النمذجه الخرائطية للتغيرات البيئية في قضائي بلد والدجيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

Cartographic modeling for directed and undirected classification of environmental changes in the districts of Balad and Dujail using Geographic Information Systems

عبدالكريم عبدالله مطلك

Abdulkarim Abdullah Mutlaq

جامعة سامراء كلية التربية

University of Samarra, College of Education

E-mail: abdilkrem1990@gmail.com

07704654730

أ.د صباح حمود غفار السامرائي

Prof. Dr. Sabah Hamoud Ghafar Al-Samarrai

جامعة سامراء كلية التربية

University of Samarra, College of Education

E-mail: sabah.hmood@uosamarra.edu.iq

الكلمات المفتاحية: النمذجة , التصنيف الموجه , الدجيل , التغيرات البيئية .

Keywords: Modeling, Supervised Classification, Al-Dujail, Environmental Changes

الملخص

يهدف هذا البحث إلى اعداد نماذج خرائطية من خلال توظيف تقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد وتحليل التغيرات البيئية في قضائي بلد والدجيل خلال الفترات الزمنية المختارة . وقد اعتمدت الدراسة على معالجة المرئيات الفضائية وتطبيق أسلوبي التصنيف غير الموجه والتصنيف الموجه لاستخراج أصناف الغطاء الأرضي والمتمثلة (بالمياه ، الأراضي الزراعية، والأراضي المتملحة، والأراضي الرملية) ومن ثم إعداد خرائط موضوعية وجداول إحصائية لبيان المساحات والنسب المئوية لكل صنف. بينت النتائج وجود تغيرات مكانية وزمانية واضحة في توزيع أصناف الغطاء الأرضي، تعكس تأثير العوامل الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة. وأسهمت النمذجة الخرائطية في تحديد اتجاهات التحول البيئي بدقة مكانية عالية، مما يوفر قاعدة بيانات علمية تدعم عمليات التخطيط البيئي وصنع القرار.

Abstract

This research aims to employ Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS) techniques to monitor and analyze environmental changes in Balad and Al-Dujail districts during the selected time periods. The study relied on satellite image processing and the application of both supervised and unsupervised classification methods to extract land cover classes, including water bodies, agricultural lands, saline lands, and sandy lands. Thematic maps and statistical tables were produced to determine the area and percentage of each class.

The results revealed significant spatial and temporal variations in land cover distribution, reflecting the influence of natural and human factors within the study area. Cartographic modeling contributed effectively to identifying environmental transformation patterns with high spatial accuracy, providing a scientific database to support environmental planning and decision-making.

المقدمة :

تُعدّ المراقبة البيئية عملية أساسية لرصد وتتبع الأنشطة البيئية بهدف فهم تأثير الإنسان في العناصر الطبيعية، من خلال جمع بيانات مستمرة عن مؤشرات مثل جودة الهواء والمياه وأنماط استعمالات الأرض. وتسهم هذه العملية في تقييم الواقع البيئي والكشف عن التغيرات بمرور الزمن، بما يساعد صناع القرار على تحديد المشكلات البيئية ومعالجتها. وفي منطقة الدراسة، جرى رصد التغيرات البيئية في قضائي بلد والدجيل عبر مسح وجرد وتصنيف استعمالات الأرض والغطاء الأرضي لتقييمها ومقارنتها واختيار الأنسب لتحقيق الاستدامة. ويمثل استعمال الأرض الأنشطة البشرية المرتبطة بكل قطعة أرض، في حين يشير الغطاء الأرضي إلى المظاهر الطبيعية على سطحها. وقد دُعمت الدراسة بالمؤشرات الطيفية وتقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية، لما توفره من دقة وكفاءة أعلى في تصنيف وتحليل التغيرات البيئية. (Anderson & others, 1976).

اولا- مشكلة البحث

تعاني منطقة الدراسة من نقص في الدراسات الكمية التي تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل التغيرات البيئية مكانياً وزمانياً، ولاسيما فيما يتعلق بتحديد أنماط التحول في الغطاء الأرضي خلال المدة (2000–2025)، الأمر الذي أدى إلى غياب رؤية مكانية دقيقة تدعم التخطيط البيئي وصنع القرار.

ثانيا : فرضية البحث

توجد علاقة ذات دلالة مكانية وزمانية بين استخدام تقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية وبين دقة تحديد وتحليل التغيرات في أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة خلال المدة (2000–2025).

ثالثا:- : أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحقيق جملة من الأهداف العلمية المرتبطة برصـد وتحليل التغيرات البيئية في منطقة الدراسة، وذلك على النحو الآتي:

1- تحليل التغيرات المكانية والزمانية للغطاء الأرضـي في منطقة الدراسـة باسـتخدام تقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية.

2- مقارنة نتائج أسلوبي التصـنيف الموجّه وغير الموجّه للمشـاهد الفضـائية، وتحديد دقتهما في تمثيل الواقع البيئي.

3- تشخيص اتجاهات التدهور البيئي ومظاهره الرئيسة بالاعتماد على المؤشرات المستخرجة من البيانات الفضائية.

4- إعداد خرائط بيئية دقيقة تدعم التخطيط البيئي وصـنع القرار من خلال توفير قاعدة بيانات مكانية موثوقة.

رابعا: منهجية البحث

اعتمدت الدراسـة على المنهج التحليلي المكاني باسـتخدام تقنيات الاسـتشـعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية، وذلك بالاعتماد على مرئيات فضـائية من القمر الصـناعي Landsat 5) و8) للمدة (2000–2025). وقد شـملت خطوات العمل إجراء المعالجة المسـبقة (Pre-processing) والتي تضمنت التصحيح الهندسي والإشعاعي.

بعُد ذلك تم تطبيق أسـلوبي التصـنيف غير الموجه (Unsupervised Classification) والتصـنيف الموجه (Supervised Classification) باسـتخدام خوارزمية الاحتمالية العظمى (Maximum Likelihood)، لاستخراج أصناف الغطاء الأرضي.

كما تم تقييم دقة النتائج باسـتخدام مصـفوفة الخطأ (Confusion Matrix) ومعامل الدقة الكلية (Overall Accuracy) ومعامل كابا (Kappa Coefficient).

خامسا: أهمية الدراسة

تظهر أهمية هذه الدراسـة من كونها تسـلط الضـوء على التغيرات البيئية في قضـائي بلد والدجيل وهما منطقتان ذات طبيعة زراعية وحظرية مهمة , حيث تشهدان توسعاً سكانياً ونشاطات إنسانية متنوعة تأثر بشكل مباشر على البيئة تبرز أهمية هذه الدراسة إلى عدة نقاط :-

1- توفير قاعدة بيانات مكانية دقيقة تساعد في تتبع التغيرات البيئية بمختلف أنواعها (زراعية , حظرية , غطاء نباتي , مائية) , مما يدعم أصحاب القرار في رسم السياسات البيئية المستقبلية المناسبة لذلك .

2- تسليط الضوء على المشكلات البيئية التي تعاني منها منطقة الدراسة مثل تراجع , المساحات الزراعية , التوسع العمراني الغير منظم والتغير في الموارد المائية واقتراح الحلول المناسبة لها .

3- توظيف التقنيات الحديثة مثل الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لغرض قياس وتحليل التغيرات البيئية بدقة عالية , بما يتماشى مع التطور التكنلوجي المتسارع في هذا المجال .

4- أعداد خرائط بيئية تحليلية توضح التغيرات الزمانية والمكانية عبر سنوات مختلفة , بما يمكن ربط النتائج ومعرفة التغيرات المستقبلية .

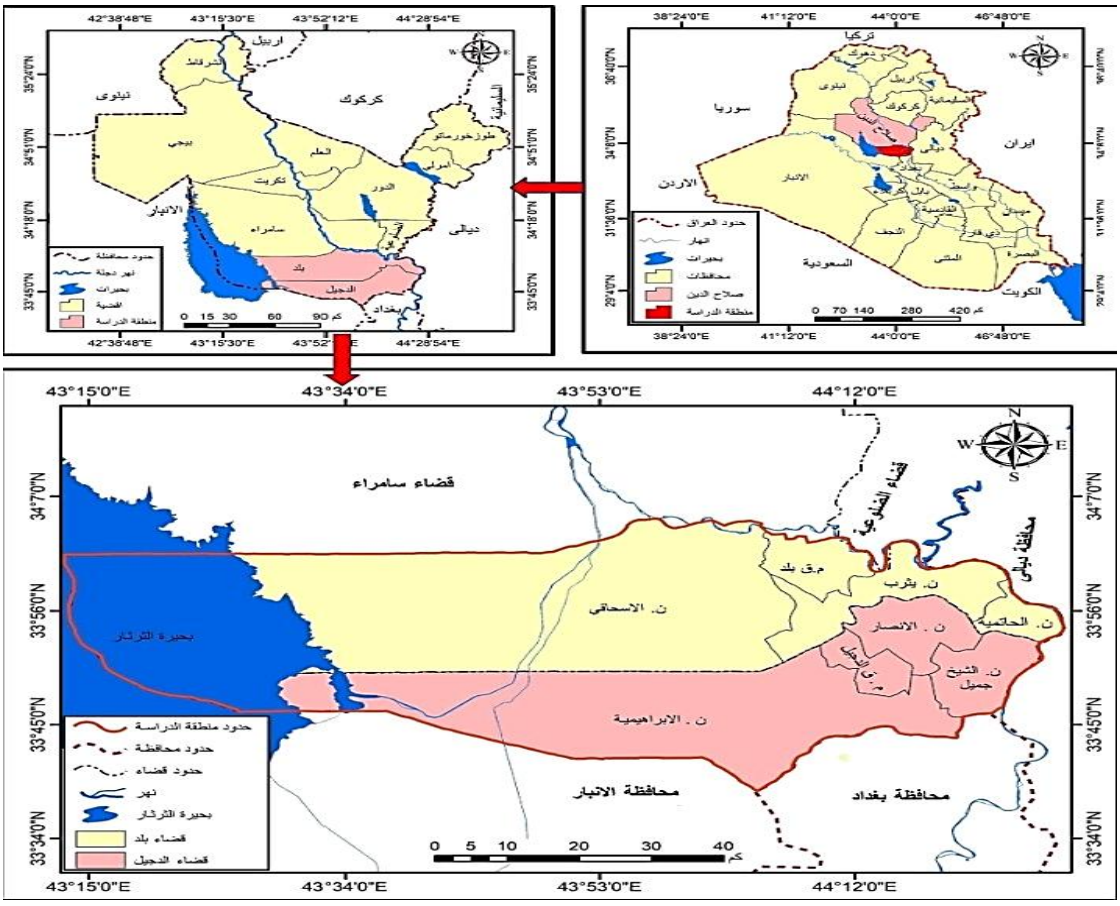
5- المساهمة العلمية والعملية في سد النقص في المراجع والدراسات السابقة التي تناولت التغيرات البيئية في منطقة الدراسة .

سادسا : حدود منطقة البحث

تتمثل منطقة الدراسة في قضائي بلد والدجيل في أقضية محافظة صلاح الدين الواقع في الجزء الجنوبي, الذي يقعان في الجزء الأوسط من العراق في منطقة السهل الرسوبي في جزئه الشمالي الشرقي , ويمر في المنطقة نهر دجلة أذ يحد منطقة الدراسة من الشمال قضاء سامراء ومن الجنوب الشرقي محافظة بغداد , ومن الشرق محافظة ديالى و نهر دجلة , ومن الجنوب الغربي محافظة الأنبار , ومن الغرب بحيرة الثرثار .

أما موقع منطقة الدراسة الفلكي فتقع بين خطي طول (120 44) و(44 15 0") شرقاً ودائرتي عرض (70 34) و (340 33) شمالاً. وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (3858 كم2) ، وتشكل ما نسبته (15.58%) من مساحة المحافظة البالغة مساحتها (24.751 كم2) . وأما الحدود الزمانية في نمذجة خرائط رصد التغيرات البيئية في قضائي بلد والدجيل فقد انحصرت بين سنة 2000 و سنة 2025، ينظر إلى الخريطة (1) .

الخريطة (1) الموقع الجغرافي لقضائي بلد والدجيل



(وزارة التخطيط، 2018)

المبحث الاول

أولا:- التصنيف غير الموجه (Unsupervised Classification)

يعدّ التصنيف غير الموجة من الأساليب الأساسية في معالجة المرئيات الفضائية، إذ يُستخدم لتكوين تصور أولي وشامل عن الأصناف الأرضية السائدة في منطقة الدراسة، ولاسيما في الحالات التي يكون فيها الإلمام المسبق بخصائص المنطقة محدوداً.

1- التصنيف غير الموجة للموسمين الشتوي والصيفي للمدة 2000 ـ2025

يعد الموسم الشتوي من أكثر المواسم تأثيراً في الخصائص البيئية لمنطقة الدراسة، لارتباطه المباشر بتوافر المياه ونشاط الغطاء النباتي. وقد أتاح تطبيق التصنيف غير المراقب ضمن إطار النمذجة الخرائطية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية إمكانية تحليل التغيرات البيئية المكانية والزمانية من خلال المقارنة بين مرئيات عامي 2000 و2025، كما هو موضح في خريطة (2) و (3)و (4) و(5) والمدعومة رقمياً ببيانات جدول (1).

تبين خريطة (2و 3و 4 و5) و جدول (1) التوزيع المساحي والنسبي لأصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للمدة (2000–2025)، إذ بلغت المساحة الكلية الثابتة (3529.33 كم²) بنسبة (100%) لجميع المرئيات، مما يعكس ثبات حدود منطقة الدراسة، في حين ظهرت التغيرات ضمن مكونات الغطاء الأرضي نفسها.

1- المياه:

تراوحت نسبتها بين (15.74%–16.65%)، إذ انخفضت من (16.65%) عام 2000/1/29 إلى (15.74%) في 2000/7/8، ثم عادت للارتفاع إلى (16.35%) في 2025/2/3، قبل أن تنخفض قليلاً إلى (16.11%) في 2025/7/8. ويشير ذلك إلى تذبذب محدود يرتبط بالاختلافات الموسمية والإطلاقات المائية.

2- الأراضي المتملحة:

ارتفعت نسبتها بشكل واضح من (0.21%) عام 2000 إلى (1.24%) عام 2025، أي بزيادة تقارب ستة أضعاف، ما يدل على تصاعد مشكلة التملح وتدهور بعض الأراضي الزراعية.

3- الأراضي الرملية:

سجلت ارتفاعاً تدريجياً من (3.45%) إلى (4.72%)، مما يعكس اتساع مظاهر الترسيب الرملي وزحف الرمال خلال مدة الدراسة.

4- الغطاء النباتي:

شهد تذبذباً واضحاً؛ إذ انخفض من (20.38%) إلى (12.13%) في تموز 2000، ثم ارتفع بشكل كبير إلى (32.67%) في شباط 2025 نتيجة اختلاف الموسم الزراعي، قبل أن يتراجع إلى (13.62%) في تموز 2025. ويعكس ذلك التأثير الموسمي الواضح على كثافة الغطاء النباتي.

5- الأراضي الجرداء:

تُعد الصنف الغالب، إذ بلغت (55.26%) عام 2000 وارتفعت إلى (63.43%) في تموز 2000، ثم انخفضت إلى (39.89%) في شباط 2025، لتعاود الارتفاع إلى (58.05%) في تموز 2025. ويشير ذلك إلى علاقة عكسية بينها وبين الغطاء النباتي تبعاً للموسم الزراعي.

6- الأراضي العمرانية:

ارتفعت من (4.06%) عام 2000 إلى (6.27%) عام 2025، مما يدل على توسع عمراني تدريجي مرتبط بالنمو السكاني وزيادة الأنشطة البشرية.

ونستنتج مايلي:-

ا- يتضح من التحليل أن التغيرات الأبرز تمثلت في:

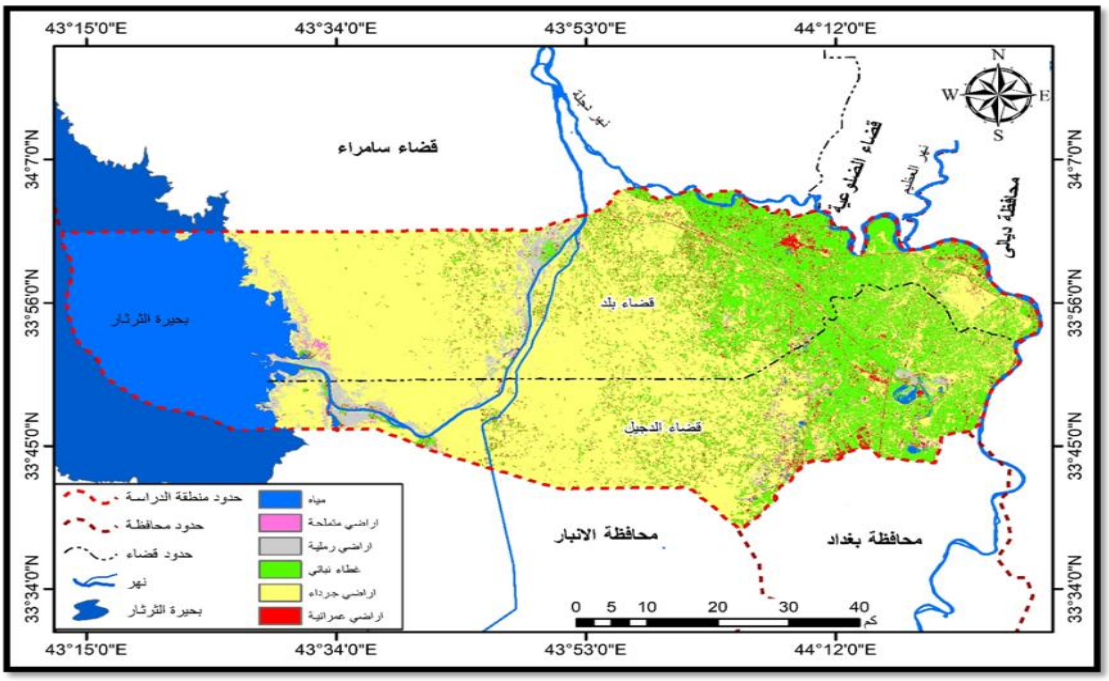
ب- زيادة واضحة في الأراضي المتملحة والرملية.

ج- توسع عمراني تدريجي.

د- تذبذب كبير في الغطاء النباتي والأراضي الجرداء تبعاً للعامل الموسمي.

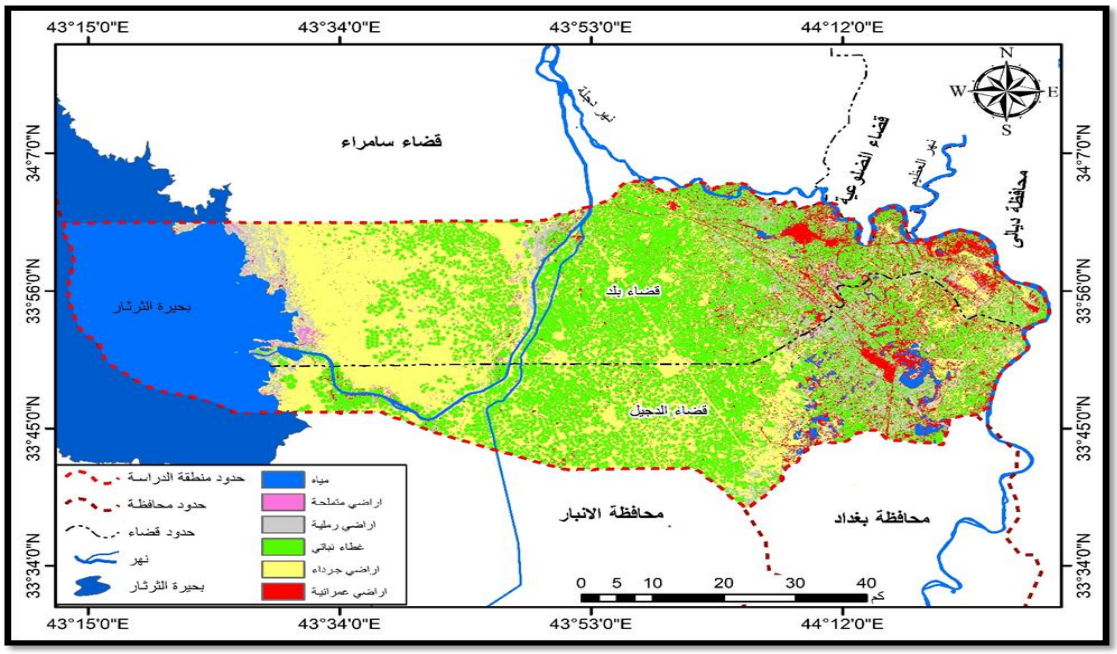
هـ- استقرار نسبي في المسطحات المائية.

الخريطة (2) التصنيف غير الموجه في قضائي بلد والدجيل الموسم الشتوي لعام2000



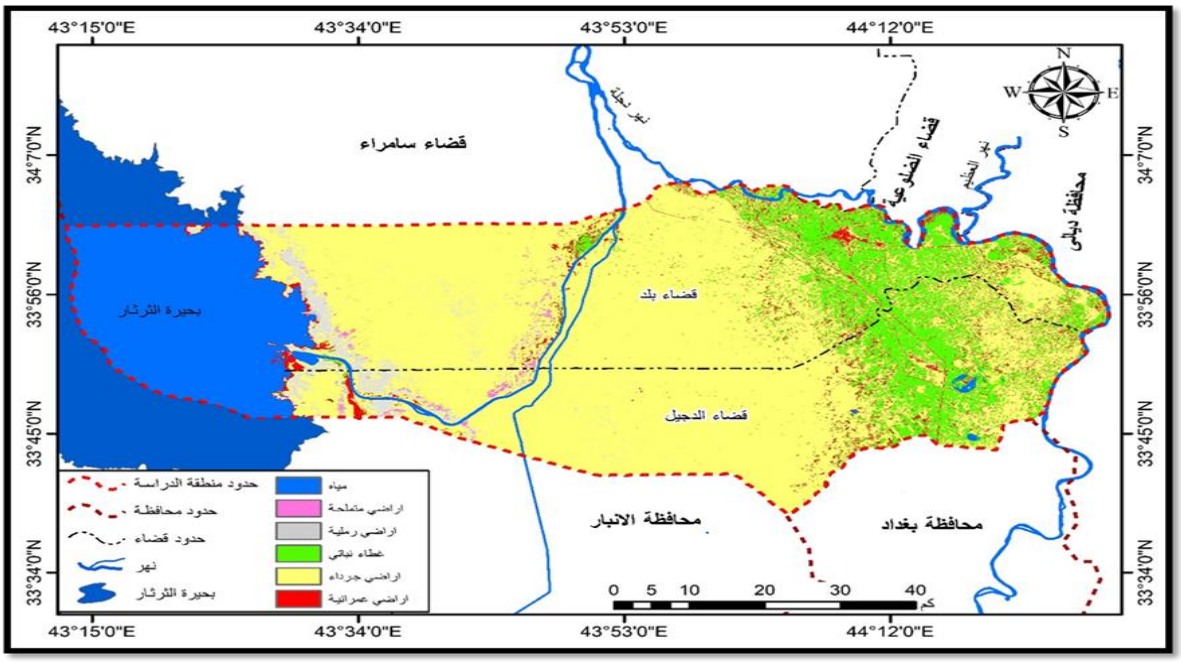
(Landsat 5 ، 2000/1/29 ، برنامج Arc Gis Pro10.8)

خريطة (3) التصنيف الغير الموجه في قضائي بلد والدجيل لعام 2025



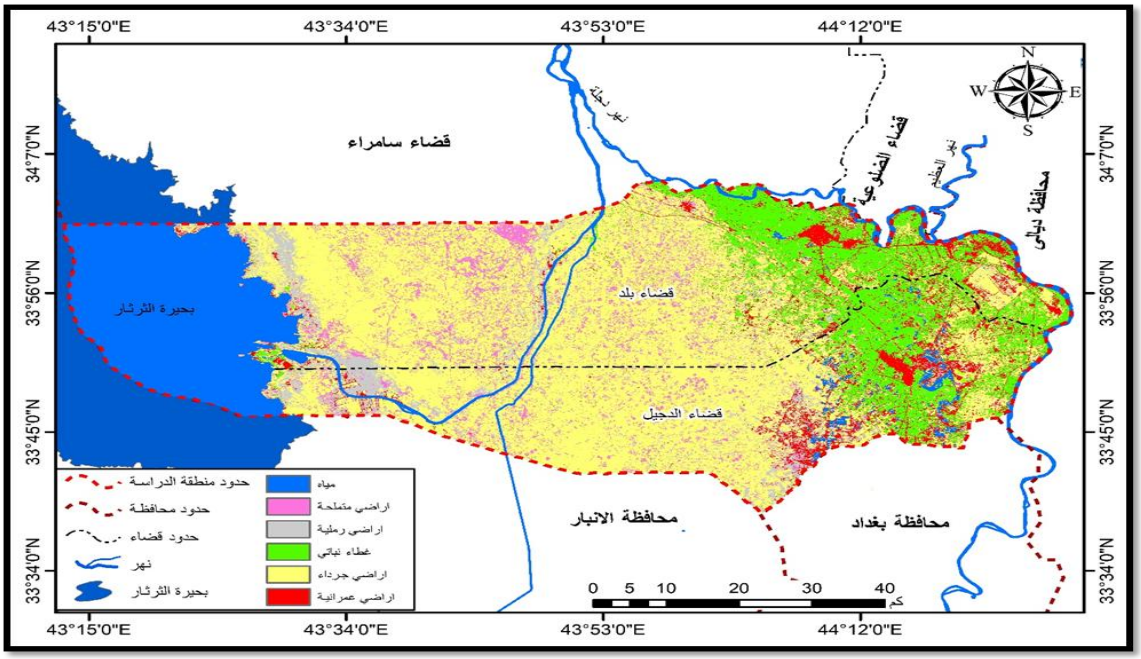
(Landsat 8 ، 2025/2/3 ، برنامج Arc Gis Pro 10.8)

خريطة (4) التصنيف الغير الموجه في قضائي بلد والدجيل للموسم الصيفي لعام2000



(Landsat 5 ، 7/8 /2000 ، برنامج Arc Gis Pro10.8)

خريطة (5) التصنيف الغير الموجه في قضائي بلد والدجيل للموسم الصيفي لعام 2025



(Landsat 5 ، 7/8 /2025 ، برنامج Arc Gis Pro10.8)

جدول (1) التوزيع المساحي والنسبي للتصنيف الغير موجه للغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للمدة 2000-2025

الوصف	المساحة (كم2) 2000/1/29	%	المساحة (كم2) 2000/7/8	%	المساحة (كم2) 2025/2/3	%	المساحة (كم2) 2025/7/8	%
مياه	587.56	16.65	555.55	15.74	577.088	16.35	568.59	16.11
أراضي متملحة	7.32	0.21	17.31	0.49	20.63	0.58	43.71	1.24
أراضي رملية	121.63	3.45	129.84	3.68	144.46	4.09	166.56	4.72
غطاء نباتي	719.15	20.38	428.18	12.13	1152.90	32.67	480.55	13.62
أراضي جرداء	1950.35	55.26	2238.54	63.43	1407.85	39.89	2048.65	58.05
أراضي عمراني	143.32	4.06	159.91	4.53	226.39	6.41	221.27	6.27
المجموع	3529.33	100.00	3529.33	100.00	3529.33	100.00	3529.33	100.00

(الباحث، د.ت، الخريطة (2 و 3 و 4 و 5) ومخرجات برنامج Arc Gis Pro)

ثانيا: التصنيف الموجه (Supervised Classification)

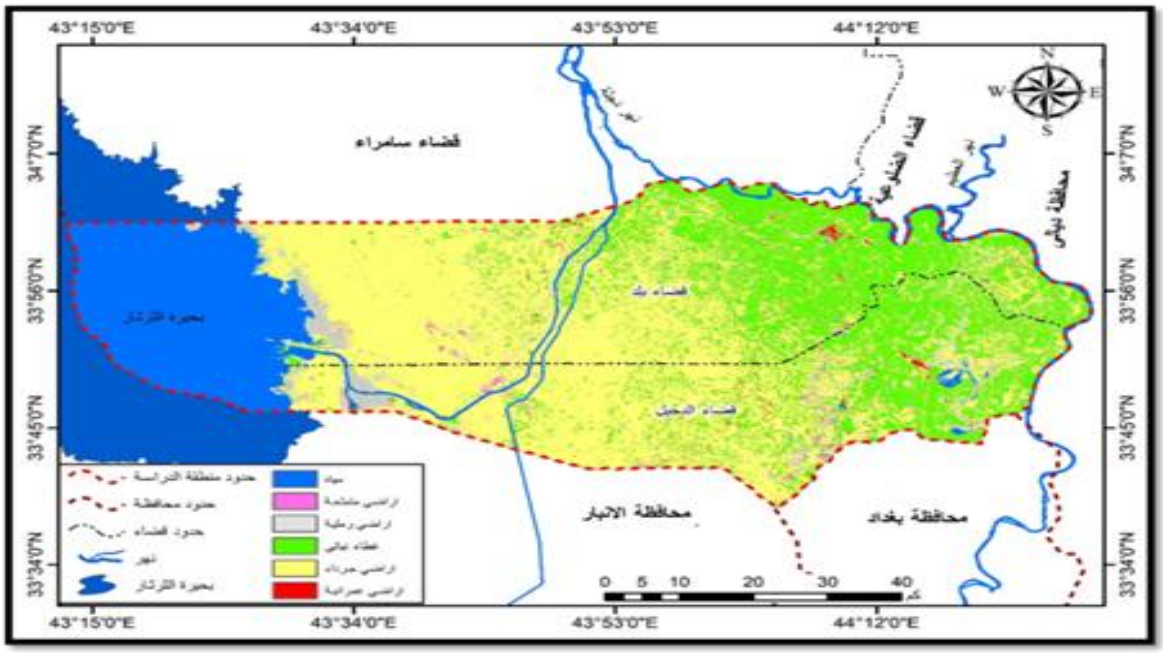
ستخدم التصنيف الموجَّه عندما يكون لدى الباحث معرفة مسبقة بمنطقة الدراسة، حيث يتم توجيه عملية التصنيف من خلال تحديد مناطق تدريب تمثل الأصناف المختلفة المتوقعة. وتعتمد هذه المناطق على خصائصها الطيفية المميزة،(Sabins, 1985, p. 269) ويتم تحديدها بالاستعانة

بالخرائط الطبوغرافية والموضوعية إضافة إلى العمل الحقلي. وبعُد تحديد مناطق التدريب، جرى إعداد ملف التواقيع الطيفية، ثم تطبيق طريقة الاحتمالية العظمى لإتمام عملية التصنيف.

1- التصنيف الموجه للموسمين الشتوي والصيفي للفترة من2000- 2025

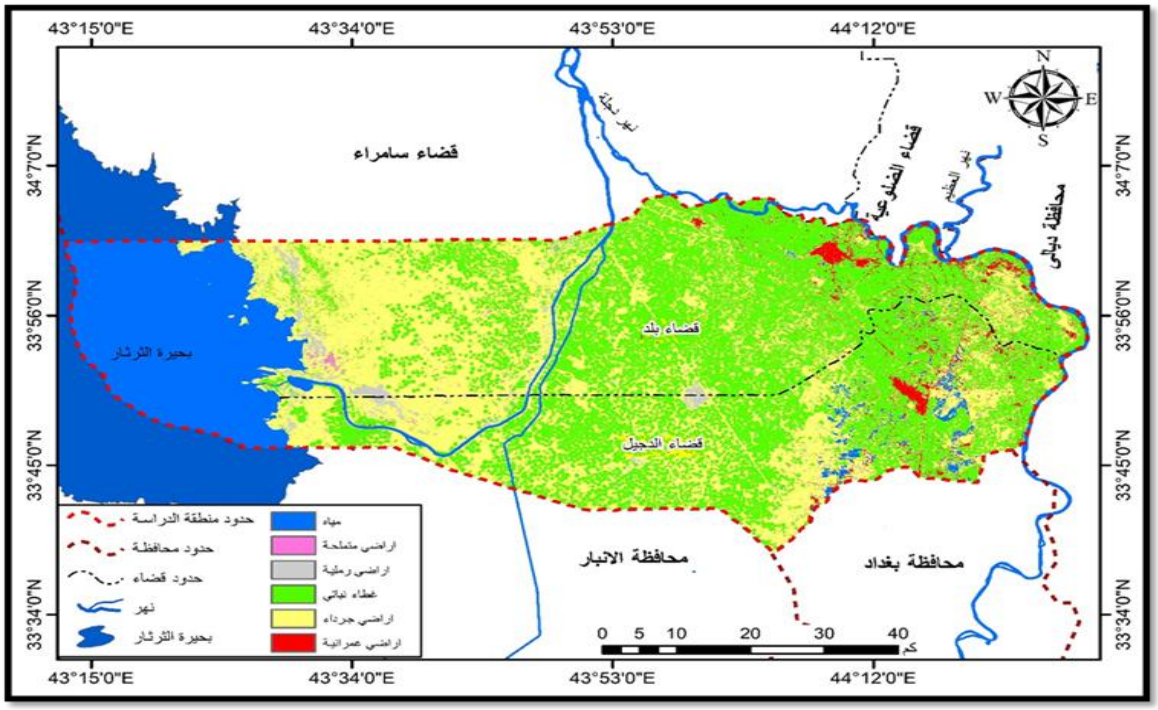
توضح نتائج التصنيف الموجه للموسم الشتوي والصيفي لعامي 2000 و2025 التوزيع المكاني للأصناف البيئية المختلفة ضمن منطقة الدراسة، والتي تبلغ مساحتها الكلية 3529.33 كم². وقد أظهرت النمذجة الخرائطية المعتمدة على نظم المعلومات الجغرافية قدرة واضحة على تتبع التغيرات البيئية وتحليلها مكانيًا وزمنيًا. و يلاحظ من خريطة (6) و(7) و (8) و(9) ، وجدول (2) الاتي:-

خريطة (6) التصنيف المراقب في قضائي بلد والدجيل الموسم الشتوي لعام2000



(Landsat 5 ، 2000/1/29 ، برنامج ARC GIS 10.8)

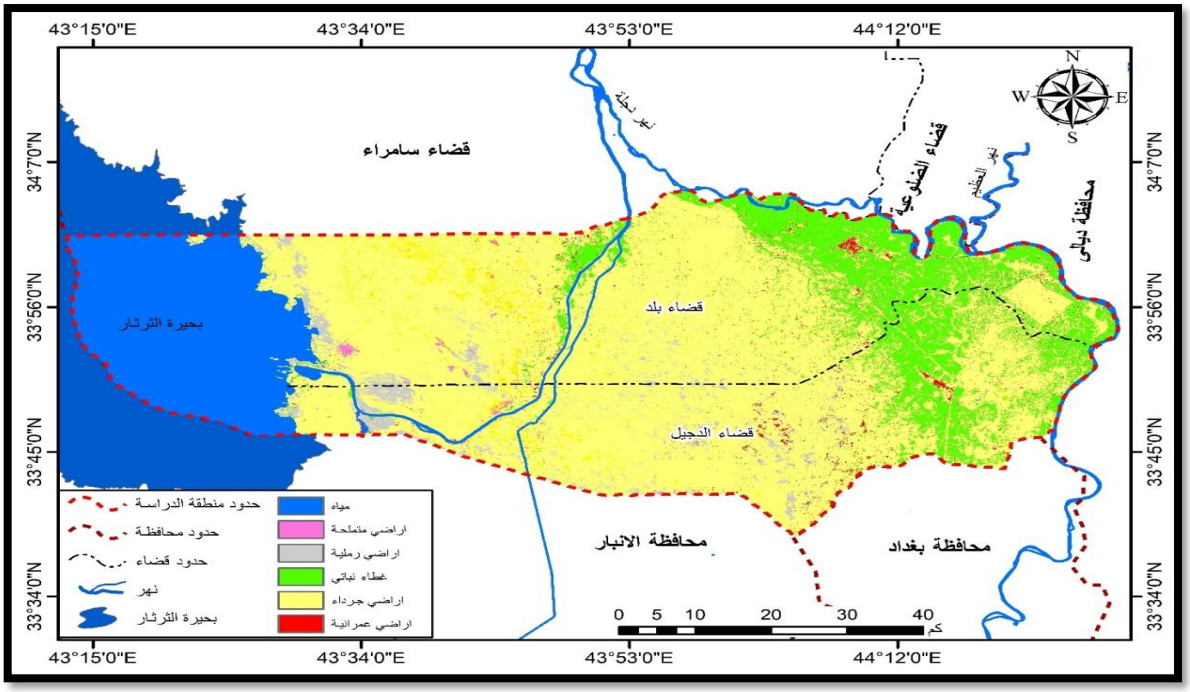
خريطة (7) التصنيف المراقب في قضائي بلد والدجيل الموسم الشتوي لعام 2025



(Landsat 5 ، 2000/1/29 ، برنامج ARC GIS 10.8)

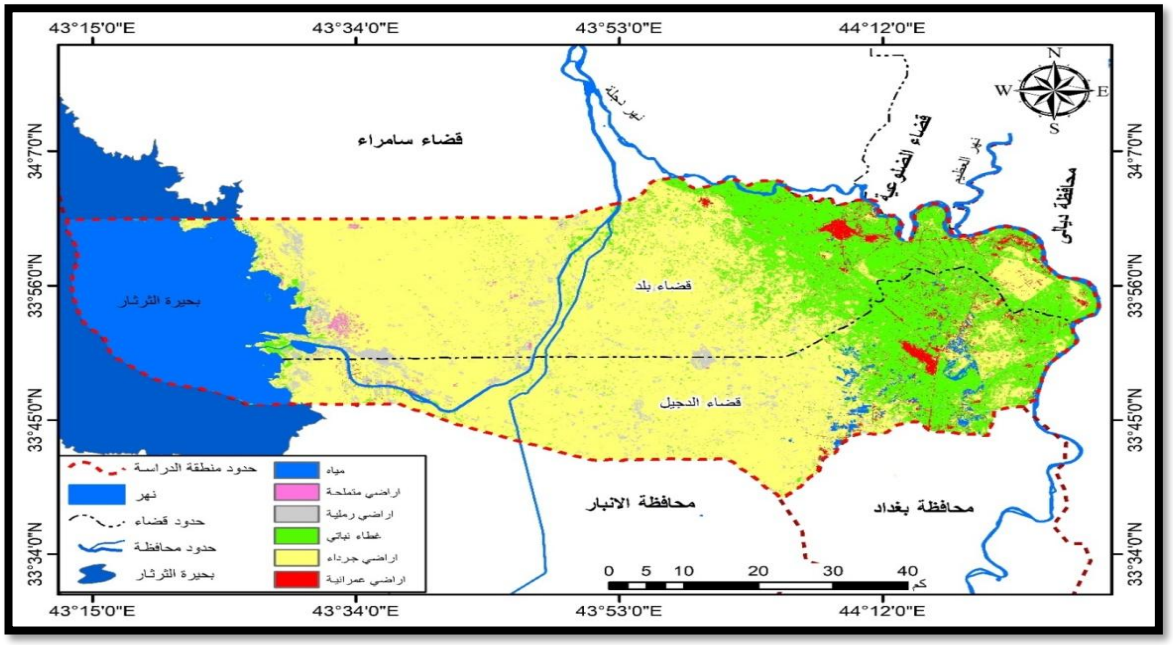
ثانيا:- التصنيف الموجه للموسمين الشتوي و الصيفي للفترة من2000ـ 2025

خريطة (8) التصنيف الموجه في قضائي بلد والدجيل الموسم الصيفي لعام 2000



(Landsat 5 ، 2000/7/8 ، برنامج ARC GIS 10.8)

خريطة (9) التصنيف الموجه في قضائي بلد والدجيل الموسم الصيفي لعام 2025



(Landsat 5 ، 2000/7/8 ، برنامج ARC GIS 10.8)

جدول (2) التوزيع المساحي والنسبي للتصنيف موجه للغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للمدة 2000-2025

الوصف	المساحة(كم2)29/ 2000/1	%	المساحة (كم2) 20/2/325	%	المساحة (كم2) 20/7/800	%	المساحة (كم2) 20/7/825	%
مياه	601.82	17.05	534.63	15.15	580.41	16.45	529.15	14.99
أراضي متملحة	14.34	0.41	18.56	0.53	18.80	0.53	25.34	0.72
أراضي رملية	35.94	1.02	59.12	1.68	51.82	1.47	69.19	1.96
غطاء نباتي	1068.16	30.27	1563.44	44.30	861.44	24.41	916.12	25.96
أراضي جرداء	1717.95	48.68	1274.63	36.12	1924.62	54.53	1910.47	54.13
أراضي عمرانية	35.12	1.00	78.95	2.24	35.24	1.00	79.06	2.24
المجموع	3529.33	100.00	3529.33	100.00	3529.33	100.00	3529.33	100.00

- (خريطة 6 و7 و8 و9).

المبحث الثاني

التغير الإيجابي والسلبي للغطاء الأرضي (للموسمين الشتوي والصيفي 2000–2025)

أولا: التغير الإيجابي والسلبي للغطاء الأرضي الموسم الشتوي

تعد دراسة التغيرات في الغطاء الأرضي من المحاور الأساسية في الجغرافية البيئية، لما لها من دور في تفسير التحولات المكانية الناتجة عن التفاعل بين العوامل الطبيعية والبشرية. وقد أتاح استخدام تقنيات الاستشعار عن بعُد ونظم المعلومات الجغرافية إمكانية تحليل هذه التغيرات بدقة مكانية وزمنية عالية، من خلال اعتماد أسلوب التصنيف الموجّه للمرئيات الفضائية واستخراج أصناف الغطاء الأرضي المختلفة. تظهر الخريطة (10) والجدول (3) طبيعة التغيرات التي طرأت على الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة خلال المدة (2000–2025) للموسم الشتوي، إذ يتضح وجود تباين مكاني واضح بين أصناف الغطاء الأرضي من حيث الزيادة والنقصان والثبات. فقد سجلت الأراضي الجرداء أعلى قيمة للتغير نحو النقصان، إذ بلغت مساحة التراجع (443.32 كم²)، مقابل مساحة ثابتة بلغت (1274.63 كم²)، الأمر الذي يشير إلى تحول أجزاء واسعة منها إلى استعمالات أخرى، لاسيما الزراعية والعمرانية. في المقابل، سجل الغطاء النباتي زيادة ملحوظة بلغت (495.28 كم²)، مع مساحة مستقرة مقدارها (1068.16 كم²)، ويعكس ذلك توسع النشاط الزراعي خلال الموسم الشتوي، خاصة في المناطق القريبة من مصادر المياه. كما يلاحظ من خلال الخريطة (10) أن هذا التوسع يتركز في المناطق التي تتوافر فيها مقومات الإنتاج الزراعي. أما الأراضي العمرانية فقد شهدت زيادة بلغت (43.83 كم²)، وهو ما يعكس استمرار التوسع الحضري المرتبط بالنمو السكاني، حيث يتركز هذا التوسع على امتداد الطرق الرئيسة وفي محيط المراكز الحضرية. وفي السياق نفسه، سجلت الأراضي المتملحة والرملية زيادات طفيفة بلغت

(4.22 كم²) و(23.18 كم²) على التوالي، نتيجة تأثير العوامل البيئية كارتفاع المياه الجوفية والعمليات الريحية.

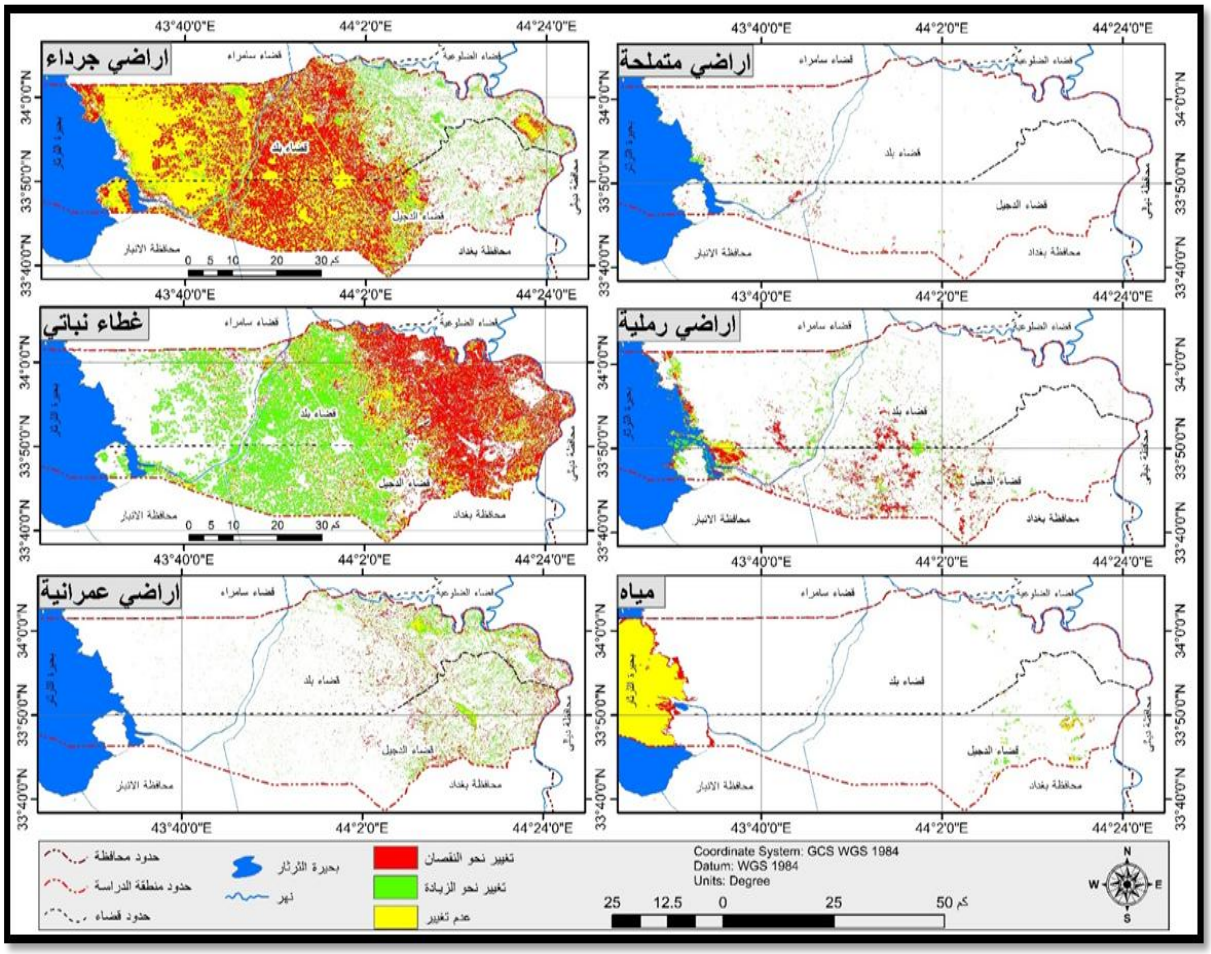
في حين أظهرت المسطحات المائية تراجعاً ملحوظاً بلغ (67.19 كم²)، وهو ما يمكن تفسيره بالتذبذب في الموارد المائية والتغيرات المناخية.

جدول (10) مساحة تغيرات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للموسم الشتوي

ت	نوع الغطاء الأرضي	مساحة التغيير نحو النقصان (كم2)	مساحة التغيير نحو الزيادة (كم2)	المساحة التي لم تتغير (كم2)
1	أراضي جرداء	-443.32	0	1274.63
2	غطاء نباتي	0	495.28	1068.16
3	أراضي عمرانية	0	43.83	35.12
4	أراضي متملحة	0	4.22	14.34
5	أراضي رملية	0	23.18	35.94
6	مياه	-67.19	0	534.63

((الخريطة (10) ومخرجات برنامج Arc Gis Pro10.8)

خريطة (10) تغيرات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للموسم الشتوي بين عامي 2000 و 2025 م



(الباحث، د.ت، خريطة (6 و7)

ثانياً: التغير الإيجابي والسلبي للغطاء الأرضي الموسم الصيفي

يمثل تحليل التغيرات في الغطاء الأرضي خلال الموسم الصيفي امتداداً لفهم الديناميكية المكانية في منطقة الدراسة، إذ تتأثر هذه التغيرات بشكل كبير بارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر، فضلاً عن طبيعة الأنشطة البشرية المرتبطة بالري والزراعة. توضح الخريطة (11) والجدول (3) التغيرات التي طرأت على أصناف الغطاء الأرضي خلال المدة (2000–2025)، حيث يتبين وجود تباين مكاني في اتجاهات التغير. فقد سجلت الأراضي الجرداء انخفاضاً محدوداً بلغ (14.15 كم²)، مع مساحة مستقرة كبيرة بلغت (1910.47 كم²)، مما يدل على

استثمار جزئي لهذه الأراضي. في المقابل، سجل الغطاء النباتي زيادة بلغت (54.68 كم²)، وهو ما يرتبط بتوسع الزراعة المروية خلال فصل الصيف، خاصة في المناطق التي تعتمد على مصادر المياه السطحية أو الجوفية. كما يظهر من خلال الخريطة (10) أن هذا التوسع يتركز في مناطق محددة تتوافر فيها البنية التحتية الزراعية.

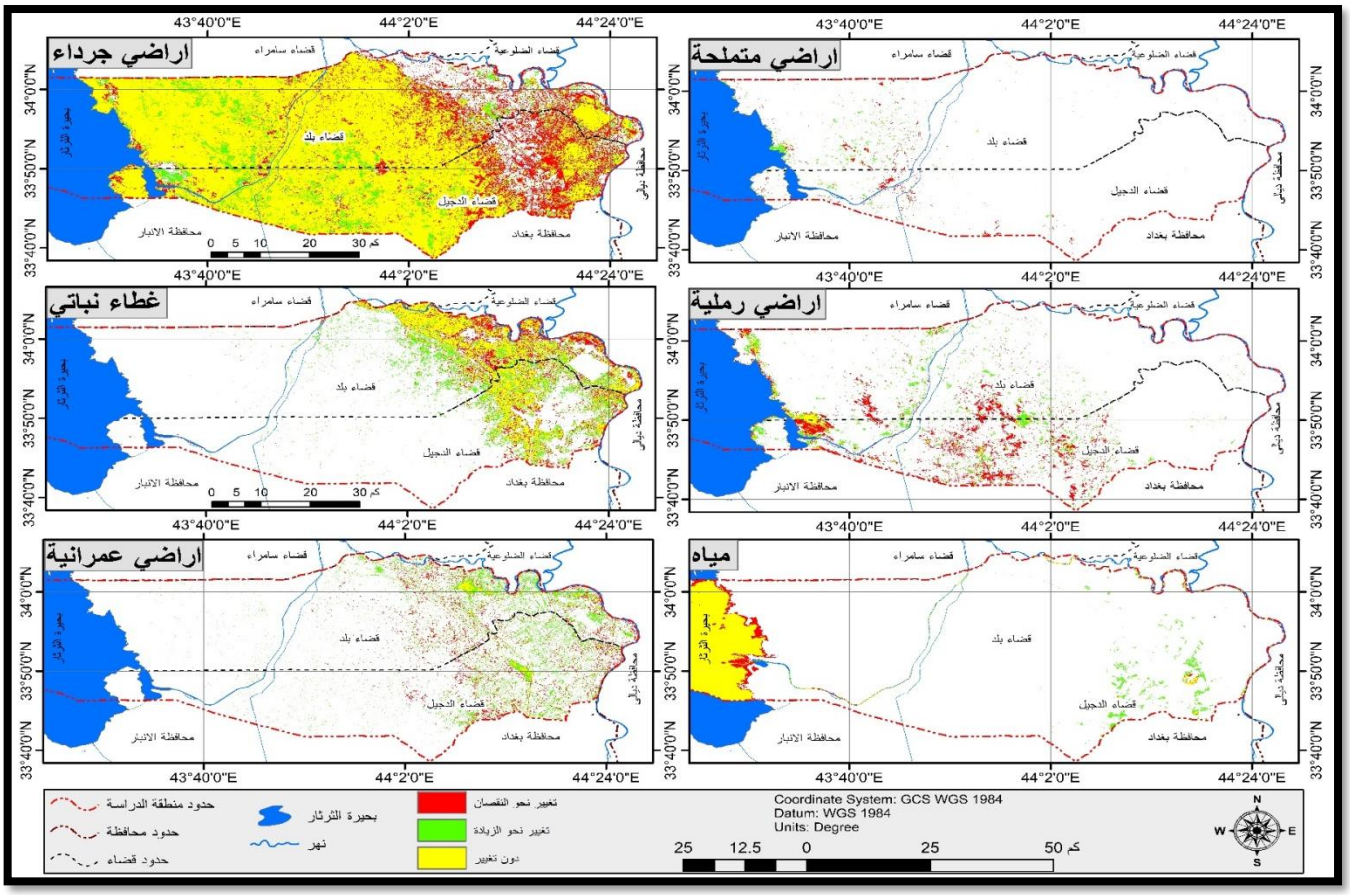
أما الأراضي العمرانية فقد شهدت زيادة بلغت (43.82 كم²)، وهو ما يؤكد استمرار التوسع الحضري بوتيرة متقاربة مع ما هو عليه في الموسم الشتوي. في حين سجلت الأراضي المتملحة زيادة بلغت (6.54 كم²)، نتيجة ارتفاع معدلات التبخر وضعف كفاءة أنظمة الصرف، فضلاً عن ارتفاع مستوى المياه الجوفية.كما سجلت الأراضي الرملية زيادة مقدارها (17.37 كم²)، ويُعزى ذلك إلى تأثير العمليات الريحية وتراجع الغطاء النباتي في بعض المناطق. أما المسطحات المائية فقد أظهرت تراجعاً بلغ (51.26 كم²)، نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر خلال فصل الصيف.

جدول (3) مساحة تغيرات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للموسم الصيفي بين عام 2000 – 2025 م

ت	نوع الغطاء الأرضي	مساحة التغيير نحو النقصان (كم2)	مساحة التغيير نحو الزيادة (كم2)	المساحة التي لم تتغير (كم2)
1	أراضي جرداء	-14.15	0	1910.47
2	غطاء نباتي	0	54.68	861.44
3	أراضي عمرانية	0	43.82	35.24
4	أراضي متملحة	0	6.54	18.8
5	أراضي رملية	0	17.37	51.82
6	مياه	-51.26	0	529.15

(الخريطة (10) ومخرجات برنامج Arc Gis Pro10.8)

خريطة (11) تغيرات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة للموسم الصيفي ما بين عام 2000 – 2025



(برنامج Arc Gis pro10.8 والخريطتين (8، 9)

الاستنتاجات

1- تظهر نتائج الخريطتين (10، 11) والجدولين (3، 4) وجود ديناميكية مكانية واضحة في الغطاء الأرضي خلال المدة (2000–2025).

2- سجل الغطاء النباتي زيادة واضحة بلغت (495.28 كم²) شتاءً و(54.68 كم²) صيفاً، مما يؤكد توسع النشاط الزراعي.

3- شهدت الأراضي العمرانية نمواً متقارباً في الموسمين، إذ بلغت الزيادة (43.83 كم²) شتاءً و(43.82 كم²) صيفاً، ما يعكس استمرار التوسع الحضري.

4- تراجعت الأراضي الجرداء بشكل ملحوظ، إذ بلغ الانخفاض (443.32 كم²) شتاءً و(14.15 كم²) صيفاً، نتيجة استثمارها في استخدامات أخرى.

5- سجلت المسطحات المائية انخفاضاً بلغ (67.19 كم²) شتاءً و(51.26 كم²) صيفاً، مما يدل على تأثير التغيرات المناخية وزيادة التبخر.

6- ازدادت الأراضي المتملحة بمقدار (4.22 كم²) شتاءً و(6.54 كم²) صيفاً، مما يشير إلى مشكلات في الصرف الزراعي وارتفاع الملوحة.

7- توسعت الأراضي الرملية بمقدار (23.18 كم²) شتاءً و(17.37 كم²) صيفاً، نتيجة تأثير العمليات الريحية.

المقترحات

1- تحسين إدارة الموارد المائية للحد من تراجع المسطحات المائية الذي بلغ (67.19 كم²) شتاءً و(51.26 كم²) صيفاً.

2- اعتماد تقنيات الري الحديثة لتقليل تملح التربة الذي ظهر بزيادة (4.22 كم²) و(6.54 كم²).

3- وضع خطط تنظيم عمراني للسيطرة على التوسع الحضري الذي بلغ (43.83 كم²) و(43.82 كم²).

4- تنفيذ برامج مكافحة التصحر للحد من توسع الأراضي الرملية (23.18 كم² و17.37 كم²).

5- تطوير أنظمة الصرف الزراعي للحد من تراكم الأملاح في التربة.

6- تعزيز استخدام تقنيات الاستشعار عن بعُد وGIS لمراقبة التغيرات كما في الخريطتين (10، 11).

7- إعداد استراتيجيات تكيف مناخي لمواجهة انخفاض المياه وزيادة التبخر، خاصة في الموسم الصيفي.

المصادر

1. الباحث. (د.ت). تحليل مكاني باستخدام مخرجات.ArcGIS Pro 10.8
2. وزارة التخطيط، دائرة التنمية الإقليمية والمحلية، شعبة نظم المعلومات الجغرافية. (2018). خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة صلاح الدين (مقياس 1:50000). العراق.
3. Anderson, J. R., & others. (1976). *Land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (U.S. Geological Survey Professional Paper No. 964). U.S. Geological Survey.
4. Landsat 5. (2000, January 29). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS Pro 10.8).
5. Landsat 5. (2000, January 29). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS 10.8)..
6. Landsat 5. (2000, July 8). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS Pro 10.8).
7. Landsat 5. (2000, July 8). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS 10.8)..
8. Landsat 5. (2025, July 8). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS Pro 10.8).
9. Landsat 8. (2025, February 3). *Satellite imagery* (Processed using ArcGIS Pro 10.8)..
10. Sabins, F. F., Jr. (1985). *Remote sensing: Principles and interpretation* (2nd ed.). Remote Sensing Enterprises.

المصادر العربية مترجمة

1. Researcher. (n.d.). *Spatial analysis using ArcGIS Pro 10.8 outputs*.
2. Ministry of Planning, Directorate of Regional and Local Development, Geographic Information Systems Division. (2018). *Administrative units map of Salah al-Din Governorate* (Scale 1:50,000). Iraq.