥) والشكل (٦).

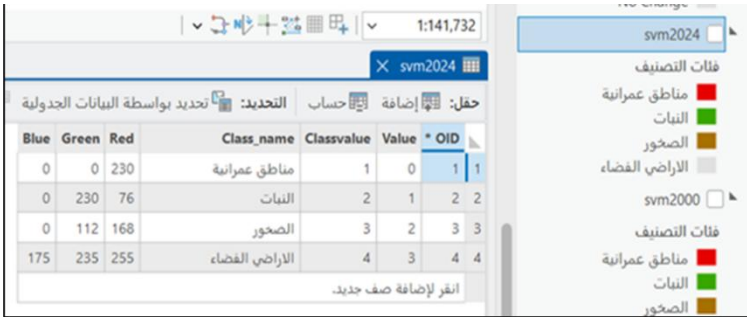


The screenshot shows the ArcGIS Pro interface with the SVM2000 classification results table and legend. The table has columns for Blue, Green, Red, Class_name, Classvalue, Value, and *OID. The legend on the right shows the classification results for SVM2000, with categories: مناطق عمرانية (Urban), النبات (Vegetation), الصخور (Rock), and الأراضي الفضاء (Empty land).

Blue	Green	Red	Class_name	Classvalue	Value	*OID
0	0	230	مناطق عمرانية	1	0	1 1
0	230	76	النبات	2	1	2 2
0	112	168	الصخور	3	2	3 3
190	255	255	أراضي فضاء	4	3	4 4

الشكل (٥): جدول البيانات لخوارزمية svm لعام ٢٠٠٠م

المصدر: اعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.



The screenshot shows the ArcGIS Pro interface with the SVM2024 classification results table and legend. The table has columns for Blue, Green, Red, Class_name, Classvalue, Value, and *OID. The legend on the right shows the classification results for SVM2024, with categories: مناطق عمرانية (Urban), النبات (Vegetation), الصخور (Rock), and الأراضي الفضاء (Empty land).

Blue	Green	Red	Class_name	Classvalue	Value	*OID
0	0	230	مناطق عمرانية	1	0	1 1
0	230	76	النبات	2	1	2 2
0	112	168	الصخور	3	2	3 3
175	235	255	الأراضي الفضاء	4	3	4 4

الشكل (٦): جدول البيانات لخوارزمية svm لعام ٢٠٢٤م

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

١٤. قياس مساحة كل فئة من أصناف الغطاء الأرضي لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م، بعد المعالجة الجغرافية من خلال جدول البيانات كما يتضح من خلال الشكل (٧) والشكل (٨).

2000RasterT_Classif2

حقل: إضافة حساب التحديد: تحديد بواسطة البيانات الجدولية تغيير مقياس

مساحة	Shape_Area	Shape_Length	gridcode	Id	*Shape	* OBJECTID
15	14950002.646193	884061.998878	0	1	مضلع	1 1
28	28330512.090189	1154065.557591	1	2	مضلع	2 2
47	46727822.752357	1099890.078132	2	3	مضلع	3 3
149	149202811.981768	1778751.140878	3	4	مضلع	4 4

انقر لإضافة صف جديد.

الشكل (٧): جدول قياس مساحات الغطاءات الأرضية لعام ٢٠٠٠ م بعد المعالجة الجغرافية المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

20242RasterT_Classif4 2000RasterT_Classif2

حقل: إضافة حساب التحديد: تحديد بواسطة البيانات الجدولية تغيير مقياس

المساحة	Shape_Area	Shape_Length	gridcode	Id	*Shape	* OBJECTID
51	51429865.902302	1866771.759694	0	1	مضلع	1 1
32	31546853.200891	1142257.537474	1	2	مضلع	2 2
30	30173013.45631	677993.467472	2	3	مضلع	3 3
126	126064044.719289	1795620.873564	3	4	مضلع	4 4

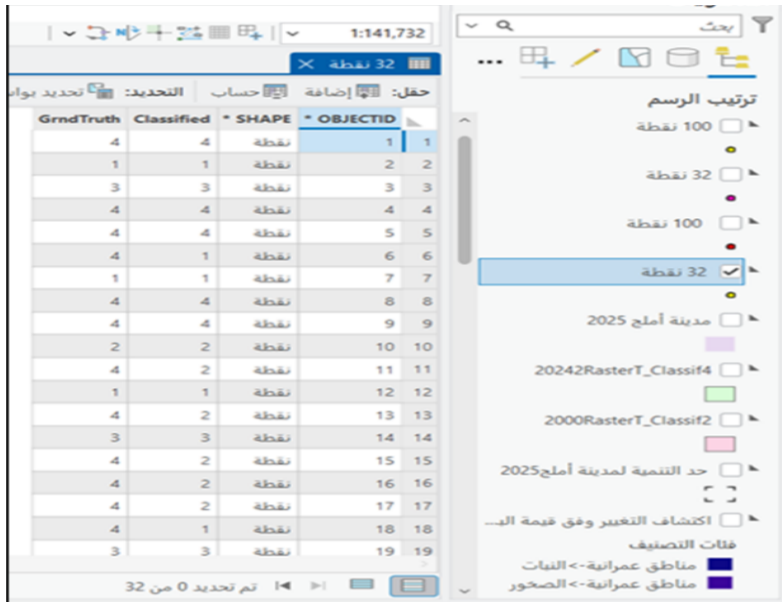
انقر لإضافة صف جديد.

الشكل (٨): جدول قياس مساحات الغطاءات الأرضية لعام ٢٠٢٤ م بعد المعالجة الجغرافية المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

١٥. التحقق من صحة ودقة خوارزميات تصنيف الغطاء الأرضي لعام ٢٠٠٠ م وعام ٢٠٢٤ م، من خلال إنشاء نقاط تقييم الدقة.

١٦. إنشاء نقاط تقييم الدقة على خرائط التصنيف المنتجة من خوارزمية آلة دعم المتجهات، وذلك لعامي ٢٠٠٠ م و ٢٠٢٤ م من خلال اختيار طريقة العينة العشوائية المتساوية بـ ٣٢ نقطة تقييم، بحيث يكون لكل صنف ٨ نقاط تحقق، و ١٠٠ نقطة تقييم، بحيث يكون لكل صنف ٢٥ نقطة تحقق، والمقارنة بين نتائجها المختلفة، وطُبِّقت على كلٍّ من المرئية الفضائية لمدينة أمّ لُج لعام ٢٠٠٠ م، وكذلك عام ٢٠٢٤ م.

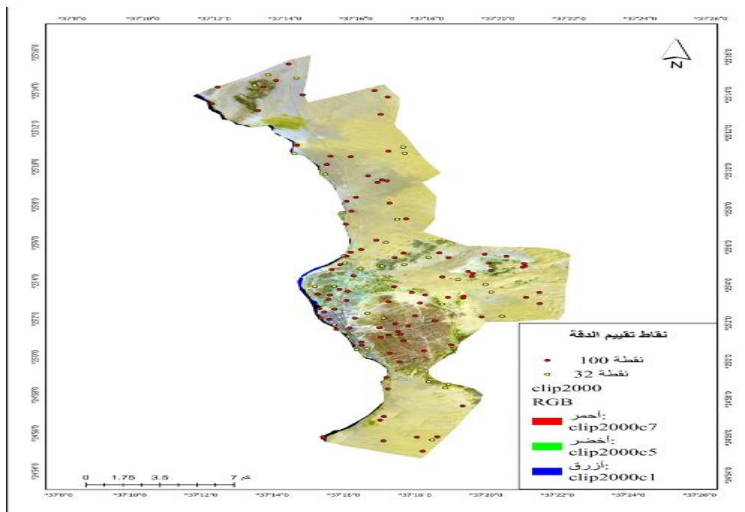
كما يتضمن جدولاً للبيانات يشمل إجمالي نقاط الدقة، وكذلك عموداً لنقاط البيانات المصنفة العشوائية وعموداً آخر للبيانات المرجعية الصحيحة. كما يتضح من خلال الشكل (٩)، بعد ذلك تم التأكد من كل نقطة على حدة ومطابقتها من حيث المطابقة لموقعها على المرئية الفضائية الأساسية كنقاط مرجعية صحيحة، وتم تحديث كافة النقاط العشوائية بحيث تتم معرفة موقع كل نقطة على الخريطة المصنّفة، وضمن أي صنف من الأصناف التي ركزت عليها الدراسة. ويتم حفظ البيانات بعد ذلك واكتمال جدول البيانات، وقد تم تطبيقها على عامي ٢٠٠٠م و٢٠٢٤م. بعد ذلك تم إنشاء النقاط وتوزيعها على الخريطة، كما يتضح من الشكل (١٠)، والشكل (١١).



GrndTruth	Classified	SHAPE	OBJECTID
4	4	نقطة	1 1
1	1	نقطة	2 2
3	3	نقطة	3 3
4	4	نقطة	4 4
4	4	نقطة	5 5
4	1	نقطة	6 6
1	1	نقطة	7 7
4	4	نقطة	8 8
4	4	نقطة	9 9
2	2	نقطة	10 10
4	2	نقطة	11 11
1	1	نقطة	12 12
4	2	نقطة	13 13
3	3	نقطة	14 14
4	2	نقطة	15 15
4	2	نقطة	16 16
4	2	نقطة	17 17
4	1	نقطة	18 18
3	3	نقطة	19 19

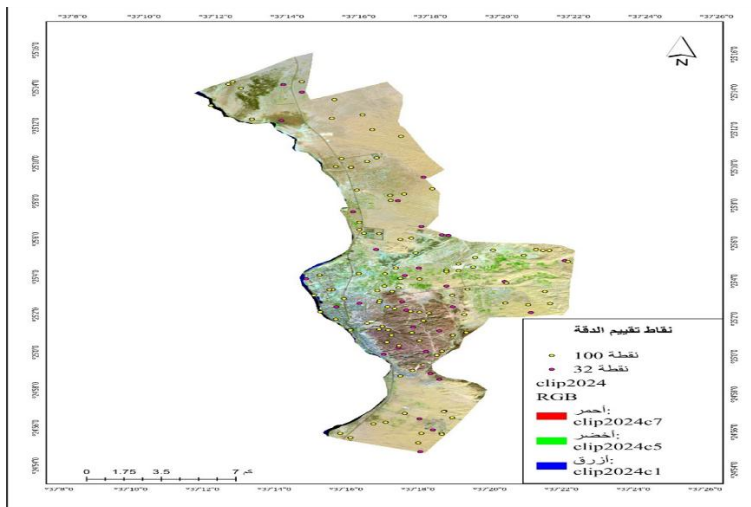
الشكل (٩): جدول بيانات نقاط تقييم الدقة وفق ٣٢ نقطة تقييم لعام ٢٠٠٠م.

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.



شكل (١٠): نقاط تقييم الدقة لعام ٢٠٠٠م.

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.



شكل (١١): نقاط تقييم الدقة لعام ٢٠٢٤م.

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

١٧. حساب دقة التصنيف من خلال التأكد من الموقع المكاني لكل نقطة وفق الصنف الصحيح الخاص بها، وتحديد هل صُنِّفت من خلال الخوارزمية بشكل صحيح أم لا؟ حيث يتم وضع كل نقطة بما يقابلها بالموقع المكاني على المرئية الفضائية الأساس قبل التصنيف، ومن ثم المعالجة الجغرافية من خلال أداة مصفوفة الارتباك الحسابي. كما يتضح من خلال الشكل (١٢)

Kappa	U_Accuracy	Total	4_C	3_C	2_C	1_C	ClassValue	* OBJECTID
0	0.88	25	3	0	0	22	1_C	1 1
0	0.84	25	2	0	21	2	2_C	2 2
0	0.72	25	4	18	0	3	3_C	3 3
0	1	25	25	0	0	0	4_C	4 4
0	0	100	34	18	21	27	Total	5 5
0	0.86	0	0.735294	1	1	0.814815	P_Accuracy	6 6
0.813333	0	0	0	0	0	0	Kappa	7 7

الشكل (١٢): جدول مصفوفة الارتباك لعام ٢٠٢٤م وفق ١٠٠ نقطة تقييم

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

وتم استخراج مصفوفة الارتباك الحسابي لكل من عامي ٢٠٠٠ وعام ٢٠٢٤م، مع مقارنة الأصناف الخاصة بالغطاء الأرضي: (المناطق العمرانية، النبات، الصخور، الأراضي الفضاء)، كما قارنت الدراسة بين مقاييس الدقة المختلفة، كمقياس دقة المستخدم، ومقياس دقة المنتج، ومقياس كابا، وبين عدد عينات التدريب لكل عام على حدة. وكشفت عن تأثير زيادة عينات التدريب على دقة النتائج المختلفة. وتعد دقة المستخدم User Accuracy: مقياسًا لوحدات البيكسل التي يتم تصنيفها بشكل صحيح من بين جميع وحدات البيكسل المصنّفة كفضاء معينة، وتنتمي باقي وحدات البيكسل المصنّفة في هذه الفئة إلى فئة مختلفة، أو يتم تحديدها على أنها فئة مختلفة، وفقًا

للمعلومات المرجعية؛ كما يعرض صف الإجمالي عدد النقاط التي كان يجب تحديدها كفاءة معينة وفقاً للبيانات المرجعية ArcGIS Pro 3.5. Esri, 2025, Help Resources.

كما تشير دقة المنتج Product Accuracy: إلى أخطاء التنفيذ، ويتم فيه تصنيف وحدات البيكسل من فئة معروفة على أنها شيء آخر غير تلك الفئة. في هذه الحالة، تفتقد الفئة غير المنقّذة وحدات البيكسل وفقاً للبيانات المرجعية. ويعرض عمود الإجمالي عدد النقاط التي تم تحديدها كفاءة معينة وفقاً للخريطة المصنفة، كما يوفر مؤشر اتفاق كبا تقييماً شاملاً لدقة التصنيف ArcGIS Pro 3.5. Esri, 2025, Help Resources.

ويعد مقياس كبا، الذي يسمى باسم كبا كوهين Cohen Kappa من المقاييس الإحصائية التي تفيد لاختبار موثوقية البيانات، وهو أحد معاملات الارتباط الذي يتمثل بالصيغة الحسابية التالية:

$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

حيث تمثل Po الاتفاق النسبي الملحوظ بين المصنفين وتمثل Pe الاتفاق المتوقع. بمعنى أن مؤشر كبا يساوي (الاتفاق الملحوظ - الاتفاق المتوقع) / (1 - الاتفاق المتوقع). حيث يكون الاتفاق الفعلي الملحوظ هو نسبة الحالات التي تم تصنيفها بنفس الطريقة بواسطة كلا النموذجين، والاتفاق العشوائي هو نسبة الحالات التي سيتم تصنيفها بنفس الطريقة بالصدفة. كما فسرت نتائج كبا كوهين كالتالي: القيم ٠ تشير إلى عدم وجود اتفاق، والقيم من ٠,٠١ - ٠,٠٢ تشير إلى اتفاق طفيف، والقيم من ٠,٢١ - ٠,٤٠ إلى اتفاق ضعيف، والقيم من ٠,٤١ - ٠,٦٠ تشير إلى اتفاق معتدل، والقيم من ٠,٦١ - ٠,٨٠ تدل على اتفاق قوي، والقيم من ٠,٨١ - ١,٠٠ تشير إلى اتفاق مثالي. (Sabharwal, 2021).

استخدام تقنية كشف التغيير، حيث قارنت الدراسة من خلال هذه التقنية بين خوارزمية SVM لعام ٢٠٠٠ م وخوارزمية SVM لعام ٢٠٢٤ م، وذلك لاكتشاف التغير في الغطاء الأرضي وفق فئات التصنيف الأربع لمدينة أمّالج. وأظهرت الأداة خريطة جديدة تشمل كافة فئات التغير، بالإضافة إلى جدول البيانات الخاصة بها، الذي يحتوي على البيانات الوصفية للخريطة المنتجة. كما يتضح من خلال الشكل (١٣)

حيث تمثل Po الاتفاق النسبي الملحوظ بين المصنفين وتمثل Pe الاتفاق المتوقع. بمعنى أن مؤشر كابا يساوي (الاتفاق الملحوظ - الاتفاق المتوقع) / (1 - الاتفاق المتوقع). حيث يكون الاتفاق الفعلي الملحوظ هو نسبة الحالات التي تم تصنيفها بنفس الطريقة بواسطة كلا النموذجين، والاتفاق العشوائي هو نسبة الحالات التي سيتم تصنيفها بنفس الطريقة بالصدفة. كما فسرت نتائج كابا كوهين كالتالي: القيم 0 تشير إلى عدم وجود اتفاق، والقيم من 0.1-0.2 تشير إلى اتفاق طفيف، والقيم من 0.21-0.4 تشير إلى اتفاق ضعيف، والقيم من 0.41-0.6 تشير إلى اتفاق معتدل، والقيم من 0.61-0.8 تشير إلى اتفاق قوي، والقيم من 0.81-1.0 تشير إلى اتفاق مثالي. (Sabharwal, 2021).

١٨. استخدام تقنية كشف التغيير، حيث قارنت الدراسة من خلال هذه التقنية بين خوارزمية SVM لعام ٢٠٠٠م وخوارزمية SVM لعام ٢٠٢٤م، وذلك لاكتشاف التغير في الغطاء الأرضي وفق فئات التصنيف الأربع لمدينة أملج. وأظهرت الأداة خريطة جديدة تشمل كافة فئات التغيير، بالإضافة إلى جدول البيانات الخاصة بها، الذي يحتوي على البيانات الوصفية للخريطة المنتجة. كما يتضح من خلال الشكل (١٣)

Area	Count	Alpha	Blue	Green	Red	Class_To	Class_From	Class_name	Classvalue	Value	OID
158968800	176632	0	255	255	255	Same	Same	No Change	17	12	12
21372300	23747	255	95	127	242	مناطق عمرانية	أراضي فضاء	أراضي فضاء - مناطق عمرانية	14	9	9
14228100	15809	255	95	242	165	النبات	أراضي فضاء	أراضي فضاء - النبات	15	10	10
13564800	15072	255	0	56	199	مناطق عمرانية	الصحور	الصحور - مناطق عمرانية	11	6	6
7191900	7991	255	87	232	165	الأراضي الفضاء	النبات	النبات - الأراضي الفضاء	10	5	5
6797700	7553	255	0	115	153	مناطق عمرانية	النبات	النبات - مناطق عمرانية	8	3	3
5677200	6308	255	87	173	211	الأراضي الفضاء	الصحور	الصحور - الأراضي الفضاء	13	8	8
3310200	3678	255	87	117	242	الأراضي الفضاء	مناطق عمرانية	مناطق عمرانية - الأراضي الفضاء	7	2	2
3015900	3351	255	95	183	211	الصحور	أراضي فضاء	أراضي فضاء - الصحور	16	11	11
1945800	2162	255	0	171	122	النبات	الصحور	الصحور - النبات	12	7	7
1357200	1508	255	0	56	199	الصحور	مناطق عمرانية	مناطق عمرانية - الصحور	6	1	1
1305900	1451	255	0	115	153	النبات	مناطق عمرانية	مناطق عمرانية - النبات	5	0	0
549900	611	255	0	171	122	الصحور	النبات	النبات - الصحور	9	4	4
0	0	0	0	0	0				0	0	13

الشكل (١٣): جدول بيانات اكتشاف التغيير وفق قيمة البيكسل

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGIS Pro 3.5.2.

المناقشة والنتائج

أولاً: تحليل ونتائج تصنيف خوارزمية آلة دعم المتجهات SVM للغطاء الأرضي لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م:

من خلال استخدام تقنية نُظُم المعلومات الجغرافية تمت المعالجة الجغرافية بواسطة أدوات التحليل المكاني بتطبيق خوارزمية التعلم الآلي والمتمثلة في خوارزمية آلة دعم المتجهات لكل من عام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م، اعتماداً على المرئية الفضائية Landsat5 لعام ٢٠٠٠م والمرئية الفضائية Landsat8 لعام ٢٠٢٤م. حيث تم استخراج خريطين لتصنيف الغطاءات الأرضية متضمنة الفئات التالية -بعد إكمال عيّنات التدريب الخاصة بكل صنف- وهي: (المناطق العمرانية، النبات، الصخور، الأراضي الفضاء). كما يتضح من خلال الشكل (١٤) لعام ٢٠٠٠م، والشكل (١٥) لعام ٢٠٢٤م.

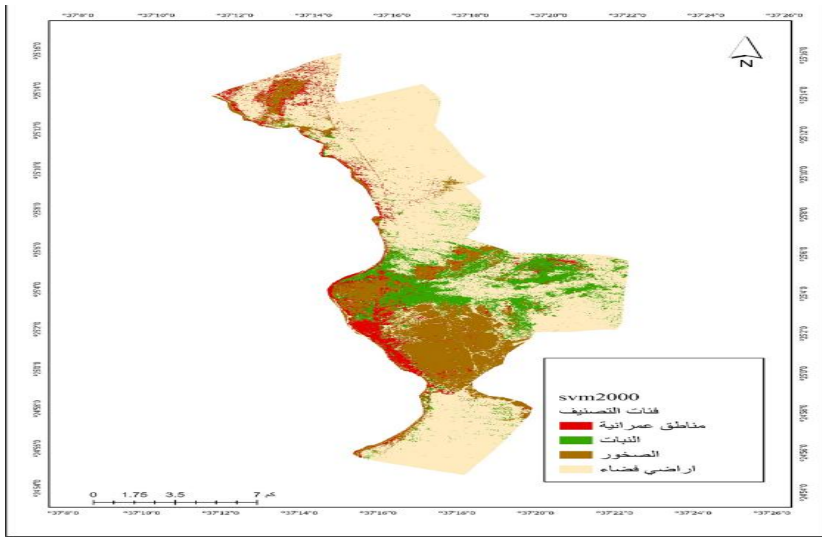
كما تم استخراج البيانات الحاسوبية من خلال جدول البيانات الخاص بكل خوارزمية مُصنَّفة، واستخدام أداة التحويل الخاصة بتحويل البيانات النقطية إلى المضلع Raster To Polygon Conversion، وذلك لحساب مساحة كل صنف من أصناف الغطاء الأرضي على حدة، وطُبِّقت على عامي ٢٠٠٠م و٢٠٢٤م. ومن ثم استخراج النسب الخاصة بكل تصنيف.

وتشير نتائج تحليل خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠م للغطاء الأرضي أن مساحة الأراضي الفضاء بلغت نحو ١٤٩ كم^٢، وهي تمثل المرتبة الأولى كأكبر صنف من أصناف الغطاء الأرضي، وذلك وفق نسبة تُقدَّر بنحو ٦٢,٣٪ من مجموع فئات التصنيف. وجاء صنف الصخور في المرتبة الثانية بمساحة تُقدَّر بنحو ٤٧ كم^٢، ونسبة بلغت نحو ١٩,٧٪، ثم جاء في المرتبة الثالثة صنف النبات بمساحة إجمالية تُقدَّر بنحو ٢٨ كم^٢، ونسبة بلغت نحو ١١,٧٪، وأما المرتبة الرابعة والأخيرة فكان لصنف المناطق العمرانية، حيث تعد ذات المساحة الأصغر بالنسبة إلى بقية أصناف الغطاء الأرضي بمساحة تُقدَّر بنحو ١٥ كم^٢، ونسبة بلغت نحو ٦,٣٪ من إجمالي نسب أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، حيث كان النمو العمراني مقتصرًا على قلب المدينة الذي أنشئ حول قصر الأمانة القديمة، وامتدت حوله بعض المساكن والمنشآت العمرانية للسكان. ويلاحظ أن المدينة تشهد نموًا مكانيًا محدودًا، اقتصر على المباني السكنية التي نمت حول

الطرق الرئيسية في تلك الفترة. حيث كان من النادر في تلك الفترة وجود المشاريع التنموية ومشاريع المرافق الخدمية ومشاريع التعليم العالي، والتي اتضح تأثيرها في الفترة الثانية للدراسة التي تمثل عام ٢٠٢٤م. كما أن أقرب تعداد سكاني من عام ٢٠٠٠م هو التعداد الذي صدر عام ٢٠١٠م من الهيئة العامة للإحصاء، بما يقرب بنحو ١٠ سنوات، وكان عدد السكان السعوديين نحو ٣١٤٩٨ نسمة ونسبة ٨٣,٤٢٪ من إجمالي عدد السكان. وبلغ عدد الذكور السعوديين نحو ١٥٤٣٦ نسمة ونسبة ٤٩٪، وعدد الإناث السعوديات نحو ١٦٠٦٢ نسمة ونسبة بلغت نحو ٥٠,٩٩٪. ويلاحظ أن هناك ارتفاعاً طفيفاً في عدد الإناث مقارنة بالذكور. ويرجع ذلك إلى هجرة السكان الذكور إلى المدن الأخرى كمدينة ينبع ورايح والمدينة المنورة وجدة، بحثاً عن فرص التعليم، والفرص الوظيفية في المجالات المتنوعة. في حين بلغ عدد السكان غير السعوديين نحو ٦٢٥٩ نسمة بنسبة بلغت نحو ١٦,٥٧٪ من إجمالي عدد السكان. وبلغ عدد الذكور غير السعوديين نحو ٤٧٠٦ نسمة ونسبة بلغت نحو ٧٥,١٨٪. ويلاحظ تفوق نسبة الذكور على الإناث، حيث بلغ عدد الإناث غير السعوديات نحو ١٥٥٣ نسمة بما يبلغ نحو ٢٤,٨١٪. ويلاحظ كذلك قلة أعداد السكان غير السعوديين مقارنة بعدد السكان السعوديين خلال هذه المدة الزمنية، كما يلاحظ أن الذكور غير السعوديين يمثلون نسبة أعلى من الإناث؛ وذلك للعمل في مهنة الزراعة وما يرتبط بها من أنشطة اقتصادية، بالإضافة إلى بعض الأعمال والمهن الأخرى التي استقطبت عدداً من الذكور أعلى من الإناث كمهن الصيد على ساحل البحر الأحمر، والأسواق التجارية المحلية وبعض أعمال المشاريع الصناعية. كما تشير نتائج تحليل خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م للغطاء الأرضي أن نتائج التصنيف للغطاء الأرضي جاءت مختلفة في مساحات التصنيف لكل صنف والمراتب الخاصة بها عن عام ٢٠٠٠م، حيث لا تزال الأراضي الفضاء تصدر المرتبة الأولى لكن بمساحة أقل عن عام ٢٠٠٠م، حيث قُدِّرَت مساحة الأراضي الفضاء لعام ٢٠٢٤م بمساحة بلغت نحو ١٢٦ كم^٢ ونسبة تُقدَّر بنحو ٥٢,٧٪. وبنقص بلغ ٢٣ كم^٢ من مساحة الأراضي الفضاء عن عام ٢٠٠٠م. ويرجع النقص في مساحة الأراضي الفضاء إلى التنمية العمرانية التي شهدتها مدينة أملج. وتقدم صنف المناطق العمرانية من المرتبة الرابعة في عام ٢٠٠٠م إلى المرتبة الثانية في عام ٢٠٢٤م، حيث قُدِّرَت مساحة المناطق العمرانية بنحو ٥١ كم^٢، ونسبة بلغت نحو ٢١,٣٪. بزيادة بلغت نحو ٢٣ كم^٢. ومثَّل صنف النبات

نفس المرتبة الثالثة بمساحة تُقدَّر بنحو ٣٢ كم^٢، ونسبة تُقدَّر بنحو ١٣,٤٪. بزيادة عن عام ٢٠٠٠ م بما يبلغ ٤ كم^٢. وحصل صنف الصخور على المرتبة الرابعة والأخيرة بإجمالي مساحة تُقدَّر بنحو ٣٠ كم^٢، ونسبة بلغت نحو ١٢,٦٪ من إجمالي أصناف الغطاء الأرضي، وذلك بنقص عن عام ٢٠٠٠ م يُقدَّر بنحو ١٧ كم^٢، كما يتضح من خلال الجدول رقم (٣)، والشكل (١٦). ويعد تراجع مساحات صنف الأراضي الفضاء وتقدّم صنف المناطق العمرانية بما يبلغ زيادة مقدارها نحو ٢٣ كم^٢. إلى ما مرت به مدينة أملج من تغيرات سكانية، وعمرانية، وتنموية بعد عام ٢٠١٠ م، واستمرت لعام ٢٠٢٢ م وهي سنة التعداد التي تسبق المدة الثانية من الدراسة لعامين، وحتى عام ٢٠٢٤ م. حيث بلغ إجمالي السكان السعوديين وفق التعداد العام للسكان لعام ٢٠٢٢ م نحو ٣٢١٠٧ نسمة ونسبة ٦٩,٤٥٪ من إجمالي عدد السكان. وبلغ عدد الذكور السعوديين نحو ١٦٠٩٢ نسمة ونسبة ٥٠,١١٪، وعدد الإناث السعوديات نحو ١٦٠١٥ نسمة ونسبة بلغت نحو ٤٩,٨٨٪. ويلحظ تفوق عدد الذكور على عدد الإناث، وتراجع أعداد الإناث. ويرتبط هذا بوجود فرص التعليم، كالكلية الجامعية بأملج التي افتتحت في عام ١٤٣٢ هـ/ ٢٠١١ م، والكلية التقنية للبنين التي أنشئت في عام ١٤٣٨ هـ/ ٢٠١٧ م. والمشاريع الصناعية التي وفرت فرصاً وظيفية ساعدت على تقليل هجرة الذكور السعوديين إلى مدن أخرى. فكل هذه العوامل أدت إلى زيادة عدد السكان السعوديين عن عام ٢٠٠٠ م بما يُقدَّر بنحو ٦٠٩ نسمة ونسبة بلغت نحو ٧,١٨٪ من إجمالي السكان. كما بلغ عدد السكان غير السعوديين في تعداد السكان لعام ٢٠٢٢ م نحو ١٤١٢٢ نسمة بنسبة بلغت نحو ٣٠,٥٤٪ من إجمالي عدد السكان. وبلغ عدد الذكور غير السعوديين نحو ١٢٢١٦ نسمة ونسبة بلغت نحو ٨٦,٥٠٪. ويلحظ تفوق عدد الذكور بشكل كبير على عدد الإناث، حيث بلغ عدد الإناث غير السعوديات نحو ١٩٠٦ نسمة بما يبلغ نحو ١٣,٤٩٪. وهذا تشير إلى زيادة عدد غير السعوديين من عام ٢٠٠٠ م إلى عام ٢٠٢٢ م بما يبلغ نحو ٧٨٦٣ نسمة، وهي بذلك تمثل زيادة أعلى من عدد السكان السعوديين بنسبة تبلغ نحو ٩٢,٨١٪. وترجع زيادة السكان -بشكل عام- لما شهدته مدينة أملج من مشاريع تنمية ارتبطت برؤية المملكة العربية السعودية، كمشاريع المنتجعات السياحية، وتحسين الواجهات البحرية، ومشاريع النقل والمواصلات، ومشاريع المدن والخدمات الفندقية، وتطور المرافق والخدمات. "وعناصر الجذب السياحي المختلفة كتطوير شاطئ

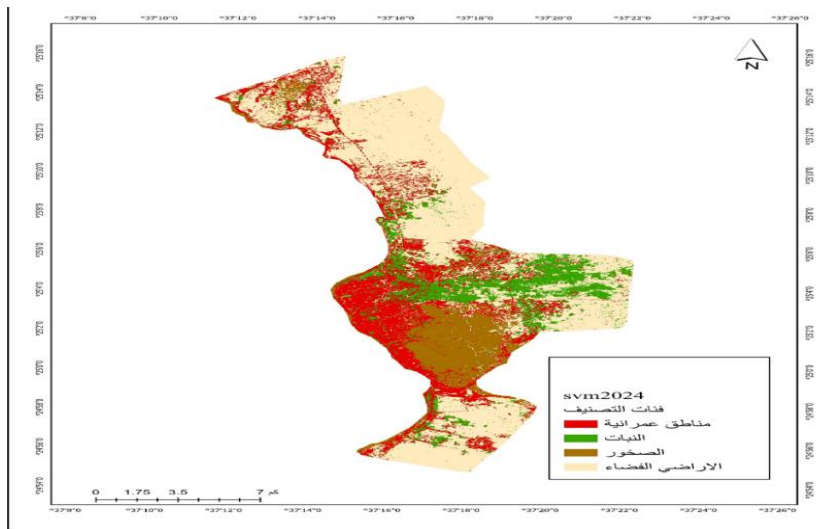
الدقم السياحي، والكورنيش الجنوبي، والحدائق العامة، والمناطق الترفيهية، إضافة إلى المشاريع التنموية التي تسهم في رفع جودة الحياة وتوفير فرص العمل وتعزيز الاستثمار السياحي". وكالة الأنباء السعودية، ٢٠٢٥. كما أطلق مشروع البحر الأحمر على ساحل البحر الأحمر، الذي يمتد بين مدينة أملج والوجه، وافتتح مطار البحر الأحمر الدولي في عام ٢٠٢٣م، وهو يقع في منطقة تلاقي القارات الثلاث آسيا وأفريقيا وأوروبا، بمسافة تبعد عن ساحل البحر الأحمر بنحو ١٢,٢٤ كم. وبالقرب من مدينة أملج بمسافة تُقدَّر بنحو ٦٧,٦ كم، وهكذا فقد حصلت زيادة السكان نتيجة لتطور مشاريع التنمية العمران والسياحة التي تتطلب وجود الأيدي العاملة، مما يتطلب توفر أماكن للسكن ومد للمخططات العمرانية والطرق، وجميع هذه المشاريع أثرت في الغطاءات الأرضية للمنطقة وغيَّرتها من مناطق أراضي فضاء إلى مناطق عمرانية بزيادة من عام ٢٠٠٠م إلى عام ٢٠٢٤م بنحو ٢٣ كم.



شكل (١٤): خريطة تصنيف الغطاء الأرضي وفق خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام

٢٠٠٠م

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2



شكل (١٥): خريطة تصنيف الغطاء الأرضي وفق خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام

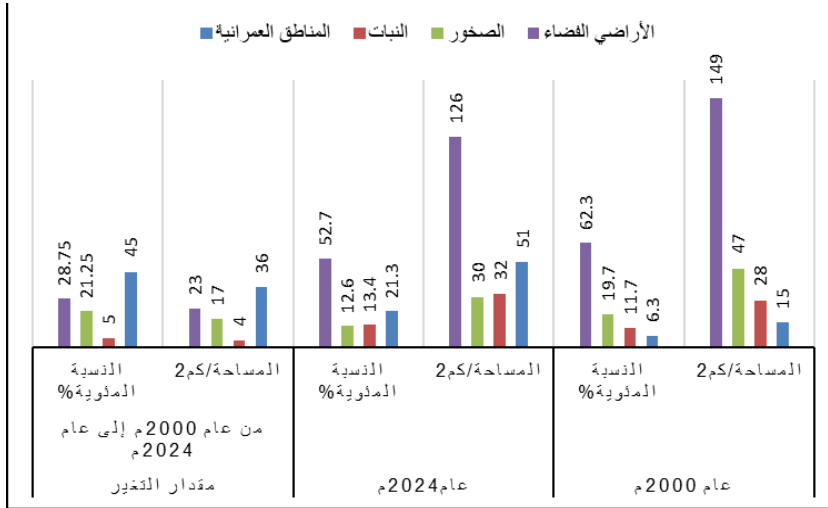
٢٠٢٤ م

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2

جدول (٣): بيانات تصنيف الغطاء الأرضي لمدينة أملج خلال مدة الدراسة

الرقم	فئة التصنيف	عام 2000م		عام 2024م		مقدار التغير من عام 2000م إلى عام 2024م	
		المساحة/كم ^٢	النسبة المئوية/%	المساحة/كم ^٢	النسبة المئوية/%	المساحة/كم ^٢	النسبة المئوية/%
١	المناطق العمرانية	15	6.3	51	21.3	36	45
٢	النبات	28	11.7	32	13.4	4	5
٣	الصخور	47	19.7	30	12.6	17	21.25
٤	الأراضي القضاء	149	62.3	126	52.7	23	28.75
	المجموع	239	100	239	100	80	100

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة



شكل (١٦): مساحة ونسب أصناف الغطاء الأرضي وفق خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠ م وعام ٢٠٢٤ م.

إعداد الباحثة اعتمادًا على الجدول (٣).

ثانيًا: تحليل ونتائج دقة تصنيف خوارزمية آلة دعم المتجهات SVM للغطاء الأرضي لعام ٢٠٠٠ م وعام ٢٠٢٤ م:

سعت هذه الدراسة إلى إجراء مقارنة بين أعداد عيّنات التدريب وزيادة عدد عيّنات نقاط تقييم التحقق؛ للكشف عن مدى زيادة الدقة مع زيادة عيّنات التدريب لكل فئة من فئات التصنيف بمنطقة الدراسة، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك تفاوتًا في نتائج الدقة لكل تصنيف، سواء وفق مؤشر دقة المنتج، أو دقة المستخدم، وكذلك وفق مؤشر كابتا خلال مدة الدراسة للمدينة، ووفق الأعداد المختلفة لنقاط التقييم. وتشير نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠ م للغطاء الأرضي وفق ٣٢ نقطة تقييم إلى أن إجمالي عدد النقاط الصحيحة لعيّنات التدريب وفق نقاط التقييم التي تبلغ نحو ٣٢ نقطة تقييم بلغت نحو ٢٣ نقطة صحيحة من أصل ٣٢ نقطة تقييم بدقة مستخدم بلغت نحو ٠,٧١، حيث حصلت فئة الصخور والأراضي الفضاء على دقة مُستخدم بلغت نحو ١، كما حصلت المناطق العمرانية على دقة

مُستخدم بلغت نحو ٠,٦٢. في حين جاءت دقة المُستخدم لفئة النبات نحو ٠,٢٥. وجاءت نتائج دقة المنتج كالتالي: بلغت دقة المنتج نحو ١ لكل من فئة المناطق العمرانية والنبات، كما حصلت فئة الصخور على دقة المنتج بنحو ٠,٨٨. وكانت دقة المنتج لفئة الأراضي الفضاء تبلغ نحو ٠,٥. وبلغ مؤشر كابا نحو ٠,٦٢. كما يتضح من الجدول (٤).

جدول (٤): نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠ م للغطاء الأرضي

وفق ٣٢ نقطة تقييم

الرقم	فئات التصنيف	المناطق العمرانية	النبات	الصخور	الأراضي الفضاء	المجموع	دقة المستخدم	كابا
1	المناطق العمرانية	5	0	1	2	8	0.625	0
2	النبات	0	2	0	6	8	0.25	0
3	الصخور	0	0	8	0	8	1	0
4	الأراضي الفضاء	0	0	0	8	8	1	0
5	المجموع	5	2	9	16	32	0	0
6	دقة المنتج	1	1	0.8889	0.5	0	0.71875	0
7	كابا	0	0	0	0	0	0	0.625

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2

وتوصلت الدراسة إلى نتائج مختلفة مع زيادة عدد نقاط التقييم لنفس الخوارزمية الخاصة في عام ٢٠٠٠ م، من ٣٢ إلى ١٠٠ نقطة تقييم. حيث تشير نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠ م للغطاء الأرضي وفق ١٠٠ نقطة تقييم إلى أن إجمالي عدد النقاط الصحيحة بعد تقييم الدقة لعيّنات التدريب بلغ نحو ٧٣ نقطة صحيحة من أصل ١٠٠ نقطة تقييم، بدقة مُستخدم بلغت نحو ٠,٧٣. حيث حصلت فئة الأراضي الفضاء على دقة مُستخدم بلغ نحو ١. في حين جاءت فئة الصخور بدقة مُستخدم بلغت نحو ٠,٧٦. وجاءت دقة المُستخدم لفئة صنف المناطق العمرانية بدقة مُستخدم بلغ نحو ٠,٦٤. في حين بلغت دقة المُستخدم لفئة النبات نحو ٠,٥٢. كما بلغت دقة المنتج نحو ١ في كلّ من فئة تصنيف المناطق العمرانية، والصخور، وحصلت فئة صنف النبات على دقة المنتج بنحو ٠,٩٢. وحصلت فئة صنف الأراضي الفضاء على دقة المنتج بنحو ٠,٤٩. كما بلغ مؤشر كابا نحو ٠,٦٤. كما يتضح

من خلال الجدول (٥). ويلاحظ أن زيادة نقاط التقييم تمثل العامل الأول في زيادة عدد النقاط الصحيحة، مما أثر بدوره في زيادة دقة المستخدم فارتفعت دقة المستخدم مثلاً في المناطق العمرانية عام ٢٠٠٠م من ٠,٦٢ إلى ٠,٦٤، وعلى الرغم من صغر مساحة النطاق العمراني خلال هذا العام إلا أن دقة المستخدم أصبحت أعلى نتيجة لما وفرته نقاط التقييم من إمكانية مطابقتها لنقاط التصنيف ضمن صنف المناطق العمرانية، كما صنفت بعض المناطق العمرانية في صنف الأراضي الفضاء بما يبلغ ٥ نقاط لعام ٢٠٠٠م و٨ نقاط لعام ٢٠٢٤م، وهذا يعود إلى أن بعض المناطق العمرانية تقع ضمن حيز مكاني يرتبط بالصنف الآخر وهو صنف الأراضي الفضاء، حيث إن عينات التدريب أخذت من مناطق يتجاوز فيها البيكسل الخاص بالمناطق العمرانية مع البيكسل المخصص لصنف الأراضي الفضاء. في حين أن صنف الأراضي الفضاء حصل على دقة مستخدم بلغت ١ في عام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م، وهذا يعود لكبر مساحة هذا الصنف في كل فترات الدراسة، مما يقلل من نسبة الخطأ في تصنيف البيكسل الخاص به.

جدول (٥): نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠م للغطاء الأرضي

وفق ١٠٠ نقطة تقييم

الرقم	فئات التصنيف	المناطق العمرانية	النبات	الصخور	الأراضي الفضاء	المجموع	دقة المستخدم	كابا
1	المناطق العمرانية	16	1	0	8	25	0.64	0
2	النبات	0	13	0	12	25	0.52	0
3	الصخور	0	0	19	6	25	0.76	0
4	الأراضي الفضاء	0	0	0	25	25	1	0
5	المجموع	16	14	19	51	100	0	0
6	دقة المنتج	1	0.9285	1	0.4901	0	0.73	0
7	كابا	0	0	0	0	0	0	0.64

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2

وتشير نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م للغطاء الأرضي وفق ٣٢ نقطة تقييم إلى أن إجمالي عدد نقاط التقييم الصحيحة لعينات التدريب بلغ نحو ٢٧ نقطة

تقييم صحيحة من أصل ٣٢ نقطة تقييم وفق إجمالي دقة المستخدم التي بلغت نحو ٠,٧٩. حيث حصلت فئة الأراضي الفضاء وفئة الصخور على دقة مُستخدم بلغت نحو ٠.١ في حين بلغت دقة المستخدم لفئة صنف المناطق العمرانية نحو ٠,٧٥. وحصلت فئة صنف النبات على نحو ٠,٦٢. لدقة المستخدم. كما بلغت دقة المنتج نحو ١ لكلٍ من فئة صنف المناطق العمرانية، والنبات، وحصلت فئة الصخور على ٠,٨٨. لدقة المنتج. كما بلغت دقة المنتج في فئة صنف الأراضي الفضاء نحو ٠,٦٦. وبلغ مؤشر كابتا نحو ٠,٧٩. كما يتضح من خلال الجدول (٦). وهنا يتضح مدى أثر التغير في مساحات كل صنف من أصناف الدراسة وتأثيره على زيادة دقة التقييم. وبمقارنة دقة المستخدم وفق ٣٢ نقطة تقييم لكل من عامي ٢٠٠٠م و٢٠٢٤م يتضح مدى زيادة الدقة على الرغم من عدم زيادة عدد نقاط التقييم، وهنا يتضح العامل الثاني الذي يسهم في زيادة دقة التقييم وهو مساحة الصنف الذي يرتبط بعينات التدريب، فمثلاً المناطق العمرانية تبلغ مساحتها في عام ٢٠٠٠م نحو ١٥ كم^٢ كانت دقة المستخدم فيها ٣٢ نقطة تقييم تبلغ نحو ٠,٦٢، وفي عام ٢٠٢٤م بلغت مساحة المناطق العمرانية نحو ٢٠٥١ كم^٢ ووصلت دقة المستخدم فيها ٣٢ نقطة إلى ٠,٧٥. وهكذا فإن الزيادة في مساحة صنف المناطق العمرانية التي بلغت نحو ٣٦ كم^٢، كان لها دور مهم في زيادة دقة التصنيف، كما يلحظ تأثير مساحة الصنف بشكل واضح في صنف النبات، حيث بلغت مساحته في عام ٢٠٠٠م نحو ٢٨ كم^٢، فكانت دقة المستخدم فيها ٣٢ نقطة تقييم تبلغ نحو ٠,٥٢، وفي عام ٢٠٢٤م بلغت مساحة النبات نحو ٣٢ كم^٢، ووصلت دقة المستخدم فيها من ٣٢ نقطة إلى ٠,٦٢. وتعتبر مساحة الصنف هنا ذات تأثير محدود، فكانت زيادة مساحة صنف النبات تتمثل بما يبلغ نحو ٤ كم^٢ فقط، وتؤكد الدراسة من خلال هذه النتيجة على تأثير العامل الثالث على جودة التصنيف والمتمثل في دقة أخذ عينات التدريب، حيث ينبغي أن يتم انتقاء عينات التدريب بعناية، مما يستوجب أن البيكسل الواحد يمثل الصنف حقيقة. ومن أخطاء أخذ عينات التدريب بشكل عشوائي أن هناك أنواعاً أخرى من الأصناف التي تقع في مناطق تلاقي، فغالبية نسبة الخطأ تكون مثلاً في وجود النبات على سفوح الجبال، وبالتالي تلاقيها مع صنف الصخور، أو تداخل صنف النبات مع المباني يدخل ضمن صنف المناطق العمرانية، وغيرها من التداخلات في الحيز المكاني الواحد.

جدول (٦): نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م للغطاء الأرضي

وفق ٣٢ نقطة تقييم

الرقم	فئة التصنيف	المناطق العمرانية	النبات	الصخور	الأراضي الفضاء	المجموع	دقة المستخدم	كابا
1	المناطق العمرانية	6	0	1	1	8	0.75	0
2	النبات	0	5	0	3	8	0.625	0
3	الصخور	0	0	8	0	8	1	0
4	الأراضي الفضاء	0	0	0	8	8	1	0
5	المجموع	6	5	9	12	32	0	0
6	دقة المنتج	1	1	0.88889	0.66667	0	0.84375	0
7	كابا	0	0	0	0	0	0	0.79167

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2

وعند استخدام عدد أعلى من نقاط التقييم لنفس الخوارزمية الخاصة بعام ٢٠٢٤م من ٣٢ إلى ١٠٠ نقطة تقييم، توصلت الدراسة إلى أن النتائج جاءت مختلفة وأعلى دقة تؤكد على فاعلية العامل الأول في زيادة التقييم. حيث تشير نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م للغطاء الأرضي وفق ١٠٠ نقطة تقييم أن عدد نقاط التقييم الصحيحة بلغت نحو ٨٦ نقطة من أصل ١٠٠ نقطة تقييم، بدقة مستخدم بلغت نحو ٠,٨٦. وحصلت فئة صنف الأراضي الفضاء على دقة مستخدم تبلغ نحو ٠,١. وبلغت دقة المستخدم لفئة صنف المناطق العمرانية نحو ٠,٨٨. وجاءت فئة صنف النبات بدقة مستخدم تبلغ نحو ٠,٨٤. في حين بلغت دقة المستخدم لصنف فئة الصخور نحو ٠,٧٢. كما بلغت دقة المنتج ١ لكل من فئة صنف النبات، والصخور، وحصلت فئة صنف المناطق العمرانية على دقة المنتج التي بلغت نحو ٠,٨١، وفي فئة صنف الأراضي الفضاء بلغت دقة المنتج نحو ٠,٧٣. كما بلغ مؤشر كابا نحو ٠,٨١. كما يتضح من خلال الجدول (٧). ويتضح أثر عامل زيادة نقاط التقييم في زيادة دقة التقييم، حيث بلغت دقة المستخدم وفق ١٠٠ نقطة تقييم لعام ٢٠٠٠م لصنف النبات نحو ٠,٥٢، وبلغت دقة المستخدم لصنف النبات لعام ٢٠٢٤م وفق ١٠٠ نقطة تقييم نحو ٠,٨٤. ويتضح زيادة دقة المستخدم، حيث ساهمت زيادة مساحة النبات بشكل إيجابي ومؤثر في سهولة أخذ عينات التدريب لإنتاج

خوارزمية التصنيف، مما انعكس على جودة عينات التدريب مباشرة، التي أدت للوصول إلى نتائج دقيقة بشكل ملحوظ.

جدول (٧): نتائج تقييم الدقة لخوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م للغطاء الأرضي وفق ١٠٠ نقطة تقييم

الرقم	فئات التصنيف	المناطق العمرانية	النبات	الصخور	الأراضي الفضاء	المجموع	دقة المستخدم	كابا
1	المناطق العمرانية	22	0	0	3	25	0.88	0
2	النبات	2	21	0	2	25	0.84	0
3	الصخور	3	0	18	4	25	0.72	0
4	الأراضي الفضاء	0	0	0	25	25	1	0
5	المجموع	27	21	18	34	100	0	0
6	دقة المنتج	0.81481	1	1	0.73529	0	0.86	0
7	كابا	0	0	0	0	0	0	0.81333

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2

ثالثاً: تحليل ومقارنة نتائج دقة نقاط التقييم لخوارزمية آلة دعم المتجهات svm

دقة المستخدم User Accuracy

- تشير الدراسة إلى أنه كلما زاد عدد نقاط التقييم لعينات التدريب زادت دقة المستخدم، حيث تشير نتائج خوارزمية svm لعام ٢٠٠٠م، إلى أن دقة المستخدم لـ ٣٢ نقطة تقييم بلغ نحو ٠,٧١، و ١٠٠ نقطة تقييم لنفس عينات التدريب بلغ نحو ٠,٧٣.

- توصلت الدراسة إلى أنه كلما زاد عدد عينات التدريب كانت نتائج تقييم دقة المستخدم أعلى، حيث أكدت نتائج تقييم دقة المستخدم في خوارزمية svm لعام ٢٠٢٤م وفق ٣٢ نقطة تقييم أن دقة المستخدم بلغت نحو ٠,٨٤، في حين بلغت دقة المستخدم لـ ١٠٠ نقطة تقييم نحو ٠,٨٦. وارتفعت عينات التدريب من عام ٢٠٠٠م إلى عام ٢٠٢٤م في فئات

التصنيف خصوصًا في فئتي العمران، وصنف النبات، مما مكن من أخذ عينات أكبر لنفس الفئة التي أثرت إيجابًا في نتائج زيادة دقة المستخدم.

• أبرزت الدراسة تأثير مساحة الصنف كعامل مهم في دقة المستخدم، فالعلاقة بين زيادة دقة التقييم وزيادة مساحة الصنف علاقة طردية، فكلما زادت مساحة الصنف ساعد ذلك على سهولة أخذ عينات التدريب، مما يؤدي إلى جودة عينات التدريب، وبالتالي ارتفاع دقة المستخدم.

دقة المنتج Product Accuracy

• توصلت الدراسة إلى أن دقة المنتج لخوارزمية svm لعام ٢٠٠٠م لفئة صنف العمران وفق ٣٢ نقطة تقييم بلغ نحو ١، وبلغت نتيجته كذلك وفق ١٠٠ نقطة تقييم نحو ١. وحصلت فئة صنف النبات على دقة المنتج بنحو ١ لـ ٣٢ نقطة تقييم ودقة منتج بنحو ٠,٩٢ وفق ١٠٠ نقطة تقييم، ويرجع تراجع قيمة مؤشر دقة المنتج هنا إلى صغر مساحة صنف فئة النبات في ٣٢ نقطة فكانت أقل كعدد نقاط تقييم، ووقعت ضمن المكان الصحيح ضمن الحيز المكاني لفئة صنف النبات، واتضح أن التراجع لدقة ٠,٩٢ يعود إلى أن بعض نقاط التقييم لم تكن ضمن فئة النبات وإنما وُضعت ضمن فئة الأراضي الفضاء، وهذا يعود إلى أن البيكسل الخاص بالنبات يجاور البيكسل الخاص بفئة صنف الأراضي الفضاء نتيجة اختلاف الانعكاسات الطيفية لكل بيكسل.

• يلحظ ارتفاع دقة المنتج في فئة الصخور، حيث بلغت نحو ٠,٨٨ وفق ٣٢ نقطة تقييم، ووصلت إلى ١ وفق ١٠٠ نقطة تقييم، بينما انخفضت دقة المنتج في الأراضي الفضاء من ٠,٥٠ وفق ٣٢ نقطة تقييم إلى ٠,٤٩ وفق ١٠٠ نقطة تقييم؛ وذلك لزيادة عدد النقاط غير الصحيحة التي كانت في مناطق طرفية بين فئة صنف الأراضي الفضاء وفئات التصنيف الأخرى، وبالتالي صُنِّفت كفئات أخرى في التصنيف.

• أشارت الدراسة إلى أن دقة المنتج في خوارزمية svm لعام ٢٠٢٤م، قد ترتفع وتنخفض باختلاف الأسباب المؤدية إلى ذلك، فبلغت نتائج دقة المنتج لفئة صنف المناطق العمرانية وفق ٣٢ نقطة تقييم نحو ١ حيث صنفت المناطق العمرانية على خريطة خوارزمية التصنيف ضمن الموقع الصحيح لصنف المناطق العمرانية، في حين بلغت وفق ١٠٠ نقطة تقييم نحو ٠,٨١. حيث صنفت ٥ نقاط على أنها خارج صنف المناطق العمرانية، وذلك لتصنيفها كمناطق للنبات

والصخور، وبالتالي ارتفعت نسبة الخطأ، وهذه النتيجة تؤكد على أهمية أخذ عينات التدريب بشكل دقيق جداً أثناء تصميم وإنشاء جدول عينات التدريب في التصنيف المراقب لإنتاج نموذج تعلم آلي عالي الدقة يركز بشكل رئيس على أن عينة التدريب تمثل الفئة الصحيحة ولا تمثل عدداً من البكسلات التي تشمل عدداً من الأصناف المتنوعة.

- بلغت دقة المنتج لفئة صنف النبات وفق ٣٢ نقطة تقييم نحو ١، ووفق ١٠٠ نقطة تقييم نحو ١. كما بلغت دقة المنتج في تصنيف فئة الصخور نحو ٠,٨٨ وفق ٣٢ نقطة تقييم، ونحو ١ لعدد ١٠٠ نقطة تقييم، حيث صُنِّفت عينة واحدة فقط على أنها من ضمن فئة المناطق العمرانية. وهذا يشير إلى فاعلية زيادة عدد نقاط التقييم في زيادة دقة المنتج، كما ارتفعت نتيجة دقة المنتج في فئة صنف الأراضي الفضاء من ٠,٦٦ وفق ٣٢ نقطة تقييم إلى ٠,٧٣ لعدد ١٠٠ نقطة تقييم. حيث مكَّنت من تغطية مناطق أوسع لفئة صنف الأراضي الفضاء والحصول على دقة أعلى.

مؤشر كابا Kappa

- تشير النتائج إلى أنه كلما زاد عدد نقاط التقييم كانت نتيجة مؤشر كابا أعلى، حيث توصلت نتائج مؤشر كابا لخوارزمية svm لعام ٢٠٠٠م، إلى أن مؤشر كابا وفق ٣٢ نقطة تقييم بلغ نحو ٠,٦٢، التي تدل على وجود اتفاق قوي، ووفق ١٠٠ نقطة تقييم بلغ نحو ٠,٦٤، التي تدل أيضاً على وجود اتفاق قوي لمؤشر كابا. ويلحظ هنا تأثير زيادة عدد نقاط التقييم في رفع مدى موثوقية التقييم، حيث ارتفعت قيمة موثوقية الاتفاق، ولكن لا تزال في نفس الفئة.

- توصلت الدراسة إلى أن زيادة مساحات عينات التدريب للأصناف المختلفة مع زيادة عدد نقاط التقييم يؤدي إلى أن يصل مؤشر كابا إلى نتائج أعلى في الدقة، حيث تشير نتائج مؤشر كابا لخوارزمية svm لعام ٢٠٢٤م وفق ٣٢ نقطة تقييم بلغ نحو ٠,٧٩، والذي يعني أن هناك اتفاقاً قوياً في موثوقية البيانات، وهنا ارتفعت قيمة الموثوقية عن عام ٢٠٠٠م إلى ٣٢ نقطة تقييم بدقة أكثر.

- كما بلغ معامل كابا وفق ١٠٠ نقطة تقييم لعام ٢٠٢٤م نحو ٠,٨١. وهو ينتقل إلى القيمة المثالية في موثوقية الاتفاق لمؤشر كابا التي تبدأ من ٠,٨١-١,٠٠. وهذا يشير إلى مدى

تأثير زيادة مساحة عيّنات التدريب لكل صنف في ارتفاع دقة مؤشر كابا، فقد شهد ٢٠٢٤م تغيراً في الغطاءات الأرضية، وتراجعت الأراضي الفضاء بنقص بلغ نحو ٢٣ كم^٢، وتراجع صنف الصخور بنحو ١٧ كم^٢، كما زادت مساحات صنف المناطق العمرانية بنحو ٣٦ كم^٢، وزادت مساحة صنف النبات عن عام ٢٠٠٠م بنحو ٤ كم^٢. وكان له أثر بارز في رفع دقة التقييم إلى القيمة المثالية في موثوقية التقييم.

رابعاً: تحليل ونتائج اكتشاف التغير وفق البيكسل لخوارزميتي SVM للغطاء الأرضي لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م

قارنت الدراسة بين كل من خوارزمية svm لعام ٢٠٠٠م وخوارزمية svm لعام ٢٠٢٤م، كما يتضح من خلال الجدول (٨). كما تتضح نسب التغير في أصناف الغطاء الأرضي من صنف لآخر في مدينة أملج من خلال الشكل (١٧). وخريطة اكتشاف التغير من خلال الشكل (١٨). وتوصلت نتائج الدراسة إلى عدد من النتائج وهي كالتالي:

- بلغت مساحة المناطق التي لم تتغير بنحو ٢٠٨٩٦٨٨٠٠م^٢، ونسبة بلغت نحو ٦٦,٤٪، وهي تمثل المرتبة الأولى في فئات اكتشاف التغير، ويدل ذلك على وجود مساحات من الأراضي الفضاء لم يحدث فيها أي تغير خلال مدة الدراسة.
- تمثلت المرتبة الثانية في حدوث تغير الغطاء الأرضي من صنف الأراضي الفضاء إلى صنف المناطق العمرانية بمساحة تقدر بنحو ٢٠٢١٣٧٢٣٠٠م^٢ ونسبة بلغت ٨,٩٪، ويدل ذلك على زيادة مساحة المناطق العمرانية خلال مدة الدراسة وتوسعها على الأراضي الفضاء.
- وجاء في المرتبة الثالثة التغير في الغطاء الأرضي من صنف الأراضي الفضاء إلى صنف النبات بمساحة تقدر بنحو ٢٠١٤٢٢٨١٠٠م^٢ ونسبة تقدر بنحو ٥,٩٪، ويدل ذلك على زيادة مساحات النبات خلال مدة الدراسة.
- وجاء في المرتبة الرابعة التغير في الغطاء الأرضي من صنف الصخور إلى صنف المناطق العمرانية بمساحة تقدر بنحو ٢٠١٣٥٦٤٨٠٠م^٢ ونسبة تقدر بنحو ٥,٧٪، ويدل ذلك على زيادة مساحات المناطق العمرانية خلال مدة الدراسة.

- وجاء في المرتبة الخامسة تغير الغطاء الأرضي من صنف النبات إلى صنف الأراضي الفضاء خلال مدة الدراسة بمساحة تقدر بنحو ٢٧١٩١٩٠٠ م^٢ ونسبة تبلغ نحو ٣,٠٪.
- وجاء في المرتبة السادسة التغير للغطاء الأرضي من صنف النبات إلى صنف المناطق العمرانية بإجمالي مساحة تقدر بنحو ٢٦٧٩٧٧٠٠ م^٢ ونسبة تبلغ نحو ٢,٨٪، مما يشير كذلك إلى زيادة مساحة المناطق العمرانية خلال مدة الدراسة.
- وأما المرتبة السابعة فتمثلت في تغير الغطاء الأرضي من صنف الصخور إلى صنف الأراضي الفضاء بمساحة تقدر بنحو ٢٥٦٧٧٢٠٠ م^٢ ونسبة ٢,٤٪. ويدل ذلك على حدوث التغيرات التي أدت إلى تراجع صنف الصخور، كالتغيرات الطبيعية، أو التغيرات الهادفة إلى مد العمران ومشاريع التنمية في الأراضي الفضاء لإمكانية التطوير مستقبلاً.
- وجاء في المرتبة الثامنة التغير في الغطاء الأرضي من صنف المناطق العمرانية إلى الأراضي الفضاء بمساحة تقدر بنحو ٢٣٣١٠٢٠٠ م^٢ ونسبة بلغت نحو ١,٤٪. مما يدل على خطط التنمية والتطوير في مدينة أملج خلال مدة الدراسة، من خلال عدد من ممارسات التخطيط الحضري، كإزالة التعديات والمناطق العشوائية، وكذلك إزالة المباني الآيلة للسقوط.
- وتمثلت المرتبة التاسعة في تغير الغطاء الأرضي من صنف الأراضي الفضاء إلى فئة الصخور بمساحة تقدر بنحو ٣٠١٥٩٠٠ م^٢، ونسبة بلغت نحو ١,٣٪.
- وتمثلت المرتبة العاشرة في تغير الغطاء الأرضي من صنف الصخور إلى صنف النبات بمساحة تقدر بنحو ٢١٩٤٥٨٠٠ م^٢ ونسبة ٠,٨٪. مما يشير إلى تطور تمدد المساحات الزراعية خلال مدة الدراسة.
- وتمثلت المرتبة الحادية عشر والثانية عشر على التوالي، في تغير صنف المناطق العمرانية، فقد تحولت إلى صنف الصخور بمساحة تقدر بنحو ٢١٣٥٧٢٠٠ م^٢ بنسبة ٠,٦٪. وإلى صنف النبات بمساحة تقدر بنحو ٢١٣٠٥٩٠٠ م^٢ بنسبة بلغت نحو ٠,٥٪. مما يشير إلى وجود ممارسات للتخطيط الحضري والتنمية العمرانية بإزالة المناطق العشوائية والمباني الآيلة للسقوط، ومشاريع التشجير والزراعة.

• وفي المرتبة الأخيرة يعد التغير الأقل خلال مدة الدراسة وهو فئة النبات إلى فئة الصخور بمساحة تقدر بنحو ٢٥٤٩٩٠٠ ونسبة بلغت نحو ٠,٢٪.

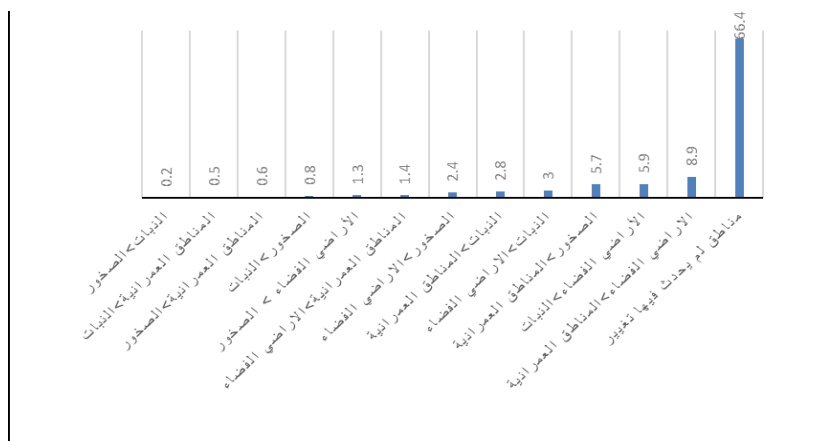
وتؤكد هذه النتائج على مدى فاعلية تقنية اكتشاف التغير في نظم المعلومات الجغرافية على رصد واكتشاف مساحات التغير في أصناف الغطاء الأرضي في كلٍ من صنف المناطق العمرانية، وصنف النبات، وصنف الصخور، وصنف الأراضي الفضاء على مدى سنوات الدراسة ومدى فاعلية خوارزمية آلة دعم المتجهات svm في اكتشاف هذه التغيرات المهمة.

جدول (٨): نتائج نسب اكتشاف التغير للغطاء الأرضي وفق خوارزميتي آلة دعم المتجهات

لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م

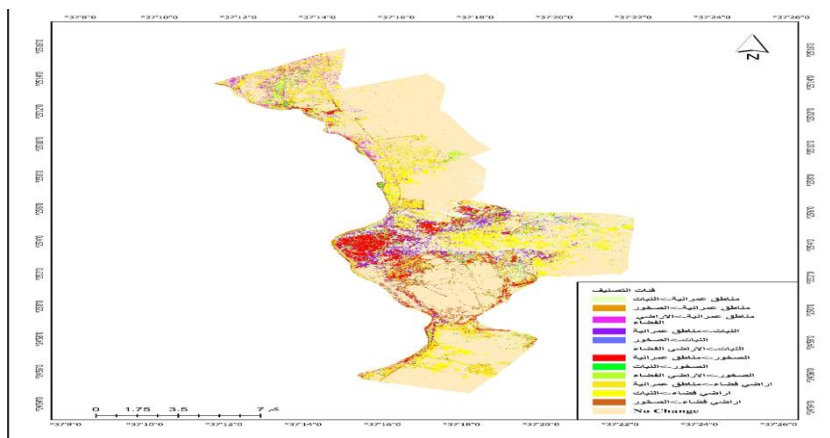
الرقم	الفئة من	الفئة إلى	المساحة /م٢	النسبة المئوية %
1	نفس الفئة	نفس الفئة	158968800	66.4
2	الأراضي الفضاء	المناطق العمرانية	21372300	8.9
3	الأراضي الفضاء	النبات	14228100	5.9
4	الصخور	المناطق العمرانية	13564800	5.7
5	النبات	الأراضي الفضاء	7191900	3.0
6	النبات	المناطق العمرانية	6797700	2.8
7	الصخور	الأراضي الفضاء	5677200	2.4
8	المناطق العمرانية	الأراضي الفضاء	3310200	1.4
9	الأراضي الفضاء	الصخور	3015900	1.3
10	الصخور	النبات	1945800	0.8
11	المناطق العمرانية	الصخور	1357200	0.6
12	المناطق العمرانية	النبات	1305900	0.5
13	النبات	الصخور	549900	0.2

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على بيانات الدراسة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2



شكل (١٧): النسبة المئوية لنتائج اكتشاف التغير للغطاء الأرضي وفق خوارزميتي آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على الجدول (٨)



شكل (١٨): خريطة اكتشاف التغير للغطاء الأرضي وفق خوارزميتي آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠م وعام ٢٠٢٤م

المصدر: إعداد الباحثة من خلال برنامج ArcGisPro3.5.2.

خامساً: نتائج اكتشاف التطور في النمو العمراني للمناطق العمرانية من عام ٢٠٠٠م إلى

عام ٢٠٢٤م

تعد المناطق العمرانية أحد أصناف التغير الأرضي التي حدث لها تطور خلال مدة الدراسة، وثبتت الدراسة أن مدينة أملج من عام ٢٠٠٠م إلى عام ٢٠٢٤م تطور فيها النمو العمراني في المناطق العمرانية، وكانت تمثل المرتبة الرابعة في أصناف مساحات الغطاء الأرضي بمساحة تقدر بنحو ١٥ كم^٢، وتقدمت إلى المرتبة الثانية في عام ٢٠٢٤م بإجمالي مساحة بلغت نحو ٥١ كم^٢. بمقدار زيادة في مساحة المناطق العمرانية بلغت نحو ٣٦ كم^٢، كما توصلت الدراسة -من خلال خريطة تصنيف خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م- إلى تجاوز حدود النمو العمراني لنطاق حد مدينة أملج، خصوصاً في الجزء الأوسط المتجه نحو الجهة الشرقية للمدينة، وفي الجزء الشمالي الغربي من المدينة.

وهذا يعود إلى زيادة أعداد السكان في المدينة، حيث زاد عدد السكان السعوديين من عام ٢٠١٠م حتى عام ٢٠٢٢م بنحو ٦٠٩ نسمة. وزاد عدد السكان غير السعوديين في المدة ذاتها من عام ٢٠١٠م إلى عام ٢٠٢٢م بنحو ٧٨٦٣ نسمة. بإجمالي زيادة تقدر بنحو ٨٤٧٢ نسمة. التي تتطلب وجود أماكن للسكن، مما ترتب عليه زيادة في مساحات المناطق العمرانية لمواكبة الطلب على المناطق السكنية في مدينة أملج خلال مدة الدراسة.

ويتضح من خلال خريطة تصنيف خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٠٠م، وخريطة تصنيف خوارزمية آلة دعم المتجهات لعام ٢٠٢٤م أن النمو العمراني للمناطق العمرانية توسع في عدد من الجهات بشكل ملحوظ منها: الاتجاه الشمالي، والاتجاه الأوسط ناحية الجهة الشرقية من المدينة، وكذلك زيادة مساحات النمو العمراني للمناطق العمرانية في الجزء الغربي من المدينة، وتوسع كذلك في الاتجاه نحو الجنوب في أماكن كانت تخلو من المناطق العمرانية، كما توصلت الدراسة من خلال التحليل المكاني باستخدام تقنية اكتشاف التغير مدى تغير أصناف الغطاء الأرضي من صنف إلى آخر.

وتشير نتائج الدراسة إلى تطور وزيادة المساحات الخاصة بالأصناف الأخرى إلى صنف المناطق العمرانية، فبلغت نسب الأصناف التي تحولت إلى صنف المناطق العمرانية مجموعاً يمثل

١٧٪ من نسبة التغيرات للغطاء الأرضي. وكان التغير الأعلى من صنف الأراضي الفضاء لصنف المناطق العمرانية بنسبة بلغت نحو ٨,٩٪، تلا ذلك التغير من صنف الصخور إلى المناطق العمرانية بنسبة بلغت نحو ٥,٧٪. وجاء صنف النبات من أقل الأصناف تغييراً لصنف المناطق العمرانية بنسبة بلغت نحو ٢,٨٪.

التوصيات:

١. إجراء المزيد من الدراسات التي ترتبط بالمدن والعمران وتصنيف الغطاء الأرضي باستخدام خوارزميات التعلم الآلي.
٢. الاعتماد على صور الأقمار الفضائية في دراسات العمران والتخطيط الحضري مع مراعاة الدقة المكانية وعمليات التحسين والمعالجة للوصول إلى نتائج علمية أكثر دقة.
٣. تنوع فئات التصنيف للغطاء الأرضي مع زيادة عدد عينات التدريب لكل فئة وشموليتها قدر الإمكان عند أخذ عينات التدريب؛ لما لذلك من أهمية في الخروج بخرائط أكثر دقة ومقاربة للواقع، والوصول إلى نتائج تقييم أعلى دقة.
٤. الاستفادة من تحليل نتائج كلٍّ من دقة المستخدم، ودقة المنتج، ومؤشر كابا كلٍّ على حدة؛ للوصول إلى تحليلات فعلية ودقيقة تمثل الواقع مع البيانات المرجعية المصنّفة.
٥. الاستفادة من الدراسة الحالية وتطبيقها على مدن حضرية أخرى باستخدام خوارزمية svm، مع الأخذ بعين الاعتبار الدقة المكانية للمرئيات، وجودة أخذ عينات التدريب، وتنوع الخوارزميات التي يتم استخدامها مثل: Random Forest و Decision Tree. ومقارنة نتائج التصنيف.
٦. الاستفادة وزارة الشؤون البلدية وهيئة تطوير تبوك من خرائط أصناف الغطاءات الأرضية الخاصة بالدراسة، ونتائجها التفصيلية في التطوير المستقبلي للنمو العمراني، ودور ذلك في تحقيق جودة الحياة والتنمية المستدامة.

٧. استخدام خوارزميات التعلم الآلي من قبل جهات التخطيط الحضري والمرصد الحضرية ومراكز تُظَم المعلومات الجغرافية التابعة للأمانات في المدن في معرفة اتجاهات النمو العمراني وتغيّر الغطاء الأرضي في المدن والقرى.

المقترحات المستقبلية:

١. الاستفادة المخططيين الجغرافيين من التقنيات الجغرافية كُنْظَم المعلومات الجغرافية في رصد وقياس مساحات أصناف الغطاء الأرضي، وتطبيق ذلك في دراسات العمران والمدن.
٢. استخدام تقنية اكتشاف التغيّر بِنْظَم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني للغطاءات الأرضية.
٣. تفعيل استخدام خوارزميات التعلم الآلي في التنبؤ المستقبلي بالتوسعات العمرانية واتجاهات النمو الحضري.
٤. التكامل بين علم الجغرافيا وعلم التخطيط الحضري من خلال نشر الأبحاث العلمية التي تستند إلى أسس علمية تبرز دورها في التحليلات المكانية واكتشاف التغيّر والابتكار في المشاريع المستقبلية.
٥. تكثيف مشاريع التنمية العمرانية في مدينة أُمْلُج وزيادة مشاريع النقل والمواصلات، بالإضافة إلى خلق عناصر جذب سياحية في الجهة الشمالية من المدينة، وفي الجهة الشرقية والجنوبية.

المراجع

المراجع العربية:

- أحمد، رشا (٢٠٢٥م)، النمذجة المكانية للتوسع العمراني المستدام لمدينة أطفح، مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد، المجلد ٣٢، العدد ٣٢، الجزء الثاني، ٨٩-١٣١. DOI: 10.21608/jfpsu.2025.352780.1412
- حسين، عبد الرحيم. محمود، إبراهيم. نعينع، محمد. نجار، حمدان. (٢٠٢٤م)، تقييم أثر الدقة المكانية للمرئيات الفضائية في تصنيف الغطاءات الأرضية لمركز ومدينة نجع حمادى خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠٢٠م). مجلة كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي، المجلد ٣٣، العدد ٦٢، يناير ٢٠٢٤. DOI: 10.21608/qarts.2024.246479.1788
- رؤية المملكة ٢٠٣٠، (٢٠٢٥)، المشاريع الكبرى، مشاريع منطقة تبوك، مشاريع المملكة العربية السعودية.
- شعبان، فادي. علي، أحمد. محمد، أحمد. (٢٠٢٠م)، تقييم دقة طرق التصنيف المراقب وغير المراقب لمريئة لاندسات ٨ منطقة الدراسة: مدينة طرطوس، مجلة جامعة تشرين، العلوم الهندسية، المجلد ٤٢، العدد ٤.
- الشقور، نور. زريقات، دلال. (٢٠٢٢م)، دراسة التغير في مساحة الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي في محافظة الكرك خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠١٧ باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)، المجلد ٣٦(١).
- الغامدي، أبراس. (٢٠١١م)، اكتشاف التغير باستخدام البيانات الرقمية للأقمار الصناعية، دراسة تطبيقية على مدينة مكة المكرمة وما حولها، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، المجلد ١٣، العدد ١، ربيع الثاني ١٤٢٢، يونية ٢٠٠١م.
- وكالة الأنباء السعودية. (٢٠٢٥م)، التقارير والاستطلاعات، سياحة وترفيه، أملج شواطئ خلاية ومشروعات بلدية تعزز جودة الحياة، واس، ٠٠٧٢.
- وزارة الإسكان والبلديات. (٢٠٢٥م)، المصطلحات البلدية، الدليل الكامل للمصطلحات البلدية، المكتبة الالكترونية.
- المصادر الالكترونية
- الخارطة الحضرية خدمات منصة بلدي، وزارة البلديات والإسكان [/https://umaps.balady.gov.sa](https://umaps.balady.gov.sa)
- مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن، ١٤٣١هـ/١٠/٢٠٢٠م.
- الهيئة العامة للإحصاء، بيانات التعداد لعام ٢٠٢٢م. [https://www.stats.gov.sa/statistics-](https://www.stats.gov.sa/statistics-tabs?tab=436332&category=417653)
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية [/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov)
- برنامج Diva-GIS <https://diva-gis.org/index.html>

ترجمة المراجع العربية:

- Ahmad, Rasha (2025). Spatial Modeling of Sustainable Urban Expansion in Atfih City. Faculty of Arts Journal, Port Said University, Vol. 32, Issue 32, Part 2, pp. 89-131. DOI: 10.21608/jfpsu.2025.352780.1412
- Hussein, Abdel-Rahim; Mahmoud, Ibrahim; Nacina, Mohamed; Najjar, Hamdan (2024). Assessing the Impact of Spatial Resolution of Satellite Imagery on Land Cover Classification of the City of Nag Hammadi (1990-2020). Faculty of Arts Journal, South Valley University, Vol. 33, Issue 62, January 2024. DOI: 10.21608/qarts.2024.246479.1788
- Saudi Vision 2030, (2025), major projects, Tabuk region projects, projects of the Kingdom of Saudi Arabia.
- Shaban, Fadi; Ali, Ahmed; Mohamed, Ahmed (2020). Evaluating the Accuracy of Supervised and Unsupervised Classification Methods for Landsat 8 Imagery: Tartus City as a Case Study. Tishreen University Journal, Engineering Sciences, Vol. 42, Issue 4.
- Al-Shakkour, Nour; Zureigat, Dalal. A Study of Land Cover and Land Use Change in Karak Governorate, Jordan (1986-2017) Using GIS and Remote Sensing. Al-Najah University Journal for Research (Human Sciences), Vol. 36(1).
- Al-Ghamdi, Abu Ras. (2011), Change Detection Using Satellite Imagery: An Application Study of Makkah and its Surroundings, Umm Al-Qura University Journal of Educational, Social and Human Sciences, Vol. 13, Issue 1, Rabi' al-Thani 1422 AH, June 2001.
- Saudi Press Agency. (2025 AD), Reports and Surveys, Tourism and Entertainment, Umluj: Picturesque Beaches and Municipal Projects that Enhance the Quality of Life, SPA, 0072.
- Ministry of Housing and Municipalities (2025), Municipal Terminology, The Complete Guide to Municipal Terminology, Electronic Library.
- Online Sources
- Urban Mapping Services, Balady Platform, Ministry of Municipal and Rural Affairs and Housing <https://umaps.balady.gov.sa>
- Saudi Arabia Encyclopedia <https://saudiency.kapl.org.sa/>
- General Authority for Statistics and Information, Preliminary Results of the General Population and Housing Census, 1431 /2010.
- General Authority for Statistics, Census Data for 2022. <https://www.stats.gov.sa/statistics-tabs?tab=436332&category=417653>
- United States Geological Survey <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Diva-GIS <https://diva-gis.org/index.html>

المراجع الأجنبية:

- Abdulaziz Alzahrani, Naief Aldossary, Jamal Alghamdi, Observing the dynamics of urban growth of Al-Baha City using GIS (2006–2021), Alexandria Engineering Journal, Volume 95, 2024, Pages 114–131, ISSN 1110-0168, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.03.096>.

- Adhikari, Avishek , Biddut Kumar Ghosh, Md. Naimur Rahman, Urban sprawl in Rangpur City Corporation from 2003 to 2023: A spatiotemporal exploration using geospatial techniques, Volume191, Issue1, March 2025 , e12615 ,<https://doi.org/10.1111/geoj.12615>
- Ahmadi, K., Sahak, A. S., & Sahak, A. T. (2023). Evaluation of Urban Sprawl and Land Use/Cover Variation Patterns through Remote Sensing Data: A Case Study in Kabul City, Afghanistan. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 4(6), 10–20.<https://doi.org/10.24018/ejgeo.2023.4.6.434>
- Aljaddani, A. H., Song, X.-P., & Zhu, Z. (2022). Characterizing the Patterns and Trends of Urban Growth in Saudi Arabia's 13 Capital Cities Using a Landsat Time Series. *Remote Sensing*, 14(10), 2382. <https://doi.org/10.3390/rs14102382>
- El Garouani, A., Mulla, D. J., El Garouani, S., & Knight, J. (2017). Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data: Case of Fez, Morocco. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 160-169. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.02.003>
- Fatma Saber Taiema, Mona S. Ramadan, Monitoring urban growth directions using geomatics techniques, a case study Zagazig city-Egypt, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, Volume 24, Issue 3, Part 2, 2021, Pages 1083-1092, ISSN 1110-9823, <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.10.007>.
- Koko, Auwalu Faisal. A Study of Urban Growth Model in Nigeria Using Geospatial Approaches: A GIS-Based Methodologies, *International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS)* <https://doi.org/10.51584/IJRIAS.2025.1001022>
- Maity, N., & Mishra, V. N. (2024). Urban Growth Analysis Using Multi-Temporal Remote Sensing Image and Landscape Metrics for Smart City Planning of Lucknow District, India. *Engineering Proceedings*, 82(1), 59. <https://doi.org/10.3390/ecsa-11-20514>
- Maxwell, A. E., Warner, T. A., & Fang, F. (2018). Implementation of machine-learning classification in remote sensing: an applied review. *International Journal of Remote Sensing*, 39(9), 2784–2817. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1433343>
- Sabharwal, C. (2021). Cohens Kappa Statistic and new Kappa Statistic for Measuring and Inter-Rater Agreement, *International Journal of Research in Engineering and Science*, v9, I7, pp.23-28.
- Sahin, E., Iban, M. C., & Bilgilioglu, S. S. (2024). Remote Sensing-Enabled Urban Growth Simulation Overlaid with AHP-GIS-Based Urban Land Suitability for Potential Development in Mersin Metropolitan Area, Türkiye. *Applied Sciences*, 14(8), 3484. <https://doi.org/10.3390/app14083484>
- Subasinghe, S., Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2016). Spatiotemporal Analysis of Urban Growth Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of the Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(11), 197. <https://doi.org/10.3390/ijgi5110197>
- Singh, Rohit. Where Deep Learning Meets GIS. Deep Learning, June 2019. Where Deep Learning Meets GIS





مجلة الجامعة الإسلامية
للعلوم التربوية والاجتماعية

معرفة
e-Marefa



المنظومة
ALMANDUMAH

Arcif
Analytics



KINGDOM OF SAUDI ARABIA
MINISTRY OF EDUCATION
ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH



Islamic University Journal For
Educational and Social Sciences

Islamic University Journal For Educational and Social Sciences

Refereed periodical scientific journal



Published four times a year in:
(March, June, September and December)

Issue

25

Volume

49

Month

March/ Ramadan

Year

1447 AH / 2026 AD