

تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لرصد تغير استخدام الأراضي / الغطاء الأرضي (قضاء المسيب) نموذجاً

م.م. منير عباس عبيد

Laitm186@gmail.com

المديرية العامة لتربية بابل

الملخص

تعد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد أحد الاستراتيجيات الرئيسية لإدارة وتتبع الموارد الطبيعية ورصد تغيرها، ورسم الخرائط، والمساهمة الرئيس في معرفة هذه التغيرات، وأن منطقة المختارة للدراسة الحالية هي قضاء المسيب، حيث ترصد هذه الدراسة التغيرات في استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي بين عام ٢٠١٨ و عام ٢٠٢٣، مستخدماً فيها تقنيات مبسطة اعتمدت على برامج مثل ArcGIS 10.8.1 و IDRISI 17.0 و Microsoft Excel 2021، ومرئيات مصححة ومصنفة بالذكاء الاصطناعي.

حيث تم رصد ست فئات: المسطحات المائية، الأشجار، الأراضي الزراعية، المناطق العمرانية، الأراضي الجرداء، المراعي؛ ولكون المنطقة زراعية، فإن الأراضي الزراعية هي أكبر المساحات في كلا العامين على التوالي ٤٦١.٣١ كم^٢ و ٣٧١.١٢ كم^٢، تلتها المراعي ٢٧٥.٦٠ كم^٢ و ٣٥٩.٩١ كم^٢، وأقلها الأشجار ٣٠٩ كم^٢ و ٢٠٢.٢٧ كم^٢، ويشير اكتشاف التغير الى تغيرات إيجابية منها، المناطق العمرانية بنسبة ٦٩.٨١%، والمراعي بنسبة ٣٠.٥٩%، بينما حدث انخفاض سلبي في الأراضي الجرداء بنسبة ٥٦.٦٣%، والمسطحات المائية بنسبة ٣١.١٧%، والأشجار بنسبة ٢٦.٤١%، والأراضي الزراعية بنسبة ١٩.٥٥%، فضلاً عن التنبؤ بالفئات عن طريقة نموذج ماكروف لعشر سنوات لعام ٢٠٣٣، وجد أن المناطق العمرانية من المتوقع زيادتها الى ٩٥.٢٥ كم^٢ أي أنها تتوسع مساحتها بمقدار ٢٨٠.٥٧ كم^٢، أما المراعي فالتوقع أن تصل مساحتها الى ٤١٨.٤٠ كم^٢ أي بمقدار زيادة ٥٨.٤٩ كم^٢، ومع ذلك، ستخف مساحات الأراضي الزراعية الى ١٤٦.٧٢ كم^٢.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، نموذج ماكروف، الذكاء الاصطناعي العميق، قضاء المسيب، سنتينل-٢.

Geographic Information Systems and Remote Sensing Techniques for Monitoring Land Use/Land Cover Change (Al-Musayyib District) as a model

Muneer Abbas Obaid

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing techniques are one of the main strategies for managing and tracking natural resources, monitoring their changes, mapping, and contributing to the knowledge of these changes. The study area is Al-Misiib District, where this study monitors changes in land use/land cover between 2018 and 2023, using simplified techniques based on programs such as ArcGIS 10.8.1, IDRISI 17.0, and Microsoft Excel 2021, and AI-corrected and classified imagery.

Six categories were identified: water bodies, trees, agricultural land, urban areas, barren land, and rangelands. As the area is agricultural, agricultural land is the largest area in both years, 461.31 km² and 371.12 km² respectively, followed by rangelands 275.60 km² and 359.91 km², and the least is trees 3.09 km² and 2.27 km². The change detection indicates positive changes including urban areas by 69.81%, rangelands by 30.59%, while there was a negative decrease in barren land by 56.63%, water bodies by 31.17%, trees by 26.41%, and agricultural land by 19.55%. In addition, predicting the categories using the Markov model for ten years for 2033, it was found that urban areas are expected to increase to 95.25 km², which means that their area will expand by 280.57 km², while rangelands are expected to reach 418.40 km², which means an increase of 58.49 km². However, the area of agricultural land will decrease to 146.72 km².

Keywords: Geographic Information Systems, Remote Sensing, Markov Model, Deep Artificial Intelligence, Al-Musayyib District, Sentinel-2.

المقدمة:

تعد تقنيات الاستشعار عن بعد أداة قوية، لأنها توفر نهجًا أكثر ملاءمة وكفاءة للحصول على معلومات حول سطح الأرض^(١)، في المقابل، تقوم نظم المعلومات الجغرافية بدمج البيانات من الاستشعار عن بعد لإنشاء معرفة واضحة بنمذجة استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي، ولقد أثبتت نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد فائدتهما الكبيرة في رصد استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي وأنماط، كما أثبتت الاستخدام المشترك للاستشعار عن بعد عبر الأقمار الصناعية ونظم

المعلومات الجغرافية أنه نهج موثوق وفعال لتتبع التغيرات في استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي^(٢). ولقد تم استخدام تقنيات متوفرة لكل باحث متخصص في هذا المجال مثل برنامج ArcGIS 10.8.1 وبرنامج IDRISI 17.0 وبرنامج Microsoft Excel 2021، فضلا عن استخدام مرئيات مصححة ومصنفة بالذكاء الاصطناعي بالاعتماد على موقع <https://www.arcgis.com>.

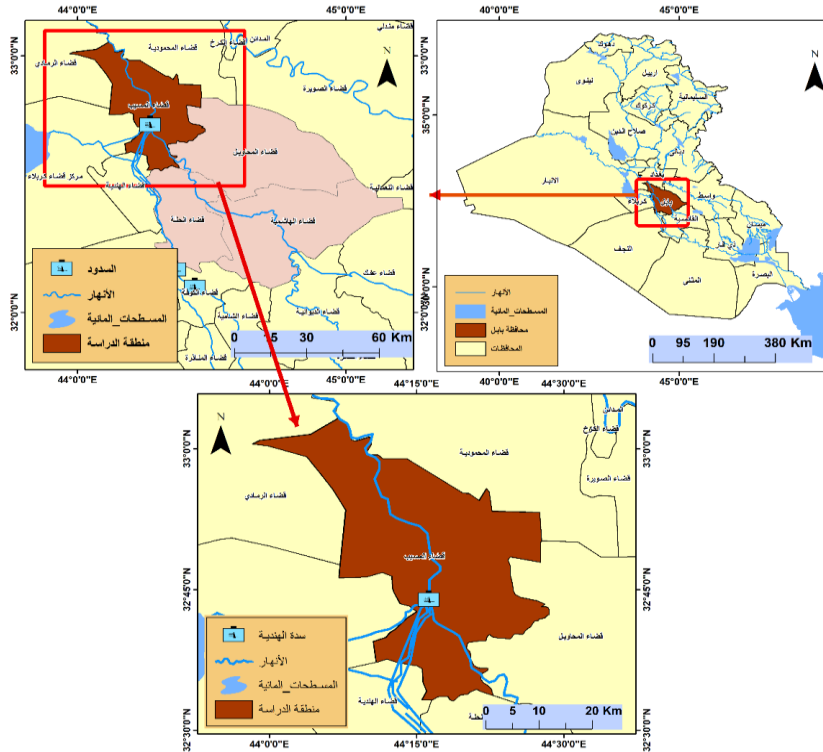
حيث يُستخدم مصطلحا استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي بشكل مترادف في كثير من الأحيان، لكن لكل مصطلح معناه الفريد، يشير استخدام الأراضي إلى الغرض الذي تخدمه الأرض، على سبيل المثال، الترفيه أو موطن الحياة البرية أو الزراعة، بينما يشير الغطاء الأرضي إلى الغطاء السطحي للأرض مثل الغطاء الأرضي والبنية التحتية الحضرية والمياه والتربة العارية وما إلى ذلك، ويحدد الغطاء الأرضي المعلومات الأساسية لأنشطة مثل الخرائط الموضوعية ورصد التغير^(٣)، تتفاعل العوامل الاجتماعية الاقتصادية والبيئية الطبيعية لتؤدي إلى التغير في استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي. وتعد الممارسات الزراعية غير الملائمة، والرعي الجائر، والنمو السريع في عدد السكان، والإعدادات المؤسسي الضعيف من بين المتغيرات البشرية الرئيسية الدافعة لتغير في استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي^(٤). إن تصنيف الغطاء الأرضي واكتشاف التغيرات مهمتان حاسمتان في الاستشعار عن بُعد، وقد تم تناولهما على نطاق واسع في العقود القليلة الماضية. والسببان الرئيسيتان لهذا التركيز هما التوافر المتزايد لبيانات الاستشعار عن بُعد وإمكانية الكشف التلقائي عن الغطاء الأرضي على نطاق واسع، بسبب تزايد قوة الحوسبة ونهج التعلم الآلي المبتكرة. بالإضافة إلى ذلك، توفر الأقمار الصناعية الحديثة متعددة الأطياف مثل قمر (سنتينيل-2) Sentinel-2 بيانات ذات دقة مكانية وزمانية عالية^(٥)، ولرسم خريطة للتغيرات، تم استخدام بيانات المستمدة من صور Sentinel-2 بدقة ١٠ أمتار، تم إنشاء كل عام باستخدام نموذج تصنيف الأراضي بالذكاء الاصطناعي العميق من Impact Observatory، والذي تم اعداده باستخدام مليارات من وحدات البيكسل المصنفة يدوياً من الجمعية الجغرافية الوطنية، يتم إنتاج الخرائط العالمية عن طريق تطبيق هذا النموذج على مجموعة صور Sentinel-2 Level-2A على حاسوب Microsoft الأراضي، حيث يتم معالجة أكثر من ٤٠٠,٠٠٠ عملية رصد للأرض سنوياً^(٦)، وقد ركزت الدراسة على قضاء المسيب أساساً للدراسة التي تستخدم تقنيات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد لدراسة تغير استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي وتوفير رؤى لجهود التخطيط والإدارة المستدامة.

منطقة الدراسة:

تغطي منطقة الدراسة (قضاء المسيب) حيث تقع في وسط العراق في الجزء الشمالي الغربي من محافظة بابل، يحدها شمالاً محافظة بغداد وجنوباً قضاء المحاويل ومركز المحافظة (الحلة) وقضاء الهندية (كربلاء) وشرقاً محافظة بغداد وقضاء المحاويل أما غرباً فكل من محافظة الأنبار ومحافظة كربلاء، تقع فلكياً بين دائرتي عرض (٢٦° ٣٢' - ٥١° ٣٣') شمالاً، وبين وخطي الطول

شكل (١)، تبلغ مساحة منطقة الدراسة (٩٩٨ كم^٢) (٧).
 (٥٧^١ ٤٣^٥ - ٢٩^١ ٤٤^٥) شرقاً، تأخذ شكلاً طويلاً يمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي،

شكل (١) موقع منطقة الدراسة.



المصدر: وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، الخريطة الإدارية لمحافظة بابل بمقياس رسم ١:٢٥٠,٠٠٠، ٢٠١٠.

الهدف من الدراسة:

✓ تمثيل دور التقنيات والبيانات الأقمار الصناعية في بناء وتحديث الخرائط الموضوعية وتصنيفها لأغراض تخطيط استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي في بناء ورصد تغيراتها مع مرور الزمن.

✓ إنشاء خريطة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد عالية الدقة.

✓ إنشاء قاعدة بيانات مكانية وجغرافية لقضاء المسيب لفترتين زمنيتين مختلفتين لعامي ٢٠١٨ و٢٠٢٣.

✓ معرفة التغيرات التي طرأت على استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي من عام ٢٠١٨ إلى عام ٢٠٢٣ والتنبؤ بها لعام ٢٠٣٣.

البيانات والأساليب:

• تم انشاء قاعدة بيانات تتمثل بتحديد منطقة الدراسة من نوع المضلعات (Polygon) وتحويل نظام الإسقاط الجغرافي لها الى نظام إسقاط مترى WGS 1984 UTM Zone 38N

ليتطابق مع المرئية الفضائية المحملة وليتم قياس المساحة للفئات التي سيتم استخراجها.

- وكمدخلات للبيانات، اعتمد على بيانات من برنامج القمر الصناعي Sentinel-2 المتاح مجاناً من قبل برنامج كوبرنيكوس متاحة مجاناً مع استبانات طيفية وزمنية كافية للكشف عن تغير الغطاء الأرضي^(٨). يقدم برنامج Sentinel-2 صوراً متعددة الأطياف مع ١٣ نطاقاً طيفياً من الأشعة المرئية المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة إلى الأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجة. وتغطي صور Sentinel-2 سطح الأرض كل خمسة أيام بدقة مكانية تبلغ ١٠ أمتار و ٢٠ متراً و ٦٠ متراً حسب النطاق الطيفي^(٩).

- تحميل مرئية فضائية من نوع النقطية (Raster) من الموقع <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer> للقمر Sentinel-2 بدقة ١٠ أمتار حيث تكون معالجة ومصححة جغرافياً على نظام الإسقاط الجغرافي WGS 1984 UTM Zone 38N لعام ٢٠١٨ و ٢٠٢٣.

- استخراج خلايا البيانات النقطية التي تتوافق من المنطقة المحددة للدراسة بواسطة الاستقطاع عن طريق برنامج ArcGIS 10.8.1 من خلال:

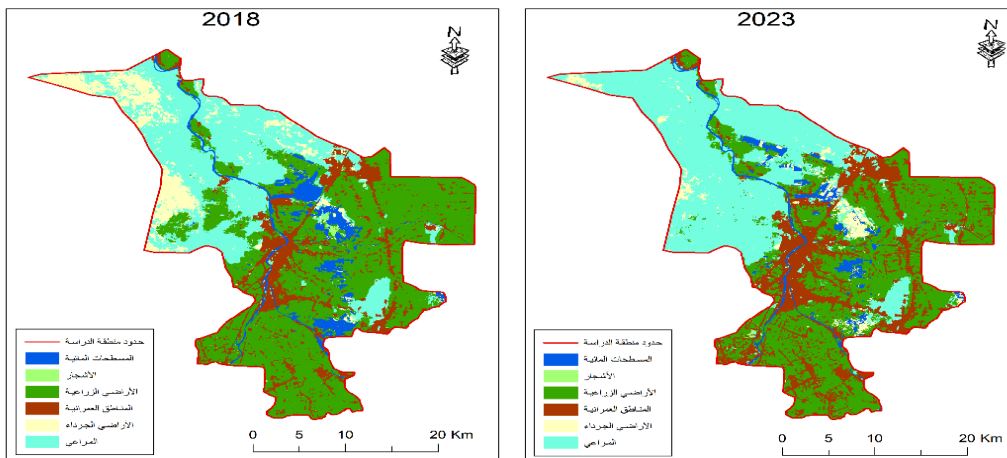
Arc Toolbox ➔ Spatial Analyst Tool ➔ Extraction ➔ Extract by Mask

- تحويل المستخرج النقطي (Raster) الى مضلع (Polygon) للحصول على دقة عالية للمستخرجات ولعمل القياسات لكل فئة عن طريق برنامج ArcGIS 10.8.1 من خلال:

Arc Toolbox ➔ Conversion Tools ➔ From Raster ➔ Raster to Polygon

- تصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، للتحليل المسبق من قبل موقع ArcGIS للقمر Sentinel-2، ظهرت أن منطقة الدراسة تحوي على ست فئات كما في خريطة (٢) وجدول (١).

خريطة (٢) استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد مرئيتي Sentinel-2 لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣ باستخدام

برنامج ArcGIS 10.8.1.

جدول (١) فئات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي.

فئات الأراضي/	استخدام الغطاء الوصف الأرضي
المسطحات المائية	المناطق التي تغطيها المياه بشكل رئيس على مدار السنة، الأراضي الرطبة الداخلية والأنهار والمسطحات المائية: الأنهار، البرك، البحيرات.
الأشجار	وتشمل تجمع للنباتات العالية (حوالي ١٥ قدمًا أو أكثر) والكثيفة، وعادة ما يكون لها مظلة مغلقة أو كثيفة: الغطاء الأرضي المشجر، وتكتلات النباتات العالية الكثيفة، شبه دائمة الخضرة، نفضية، مزرعة الغابات.
الأراضي الزراعية	مناطق الأراضي المحروثة أو المعدة لزراعة المحاصيل الموسمية والمعمرة.
المناطق العمرانية	المنشآت التي صنعها الإنسان كالوحدات السكنية ومجمعات ريفية صغيرة وغيرها من المناطق المبنية: المنازل، القرى، المدن المكتظة بالسكان، الطرق المعبدة.
الأراضي الجرداء	المناطق الصخرية أو الترابية التي يقل فيها الغطاء الأرضي إلى حد كبير أو تنعدم تمامًا على مدار السنة: الصخور أو التربة المكشوفة والصحراء والسبخات الجافة، أرض بور، منطقة رملية، أرض قاحلة.
المراعي	المناطق العشبية تستخدم للرعي التي لا يوجد بها مخطط بشري واضح: المروج الطبيعية والحقول ذات الغطاء الشجري المتناثر.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد مرئيتي Sentinel-2 لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣ والدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٤/٤/٩.

تحليل مساحة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي:

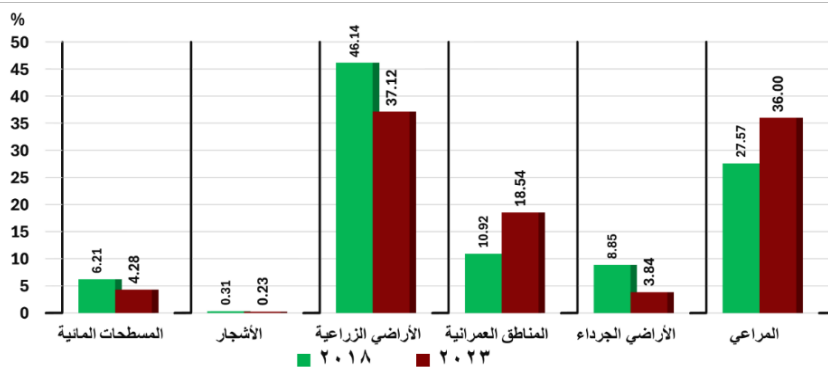
تم الكشف عن مساحة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرض عن طريق برنامج ArcGIS 10.8.1 لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣ وظهرت أن الأراضي الزراعية تحتل القسم الأكبر من المساحة الكلي في كلى العامين وتأتي المراعي بالمرتبة الثانية تلتها المناطق العمرانية ثم الأراضي الجرداء وبعدها المسطحات المائية وأقلها مساحة الأشجار، كما موضح في جدول (٢) وشكل (١).

جدول (٢) مساحة ونسبة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣.

2023		2018		استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي
%	كم ^٢	%	كم ^٢	
4.28	42.75	6.21	62.11	المسطحات المائية
0.23	2.27	0.31	3.09	الأشجار
37.12	371.12	46.14	461.31	الأراضي الزراعية
18.54	185.32	10.92	109.14	المناطق العمرانية
3.84	38.40	8.85	88.52	الأراضي الجرداء
36.00	359.91	27.57	275.60	المراعي
100	999.77	100	999.77	المجموع

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد مرئيتي 2-Sentinel لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣.

شكل (١) نسبة مساحة استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

يتبين من خريطة (٢) وجدول (٢) وشكل (١) ما يأتي:

- في عام ٢٠١٨ بلغت أكبر مساحة لاستخدام الأراضي/الغطاء الأرضي للأراضي الزراعية بنسبة ٤٦.١٤% تركزت أغلبها في الأجزاء الوسطى والجنوبية والشرقية وأجزاء قليلة من الجنوب الغربي إضافة مع امتداد نهر الفرات، تلتها المراعي بنسبة ٢٧.٥٧% وهي موزعة في الجزء الشمالي الشرقي والأجزاء الوسطى؛ يرجع سبب زيادة مساحة الأراضي الزراعية والمراعي الى كون المنطقة ذات طابعي زراعي يعتمد على الإنتاج الزراعي، جاءت بعدها المناطق العمرانية بنسبة ١٠.٩٢% والمتمثلة بالمنشآت التي صنعها الإنسان كالوحدات السكنية ومجتمعات ريفية صغيرة وغيرها من المناطق المبنية كما موضح في جدول (١)، أما الأراضي الجرداء كانت نسبتها ٨.٨٥% شملت المناطق الصخرية أو الترابية التي يقل فيها الغطاء الأرضي إلى حد كبير أو تنعدم تمامًا على مدار السنة، أما أقلها مساحة فهي كل من المسطحات المائية بنسبة ٦.٢١% من أمثلتها الأنهار، البرك، البحيرات؛ أما الأشجار فبلغت نسبتها ٠.٣١%.

- أما عام ٢٠٢٣ احتلت الأراضي الزراعية أعلى نسبة بلغت ٣٧.١٢% على الرغم من تناقص في

مساحتها مقارنة مع عام ٢٠١٨، تلتها المراعي بزيادة في المساحة على ما كنت عليه في عام ٢٠١٨ حيث بلغت نسبتها ٣٦% وهذا يرجع الى الظروف المناخية المتمثلة بارتفاع درجات الحرارة وقلة سقوط الأمطار حيث يؤدي الى تحول مساحات الزراعية الى مراعي توزعت في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة، كما لوحظ نتيجة الزيادة السكانية زيادة في مساحة المناطق العمرانية فبلغت نسبتها ١٨.٥٤%، ويظهر تناقص في مساحة الأراضي الجرداء والمسطحات المائية والأشجار على التوالي ٣.٨٤% و ٤.٢٨% و ٠.٢٣%.

كشف تغير استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي:

تم كشف تغير استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي عن طريقة حساب مقدار التغير وهو فرق بين مساحة الفئة في ٢٠٢٣ و ٢٠١٨، ونسبة التغير من خلال المعادلة التالية:

$$T(\%) = \left[\frac{S2}{S1} - 1 \right] * 100$$

حيث: $T(\%)$ يمثل نسبة التغير، و $S2$ تمثل السنة اللاحقة و $S1$ السنة السابقة، فإذا كانت موجبة يُستنتج حدوث زيادة في استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي، أما إذا كانت سالبة يُستنتج حدوث تراجعها، بينما إذا كان صفرًا يتم استنتاج ثباتها^(١٠).

ونسبة التغير السنوي ويعبر هذا المصطلح عن نسبة كل فئة من الغطاء الأرضي التي تتغير سنويًا. بناءً على مساحة كل فئة، وتم حساب هذه النسبة وفقًا لمعادلة التالية:

$$Tc = \frac{\ln S2 - \ln S1}{(t2 - t1) * \ln e} \times 100$$

يرمز Tc الى نسبة التغير السنوي $S1$ و $S2$ مساحة الفئات في العامين $t1$ و $t2$ على التوالي. ويمثل $(t2 - t1)$ الفرق بين سنوات. \ln يرمز إلى اللوغاريتم الطبيعي، و e يرمز إلى قاعدة اللوغاريتم الطبيعي ($e=2.71828$)^(١١). فإذا كان القيمة أصغر من صفر (سالبة)، فإن فئة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي تكون في حالة استفاد أي كلما زادت القيمة في التناقص زاد استنزاف الأرض بشكل مكثف، أما إذا كانت أكبر من صفر (موجبة) تعني العكس تمامًا (فئة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي في حالة التوسع)^(١٢).

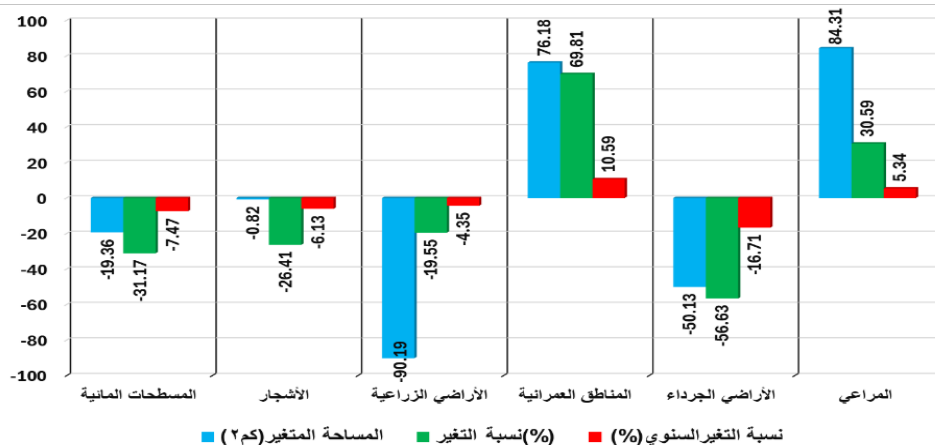
جدول (٣) مساحة التغير ونسبة التغير ونسبة التغير السنوي لاستخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي.

نسبة التغير السنوي	تغير الفئات		2023		2018		الفئات
	%	كم ^٢	%	كم ^٢	%	كم ^٢	
-7.47	-	19.36	4.28	42.75	6.21	62.11	المسطحات المائية
-6.13	-	-0.82	0.23	2.27	0.31	3.09	الأشجار

	26.41						
-4.35	-	-	37.1	371.1	46.1	461.3	الأراضي الزراعية
	19.55	90.19	2	2	4	1	
10.59	69.81	76.18	18.5	185.3	10.9	109.1	المناطق العمرانية
			4	2	2	4	
-	-	-	3.84	38.40	8.85	88.52	الأراضي الجرداء
16.71	56.63	50.13					
5.34	30.59	84.31	36.0	359.9	27.5	275.6	المراعي
			0	1	7	0	
			100	999.7	100	999.7	المجموع
				7		7	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢).

شكل (٢) مساحة ونسبة التغير ونسبة التغير السنوي لاستخدام الأراضي/الغطاء الأرضي.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣).

يظهر من الجدول (٣) والشكل (٢) أن فئات استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي شهدت تغيراً ملحوظاً خلال فترة الدراسة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢٣، وذلك على النحو التالي:

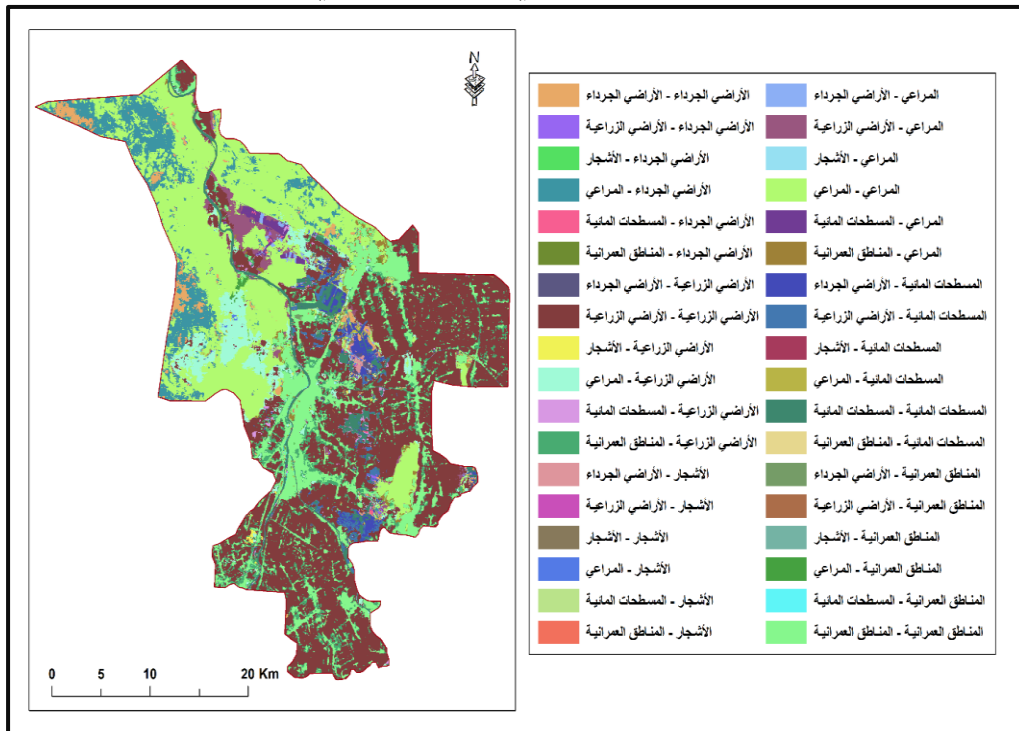
كان للمراعي أكبر قدر من زيادة في التغير في المساحة حيث بلغت ٨٤.٣١ كم^٢، كما زادت المناطق العمرانية إلى ٧٦.١٨ كم^٢؛ بينما انخفضت مساحات الفئات التالية سلباً، حيث انخفضت مساحة الأراضي الزراعية بمقدار ٩٠.١٩ كم^٢ وبلغت الأراضي الجرداء ٥٠.١٣ كم^٢ وبلغت المسطحات المائية ١٩.٣٦ كم^٢ وبلغت الأشجار ٠.٨٢ كم^٢.

وإن فئات استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي شهدت تغيراً خلال الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢٣. حيث سادت التغيرات الإيجابية، فزادت المناطق العمرانية بنسبة ٦٩.٨١% وبنسبة تغير سنوي ١٠.٥٩% والمراعي بنسبة ٣٠.٥٩% بنسبة تغير سنوي وصل إلى ٥.٣٤% وهذا يعني حدوث زيادة في المساحة على حساب الفئات الأخرى، بينما حدث انخفاض سلب في الأراضي الجرداء

بنسبة ٥٦.٦٣% بنسبة تغير سنوي ١٦.٧١% والمسطحات المائية بنسبة ٣١.١٧% وبنسبة تغير سنوي ٧.٤٧% والأشجار بنسبة ٢٦.٤١% وبنسبة تغير سنوي ٦.١٣% والأراضي الزراعية بنسبة ١٩.٥٥% وبنسبة تغير سنوي ٤.٣٥%.

يمثل هذا التحول الكبير في استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي لفئة المناطق العمرانية والمراعي الذي يضع ضغطاً على الفئات الأخرى، كما موضح في خريطة (٣) وجدول (٤) الذي تم استخراج بياناته من مخرجات المرئيتين لعام ٢٠١٨ ولعام ٢٠٢٣ من خلال الأوامر التالية Arc Toolbox ➔ Analysis Tools ➔ Overlay ➔ Intersect حيث تحولت ١١٦.٤٥ كم^٢ منها ٦٧.٢٠ كم^٢ الى مناطق عمرانية نتيجة الزحف العمراني عليها، إذ يمكن اعتبار حالة الكثافة السكانية أو الانفجار السكاني نوعاً من الواقع، لأن للاكتظاظ السكاني تأثيرات متعددة في مجال الاستغلال المكثف للبيئة^(١٣). و ٤١.٥٥ كم^٢ الى مراعي بسبب الظروف الطبيعية المتمثلة بالجفاف بزيادة معدل التبخر وقلّة الأمطار وترك الأراضي الزراعية لتصبح أراضي بور تستغل للرعي وهذا ينطبق أيضاً على الأراضي الجرداء حيث تحولت ٧٠٠.٠٨ كم^٢ منها ٦٧.٦٨ كم^٢ الى مراعي، وكذلك تحول ٢٠.٣٦ كم^٢ من المسطحات منها ١٣.١٩ كم^٢ الى أراضي جرداء بسبب انخفاض منسوب مياه نهر الفرات وظهور الكثير من الجزر النهرية^(١٤). وتحول ٣.٢٥ كم^٢ أراضي زراعية وبالأخص زراعة الخضروات الصيفية. أما الأشجار فمقدار تحولها ٢.٥٢ كم^٢.

خريطة (٣) تحويل استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي ٢٠١٨-٢٠٢٣.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات خريطة (٢).

جدول (٤) تحويل استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي ٢٠١٨-٢٠٢٣.

كم ^٢	٢٠٢٣	٢٠١٨	كم ^٢	٢٠٢٣	٢٠١٨
67.20	المناطق العمرانية	الأراضي الزراعية	111.80	المناطق العمرانية	المناطق العمرانية
348.44	الأراضي الزراعية		1.18	الأراضي الزراعية	
1.19	الأشجار		0.02	الأشجار	
2.72	الأراضي الجرداء		0.53	الأراضي الجرداء	
41.55	المراعي		2.07	المراعي	
3.79	المسطحات المائية		0.45	المسطحات المائية	
464.89	المجموع		116.05	المجموع	
0.64	المناطق العمرانية		الأراضي الجرداء	4.53	
1.18	الأراضي الزراعية	16.99		الأراضي الزراعية	
0.01	الأشجار	0.37		الأشجار	
18.07	الأراضي الجرداء	2.45		الأراضي الجرداء	
67.68	المراعي	245.00		المراعي	
0.57	المسطحات المائية	5.98		المسطحات المائية	
88.15	المجموع	275.32		المجموع	
1.07	المناطق العمرانية	المسطحات المائية		0.08	المناطق العمرانية
3.25	الأراضي الزراعية		0.09	الأراضي الزراعية	
0.11	الأشجار		0.56	الأشجار	
13.19	الأراضي الجرداء		1.29	الأراضي الجرداء	
2.75	المراعي		0.95	المراعي	
31.85	المسطحات المائية		0.12	المسطحات المائية	
52.21	المجموع		3.08	المجموع	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٣).

التنبؤ بتغيرات استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي:

يعد التعرف على تغيرات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي أحد أهم المعايير في تخطيط الأراضي وإدارتها، وتتأثر هذه التغيرات بتفاعل الأنشطة البشرية مثل النمو السكاني والظروف السياسية والاقتصادية والعوامل البيئية والمناخ والتربة والتضاريس^(١٥). كما يوفر التنبؤ بالتغيرات مخططاً للتدابير طويلة المدى لتحسين إدارة الموارد الطبيعية، وإن دراسة الماضي وتوقع استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي المستقبلية يمكن أن يساعد صناع القرار على تصميم خطة تنمية مستدامة^(١٦).

تعد نمذجة تغير استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي باستخدام (نموذج ماركوف) CA-Markov إحدى الطرق المفضلة لأنها تعطي نتائج نموذجية مكانية واضحة تستند إلى قاعدة انتقالية محددة^(١٧)، ويمكن استخدام نمذجة تغيرات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي من خلال برنامج IDRISI 17.0 لعمل نموذج ماركوف الذي يتمتع بقدرة عالية على التنبؤ بتغيرات الاستخدام النهائي في المستقبل^(١٨)، وأن الميزة الرئيسية CA-Markov هذه هي أن الخوارزمية بسيطة بحيث يسهل تطبيقها^(١٩)، ويعتمد نموذج

CA-Markov على توقع تغير حالة معينة إلى حالة أخرى، يُستخدم نموذج ماركوف بشكل شائع لتحليل ومحاكاة التغيرات وأبعاد واتجاهات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي، ويقوم نموذج ماركوف بتحليل وتلخيص التغير في استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي من خلال عدد من الاحتمالات الانتقالية للمناطق من حالة إلى أخرى على مدى فترة زمنية، بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الاحتمالات الانتقالية الناتجة للتنبؤ واكتشاف احتمالية تغير استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي المستقبلية^(٢٠).
يجمع نموذج CA-Markov بشكل فعال بين مميزات نموذجي ماركوف والخلية التلقائية للتنبؤ ومحاكاة التغيرات المستقبلية لاستخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي، عند دمجها في برنامج IDRISI 17.0، تتكون طريقة نموذج CA-Markov من ثلاث خطوات.

أولاً: يتم استخدام نموذج ماركوف لتوليد مصفوفة الاحتمالات الانتقالية توضح احتمالية تغير كل فئة من فئات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي إلى فئة أخرى، والذي يتضمن استخدام نموذج الخلية التلقائية للتنبؤ باستخدام الأراضي/الغطاء الأرضي المستقبلية. كما في الجدول (٥). تم الاعتماد على مرئيتين استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣ للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية لعام ٢٠٣٣.

Modeling ⇒ Environmentas/Simulation Models ⇒ MARKOV.

ثانياً: توفر مرشحات الخلية التلقائية CA-Markov فكرة واضحة عن عامل تصنيف المساحة الذي يمكن أن يتغير بناءً على الحالة الحالية للخلايا المجاورة له. في هذه الدراسة، يتم تعريف الحيز المجاور بواسطة مرشح التجاور العادي. يحيط بكل خلية مركزية حيز مصفوفة يتكون من خلايا أخرى تؤثر على التغيرات في الخلية المركزية.

Modeling ⇒ Environmentas/Simulation Models ⇒ CA-MARKOV

ثالثاً: تم تشغيل نموذج CA-Markov بعدد متغير من التكرارات، يتراوح من ١ إلى ٣٠٠، لتحديد أفضل رقم ممكن للتكرار، ظهرت نتيجة التنبؤ على شكل خريطة مستقبلية لعشرة سنوات كما في خريطة (٤).

جدول (٥) مصفوفة الاحتمالات الانتقالية توضح احتمالية تغير كل فئة من فئات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي إلى كل فئة أخرى.

2023						
2018	المسطحات المائية	الأشجار	الأراضي الزراعية	المناطق العمرانية	الأراضي الجرداء	المراعي
المسطحات المائية	0.44	0.00	0.23	0.04	0.25	0.05
الأشجار	0.04	0.16	0.03	0.03	0.43	0.32
الأراضي الزراعية	0.01	0.00	0.64	0.21	0.01	0.13
المناطق العمرانية	0.02	0.00	0.08	0.82	0.02	0.07
الأراضي الجرداء	0.01	0.00	0.01	0.01	0.17	0.80
المراعي	0.05	0.00	0.13	0.05	0.02	0.75

المصدر: من عمل بالاعتماد على نموذج ماركوف.

يبين من تحليل CA-Markov أن احتمالية تغير المناطق العمرانية بنسبة ٨٢% تليها المراعي بنسبة ٧٥% واحتمالية تغير الأراضي الزراعية بنسبة ٠.٦٤% وبعدها المسطحات المائية بنسبة ٠.٤٤% أما اقلها تغيراً فهي الأشجار بنسبة ٠.١٦%.

احتمالية تحول ٢٣% من الأراضي الزراعية الى المسطحات المائية عن طريق تحولها الى بحيرات للاستزراع السمكي و١٣% الى مراعي نتيجة ترك الزراعة وتحولها مراعي، واحتمالية تحول المراعي ٨٠% الى الأراضي الجرداء لاحتمالية التغير البيئي و٣٢% الى الأشجار و١٣% الى أراضي زراعية، وأيضاً احتمالية تحول الأراضي الجرداء الى ٤٣% و٢٥% الى المسطحات المائية لإمكانية استخدامها للاستزراع السمكي كونها تمثل أراضي سبخة قابلة لذلك.

خريطة توقع استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي لعام ٢٠٣٣.

توضح نتائج محاكاة CA-Markov كما هو موضح في خريطة (٤) وجدول (٦) وشكل (٣) أن قضاء المسيب سيشهد زيادة طفيفة في مساحة الأشجار تصل إلى ٠.١٦ كم^٢. وبناءً على نتائج المحاكاة، سيكون هناك انخفاض طفيف في مساحة المسطحات المائية ٠.٥٩ كم^٢ والأراضي الجرداء تصل الى 6.59- كم^٢ نتيجة للتغيرات المناخية التي يشهدها العراق والعالم بشكل عام، أصبحت آثار الجفاف وشح المياه واضحة بشكل متزايد. وبالمثل، تم التنبؤ بزيادة في مساحة المناطق العمرانية ٩٥.٢٥ كم^٢ بالنظر إلى الاستمرار في زيادة مساحة المناطق العمرانية، والذي يرجع جزئياً إلى النمو السكاني، يتوقع أن يتم توسيع مساحتها بمقدار ٢٨٠.٥٧ كم^٢ بحلول عام ٢٠٣٣. سيتم هذا التوسع على حساب الأراضي الزراعية. أما المراعي فالمتوقع أن تصل مساحتها الى ٤١٨.٤٠ كم^٢ أي بمقدار زيادة ٥٨.٤٩ كم^٢. ومع ذلك، ستخفص مساحة الأراضي الزراعية الى ١٤٦.٧٢ كم^٢ ونتيجة للممارسات الزراعية غير الملائمة وغيرها من الأنشطة البشرية، وبذلك ستعاني الأراضي الزراعية من تدهور كبير، وتوسعت المناطق العمرانية والصناعية على حساب المساحات المزروعة. مما يؤدي الى تدهور وإهمال الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة.

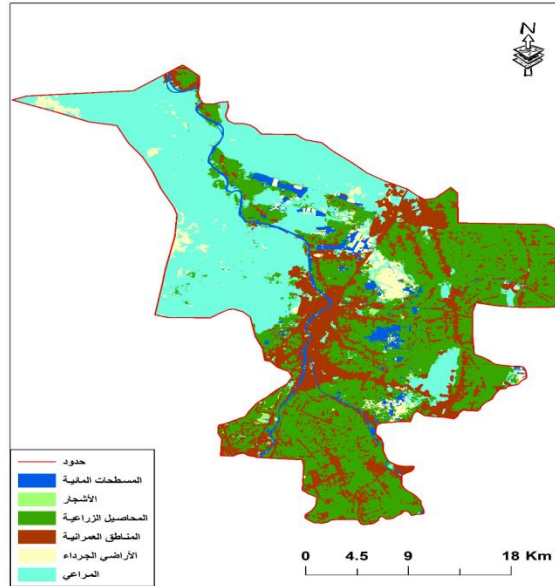
جدول (٦) التغيرات المتوقعة في استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي ٢٠٢٣-٢٠٣٣.

تغير ٢٠٢٣-٢٠٣٣	20٣3		20٢٣		الفئات
	%	كم ^٢	%	كم ^٢	
-0.59	4.22	42.16	4.28	42.75	المسطحات المائية
0.16	0.24	2.43	0.23	2.27	الأشجار
-146.72	22.45	224.40	37.12	371.12	الأراضي الزراعية
95.25	28.06	280.57	18.54	185.32	المناطق العمرانية
-6.59	3.18	31.81	3.84	38.40	الأراضي الجرداء

58.49	41.85	418.40	36.00	359.91	المراعي
	100	999.77	100	999.77	المجموع

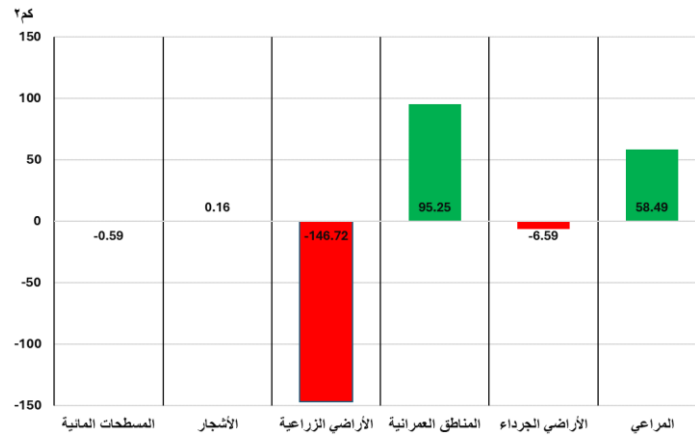
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢) وخريطة (٤).

خريطة (٤) التنبؤ ومحاكاة التغيرات المستقبلية في استخدامات الأراضي/ الغطاء الأرضي لعام ٢٠٣٣.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج IDRISI بالاعتماد على مرئيتين استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي لعامي ٢٠١٨ و٢٠٢٣.

شكل (٣) التغيرات المتوقعة في استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي لعام ٢٠٣٣.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦).

النتائج:

١- أظهرت الدراسة أن منطقة الدراسة تغطيها ست فئات لاستخدام الأراضي/ الغطاء الأرض وهي: المسطحات المائية، الأشجار، الأراضي الزراعية، المناطق العمرانية، الأراضي الجرداء، المراعي.

٢- تم الكشف عن مساحة استخدام الأراضي/ الغطاء الأرض عن طريق برنامج ArcGIS

10.8.1 لعامي ٢٠١٨ و ٢٠٢٣ وظهرت أن الأراضي الزراعية تحتل القسم الأكبر من المساحة الكلية في كلى العامين وتأتي المراعي بالمرتبة الثانية تلتها المناطق العمرانية ثم الأراضي الجرداء وبعدها المسطحات المائية وأقلها مساحة الأشجار.

٣- إن فئات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي شهدت تغيرا خلال الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢٣. حيث سادت التغيرات الإيجابية، فزادت المناطق العمرانية بنسبة ٦٩.٨١% وبنسبة تغير سنوي ١٠.٥٩% والمراعي بنسبة ٣٠.٥٩% بنسبة تغير سنوي وصل الى ٥.٣٤%، بينما حدث انخفاض سلبي في الأراضي الجرداء بنسبة ٥٦.٦٣%- بنسبة تغير سنوي ١٦.٧١%- والمسطحات المائية بنسبة ٣١.١٧%- وبنسبة تغير سنوي ٧.٤٧%- والأشجار بنسبة ٢٦.٤١%- وبنسبة تغير سنوي ٦.١٣%- والأراضي الزراعية بنسبة ١٩.٥٥% وبنسبة تغير سنوي ٤.٣٥%-.

٤- شهدت فئات استخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي تحولا كبيرا، ومنها فئة المناطق العمرانية والمراعي الذي يضع ضغطاً على الفئات الأخرى، خاصة الأراضي الزراعية حيث تحولت ١١٦.٤٥ كم^٢ منها ٦٧.٢٠ كم^٢ الى مناطق عمرانية، و٤١.٥٥ كم^٢ الى مراعي، وهذا ينطبق أيضا على الأراضي الجرداء حيث تحولت ٧٠.٠٨ كم^٢ منها ٦٧.٦٨ كم^٢ الى مراعي، وكذلك تحول ٢٠.٣٦ كم^٢ من المسطحات منها ١٣.١٩ كم^٢ الى أراضي جرداء، وتحول ٣.٢٥ كم^٢ أراضي زراعية، أما الأشجار فمقدار تحولها ٢.٥٢ كم^٢.

٥- من خلال تطبيق نماذج المحاكاة باستخدام نمذجة CA-Markov أمكن التنبؤ بالتغير المستقبلي لاستخدام الأراضي/ الغطاء الأرضي في قضاء المسيب حتى ٢٠٣٣، حيث أظهرت نتائج نموذج CA-Markov انخفاضا مستمرا في الأراضي الزراعية ٢٢٤.٤٠ كم^٢، وزيادة مساحة المناطق العمرانية إلى ٢٨٠.٥٧ كم^٢، وأيضا زيادة المراعي الى ٤١٨.٤٠ كم^٢، وزيادة طفيفة للأشجار الى ٢.٤٣ كم^٢. أما بالنسبة للمسطحات المائية فمن المتوقع أن تتخفض مساحتها إلى ٤٢.١٦ كم^٢، وكذلك انخفاض مساحة الأراضي الجرداء الى ٣١.٨١ كم^٢.

المصادر:

(1) Karma Tempa et al., 'Utilizing Sentinel-2 Satellite Imagery for LULC and NDVI Change Dynamics for Gelephu, Bhutan', Applied Sciences 14, no. 4 (16 February 2024): 1, <https://doi.org/10.3390/app14041578>.

(2) Bapi Sarkar, 'Land Use and Land Cover Change (LULC) Dynamics for Sustainable Land Resources Development: A Geospatial Study of Raiganj Sub-Division, West Bengal (India)', 7 February 2023, 3, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2523790/v1>.

- (3) Abhishek Mishra, Jyoti Sarup, and D C Gupta, 'Land Use and Land Cover Change Detection of Bandhavgarh National Park, M.P., India Using Sentinel-2 Satellite Data' 8, no. 6 (2021): 918.
- (4) Mesfin Anteneh, 'Analysis of Land Use/Land Cover Change and Its Implication On Natural Resources of the Dedo Watershed, Southwest Ethiopia', ed. Santiago Garcia-Granda, *The Scientific World Journal* 2022 (20 September 2022): 4, <https://doi.org/10.1155/2022/6471291>.
- (5) Oliver Seifrin, Felix M. Riese, and Sina Keller, 'Deep Learning for Land Cover Change Detection', *Remote Sensing* 13, no. 1 (28 December 2020): 1, <https://doi.org/10.3390/rs13010078>.
- (6) Impact Observatory, Microsoft, and Esri, 'Sentinel-2 10m Land Use/Land Cover Time Series', <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=cfcfb7609de5f478eb7666240902d4d3d>, Arcgis, 5 April 2024, <https://www.arcgis.com>.
- (7) Ministry of Planning, Central Bureau of Statistics, 'Annual Statistical Collection 2020-2021', 2020.
- (8) Seifrin, Riese, and Keller, 'Deep Learning for Land Cover Change Detection', 5.
- (9) K. Fletcher and European Space Agency, eds., *Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services*, ESA SP 1322/2 (Noordwijk: ESA Communications, 2012), 10.
- (10) Kuete Fogang Marcien et al., 'Spatio-Temporal Dynamics of Land Use on the Expansion of Coffee Agroforestry Systems in Cameroons Production Basins', *African Journal of Environmental Science and Technology* 15, no. 11 (30 November 2021): 508, <https://doi.org/10.5897/AJEST2021.3073>.
- (11) Djosebe Azaria et al., 'Dynamic of Land Use and Vegetation Change in the Eastern Bank of Bénoué (North Cameroon)', *Botanical Studies* 65, no. 1 (13 March 2024): 5, <https://doi.org/10.1186/s40529-024-00413-3>.

- (12) Anteneh, 'Analysis of Land Use/Land Cover Change and Its Implication On Natural Resources of the Dedo Watershed, Southwest Ethiopia', 3.
- (13) Al-Bayati, Firas Abbas, Population Explosion and Societal Challenges (Amman: Dar Ghaida for Publishing and Distribution, 2011), 5.
- (14) Muneer Abbas Obaid, Khalid Sarhan Mutar, and Hayder Saadi, 'A Morphometric Study of River Islands on the Euphrates River between Jurf Al-Nasr and Saddat Al-Hindyya Districts using Geographic Information Systems and Remote Sensing', *Jilin Daxue Xuebao (Gongxueban)/Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 30 August 2022, 161, <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/EWZB6>.
- (15) Hassan Fathizad, Noredin Rostami, and Marzban Faramarzi, 'Detection and Prediction of Land Cover Changes Using Markov Chain Model in Semi-Arid Rangeland in Western Iran', *Environmental Monitoring and Assessment* 187, no. 10 (October 2015): 1, <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4805-y>.
- (16) Farasath Hasan, 'Urban Growth Modeling in Kurunegala, Sri Lanka Using Cellular Automata/Markov Chain Multi-Criteria Analysis and Markov-Markovian Transition Estimator', 16 January 2024, 2, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3865250/v1>.
- (17) Abubakr A. A. Al-sharif and Biswajeet Pradhan, 'Monitoring and Predicting Land Use Change in Tripoli Metropolitan City Using an Integrated Markov Chain and Cellular Automata Models in GIS', *Arabian Journal of Geosciences* 7, no. 10 (October 2014): 2, <https://doi.org/10.1007/s12517-013-1119-7>.
- (18) Farasath Hasan, Op. Cit, 3.
- (19) Melianus Salakory and Heinrich Rakuasa, 'Modeling of Cellular Automata Markov Chain for Predicting the Carrying Capacity of Ambon

City', *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)* 12, no. 2 (5 July 2022): 377, <https://doi.org/10.29244/jpsl.12.2.372-387>.

⁽²⁰⁾ Abubakr A. A. Al-sharif and Biswajeet Pradhan, Op. Cit, 5.