مجلة الباحث
موقع المجلة: https://journals.uokerbala.edu.iq/index.php/bjh/

التحليل الجغرافي للتغيرات البيئية للغطاء النباتي في قضاء الحسينية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد للفترة (2000-2025)

م.م. أنفال خضير عباس خلف الحداد
anfaal.k@uokerbala.edu.iq
تدريسية في قسم الجغرافية التطبيقية / جامعة كربلاء

التخصص العام للبحث: جغرافية تطبيقية	التخصص الدقيق للبحث: بيئة وتلوث

معلومات الورقة البحثية

الكلمات الرئيسية:

الكلمات الرئيسية: NDVI-قضاء الحسينية – مساحات خضراء- الاستشعار عن بعد -غطاء نباتي

المستخلص باللغة العربية:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التغيرات البيئية في الغطاء النباتي لقضاء الحسينية بمحافظة كربلاء خلال الفترة (2000–2025)، بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS)، باستخدام مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) وصور الأقمار الصناعية Landsat ضمن بيئة ArcGIS. أظهرت النتائج تراجعًا ملحوظًا في المساحات الخضراء مقابل توسع عمراني متزايد، انعكس بشكل مباشر على التوازن البيئي المحلي. كما بيّنت المقارنة المناخية بين عامي 2000 و2025 ارتفاعًا في درجات الحرارة العظمى والصغرى، انخفاضًا في معدلات الرطوبة، وتغيرًا في أنماط الهطول المطري، مما ساهم في زيادة الإجهاد البيئي للنباتات وتراجع كثافة الغطاء النباتي. إضافة إلى ذلك، لعبت العوامل السكانية دورًا بارزًا في تحويل الأراضي الزراعية إلى استخدامات حضرية وتجارية، حيث أظهرت بيانات الاستبيان الميداني أن الضغوط البشرية أسهمت في تسريع فقدان الغطاء النباتي. تؤكد الدراسة أن التغيرات المناخية والأنشطة البشرية مجتمعة تشكل تهديدًا مباشرًا لاستدامة النظام البيئي في القضاء، مما يستلزم تدخلات بيئية عاجلة، مثل تعزيز مشاريع التشجير، إدارة الموارد المائية بكفاءة، وتوظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية. وتبرز أهمية هذه النتائج في دعم صُنّاع القرار لوضع استراتيجيات بيئية مستدامة تسهم في الحفاظ على التنوع الحيوي والحد من آثار التغير المناخي.

المقدمة :

يشهد العالم اليوم تغيرات بيئية متسارعة بفعل العوامل الطبيعية والأنشطة البشرية، مما يتطلب أدوات وتقنيات حديثة لرصد وتحليل هذه التغيرات بدقة وكفاءة. تعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) من أهم الأدوات المستخدمة في دراسة التغيرات البيئية، إذ توفر بيانات مكانية وزمانية تسهم في فهم التحولات التي تطرأ على النظم البيئية، مثل تغير الغطاء النباتي، وتدهور الأراضي، والتوسع الحضري، وتلوث الموارد الطبيعية.

يتيح توظيف نظم المعلومات الجغرافية تحليل ومعالجة البيانات البيئية من خلال الخرائط الرقمية والنماذجالمكانية، مما يساعد في اتخاذ القرارات البيئية المستدامة. كما توفر تقنيات الاستشعار عن بعد بيانات دقيقة تُجمع بواسطة الأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار، مما يتيح تتبع التغيرات البيئية على المستويات المحلية والعال

أولا : مفهوم نظم المعلومات الجغرافية واهميتها في رصد التغيرات البيئية :

نظم المعلومات الجغرافية (GIS) هي أدوات تحليل مكانية تجمع بين الأجهزة والبرامج والبيانات لالتقاط وإدارة وتحليل وعرض المعلومات الجغرافية. تتيح هذه النظم للباحثين وصناع القرار استكشاف العلاقات المكانية، ونمذجة العمليات البيئية، واتخاذ قرارات مبنية على البيانات. وتلعب نظم المعلومات الجغرافية دورًا محوريًا في العديد من المجالات، بما في ذلك التخطيط الحضري، وإدارة الموارد، ورصد التغيرات البيئية. (Burrough،1998،10-p1)

اما فيما يخص دور نظم المعلومات الجغرافية في رصد التغيرات البيئية (الغطاء النباتي) فتُستخدم نظم المعلومات الجغرافية على نطاق واسع في تقييم ورصد التغيرات البيئية، لا سيما تلك المتعلقة بالغطاء النباتي. فمن خلال دمج البيانات المكانية والزمانية، تمكّن نظم المعلومات الجغرافية من الكشف عن عمليات إزالة الغابات، وتدهور الأراضي، وتأثير التغيرات المناخية على النظم البيئية. وعند دمجها مع بيانات الاستشعار عن بعد، توفر نظم المعلومات الجغرافية رؤية شاملة لديناميكيات الغطاء النباتي، مما يساعد في تقييم التغيرات في الغابات، والتوسع الزراعي، وفقدان المواطن البيئية . (**Lillesand،2025،135-p120)**

أما فيما يتعلق بالمصادر المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لمراقبة التغيرات البيئية، ولاسيما الغطاء النباتي، فإن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على مجموعة من مصادر البيانات المكانية والرقمية التي يمكن من خلالها استخراج معلومات الغطاء النباتي ورصد التغيرات البيئية عبر الزمن، ومن أبرز هذه المصادر.(Giri, 2012, pp. 91–113) :

1-**بيانات الاستشعار عن بعد:**
تُعد بيانات الاستشعار عن بعد من أهم المصادر المستخدمة في دراسة الغطاء النباتي، إذ توفر صور الأقمار الصناعية مثل Landsatو Sentinelو MODISمعلومات مكانية وزمانية دقيقة تساعد في تحليل التغيرات البيئية واستخراج مؤشرات الغطاء النباتي، ومن أبرزها مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي.(NDVI)

2- **البيانات المكانية الرقمية:**
تشمل الخرائط الرقمية وقواعد البيانات الجغرافية والمرئيات الجوية، والتي تُستخدم في تحديد أنماط الغطاء الأرضي وتحليل التغيرات المكانية للغطاء النباتي ومقارنتها خلال فترات زمنية مختلفة.

3- **البيانات المناخية والبيئية:**
تُستخدم البيانات المتعلقة بدرجات الحرارة والأمطار والرطوبة والتربة في تفسير التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي، وربطها بالعوامل البيئية والطبيعية المؤثرة في نموه وتوزيعه.

4- **بيانات النماذج الرقمية والذكاء الاصطناعي:**
تُستخدم النماذج الرقمية وتقنيات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في تصنيف أنواع الغطاء النباتي والكشف عن التغيرات البيئية والتنبؤ باتجاهاتها المستقبلية بدقة عالية.

أما فيما يخص أهمية نظم المعلومات الجغرافية في رصد الغطاء النباتي، فإنها تُعد أداة حيوية في الإدارة المستدامة للأراضي والمحافظة على التنوع البيولوجي والتخفيف من آثار التغير المناخي، إذ توفر بيانات مكانية دقيقة تدعم صُنّاع القرار في تصميم مشاريع التشجير وتقييم صحة النظم البيئية وتنفيذ استراتيجيات الحفظ البيئي، فضلًا عن دورها في إدارة مخاطر الكوارث البيئية من خلال تحديد المناطق المعرضة للتصحر وحرائق الغابات.(Turner, 2007, pp. 20666–20671) .

ثانيا : مفهوم الاستشعار عن بعد او (التحسس النائي) واهميتها في رصد التغيرات البيئية:

يعرف الاستشعار عن بعد على انه علم يختص بدراسة الأهداف والظواهر على سطح الأرض دون الحاجة إلى الاتصال المباشر أو التماس الفيزيائي مع هذه الأهداف. يتم ذلك من خلال استشعار وتسجيل الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأهداف المدروسة، ثم معالجتها وتحليلها لاستخلاص خصائصها. يعتمد هذا العلم على استخدام مجموعة من الوسائل، مثل الطائرات أو الأقمار الصناعية أو البالونات، إلى جانب أجهزة التقاط البيانات ومحطات الاستقبال، بالإضافة إلى برامج متخصصة لتحليل البيانات المستقبلة التي تساعد في فهم المواد والظواهر من خلال خصائصها الطيفية **.(سلهب، 2018)**

كما ويشير لاستشعار عن بعد عن عملية جمع المعلومات أو البيانات عن ظاهرة أو هدف معين دون تلامس مباشر معه، ويعتمد على الإشعاع الكهرومغناطيسي لتحديد خصائص سطح الأرض وميزاته الجيوفيزيائية. تعتمد عملية الاستشعار على التوقيعات الطيفية والمكانية والزمنية والاستقطابية، والتي تتيح التمييز بين الأهداف المختلفة. تمر بيانات الاستشعار عن بعد بعمليات تصحيح إشعاعي وهندسي قبل استخراج المعلومات الطيفية منها، مما يجعلها أداة فعالة في رصد التغيرات البيئية وإدارة الموارد الطبيعية. ، كما و يوفر الاستشعار عن بعد رؤية شاملة وتغطية متكررة، مما يجعله بديلاً أكثر كفاءة من الطرق التقليدية، مع تحسينات في الدقة المكانية والطيفية والزمنية. وتشمل تطبيقاته الرئيسية مجالات مثل الزراعة، الغابات، الموارد المائية، استخدام الأراضي، التوسع الحضري، الجيولوجيا، البيئة، المناطق الساحلية، الثلوج والأنهار الجليدية، ومراقبة الكوارث والتخفيف من آثارها. كما يتم توظيفه في تطوير البنية التحتية عبر أجهزة الاستشعار البصرية والموجات الدقيقة، مع استمرار تطوير التقنيات لتحسين دقتها وتوسيع نطاق تطبيقاتها المستقبلية. **(Ranganath ،2007)**

ثالثا: تحليلات الاستشعار عن بعد المستخدمة في رصد التغيرات البيئية (مؤشر NDVI) :

يُعد مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) من أكثر المؤشرات النباتية شيوعًا واستخدامًا في دراسات الاستشعار عن بعد، إذ يُستخدم لقياس درجة اخضرار الغطاء النباتي وتقييم حالته الصحية اعتمادًا على الخصائص الطيفية للنباتات (Tucker, 1979, pp. 127–128). ويعتمد هذا المؤشر على الفرق بين انعكاس الأشعة في نطاقين طيفيين رئيسيين، هما الطيف الأحمر (Red) والطيف القريب من الأشعة تحت الحمراء (NIR)، حيث تمتص النباتات الإشعاع في النطاق الأحمر نتيجة نشاط الكلوروفيل في عملية التمثيل الضوئي، في حين تعكس الأشعة في نطاق NIR بشكل كبير، وهو ما يتيح التمييز بين الغطاء النباتي السليم والمتدهور **(Rouse et al., 1974, p. 309–317)**.

ويُستخدم مؤشر NDVI في العديد من التطبيقات البيئية والزراعية، إذ يسهم في مراقبة صحة الغطاء النباتي وتحليل التغيرات التي تطرأ عليه عبر الزمن، كما يُستخدم في تقدير إنتاجية المحاصيل والتنبؤ بحالات الجفاف والتصحر، فضلاً عن دوره في رصد التغيرات البيئية الناتجة عن العوامل المناخية أو الأنشطة البشرية، وكذلك تقييم الأضرار الناتجة عن الكوارث الطبيعية مثل الحرائق والفيضانات **(Pettorelli et al., 2005, p. 503–505)**. ويُعد هذا المؤشر أداة فعالة في تحليل النظم البيئية نظرًا لقدرته على توفير بيانات كمية دقيقة تغطي مساحات واسعة ولفترات زمنية طويلة، مما يجعله من أهم الأدوات المستخدمة في دراسات التغير البيئي المعتمدة على تقنيات الاستشعار عن بعد **(Pettorelli et al., 2011, pp. 236–237)**، ونظرا لأهمية دراسة مؤشر الغطاء النباتي كأحد التغيرات البيئية في منطقة جغرافية معينة لذا سيركز هذا البحث على دراسة مؤشر الغطاء النباتي اعتمادا على مؤشر NDVI في رصد التغيرات الخاصة بالتغطية النباتية في قضاء الحسينية في مدينة كربلاء المقدسة .

(المبحث الثاني) :تحليل التغيرات البيئية في قضاء الحسينية باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الصناعي

اولا : نبذة عامة عن منطقة الدراسة :

يعتبر قضاء الحسينية هو احد اقضيه محافظه كربلاء يقع شمال شرق محافظة كربلاء تبلغ مساحته الكلية (133600)دونم ، ما يعادل (13.36) كيلو متر مربع من مجموع مساحة محافظة كربلاء الكلي البالغ (5560) كيلو متر مربع .وبعدد سكان كلي وفقا لأخر تقديرات لعام 2021 (128,864) نسمة **(جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، مديرية إحصاء كربلاء المقدسة، 2022)**، ويضم قضاء الحسينية (55) مقاطعة زراعية موزعة على مساحة القضاء ، ينظر خارطة (2)

ثانياً : الخصائص المناخية المؤثرة على الغطاء النباتي في قضاء الحسينية للعامين (2000-2025):

يبرز أثر المناخ بعناصره التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة في تحديد زراعة وإنتاج اشجار الفواكه والحمضيات. فهنالك دراسة لضوء وشدته ودرجات الحرارة ومعدلاتها الدنيا والعليا والرطوبة الجوية والتكاثف بأنواعه والرطوبة الأرضية ،فضلاً عن للرياح وسرعة هبوبها واتجاهاتها والعواصف الترابية .

جدول (1) البيانات المناخية لقضاء الحسينية لسنة 2000

الأشهر	معدل درجات الحرارة (مْ)			الامطار/ملم	معدل سرعة الرياح م/ثا	معدل الرطوبة %	مجموع التبخر الشهري	المعدلات الشهرية لعدد أيام تكرار العواصف الغبارية
	المعدل الشهري للحرارة(مْ)	درجة الحرارة العظمى (مْ)	درجة الحرارة الصغرى(مْ)					

كانون الثاني	11	16.2	5.1	11.1	2.6	93	68.4	0
شباط	13	18.9	6.0	0.001	2.3	32	99.8	0
اذار	17.3	24.4	10.2	2.8	3.6	30	187.1	0
نيسان	27	33.2	20.5	3.5	3.8	35	275.1	0
أيار	30.5	38.1	22.9	0.001	2.9	29	319.3	1
حزيران	34	42.2	25.7	0.0	5.6	35	380.2	0
تموز	39.3	46.8	31.7	0	4.0	69	406.2	1
اب	36	46.1	24.8	0	3.3	69	360.4	0
أيلول	32.3	40.2	24.4	0.001	3.0	81	289.8	0
تشرين اول	25	32	17.9	0.001	1.3	69	183.7	4
تشرين ثاني	18	23.7	11.2	6.9	1.3	69	84.7	1
كانون الأول	13	17.8	7.9	17.9	2.0	80	60.3	0
المعدل السنوي	25	31.5	17.3	3.5	5.2	59	226.3	7

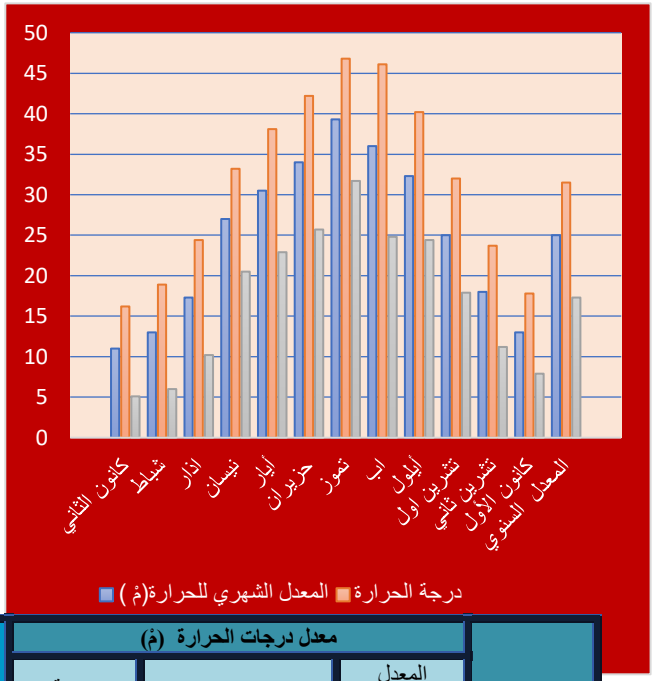
المصدر الباحثة اعتمادا على : جمهورية العراق ، وزارة الزراعة ، مركز الأرصاد الجوية الزراعية ، محافظة كربلاء- محطة ام غراغر، بيانات غير منشورة،2000.

جدول (2) البيانات المناخية لقضاء الحسينية لسنة 2025

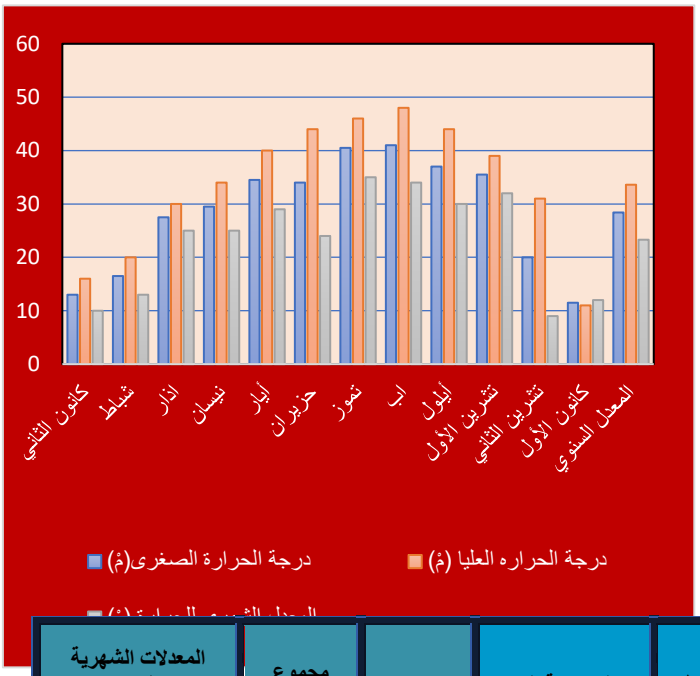
المصدر:الباحثة اعتمادا على :

-جمهورية العراق ، وزارة الزراعة ، مركز الأرصاد الجوية الزراعية ، محافظة كربلاء- محطة ام غراغر، بيانات غير منشورة،2025.

شكل(1) معدلات درجات الحرارة (مْ) لقضاء الحسينية لسنة 2000



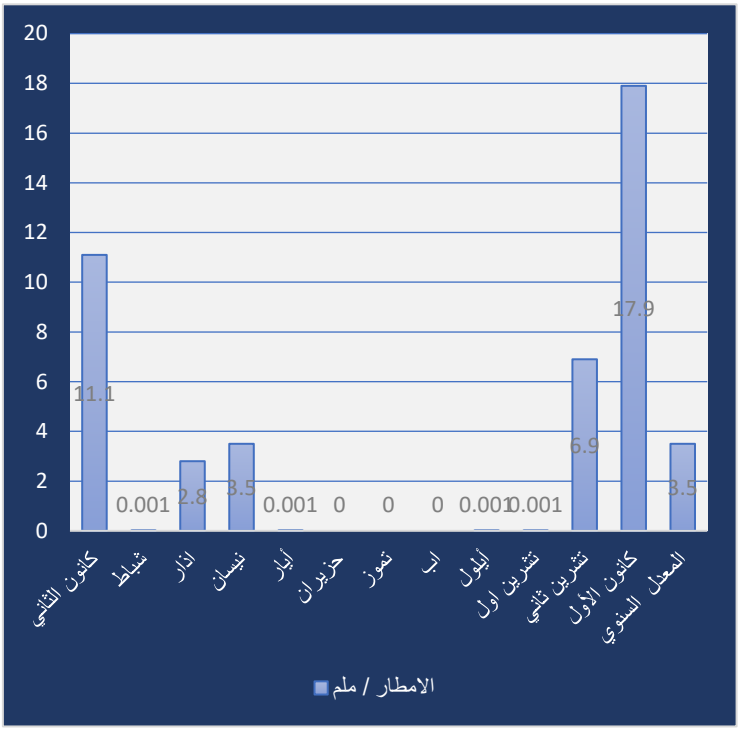
شكل(2) معدلات درجات الحرارة (مْ) لقضاء الحسينية لسنة 2025



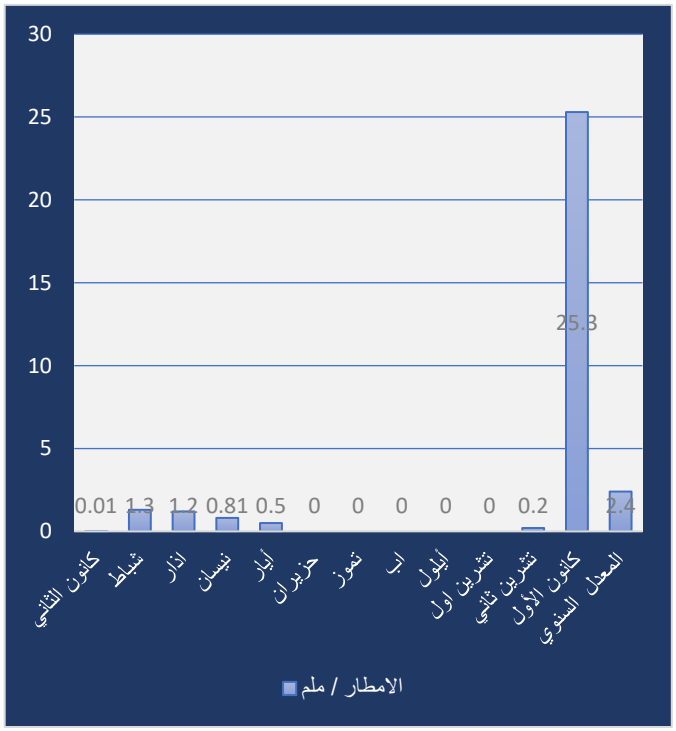
الأشهر	معدل درجات الحرارة (مْ)			الامطار /ملم	معدل سرعة الرياح م/ثا	الرطوبة%	مجموع التبخر الشهري	المعدلات الشهرية لعدد أيام تكرار العواصف الغبارية
	المعدل الشهري للحرارة (مْ)	درجة الحرارة العظمى (مْ)	درجة الحرارة الصغرى(مْ)					
كانون الثاني	13	16	10	0.01	0.9	47	53.1	0
شباط	16.5	20	13	1.3	1.4	65.1	68.2	0
اذار	27.5	30	25	1.2	1.3	65.9	108	3
نيسان	29.5	34	25	0.81	1.5	42.9	165	1
أيار	34.5	40	29	0.5	1.4	42.7	193.5	2
حزيران	34	44	24	0	0.9	30.0	236.5	2
تموز	40.5	46	35	0	1.7	32.7	231	0
اب	41	48	34	0	1.0	32.5	211	1
أيلول	37	44	30	0	1.5	33.6	173.4	1
تشرين الأول	35.5	39	32	0	0.9	39.7	112.3	0
تشرين الثاني	20	31	9	0.2	0.4	54.0	77.1	0
كانون الأول	11.5	11	12	25.3	2	56	50	1
المعدل السنوي	28.4	33.6	23.3	2.4	1.2	42	140	11

المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (3) و (4)

شكل (3) معدلات الامطار /ملم لقضاء الحسينية عام2000

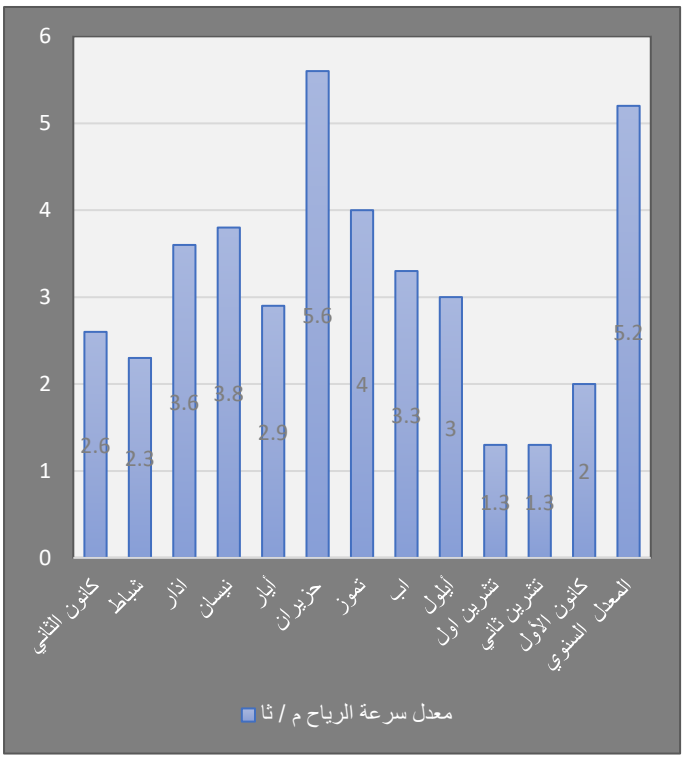


شكل (4) معدلات الامطار /ملم لقضاء الحسينية عام 2025

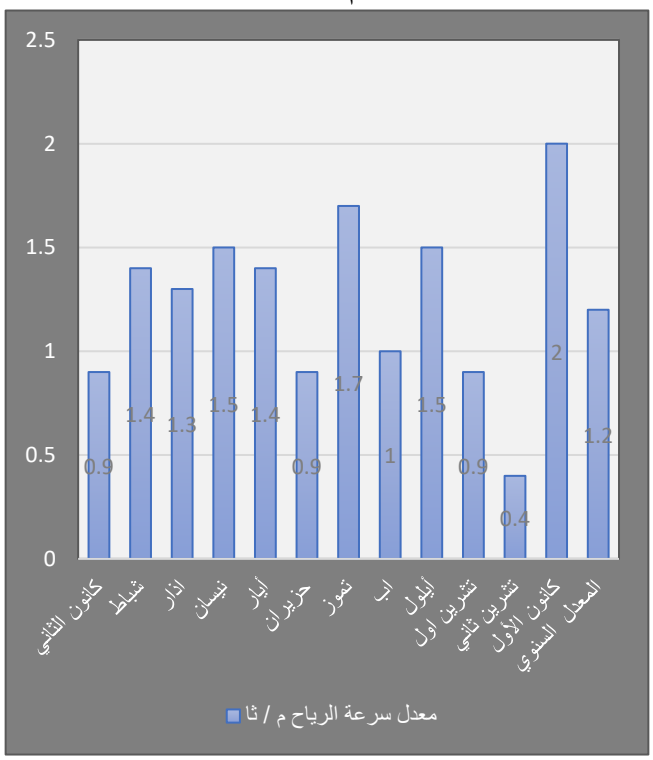


المصدر : عمل الباحثه اعتمادا على بيانات جدول (3) و (4)

شكل (5) معدل سرعة الرياح م /ث في قضاء الحسينية عام 2000

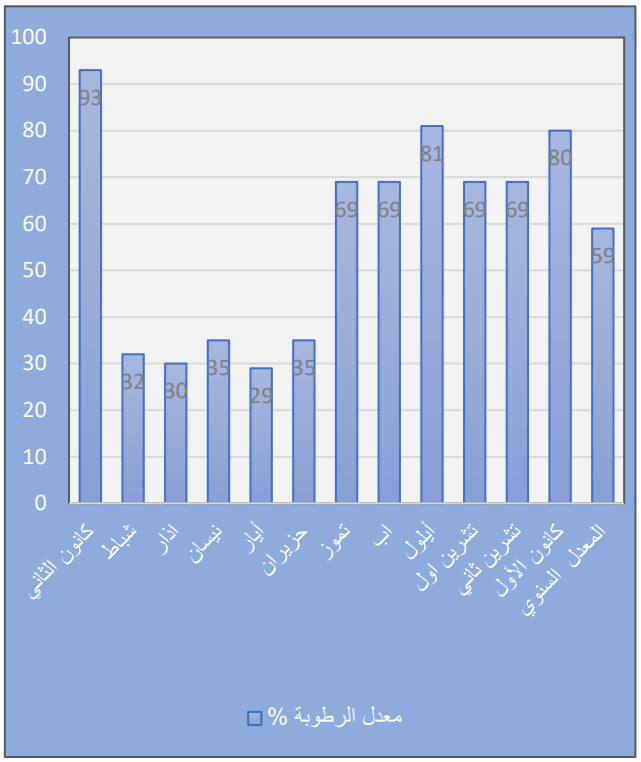


شكل (6) معدل سرعة الرياح م /ث في قضاء الحسينية عام 2025

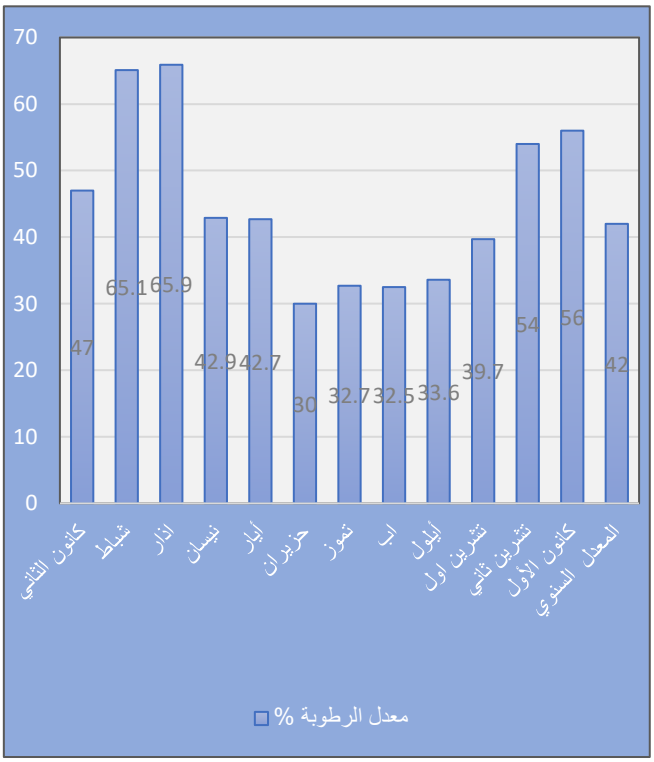


المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (3) و (4)

شكل (7) معدل الرطوبة % في قضاء الحسينية عام 2000

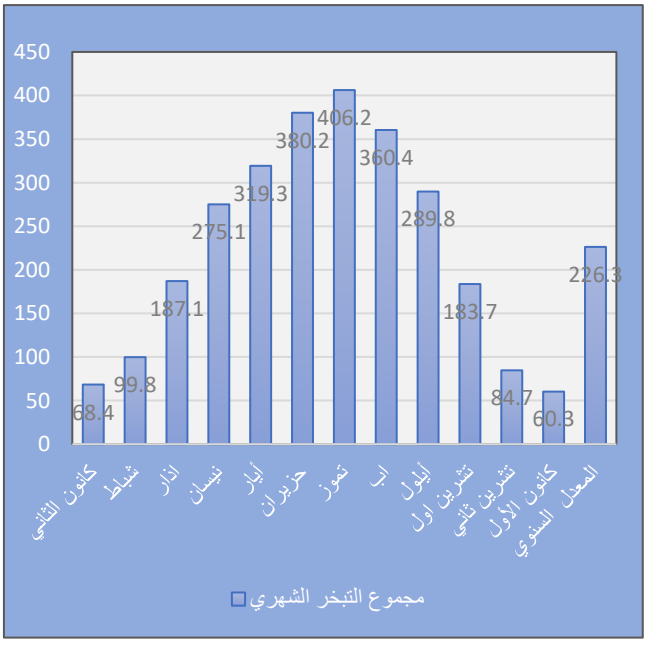


شكل(8) معدل الرطوبة % في قضاء الحسينية عام 2025

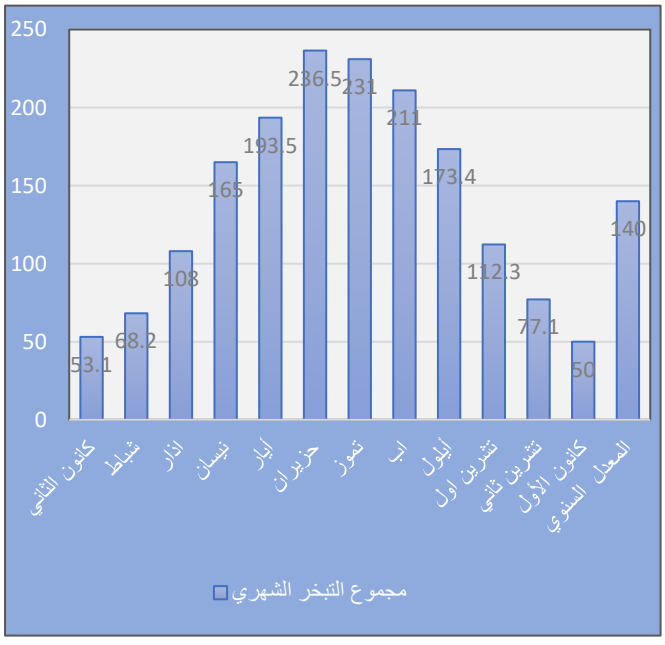


المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (3) و (4)

شكل (9) معدل التبخر الشهري في قضاء الحسينية عام 2000



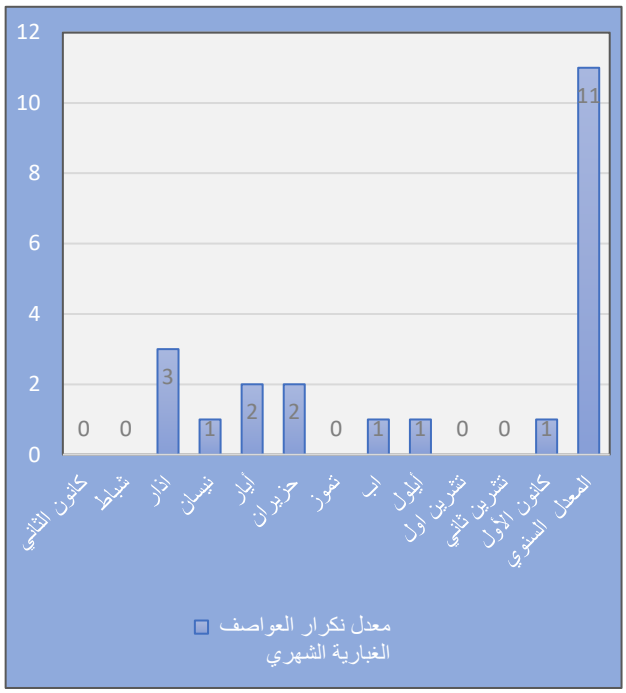
شكل (10) معدل التبخر الشهري في قضاء الحسينية عام 2025

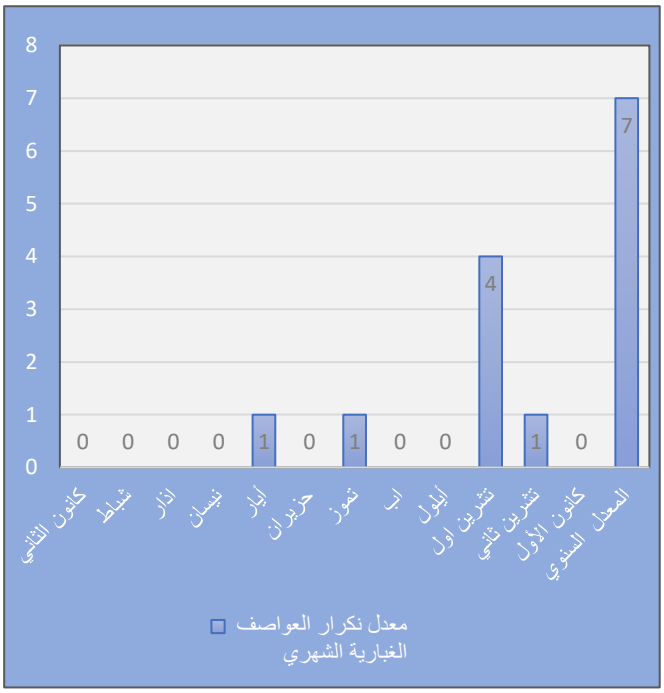


المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (4)

شكل (12) معدل تكرار العواصف الغبارية الشهري في قضاء الحسينية عام 2000

شكل (13) معدل تكرار العواصف الغبارية الشهري في قضاء الحسينية عام 2025





المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (3) و (4)

تشير المقارنة بين بيانات الجدولين المناخيين لعامي 2000 و2025 إلى وجود تحولات مناخية ملحوظة من شأنها أن تُلقي بظلالها السلبية على الغطاء النباتي في مدينة كربلاء. وفيما يلي أبرز هذه التغيرات:

1-درجات الحرارة العظمى والصغرى: تُظهر البيانات المناخية وجود تباين واضح في درجات الحرارة بين عامي 2000 و2025، إذ ارتفع المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى من (31.5 م°) عام 2000 إلى (33.6 م°) عام 2025، كما ارتفع المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى من (17.3 م°) إلى (23.2 م°) خلال المدة نفسها. أما المعدل السنوي العام للحرارة فقد ازداد من (25.0 م°) إلى (28.4 م°)، مما يشير إلى اتجاه عام نحو ارتفاع درجات الحرارة، ينظر الجدولين (2،1) والاشكال (1،2).

وعلى مستوى القيم القصوى، سجل عام 2000 أعلى درجة حرارة عظمى بلغت (46.8 م°)، في حين ارتفعت هذه القيمة في عام 2025 لتصل إلى (48 م°)، وهو ما يعكس زيادة في شدة الحرارة خلال فصل الصيف. كما لوحظ ارتفاع في أدنى درجات الحرارة الصغرى، مما يدل على تراجع حدة البرودة الشتوية مقارنة بالسابق.

ويشير هذا التغير إلى وجود اتجاه نحو الاحترار المناخي، يتمثل في ارتفاع كل من درجات الحرارة العظمى والصغرى، مع تزايد في التطرف الحراري، وهو ما قد يرتبط بعوامل متعددة، منها التغيرات المناخية العالمية، والنمو العمراني، وتراجع الغطاء النباتي في المنطقة.

2- معدلات الهطول المطري: عكس ما هو متوقع من الاتجاه العام نحو الجفاف، تُظهر البيانات أن أعلى كمية لهطول الأمطار ارتفعت من (17.9 ملم) في عام 2000 إلى (25.3 ملم) في عام 2025. إلا أن هذا الارتفاع لا يُعبر بالضرورة عن تحسن في النظام الهيدرولوجي، بل قد يكون مؤشرًا على عدم انتظام الهطول وتزايد وتيرة الظواهر المتطرفة (مثل العواصف المطرية القصيرة والعنيفة)، وهو ما قد يُسهم في تآكل التربة دون دعم الغطاء النباتي بشكل فعّال. ينظر الجدولين (4،3) والاشكال (4،3)

3-معدلات التبخر والرطوبة النسبية: سجّلت معدلات التبخر في عام 2000 ذروتها عند (406.2 ملم)، مقارنة بانخفاض حاد في عام 2025 إلى (7.8 ملم)، كما انخفضت أدنى قيمة من (60.3 ملم) إلى (50 ملم). ومع أن هذه القيم قد تعكس اختلافًا في

منهجية القياس أو التوزيع الزمني، فإن الانخفاض الحاد يترافق مع انخفاض الرطوبة النسبية، حيث تراجعت أعلى مجموع تبخر من (406.2) في عام 2000 إلى (236.5)في عام 2025، في حين هبطت أدنى نسبة من (29%) إلى (4.7%) خلال نفس الفترة. يشير هذا التراجع العام في الرطوبة إلى ازدياد الجفاف الهوائي، ما ينعكس سلبًا على بقاء النباتات وتوازن الأنظمة البيئية المحلية. ينظر الجدولين (2،1) والاشكال (7، 8، 9، 10)

4- سرعة الرياح: لم تُظهر البيانات تغيّرات جوهرية في سرعة الرياح بين الفترتين، إلا أن دور الرياح يصبح أكثر تأثيرًا عند ترافقه مع انخفاض الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة، حيث تسهم في زيادة فقدان المياه من التربة والنباتات وتسريع عمليات الجفاف، ينظر الجدولين (2،1) والاشكال (6،5).

5-**تكرار العواصف الغبارية :** تظهر بيانات الجدولين (1) و (2) تغير النمط الفصلي: انتقال ذروة العواصف من الخريف إلى الربيع والصيف يعكس تغيرًا مناخيًا في أنماط الرياح ودرجات الحرارة وزيادة الجفاف المبكر.، اما فيما يخص الارتباط مع NDVI: فيظهر تكرار العواصف مؤشر غير مباشر على تراجع الغطاء النباتي: كلما ضعف الغطاء الأخضر، ازدادت الأسطح العارية المعرّضة للرياح، مما يزيد إثارة الغبار.، كما ان أشهر الذروة (آذار – نيسان – أيار) توافق بداية موسم نمو النباتات، فإذا كان النمو ضعيفًا أو متراجعًا بفعل الجفاف وسوء التربة، تظهر العواصف بقوة.

ومن التأثيرات المحتملة لهذه التغيرات على الغطاء النباتي استنادًا إلى المؤشرات المناخية المذكورة، يمكن استنتاج ما يلي:

- **ارتفاع درجات الحرارة** يؤدي إلى تبخر أسرع للمياه من التربة والنباتات، مما يُقلل من توافر الرطوبة الضرورية لنمو النباتات واستدامتها.
- **انخفاض انتظام وفعالية الهطول المطري** يُضعف فرص تجدد الغطاء النباتي، خاصة في غياب بنية تحتية مائية تدعم التخزين والاستفادة من مياه الأمطار.
- **ارتفاع معدلات التبخر وانخفاض الرطوبة النسبية** يُفاقمان من ظروف الإجهاد البيئي للنباتات، ويزيدان من احتمالية التصحر وفقدان التنوع النباتي المحلي.
- **دور الرياح في ظل هذه التغيرات** يتحول من عامل محايد إلى عامل مجفف ومؤثر سلبي على البيئة النباتية.

تشير الفروقات المناخية المسجلة بين عامي 2000 و2025 إلى تصاعد واضح في مظاهر التغير المناخي المحلي في مدينة كربلاء، ويتجلى ذلك في ازدياد درجات الحرارة، تراجع الرطوبة، وتغير أنماط الهطول. وهذه التحولات تُشكّل تهديدًا مباشرًا للغطاء النباتي، سواء الطبيعي أو الزراعي، مما يستوجب تدخلات بيئية ومجتمعية عاجلة للتكيف مع هذه المتغيرات، وضمان استدامة النظام البيئي المحلي.

رابعاً: الخصائص السكانية لقضاء الحسينية ودورها في تراجع كثافة الغطاء النباتي :

نظرًا لأهمية الموقع الجغرافي ونمط السكن في تفسير التحول في الغطاء النباتي، فقد تم تصنيف السكان في ناحية الحسينية إلى فئتين: حضر وريفي. يُؤثر هذا التصنيف بشكل مباشر في توجهاتهم وسلوكهم نحو استغلال الأرض وتحويلها من زراعية إلى سكنية أو تجارية ، ولتحقيق تمثيل دقيق لهذه الفئات، تم توزيع عينة الاستبيان البالغة (385) استمارة، بحيث غطّت النسبة الأكبر المناطق الريفية التي تحتل المساحة الزراعية الأوسع وفقًا للخريطة الإدارية للمقاطعات (جدول 3)، مع تخصيص نسبة مناسبة للمناطق الحضرية ضمن حدود البلديات والمراكز الإدارية

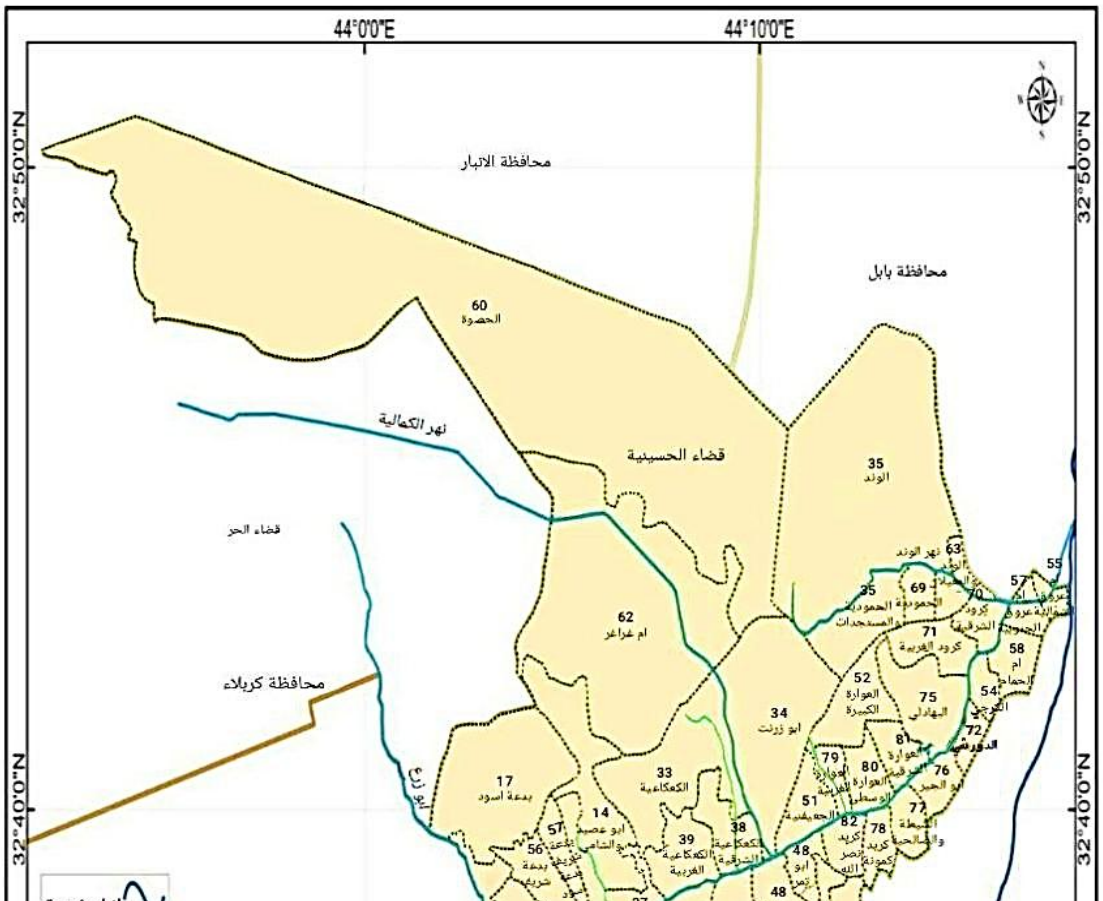
جدول (3) عدد استمارات الاستبيان موزعة على المقاطعات الزراعية في قضاء الحسينية وفقا لأرقامها ومساحاتها لعام2025

المقاطعات الزراعية في قضاء الحسينية							
رقم المقاطعة	اسمها	مساحتها (دونم)	عدد الاستمارات الموزعة	رقم المقاطعة	اسمها	مساحتها (دونم)	عدد الاستمارات الموزعة
1	الصلامية الشرقية	1764	15	52	العوارة الكبيرة	1549	4
2	الصلامية الغربية	129	3	53	بدعة عيشة	635	2
3	هور امام نوح	1719	5	54	الكرجي	455	1
14	أبو عصيد والشامي	3138	19	56	بدعة شريف	1198	3
17	بعدعة اسود بدعة شريف	4830	13	57	بدعة اسود	684	20
25	أبو طحين والجوب	932	3	58	ام الحمام	938	3
26	هور السيب	1257	4	59	المطلق الشرقي	1241	4
27	بساتين أبو عصيد	643	7	60	الحصوة	2907	45
29	فدان السادة والمجد	261	1	62	ام غراغر	1371	26
30	الوسطاني والمطلق الغربي	628	2	63	المستجدات والكراكيش	230	1
31	الغلطاوية	445	1	66	ام عروك الشمالية	342	1
32	الشامي	758	2	67	ام عروك الجنوبية	613	2
33	الكعكاعية	3800	20	68	الوند والمعيلان	680	2
34	أبو زرنت	5053	20	69	الحمودية	412	3
35	الوند	12333	40	70	كرود الشرقية	761	2
36	الحمودية والمستجدات	1719	5	71	كرود الغربية	659	2
37	الدراويش	539	2	72	الدرويشي	461	3
38	الكعكاعية الشرقية	1099	3	75	البهادلي	1937	6
39	الكعكاعية الغربية	1545	4	76	أبو الجير	722	2
42	الجنكنة	164	3	77	الشيطة والصالحية	697	2
44	العميشية	6205	15	78	كريد كمونه	644	4
45	اليوسفية	387	4	79	العوارة الغربية	502	3
46	اللايح	6813	10	80	العوارة الوسطى	902	2
47	الفراشية	1372	4	81	العوارة الشرقية	772	6
48	العسافيات	1470	4	82	كريد نصر الله	618	2
49	كريد الاميرية	1373	4	84	أبو تمر	622	4
50	الابيتر	918	3	85	الابيتر الجنوبي	553	2
51	الجعيفنية	9223	10				
المجموع الكلي للمساحة: 133600 دونم (13.36) كم2 عدد الاستمارات الكلي: 383							

المصدر : عمل الباحثة اعتمادا على : مديرية زراعة كربلاء ، قسم التخطيط ، بيانات غير منشورة 2025.

وقد رُبطت بيانات كل استمارة بموقعها الجغرافي داخل المقاطعة الزراعية باستخدام أرقام المقاطعات الموضحة في خريطة التوزيع رقم (2) ، وتم استخراج قيم مؤشر NDVI لكل مقاطعة من الخرائط الفضائية للفترة (2000–2025).

خريطة رقم (2) المقاطعات الزراعية لمركز قضاء الحسينية 2025



المصدر : الباحثة اعتماداً على برنامج arc map، و بيانات جدول (1)

وفقا للدراسة الميدانية واللقاء مع أصحاب القرار في المؤسسات الحكومية في مدينة كربلاء وقضاء الحسينية تبين ان اهم العوامل المؤثرة في تراجع الغطاء النباتي في القضاء الى ما يلي :

ا- النمو السكاني :

يأتي النمو السكاني المرتفع في مقدمة اسباب الزحف العمراني على الاراضي الزراعية وقد تبين ان الغرض الرئيسي من التعدي على الاراضي الزراعية بناء سكن للأسرة وافرادها اما لضيق السكن القديم او بناء سكن لمستقبل ابناؤهم .

جدول(4)تطور عدد سكان قضاء الحسينية في محافظة كربلاء

ت	سنة التعداد	عدد السكان (نسمة)	الزيادة المطلقة (نسمة)	(%) نسبة الزيادة	معدل النمو السنوي (%)
1	1977	30,660	-	-	-
2	1987	47,444	16,784	54.7	4.36
3	1997	79,037	31,593	66.5	5.10
4	2007	119,375	40,338	51	4.12
5	2021	153,276	33,901	28.3	2.08
6	2024	194,789	41,513	27.1	8.3

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على :

1- جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، مديرية إحصاء السكان والقوى العاملة، تقديرات السكان للعراق من (1977 الى 2021) محافظة كربلاء.
2- هيأة الإحصاء ونظم المعلومات الجغرافية ، نتائج التعداد العام للسكان و المساكن في العراق 2024 ، النتائج النهائية - المؤشرات الإساسية و جداول البيانات الإجمالية عدد السان حسب المحافظة / القضاء والتوزيـــع الس للقضاء المحافظة،2024.

يتضح من جدول (4) أعداد السكان في قضاء الحسينية خلال المدة (1977–2024) أن القضاء شهد نموًا سكانيًا متصاعدًا، إذ ارتفع عدد السكان من (30,660) نسمة عام 1977 إلى نحو (194,789) نسمة عام 2024. وقد انعكس هذا

النمو بشكل مباشر على أنماط استخدام الأرض، ولاسيما الأراضي الزراعية، التي تُعد المورد الاقتصادي والبيئي الرئيس في المنطقة.

ويُعد النمو السكاني المرتفع أحد أبرز العوامل المؤدية إلى الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، إذ يؤدي تزايد عدد السكان إلى ارتفاع الطلب على الوحدات السكنية والخدمات الأساسية، مما يدفع السكان إلى التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية القريبة من التجمعات السكنية. وتشير الملاحظات الميدانية إلى أن الغرض الرئيس من التعدي على الأراضي الزراعية يتمثل في بناء مساكن جديدة للأسر، إما بسبب ضيق المسكن الحالي أو بهدف توفير مساكن مستقبلية للأبناء.

وقد دعمت نتائج الاستبيان هذا التوجه، إذ أظهرت أن 64% من المستجيبين أشاروا إلى أنهم قاموا أو ينوون بناء وحدة سكنية على أرض زراعية، وهو ما يعكس وجود ضغط سكني واضح في القضاء. كما بيّن 57% من المشاركين أن السبب الرئيس لبناء هذه المساكن هو ضيق المسكن الحالي، في حين ذكر 35% منهم أن الهدف يتمثل في بناء مساكن للأبناء مستقبلًا. وتؤكد هذه النتائج أن التوسع العمراني في المنطقة يرتبط بدرجة كبيرة بالزيادة السكانية والحاجة المتزايدة إلى السكن. ينظر جدول (4)

ومن جانب آخر، يرى 81% من المشاركين في الاستبيان أن النمو السكاني أدى بشكل مباشر إلى تراجع المساحات الزراعية، إذ أصبح التوسع العمراني يتم على حساب الرقعة الزراعية، الأمر الذي يترتب عليه عدد من التغيرات البيئية، من أبرزها:

أ. تقلص المساحات المزروعة وتراجع الإنتاج الزراعي المحلي.
ب. تغير أنماط استخدام الأرض وتحول أجزاء من الأراضي الزراعية إلى استعمالات سكنية.
ت. زيادة الضغط على الموارد الطبيعية مثل المياه والتربة.
ث. تراجع الغطاء النباتي وما يرافقه من آثار بيئية ومناخية محلية.

جدول (5) تأثير النمو السكاني على استخدام الأراضي الزراعية في قضاء الحسينية

المتغير	النسبة%	العدد الفعلي (من اصل 383)	الملاحظة
قام أو ينوي بناء وحدة سكنية على أرض زراعية	64%	245	يعكس ضغطًا سكنيًا واضحًا
السبب الرئيسي: ضيق المسكن الحالي	57%	138	من بين الذين ينوون البناء
السبب الرئيسي: بناء سكن للأبناء مستقبلًا	35%	85	من بين الذين ينوون البناء
يرى أن النمو السكاني أثر على المساحات الزراعية	81%	310	يشير إلى تراجع الرقعة الزراعية بسبب التوسع العمراني

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على نتائج استمارة الاستبيان.

وعليه، يمكن القول إن النمو السكاني المتسارع في قضاء الحسينية أسهم بصورة مباشرة في إحداث تغيرات بيئية ملحوظة، تمثلت في تقلص الرقعة الزراعية واتساع الامتداد العمراني، وهو ما يستدعي وضع سياسات تخطيطية وتنظيمية تهدف إلى تحقيق التوازن بين متطلبات النمو السكاني والحفاظ على الموارد الزراعية والبيئية في المنطقة.

2- الاستثمارات البديلة :

شهدت الأراضي الزراعية في الحسينية تحولًا ملحوظًا نحو الاستخدامات العقارية، مما أدى إلى ارتفاع أسعارها. يُعزى ذلك إلى زيادة الاستثمار العقاري، خاصة في المناطق ذات المواقع الجغرافية المميزة، مما جعل بيع هذه الأراضي مغريًا لأصحابها.

تُشير الدراسات إلى أن هذا التحول يحقق عوائد مادية كبيرة، حيث يمكن استبدال مساحة أقل في موقع متميز بمساحة أكبر في موقع أقل تميزًا، مع الحفاظ على عائد سنوي مماثل.ومع ذلك، يؤدي هذا التحول إلى فقدان جزء من الرقعة الزراعية، مما يتطلب تكاليف إضافية لاستصلاح أراضٍ جديدة لتعويض هذا الفقد. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي ارتفاع أسعار الأراضي بسبب الاستثمار العقاري إلى زيادة تكاليف الوحدات السكنية، مما يؤثر على قدرة المواطنين على الشراء. لذلك، من الضروري أن تولي الجهات المختصة اهتمامًا أكبر بتوفير المرافق الأساسية في المناطق المستهدفة للاستثمار، لضمان تحقيق التوازن بين التنمية العقارية والحفاظ على الرقعة الزراعية . **(كمال عبد الكريم عباس (لقاء شخصي، 2025/10/28)**

كما جاءت نتائج الدراسة الميدانية لهذا المحور ان 46% من المبحوثين أفادوا بأنهم تلقوا عروضًا لبيع أراضيهم من قبل مستثمرين عقاريين ،وأشار 72% إلى أن العائد من بيع الأرض الزراعية أعلى من ربحية استغلالها في الزراعة، خصوصًا مع ارتفاع أسعار الأراضي القريبة من مراكز الخدمات، وأوضح 38% من المبحوثين أنهم لا يفكرون في البيع، بينما صرح 62% أنهم يفكرون أو لا يمانعون، إذا توفرت عروض مغرية.، وعن رؤيتهم لسياسات الدولة، قال 67% إنها غير كافية لحماية الأراضي الزراعية من التحول إلى الاستخدام السكني أو الاستثماري ، و تشير هذه البيانات إلى أن التحول في استعمال الأرض الزراعية نحو العقارات يعود في جزء كبير منه إلى ضعف الدعم الحكومي للزراعة، مقابل الربحية العالية في الاستثمار العقاري (استمارة الاستبيان).

جدول (6) التحول في استعمال الأراضي الزراعية نحو الاستثمار العقاري في قضاء الحسينية

المتغير	النسبة %	العدد الفعلي (من اصل 383) استبانة	الملاحظة
تلقى عروضًا لبيع أراضيهم من مستثمرين عقاريين	46%	176	يشير إلى نشاط ملحوظ للمستثمرين في المنطقة
يرى أن العائد من بيع الأرض أعلى من ربحية الزراعة	72%	275	يعكس تفضيل المزارعين للربحية المالية على الاستغلال الزراعي
لا يفكر في البيع	38%	145	يمثل نسبة غير مستعدة للتخلي عن أراضيها
يفكر أو لا يمانع البيع إذا توفرت عروض مغرية	62%	238	يعكس قابلية الجزء الأكبر من المزارعين للاستثمار العقاري
يرى أن سياسات الدولة غير كافية لحماية الأراضي الزراعية	67%	257	يشير إلى ضعف الدعم الحكومي وتأثيره على التحول نحو الاستثمار العقاري

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على نتائج استمارة الاستبيان.

3- ضعف العلاقة بين المالك والارض :

يُعد تفتيت الملكية الزراعية نتيجة للتوريث من العوامل التي أضعفت العلاقة بين المالك وأرضه، يرجع ذلك إلى صغر المساحة الموروثة قد لا توفر دخلًا كافيًا للأسرة، أو إلى انخراط المالك في مهنة غير زراعية بعد حصوله على شهادة مؤهلة، مما يؤدي إلى انقطاع صلته بالزراعة. مع مرور الوقت، يضعف ارتباطه بالأرض، مما يسهل عليه بيعها عند توفر فرصة. كما يؤدي هذا التفتيت إلى انخفاض إنتاجية الأراضي الزراعية، حيث تصبح المساحات الصغيرة غير قادرة على تحقيق الإنتاجية الاقتصادية المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي بيع الأراضي الزراعية إلى استخدامها في أغراض غير زراعية، مما يقلل من المساحات المتاحة للزراعة ويؤثر على الأمن الغذائي لذلك، من المهم النظر في سياسات تحافظ على الملكية الزراعية وتمنع تفتيتها، لضمان استدامة الإنتاج الزراعي والحفاظ على الأراضي الزراعية من التحول إلى استخدامات أخرى.

ووفقاً لرأي عينة الدراسة من سكان القضاء أكد 73% من المستجيبين أن أراضيهم موروثة.، وأشار 64% إلى أن المساحات الموروثة صغيرة وغير اقتصادية، ما يدفعهم نحو خيارات البيع أو الإهمال الزراعي.وذكر 58% أنهم يمارسون مهنة غير زراعية، مما يدل على ، في التوجه المهني، وانفصال تدريجي عن الأرض.، 54% من المشاركين صرحوا بأنهم يفكرون فعليًا ببيع الأرض الموروثة إذا توفرت فرصة مناسبة، لذا وفقاً لبيانات إجابات عينة الدراسة يظهر أثر تفتيت الملكية الوراثية في إضعاف الارتباط بالأرض، وزيادة احتمالية تحولها إلى غير النشاط الزراعي، بما يعزز من خطر تراجع الأمن الغذائي المحلي، ينظر جدول (7)

جدول (7) أثر تفتيت الملكية الزراعية على ارتباط المزارعين بالأرض في قضاء الحسينية.

المتغير	النسبة %	العدد الفعلي (من اصل 383) استمارة	الملاحظة
الأراضي موروثة	73%	280	يشير إلى أن غالبية الأراضي الزراعية في القضاء موروثة
المساحات الموروثة صغيرة وغير اقتصادية	64%	245	يؤدي إلى صعوبة تحقيق دخل زراعي كافٍ، ويدفع نحو البيع أو الإهمال
يمارس مهنة غير زراعية	58%	222	يدل على الانفصال التدريجي عن النشاط الزراعي وارتباط أقل بالأرض
يفكر فعليًا ببيع الأرض الموروثة إذا توفرت فرصة	54%	207	يعكس قابلية المالكين للتحول نحو الاستثمار العقاري أو استخدامات غير زراعية

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على نتائج استمارة الاستبيان.

خامساً : واقع الغطاء النباتي في القضاء :

تمثل المناطق الخضراء أحد الركائز الأساسية لتحقيق الاستدامة البيئية، لما لها من دور فعّال في تنقية الهواء، وتخفيف درجات الحرارة، ودعم التنوع الحيوي. غير أن قضاء الحسينية يعاني من تراجع ملموس في الغطاء النباتي خلال السنوات الأخيرة، حيث انخفضت المساحات المزروعة من نحو 55 ألف دونم في عام 2016 إلى ما يقارب 45 ألف دونم في عام 2025. ويقابل هذا الانكماش تنامٍ ملحوظ في التوسع الحضري، إذ ارتفعت مساحة المناطق العمرانية إلى حوالي 79 ألف دونم، الأمر الذي يعكس تنامي النشاط العمراني على حساب الرقعة الخضراء في المنطقة ينظر جدول (8).

جدول (8) مساحة المساحات الخضراء في قضاء الحسنية

السنوات	المساحة الخضراء /دونم
2017	55 الف
2018	55 الف
2019	54 الف
2020	53 الف
2021	52 الف
2022	50 الف
2023	49 الف
2024	47 الف
2025	45 الف

المصدر :الباحثة اعتمادا على : مديرية زراعة كربلاء ، فرع قضاء الحسينية ، بيانات غير منشورة ،2025.

يوضح الجدول (8) وجود تراجع ملحوظ في المساحات الخضراء ضمن قضاء الحسينية خلال الفترة الممتدة من عام 2016 حتى عام 2025. ففي عامي 2016 و2017، حافظت هذه المساحات على استقرار نسبي بحدود 55 ألف دونم. إلا أن السنوات اللاحقة شهدت انخفاضًا تدريجيًا، حيث تراجعت المساحة الخضراء من نحو 54 ألف دونم في عام 2018 إلى 45 ألف دونم بحلول عام 2025، بمعدل انخفاض سنوي يُقدر بحوالي 1.25 ألف دونم.

وتُعزى هذه التغيرات السلبية إلى عدد من العوامل المحتملة، من أبرزها:

1-**التوسع العمراني:** يُحتمل أن النمو السكاني وزيادة الأنشطة الإنشائية قد ساهم في تقليص الرقعة الخضراء لصالح المناطق السكنية.

2-**الظروف المناخية:** لعبت التغيرات المناخية، خاصةً ارتفاع درجات الحرارة وتناقص كميات الأمطار، دورًا في تدهور الغطاء النباتي

3-شح الموارد المائية: قد يكون لانخفاض تدفق المياه وتراجع كفاءة شبكات الري أثرٌ مباشر في اتساع رقعة التصحر.

4-**تراجع النشاط الزراعي:** أدى تراجع الاعتماد على الزراعة كمصدر أساسي للدخل، وتحول السكان نحو أنشطة بديلة، إلى تقليل العناية بالمناطق المزروعة.

سادسا: تحليل التغيرات البيئية للغطاء النباتي في قضاء الحسينية اعتماداً على مؤشر (NDVI) وتقنيات الذكاء الاصطناعي للفترة (2000–2025):

يعد مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) من الأدوات المهمة في دراسة التغيرات البيئية، حيث يمكن استخدامه لرصد الغطاء النباتي وتقييم صحة النباتات في منطقة معينة. يعكس هذا التحليل التغيرات التي طرأت على الغطاء النباتي في قضاء الحسينية، محافظة كربلاء، بين سنتين مختلفتين (2000- و2025) وفيما يلي اهم الخطوات المتعبة في اعدادها:

1- تحميل ومعالجة المرئيات الفضائية:

تم تحميل مرئيتين من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي (USGS) للمسار/الصف 168/037 (Path/Row)، بنوع منتج L1TP (مصحح هندسيًا) كما هو موضح في جدول (9):

جدول (9) بيانات المرئيات

نوع المستشعر Sensor	Path	Row	المنتج Producer	تاريخ الالتقاط	الدقة المكانية م^2
ETM(2000)	168	37	USGS	2000/3/8	30
ETM(2025)	168	37	USGS	2025/1/25	30

المصدر : الباحثة اعتمادا على تقرير القمر الصناعي لاندسات عن المرئية الفضائية لقضاء الحسينية لسنتي (2000 و2025).

2-حساب مؤشرNDVI :

تم استخراج النطاقات اللازمة من المرئيات الفضائية، وهي النطاق الأحمر (Band 3) والنطاق القريب من تحت الأحمر (NIR) المتمثل بـ (Band 4)، ثم جرى حساب مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي (NDVI) باستخدام أداة Raster Calculator في برنامج ArcGIS، وفق المعادلة الآتية

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red}:$$

- **NIR** = الانعكاس الطيفي للحزمة تحت الحمراء القريبة .
- **Red** = الانعكاس الطيفي للحزمة الحمراء.

3- تصنيف قيم NDVI :

إعادة تصنيف القيم باستخدام أداة Reclassify لتقسيمها إلى 3 فئات:

أ-أراضٍ جرداء ومعمورة NDVI :أقل من 0.2

ب-غطاء نباتي قليل الكثافة NDVI :بين 0.2 و0.4

ت-غطاء نباتي كثيف NDVI :أكبر من 0.4

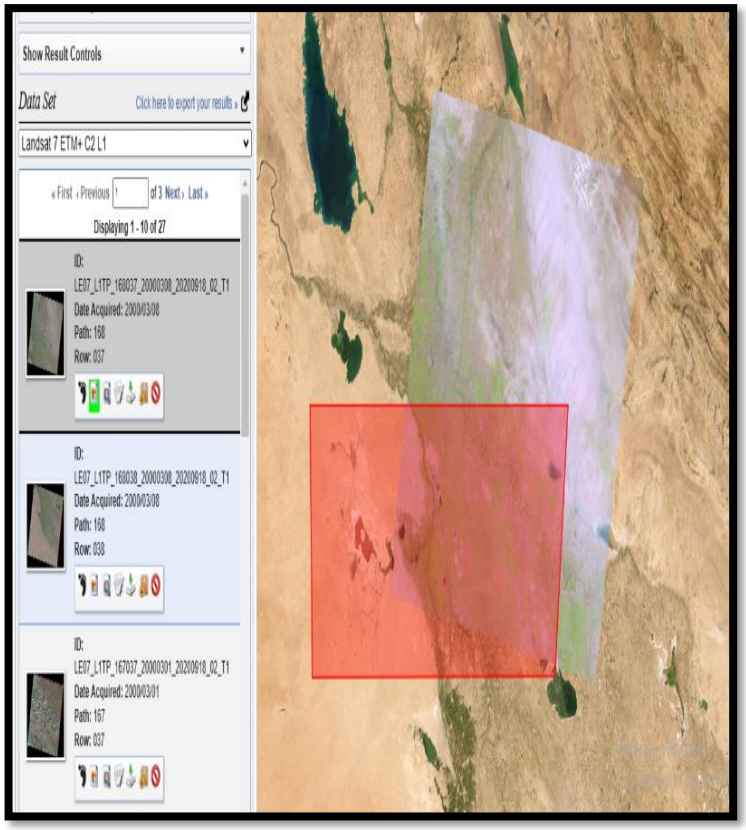
(ينظر جدول (10) ،صورة(1)، صورة(2)، خريطة1 و (2)

جدول (10) النسب المئوية للمساحات الخضراء لقضاء الحسينية للأعوام 2000و2025.

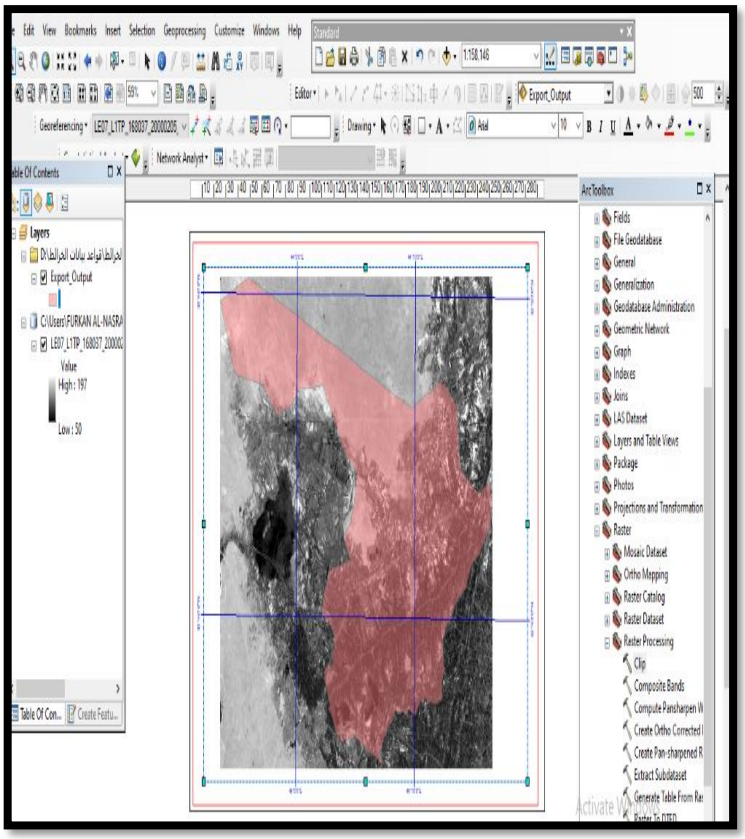
السنة	المساحة / كم^2						المجموع	النسبة
	أراضي معمورة وجرداء	النسبة/ %	غطاء نباتي قليل الكثافة	النسبة/ %	غطاء نباتي كثير الكثافة	النسبة/ %		
2000	126.64	36	53.91	16	153.45	48	.334	%100
2025	224.87	68.3	80.72	23	28.41	8.7	334	%100

المصدر : الباحثة اعتمادا على برنامج (Arc GIS)

صورة(1)تحميل المرئية الفضائية من هيئة المسح الجيولوجي الامريكية

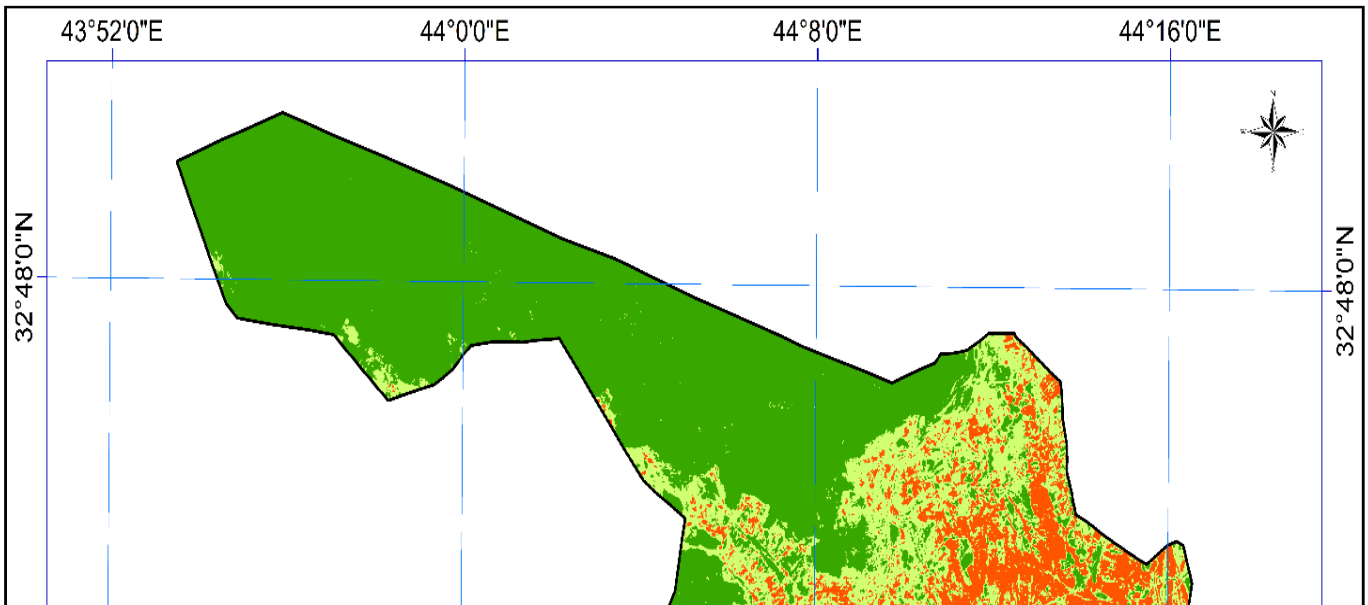


صورة (2) النتائج النهائية لاستخراج الغطاء النباتي بعد معالجة المرئيات الفضائية في برنامج ArcGIS



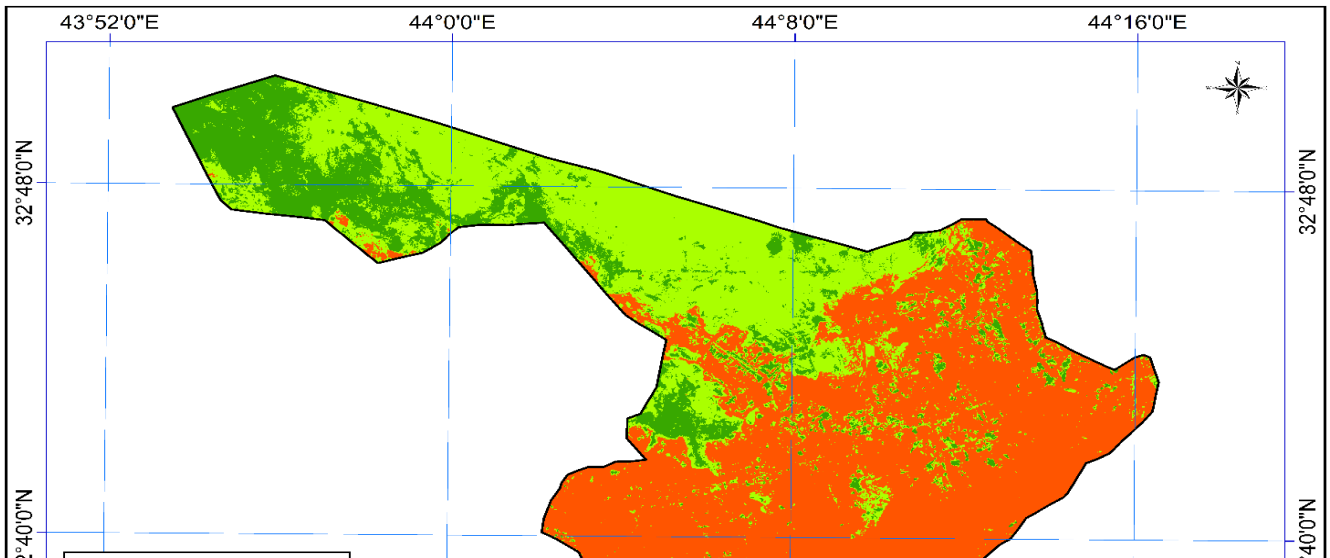
المصدر : الباحثة اعتمادا على برنامج (Arc GIS) .

خريطة (2)تحليل مؤشر الغطاء النباتي في قضاء الحسينية حسب مؤشر (NDVI) لعام 2000



المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على برنامج ArcGIS الإصدار 10.8، ومرئيات Landsat ETM+ الصادرة عن USGS

خريطة (3)تحليل مؤشر الغطاء النباتي في قضاء الحسينية حسب مؤشر (NDVI) لعام 2025



المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على برنامج ArcGIS الإصدار 10.8، ومرئيات Landsat ETM+ الصادرة عن USGS.

تُظهر الخريطتين ان مؤشر NDVI موزعًا على ثلاثة أصناف رئيسية، وهي:

• **الأراضي المعمورة أو الجرداء (اللون الأحمر):** تشمل المناطق العمرانية، الأراضي الصحراوية، والمناطق المفتوحة التي لا تحتوي على غطاء نباتي واضح.

• **غطاء نباتي قليل الكثافة (اللون الأخضر الفاتح):** يمثل الأراضي الزراعية الضعيفة، المراعي، أو المناطق التي تشهد تدهورًا في الغطاء النباتي.

• **غطاء نباتي كثيف (اللون الأخضر الغامق):** يشير إلى المساحات المزروعة بكثافة، مثل البساتين، الغابات، والمناطق الزراعية الدائمة.

كما و اعتمد تحليل التغيرات البيئية في قضاء الحسينية على مقارنة الخرائط المشتقة من صور الأقمار الصناعية واستخراج قيم مؤشر الغطاء النباتي NDVI للفترات الزمنية المختلفة، ثم تحليلها باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات التحليل المكاني. وقد أظهرت نتائج التحليل مجموعة من الاتجاهات المكانية والزمنية المهمة التي تعكس طبيعة التحولات البيئية والزراعية في منطقة الدراسة، وكما يأتي:

أ- تراجع الغطاء النباتي الكثيف:

أظهرت نتائج التحليل المكاني انخفاضاً واضحاً في مساحة الغطاء النباتي الكثيف (المُمثل باللون الأخضر الغامق)، إذ بلغت مساحته في عام 2025 نحو 28.41 كم² بنسبة 8.7% من مساحة قضاء الحسينية، بعد أن كانت تمثل نحو 153.45 كم² بنسبة 48% في عام 2000. ويشير هذا التراجع الكبير إلى حدوث تغيرات بيئية ملحوظة في نمط استخدامات الأرض، كما أظهرت الخرائط المشتقة من مؤشر NDVI أن التراجع يتركز بشكل واضح في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية من القضاء، وهو ما يعكس تزايد الضغوط البيئية والبشرية المؤثرة في الغطاء النباتي.

ب- زيادة الغطاء النباتي منخفض الكثافة:

أظهرت نتائج التحليل أيضاً ارتفاع مساحة الغطاء النباتي منخفض الكثافة (الأخضر الفاتح)، إذ بلغت في عام 2025 نحو 80.72 كم² بنسبة 23%، بعد أن كانت في عام 2000 نحو 53.91 كم² بنسبة 16%. وتشير هذه الزيادة إلى تحول جزء من الأراضي التي كانت تتميز بغطاء نباتي كثيف إلى مناطق ذات كثافة نباتية أقل، وهو ما يعكس تدهوراً تدريجياً في الحالة البيئية للأراضي الزراعية نتيجة التغيرات المناخية وتراجع كفاءة استغلال الموارد الطبيعية.

ت- اتساع مساحة الأراضي الجرداء والمعمورة:

فيما يتعلق بالأراضي الجرداء والمعمورة، فقد أظهرت نتائج التحليل ارتفاع مساحتها إلى نحو 224.87 كم² بنسبة 68.3% من مساحة القضاء الكلية في عام 2025، بعد أن كانت في عام 2000 نحو 126.64 كم² بنسبة 36% فقط. ويعكس هذا التغير اتساع مساحة الأراضي العمرانية والجرداء على حساب الأراضي الزراعية والغطاء النباتي، وهو ما يشير إلى تأثير التوسع الحضري والنمو السكاني والأنشطة البشرية في تغيير نمط استخدامات الأرض داخل منطقة الدراسة.

وبالتالي توضح نتائج التحليل الزماني والمكاني أن قضاء الحسينية شهد خلال المدة (2000–2025) تغيرات بيئية ملحوظة تمثلت في تراجع الغطاء النباتي الكثيف واتساع الأراضي الجرداء والمعمورة، الأمر الذي يعكس تصاعد تأثير العوامل الطبيعية والبشرية في البيئة المحلية. كما تشير النتائج إلى وجود تحول تدريجي في نمط استخدامات الأرض نتيجة التوسع العمراني وتزايد الضغط على الموارد الطبيعية، فضلاً عن تأثير التغيرات المناخية المتمثلة بارتفاع درجات الحرارة وتذبذب الهطول المطري. وبذلك تؤكد الدراسة أن التغيرات البيئية في منطقة الدراسة لم تعد ذات طابع موضعي محدود، بل أصبحت تمثل تحولاً مكانياً وزمانياً واضحاً في البنية البيئية والزراعية للقضاء، مما يستدعي اعتماد استراتيجيات تخطيطية وإدارية تسهم في الحد من التدهور البيئي والمحافظة على الموارد الطبيعية وتحقيق التنمية المستدامة.

الاستنتاجات :

وفقا لنتائج الدراسة تم التوصل إلى عدة استنتاجات مهمة تتعلق بالتأثيرات البيئية والاجتماعية للتغيرات في الغطاء النباتي وكيفية التخفيف منها. هذه الاستنتاجات يمكن أن تشمل ما يلي:

1-**تراجع كبير في الغطاء النباتي:**أظهرت نتائج تحليل مؤشر NDVI تغيراً واضحاً بين عامي 2000 و2025 في قضاء الحسينية، حيث تراجعت المساحات ذات الغطاء النباتي الكثيف من 48% إلى 8.7% من إجمالي المساحة، مقابل توسع المناطق الجرداء والعمرانية إلى 68.3%.

2-**دور النشاط البشري في التدهور البيئي:** ساهمت عوامل مثل النمو السكاني، التحول نحو الاستخدامات العقارية، وتفتيت الملكية الزراعية في تقليص الرقعة الخضراء، حيث أظهر الاستبيان أن 64% من السكان بنوا أو يفكرون ببناء مساكن على الأراضي الزراعية.

3- سجل النمو السكاني زيادة من (30,660 نسمة) إلى (194,789 نسمة)، أي نمو يقارب (6.3) أضعاف، مما شكل ضغطًا مباشرًا على الأراضي الزراعية.

4-**أثر التغير المناخي:** سجلت الدراسة تغيرات ملحوظة في درجات الحرارة والرطوبة والأمطار، مما أثر سلبًا على استدامة الغطاء النباتي. من أبرزها: زيادة التبخر، وتراجع الهطول المنتظم، وارتفاع درجات الحرارة القصوى.

5-**ضعف العلاقة بين المالك والأرض:** نتيجة التوريث وتراجع العوائد الزراعية، أصبح العديد من الملاك غير مرتبطين فعليًا بأراضيهم، مما زاد من احتمالات بيعها وتحويلها إلى أغراض عمرانية أو غير زراعية.

التوصيات:

1-تبني سياسات تخطيط عمراني مستدام:

ضرورة وضع ضوابط صارمة للحد من الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، من خلال اعتماد مخططات استعمالات أرض متوازنة، وتوجيه التوسع الحضري نحو المناطق غير الزراعية، مع تفعيل أدوات الرقابة القانونية.

2- حماية الأراضي الزراعية تشريعيًا وإداريًا:

تفعيل القوانين الخاصة بحماية الأراضي الزراعية ومنع تحويلها إلى استخدامات سكنية أو استثمارية إلا ضمن شروط محددة، مع فرض عقوبات رادعة على التجاوزات.

3- تعزيز استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي:

اعتماد أنظمة رصد بيئي مستمرة قائمة على مرئيات الأقمار الصناعية ومؤشرات الغطاء النباتي (NDVI)، مع دمج خوارزميات الذكاء الاصطناعي لبناء نماذج تنبؤية تساعد في الكشف المبكر عن مناطق التدهور البيئي ودعم اتخاذ القرار.

4- إنشاء قاعدة بيانات مكانية متكاملة (Geo-Database):

تجميع وتحديث البيانات المناخية، والسكانية، والزراعية ضمن قاعدة بيانات جغرافية موحدة، تتيح تحليل العلاقات بين المتغيرات المختلفة بشكل ديناميكي ودقيق.

5- دعم القطاع الزراعي اقتصاديًا وتقنيًا:

تقديم حوافز مالية للمزارعين، وتحسين تقنيات الري الحديثة، وتشجيع استخدام الزراعة الذكية، بهدف رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وتقليل دوافع بيع الأراضي.

6- الحد من تفتيت الملكية الزراعية:

وضع سياسات تنظيمية للحد من تقسيم الأراضي الزراعية إلى مساحات غير اقتصادية، وتشجيع الاستثمار الزراعي المشترك أو نظام الحيازات التعاونية.

7- تعزيز التوعية البيئية المجتمعية:

تنفيذ برامج توعوية تستهدف السكان المحليين لبيان أهمية الغطاء النباتي في تحقيق التوازن البيئي والأمن الغذائي، وخطورة التوسع العمراني غير المنظم.

8- إدارة الموارد المائية بكفاءة أعلى:

تحسين شبكات الري، واعتماد تقنيات الحصاد المائي، ومعالجة مشكلة شح المياه، بما يضمن استدامة الغطاء النباتي في ظل التغيرات المناخية.

9- إنشاء أحزمة خضراء ومشاريع تشجير:

العمل على إنشاء أحزمة خضراء حول المناطق الحضرية للحد من التصحر والعواصف الغبارية، وزيادة المساحات المزروعة في المناطق المتدهورة.

10- توظيف النماذج التنبؤية في التخطيط البيئي:

الاستفادة من نتائج نماذج الذكاء الاصطناعي في استشراف مستقبل الغطاء النباتي، ووضع سيناريوهات تنموية قائمة على تقليل المخاطر البيئية وتحقيق الاستدامة.

11- دعم البحث العلمي والتقنيات الحديثة:

تشجيع الدراسات التي تدمج بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي، وتوفير الدعم المؤسسي لتطوير أدوات تحليل بيئي أكثر دقة.

الهوامش :

1 .Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.
2 .Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). John Wiley & Sons.
3 .Giri, C. (2012). *Remote sensing of land use and land cover: Principles and applications*. CRC Press.

4 .Turner, B. L., II, Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(52), 20666–20671.

5. سلهب، زياد. (2018). الاستشعار عن بعد وأهميته في الكشف عن الآثار. *مجلة جامعة دمشق، 34*(2)، 249–260.

6 .Navalgund, R. R., & Jayaraman, F. (2007). Applications of remote sensing: An overview. *Science Society, 93*, 45–60.

7. عاشور، مصباح محمد. (2005). *الاستشعار عن بعد: أسس وتطبيقاته* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مصراتة.

8 .Klemas, V., & Purkis, S. J. (2011). *Remote sensing and global environmental change*. John Wiley & Sons.

9 .Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Special Publication* (SP-351), 309–317.

10. Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J.-M., Tucker, C. J., & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution, 20*(9), 503–510.

(12) جمهورية العراق ، وزارة التخطيط العراقية ، الجهاز المركزي الاحصائي ، بيانات محافظة كربلاء(غير منشورة)،2021.

(13)- استمارة الاستبيان .

(14) لقاء شخصي مع كمال عبد الكريم عباس ، مدير شعبة زراعة عون ،بتاريخ 2025/10/28.

(15) استمارة الاستبيان.

قائمة المصادر:

أولاً / الرسائل الجامعية

1-عاشور، مصباح محمد. (2005). الاستشعار عن بعد: أسس وتطبيقاته (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مصراتة.

ثالثاً / البحوث والدوريات

2-سلهب، زياد. (2018). الاستشعار عن بعد وأهميته في الكشف عن الآثار. مجلة جامعة دمشق، 34(2).

رابعاً / المصادر الأجنبية

1. **Belgiu, M., & Drăguţ, L. (2016). Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 114.(1)**
2. **Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.**
3. **Giri, C. (2012). Remote sensing of land use and land cover: Principles and applications. CRC Press.**
4. **Jensen, J. (2016). Introductory digital image processing: A remote sensing perspective. Pearson Education.**
5. **Klemas, V., & Purkis, S. J. (2011). Remote sensing and global environmental change. John Wiley & Sons.**
6. **Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons.**
7. **Maxwell, A. E., Warner, T. A., & Fang, F. (2018). Implementation of machine-learning classification in remote sensing. Remote Sensing, 10.(9)**

8. **Navalgund, R. R., & Jayaraman, F. (2007). Applications of remote sensing: An overview. Science Society, 93.**
9. **Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., et al. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20.(9)**
10. **Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA Special Publication (SP-351).**
11. **Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104.(52)**

خامساً / الدوائر الحكومية:

1. **مديرية الزراعة في قضاء الحسينية. (2025). بيانات وإحصاءات زراعية غير منشورة.**
2. **وزارة الزراعة، مركز الأرصاد الجوية الزراعية، محافظة كربلاء – محطة أم غراغر. (2025). بيانات مناخية وزراعية غير منشورة.**
3. **مجلس محافظة كربلاء، قسم تكنولوجيا دعم القرار، وحدة GIS. (2025). بيانات مكانية وإحصائية غير منشورة.**

سادساً / المقابلات الشخصية:

1-عباس، كمال عبد الكريم. (2025، 28 أكتوبر). مقابلة شخصية، مدير شعبة زراعة عون.

الملحق :
(استمارة الاستبيان)

عزيزي / عزيزتي المواطن الكريم :

يهدف هذا الاستبيان إلى جمع معلومات ميدانية للدراسة الموسومة (التحليل الجغرافي للتغيرات البيئية للغطاء النباتي في قضاء الحسينية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مع توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي) والتي تساعد في فهم العوامل المؤثرة على تراجع الأراضي الزراعية، مثل النمو السكاني، الاستثمارات البديلة، وضعف العلاقة بين المالك والأرض. المعلومات المقدمة ستُستخدم لأغراض بحثية فقط.

أولاً: البيانات العامة للمُستجيب

الجنس:

☐ ذكر ☐ أنثى

العمر:

☐ أقل من 30 سنة ☐ 30-50 سنة ☐ أكثر من 50 سنة

المستوى التعليمي:

☐ أمي ☐ ابتدائي ☐ متوسط/ثانوي ☐ جامعي فأعلى

المهنة الأساسية:

☐ مزارع ☐ موظف حكومي ☐ أعمال حرة ☐ أخرى: _____

هل تمتلك أرضًا زراعية؟ ☐ نعم ☐ لا

إن كنت تملك أرضًا، ما مساحتها؟

_____ دونم

ثانيًا: النمو السكاني والزحف العمراني
هل قمت أو تفكر ببناء وحدة سكنية على أرض زراعية مملوكة لك؟
☐ نعم ☐ لا

ما الدافع الرئيسي لاستخدام الأرض في السكن؟
☐ ضيق السكن الحالي
☐ بناء سكن للأبناء
☐ لا يوجد دافع، لا أفكر بذلك
☐ أخرى: _____

هل ترى أن التوسع السكاني في منطقتك يؤثر على المساحات الزراعية؟
☐ نعم ☐ لا
☐ إلى حدٍ ما

ثالثًا: الاستثمارات البديلة
هل تلقيت عروضًا لبيع أرضك بغرض الاستثمار العقاري؟
☐ نعم ☐ لا

هل تعتبر بيع الأرض الزراعية أكثر ربحًا من استثمارها في الزراعة؟
☐ نعم ☐ لا ☐ لا أعلم

ما الذي يمنعك من بيع الأرض؟
☐ ارتباط عاطفي بالأرض
☐ العائد الزراعي لا يزال مجديًا
☐ لا توجد عروض مغرية
☐ أخرى: _____

برأيك، هل يجب السماح بتحويل بعض الأراضي الزراعية إلى سكنية؟
☐ نعم ☐ لا ☐ بشروط

رابعًا: العلاقة بين المالك والأرض
هل ورثت أرضك عن طريق العائلة؟
☐ نعم ☐ لا

هل ترى أن تقسيم الأراضي بسبب الوراثة يؤثر على الإنتاجية الزراعية؟
☐ نعم ☐ لا ☐ لا أعلم

هل تفكر في بيع الأرض الموروثة؟
☐ نعم ☐ لا

ما أسباب التفكير في البيع؟
☐ صغر المساحة
☐ الانشغال بمهنة غير زراعية
☐ قلة العائد الزراعي
☐ أخرى: _____

ما رأيك في السياسات الحكومية الخاصة بحماية الأراضي الزراعية؟
☐ كافية ☐ غير كافية ☐ لا أعلم

ملاحظات إضافية (اختياري):

المستخلص باللغة الانكليزية

This study aims to analyze the environmental changes in vegetation cover in Al-Husseiniya District, Karbala Governorate, during the period (2000–2025), relying on Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Landsat satellite imagery within the ArcGIS environment. The results revealed a significant decline in green areas alongside increasing urban expansion, which directly affected the local environmental balance. The climatic comparison between 2000 and 2025 also showed an increase in maximum and minimum temperatures, a decrease in humidity levels, and changes in rainfall patterns, which contributed to increasing environmental stress on vegetation and reducing vegetation cover density. In addition, population factors played a prominent role in converting agricultural lands into urban and commercial uses, as field survey data indicated that human pressures accelerated the loss of vegetation cover. The study confirms that climate change and human activities together pose a direct threat to the sustainability of the ecosystem in the district, which requires urgent environmental interventions, such as enhancing afforestation projects, efficiently managing water resources, and employing artificial intelligence tools to predict future changes. The importance of these findings lies in supporting decision-makers in developing sustainable environmental strategies that contribute to preserving biodiversity and mitigating the impacts of climate change.