

الاثار البيئية الناجمة للغازات السامة لمحطات الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد

باستخدام بعض المؤشرات الطيفية

م. مرقل محمد احمد

مدرسة علي ملاك مديرية تربية بغداد الكرخ/١

ra9158797@gmail.com

الخلاص:

يهدف البحث إلى دراسة التأثيرات البيئية المترتبة على محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد، من خلال تحليل مواقعها الجغرافية، وأنواعها، وتقنياتها التشغيلية، وربط ذلك بمستويات تلوث الهواء والحرارة المحيطة بها. بين التحليل أن معظم المحطات في المنطقة تعمل بالنظام الغازي، وتصدر انبعاثات تؤثر سلباً على جودة الهواء وصحة السكان، خاصة في المناطق الحضرية المكتظة. كما أظهرت المقارنات المكانية لصور الأقمار الصناعية والمؤشرات البيئية (NDVI)، (NDWI)، (TCI) تدهوراً واضحاً في الغطاء النباتي والرطوبة في محيط هذه المحطات، مما يشير إلى تداخل بيئي خطير بين التلوث الصناعي والعناصر الطبيعية. وقد تم تسجيل أعلى نسب الجفاف وتراجع الرطوبة النباتية في مناطق قريبة من المحطات مثل الدورة، والصدر، والرشيد، في حين أظهرت مناطق محطات الدورة المركبة كفاءة بيئية أفضل نسبياً. ويشير البحث إلى أهمية دمج البعد البيئي في تخطيط مواقع المحطات مستقبلاً.

المقدمة:

تواجه مدينة بغداد، بصفتها العاصمة السياسية والاقتصادية للعراق، تحديات بيئية متفاقمة نتيجة النمو الحضري والصناعي المتسارع، ومن أبرز مصادر التلوث البيئي محطات إنتاج الطاقة الكهربائية. تتوزع هذه المحطات في مناطق حضرية مكتظة بالسكان، مما يثير تساؤلات جوهرية حول آثارها البيئية والصحية. تتبع أهمية هذا البحث من سعيه لتحليل التباين المكاني للتلوث الناتج عن محطات توليد الطاقة داخل محافظة بغداد، والكشف عن مدى تأثير هذه المنشآت على البيئة الحضرية المحيطة، من خلال توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة يمكن اعتمادها في التخطيط البيئي المستقبلي.

أولاً: مشكلة الدراسة :

١. ما الأثار البيئية الناجمة عن الغازات السامة المنبعثة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد؟

٢. ما المؤشرات الطيفية المناسبة للكشف عن التدهور البيئي الناجم عن هذه الانبعاثات؟

ثانياً: فرضية الدراسة :

١. هناك اثار بيئية سلبية واضحة على جودة الهواء وصحة السكان ولاسيما في المناطق المكتظة بالسكان والناتجة عن الانبعاثات الغازية السامة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة.

٢. أظهرت المقارنات المكانية لصور الأقمار الصناعية والمؤشرات البيئية (NDVI)، (NDWI)، (TCI) والذي اشار إلى تداخل بيئي خطير بين التلوث الصناعي والعناصر الطبيعية في منطقة الدراسة.

ثالثاً: هدف الدراسة :

يهدف هذا البحث إلى تحليل التباين المكاني للتلوث البيئي الناتج عن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد، من خلال دراسة توزيع هذه المحطات جغرافياً وعلاقتها بالمناطق الحضرية والسكنية، وقياس مستويات التلوث الهوائي والحراري المرتبط بها. كما يسعى إلى تحديد المناطق الأكثر تأثراً بالتلوث نتيجة قربها من مواقع المحطات، وربط نوع الوقود المستخدم وتقنيات التشغيل بمستوى التلوث المنبعث. ويُوظف

البحث تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد لرصد وتحليل الأنماط المكانية للتلوث، بهدف دعم جهود التخطيط البيئي وتقديم توصيات عملية للحد من الآثار السلبية لمحطات الطاقة على البيئة والسكان المحليين.

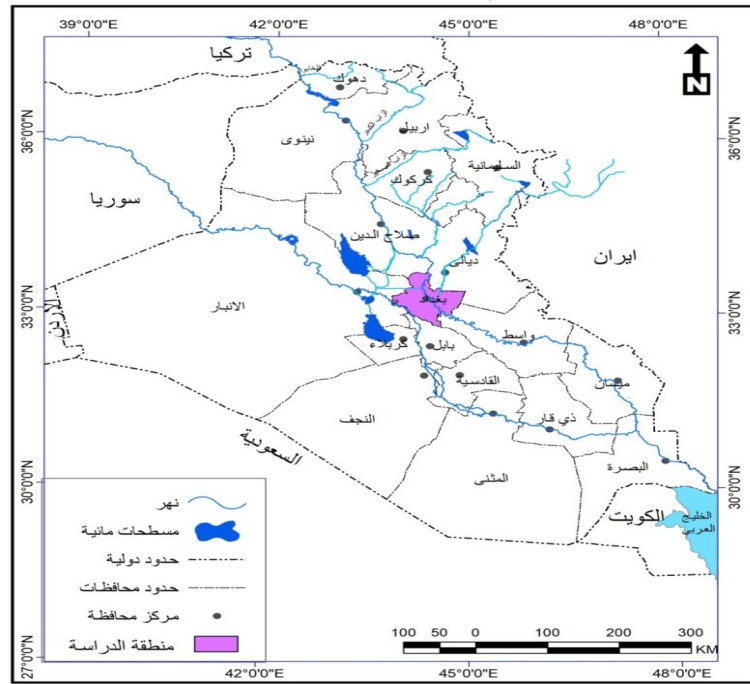
أباً: منهجية الدراسة :

استخدام المنهج الوصفي والمنهج التحليلي

أباً: الحدود المكانية والزمانية للدراسة :

تقع محافظة بغداد في الجزء الأوسط من جمهورية العراق، وتعد العاصمة السياسية والإدارية والاقتصادية للبلاد، إذ تتمتع بموقع جغرافي استراتيجي يربط بين شمال العراق وجنوبه وشرقه وغربه، ما جعلها عبر التاريخ مركزاً حضرياً مهماً وممرًا حيويًا للنقل والتجارة. يحد بغداد من الشمال محافظة صلاح الدين، ومن الجنوب محافظة بابل، ومن الشرق محافظة ديالى، ومن الغرب محافظة الأنبار، ويمر عبرها نهر دجلة الذي يقسم المدينة إلى قسمين رئيسيين هما الرصافة والكرخ، ما يمنحها أهمية بيئية وزراعية كبيرة. وتبلغ مساحتها الكلية نحو ٤,٥٥٥ كيلومترًا مربعًا، وتعد من أصغر المحافظات العراقية مساحةً، لكنها الأكثر كثافة سكانية. أما من الناحية الفلكية، فتقع بغداد بين دائرتي عرض ٣٣° و ٣٤° شمالاً، وخطي طول ٤٤° و ٤٥° شرقاً، ويكسبها هذا الموقع مناخًا صحراويًا شبه جاف يتصف بصيف طويل شديد الحرارة وشتاء قصير معتدل إلى بارد، مع قلة واضحة في كميات الأمطار السنوية، كما يؤثر موقعها الفلكي في التباين الحراري اليومي، ودرجة تعرضها لأشعة الشمس على مدار السنة. ولقد تم اخذ الفترة الزمنية عام ١٩٩٠ و عام ٢٠٢١ ومن هنا، تتجلى أهمية بغداد كموقع جغرافي فاصل ومركز إداري استراتيجي يؤثر في مختلف

الجوانب البيئية والاقتصادية والعمرانية في العراق. خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠٢٢.

أولاً: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد

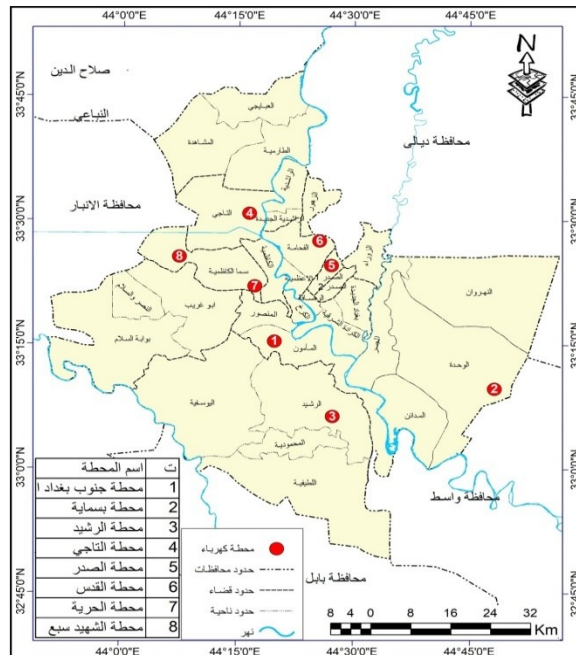
نلاحظ من جدول (١) والذي يوضح محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد والتي تبرز فيه محطة بسماية الواقعة شرق بغداد كأكبر محطة من حيث القدرة الإنتاجية، بسعة تصل إلى 3,000 ميغاواط وتعد المحطة الوحيدة من نوع الدورة المركبة، ما يشير إلى كفاءتها العالية مقارنة بالمحطات الأخرى ذات الدورة البسيطة أو الغازية. أما بقية المحطات فهي من النوع الغازي، مثل محطة جنوب بغداد الواقعة قرب الدورة، والتي لم تُحدد سعتها بدقة، وكذلك محطة الرشيد بقدرة ٩٤ ميغاواط ومحطة التاجي بقدرة ١٢٠ ميغاواط. وتعد محطة الصدر في مدينة الصدر من المحطات ذات القدرة المتوسطة بسعة ٣١٦ ميغاواط. ويلاحظ وجود ثلاث محطات في شمال غرب بغداد (الحرية، الشهيد سبع، القدس)، دون توفر بيانات دقيقة عن سعتها، مما يعكس ربما محدودية الإنتاج. جدول (١) محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وأنواعها في منطقة الدراسة

ت	اسم المحطة	الموقع الجغرافي	نوع المحطة	السعة (ميغاواط)	الإنتاجية
1	محطة جنوب بغداد الغازية	جنوب بغداد، قرب الدورة	غازية	غير محددة بدقة	
2	محطة بسماية	بسماية، شرق بغداد	دورة مركبة	3,000	
3	محطة الرشيد	منطقة الرشيد، جنوب بغداد	غازية	94	
4	محطة التاجي	منطقة التاجي، شمال بغداد	غازية	120	
5	محطة الصدر	مدينة الصدر، شرق بغداد	غازية	316	
6	محطة القدس	منطقة الحسينية، شمال شرق بغداد	غازية	غير محددة بدقة	
7	محطة الحرية	منطقة الحرية، شمال غرب بغداد	غازية	غير محددة بدقة	
8	محطة الشهيد سبع	منطقة الشعلة، شمال غرب بغداد	غازية	غير محددة بدقة	

المصدر : وزارة الكهرباء ، شعبة الاحصاء ، بيانات غير منشورة ، ٢٠٢٥ ونلاحظ من خريطة (٢) توزيع محطات توليد الطاقة الكهربائية ضمن محافظة بغداد، وتشمل ثمانى محطات رئيسية موزعة على مناطق مختلفة من المحافظة. يُلاحظ أن المحطات تمثل بمربعات مرقمة داخل دوائر حمراء، وكل رقم يشير إلى موقع محطة معينة، كما يظهر في مفتاح الخريطة في الأسفل. المحطات تشمل: محطة جنوب بغداد (١)، ومحطة بسماية (٢) الواقعة شرقاً بمحاذاة محافظة واسط، ومحطة الرشيد (٣) جنوب شرق العاصمة، ومحطة الكاظمية (٤) شمال بغداد، ومحطة الصدر (٥) شمال شرق المركز، ومحطة القدس (٦) القريبة من نهر دجلة، ومحطة الدورة (٧) جنوب غرب بغداد، وأخيراً محطة التاجي (٨) الواقعة شمال غرب المدينة بمحاذاة محافظة الأنبار وصلاح الدين. وكذلك حدود المحافظات المجاورة مثل ديالى، الأنبار، بابل، وصلاح الدين، مما يُبرز موقع بغداد الاستراتيجي كمركز حيوي للطاقة. كما ان شبكة الأنهار التي تقطع المحافظة، وأهمها نهر دجلة الذي يمر عبر مركز المدينة، مما يشير إلى إمكانية الاستفادة من الموارد المائية في عمليات التبريد في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

ثانياً: نوع الملوثات تبعاً لنوع المحطة في منطقة الدراسة : تُعد محطات إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر الرئيسية للانبعاثات الملوثة للهواء، وتختلف نوعية وكمية هذه الانبعاثات تبعاً لنوع المحطة المستخدمة في عملية التوليد. ومما سبق ذكره، نلاحظ إن معظم محطات إنتاج الطاقة في منطقة الدراسة (بغداد) هي من النوع الغازي، باستثناء محطة بسماية التي تعمل بنظام الدورة المركبة.

١: المحطات الغازية مثل: محطة جنوب بغداد، محطة الرشيد، محطة التاجي، محطة الصدر، محطة القدس، محطة الحرية، ومحطة الشهيد سبع، تعتمد على حرق الوقود الأحفوري (عادة الغاز الطبيعي أو زيت الوقود) لتوليد الكهرباء. خريطة (٢) الموقع الجغرافي لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد



المصدر: وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة بغداد الادارية، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠، لسنة ٢٠٢٢.

وتنتج هذه المحطات مجموعة من الملوثات الهوائية، من أبرزها:

- أكاسيد النيتروجين (NOx) وهي ناتجة عن درجات الحرارة العالية أثناء الاحتراق، وتسهم في تكوّن الضباب الدخاني والمطر الحمضي.
- أول أكسيد الكربون (CO) ينتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود.
- ثاني أكسيد الكربون (CO2) وهو الغاز الرئيس المسؤول عن ظاهرة الاحتباس الحراري.
- الجسيمات الدقيقة (PM) تنبعث في حال احتراق أنواع من الوقود ذات محتوى كربوني أعلى.
- كميات قليلة من ثاني أكسيد الكبريت (SO2) خاصة عند استخدام وقود يحتوي على نسب من الكبريت.

٢: محطات الدورة المركبة مثل محطة بسماية، فهي أكثر كفاءة وأقل تلويثاً نسبياً مقارنة بالمحطات الغازية التقليدية. وتعمل هذه المحطات على مرحلتين:

الأولى بتوربينات غازية، والثانية بتوربينات بخارية تستفيد من الحرارة الناتجة عن الاحتراق. ويؤدي هذا النظام إلى تقليل كمية الوقود المستخدم لكل وحدة طاقة منتجة، وبالتالي تقليل الانبعاثات. إلا أن الملوثات التي تطلقها لا تختلف نوعياً عن تلك التي تصدر من المحطات الغازية والتي ذكرت سابقاً، ولكنها تكون أقل من حيث الكمية لكل ميغواط منتج، وان الاختلاف بين المحطتين من حيث نوع الملوثات ليس كبيراً من ناحية التنوع، فالغالبية تعتمد على حرق الغاز الطبيعي وتنتج الملوثات ذاتها. غير أن الفرق الجوهرى يكمن في كفاءة الاحتراق والانبعاثات الكلية، حيث تسجل محطات الدورة المركبة مستويات أقل من الانبعاثات الضارة، نظراً لاستخدام الحرارة المهدورة لتوليد طاقة إضافية، ما يقلل الحاجة لحرق المزيد من الوقود. ولذلك، إن المحطات الغازية التقليدية أكثر تلويثاً مقارنة بمحطات الدورة المركبة، خاصة في المناطق الحضرية ذات الكثافة السكانية العالية مثل بغداد، حيث تؤثر هذه الانبعاثات على جودة الهواء وصحة السكان.

ثالثاً: الظواهر البيئية والصحية الناتجة عن الانبعاثات الملوثة الناتجة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة:

ان منطقة الدراسة والتي تضم عدداً كبيراً من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية ذات النظام الغازي والتي تُعد من أكثر المصادر الصناعية تلويثاً في البيئة الحضرية لبغداد، بسبب تمركزها داخل أو قرب الأحياء السكنية، واستعمالها المتكرر للوقود الأحفوري. وفيما يلي أبرز الظواهر التي نتجت عن تلك الانبعاثات:

١. تدهور جودة الهواء: ارتفعت تركيزات ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) وأول أكسيد الكربون (CO) والجسيمات الدقيقة (PM2.5) و (PM10) في الغلاف الجوي، مما أدى إلى تدهور جودة الهواء وتلوثه، وخاصة في مناطق مثل مدينة الصدر والدورة والتاجي. واثبتت محطات رصد تلوث الهواء (حسب تقارير وزارة البيئة العراقية) تشير إلى ارتفاع تركيز الملوثات للحدود المسموح بها عالمياً في بعض الأيام، خاصة خلال فترات الذروة التشغيلية.

٢. زيادة معدلات الأمراض التنفسية: لوحظت زيادة في حالات الربو، التحسس القسبي، وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة في الأحياء القريبة من المحطات الغازية واكثرت دراسات صحية محلية بينت أن سكان المناطق المحاذية لمحطة الدورة ومحطة الصدر يعانون من ارتفاع حالات مرضية تصيب الجهاز التنفسي مقارنةً بمناطق أخرى أبعد عن مصادر التلوث (محطات إنتاج الكهرباء).

٣. ارتفاع درجة الحرارة (الاحتباس الحراري): ان محطات إنتاج الكهرباء تساهم وبشكل فعال في زيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) وهو أحد غازات الدفيئة، مما أدى الى ظهور ظاهرة الجزر الحرارية داخل المدينة والتي ادت الى ارتفاع في درجات الحرارة في بعض المناطق الصناعية والسكنية القريبة من المحطات بمقدار يتراوح بين (١.٥ إلى ٢) درجة مئوية مقارنةً بالأطراف أو المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف.

٤. الأمطار الحامضية وتلف النباتات: ان انبعاث أكاسيد النيتروجين والكبريت الذي ادى الى تكوّن الأمطار الحامضية، خاصة في مواسم الشتاء، مما ادى الى تلف الأشجار والنباتات داخل المدن الحضرية في المناطق القريبة من المحطات وتلوث التربة في المناطق المحاذية لمحطات مثل محطة الرشيد والتاجي.

٥. انتشار الضباب الدخاني وانخفاض الرؤية: ان ارتفاع تراكيز الجسيمات الدقيقة وغازات مثل NOx يؤدي الى ان بعض مناطق بغداد ترتفع فيها حالات من الضباب الدخاني الرمادي، خاصة في الصباح الباكر أو عند انخفاض سرعة الرياح والذي أدى ذلك إلى تقليل مدى الرؤية الأفقية، وزيادة الشعور بالاختناق لدى السكان في أوقات معينة من السنة.

٦.٦. تلوث المياه والتربة: في بعض الاحيان قد يحدث تسرب للزيوت أو المواد الملوثة من المحطات إلى البيئة المحيطة، مما يؤثر على مصادر المياه الجوفية نتيجة التسرب من خلال التربة بعد ان يلوث التربة الزراعية القريبة منها، ولقد كانت هناك شكاوى محلية من مزارعين في أطراف بغداد حول تدهور خصوبة التربة قرب محطات توليد الطاقة، بسبب تراكم الرواسب الكيميائية.

رابعاً الانبعاثات السامة الناتجة عن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية واثراً على صحة الانسان: تُنتج محطات توليد الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد عدداً من الغازات السامة التي تسهم بشكل مباشر في تلوث الهواء، وتتضمن هذه الغازات:

١. أكاسيد الكبريت (SO₂): وعلى رأسها ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) ، والذي يُعد من أكثر الغازات خطورة على الصحة العامة، حيث يسبب تهيج الجهاز التنفسي ويُسهم في تكون المطر الحمضي، كما يؤدي إلى أمراض الربو والتهاب الشعب الهوائية.

٢. أكاسيد النيتروجين (NO_x): ومنها ثاني أكسيد النيتروجين (NO₂) ، الذي يساهم في تكوّن الضباب الدخاني والمطر الحمضي، ويؤثر سلباً على الرئة ويضعف جهاز المناعة التنفسي، وله دور في أمراض القلب والأوعية الدموية.

٣. أول أكسيد الكربون (CO): غاز عديم اللون والرائحة، ناتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود، وهو سام جداً عند استنشاقه حيث يرتبط بالهيموغلوبين في الدم ويمنع نقل الأوكسجين إلى أنسجة الجسم.

٤. ثاني أكسيد الكربون (CO₂): بالرغم من أنه ليس ساماً بشكل مباشر، إلا أن زيادته تساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري، مما يؤدي إلى تغيرات مناخية تؤثر في الصحة العامة والبيئة.

٥. الهيدروكربونات (HC): ومنها الميثان والبنزين والتولوين، والتي تُعد مركبات عضوية متطايرة تسبب تهيجاً للجهاز التنفسي وقد تكون مسرطنة عند التعرض المزمّن.

٦. كبريتيد الهيدروجين (H₂S): غاز ذو رائحة كريهة (رائحة البيض الفاسد) وسام جداً، يسبب تهيجاً في العينين والجهاز التنفسي، وقد يؤدي إلى الوفاة في حالات التعرض لتركيزات عالية.

٧. الرصاص (Pb): الناتج من احتراق الوقود المحتوي على هذا العنصر، وهو عنصر ثقيل يسبب اضطرابات عصبية وتسمماً مزمناً خاصة لدى الأطفال.

٨. الدقائق العالقة TSP و PM₁₀ و PM_{2.5}: وهي جسيمات دقيقة ناتجة عن عمليات الاحتراق والانبعاثات الصناعية، تدخل إلى الرئتين وتسبب أمراضاً تنفسية وقلبية مزمنة، وبعضها يحمل مواد سامة مثل المعادن الثقيلة.

خامساً " الغطاء النباتي (NDVI) لمنطقة الدراسة للعامين (١٩٩٠ و ٢٠٢١): يوضح جدول (٢) مساحة الغطاء النباتي (NDVI) لعام ١٩٩٠ إلى ان الاغلبية السائدة الفئات ذات القيم المنخفضة، حيث ان الفئة التي غطت النسبة الاكبر تراوحت ما بين (-٠.١٦٧ إلى ٠.٠٦٤٨) من مساحة منطقة الدراسة بنسبة بلغت ٥٤.٨٪، مما يدل على انتشار واسع للأراضي ذات الغطاء النباتي ذات الكثافة القليلة او شبه معدومة، كالأراضي الجرداء أو المتدهورة بيئياً. كما أن الفئة التي تتراوح قيمها بين (٠.٠٦٤٩ إلى ٠.٢٣٣) وتمثل غطاءً نباتياً متوسط الكثافة، شكلت ٣١.٢٪ من المساحة الكلية، في حين أن المساحات ذات الغطاء النباتي الكثيف نسبياً (٠.٢٣٤ إلى ٠.٧١٤) كانت محدودة بنسبة ١٣.٢٪ فقط. أما الفئة ذات القيم السالبة الأشد (من -٠.٥٥ إلى -٠.١٦٨) والتي غالباً ما تشير إلى أسطح مائية أو مناطق صناعية وبنية، فقد شكّلت نسبة ضئيلة لا تتجاوز ٠.٨٪. تعكس هذه المؤشرات الى ان الغطاء النباتي قليل الكثافة في المنطقة خلال فترة الدراسة، مما قد يكون ناتجاً عن الجفاف، أو سوء إدارة الموارد البيئية، أو التوسع العمراني على حساب المناطق الطبيعية. جدول (٢) مساحة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠

الفئات	المساحة كم ^٢	%
-٠.٥٥ - -٠.١٦٨	43	0.8
-٠.١٦٧ - ٠.٠٦٤٨	2871	54.8
٠.٢٣٣ - ٠.٠٦٤٩	1635	31.2
٠.٧١٤ - ٠.٢٣٤	694	13.2
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

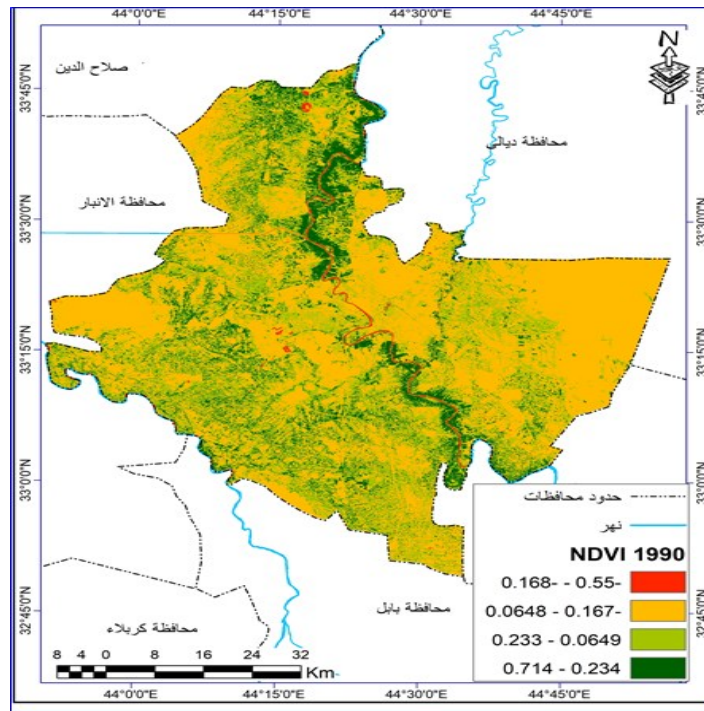
ونلاحظ من خلال خريطة (٣) لعام ١٩٩٠ تبايناً واضحاً في كثافة الغطاء النباتي ضمن حدود منطقة الدراسة، حيث ان الفئات ذات الكثافة النباتية الضعيفة إلى المتوسطة كانت هي التي غطت اغلب المساحة.

وتؤكد هذه الخريطة مدى ارتباط كثافة الغطاء النباتي بالعوامل الهيدرولوجية والتوزيع المكاني للمياه، وتعكس في الوقت نفسه تحديات كبيرة تتعلق بضعف التغطية النباتية خلال تلك الفترة، والتي يمكن أن تكون ناجمة عن الملوثات الناتجة عن محطات إنتاج الطاقة، أو عوامل مناخية وجيومورفولوجية ناتجة عن ذلك.

ومن خلال جدول (٣) لعام ٢٠٢١ نلاحظ تغيراً ملحوظاً في توزيع الغطاء النباتي مقارنة بعام ١٩٩٠، إذ تبين أن الفئة ذات القيم ما بين (٠.٠٠٣٨٧ إلى ٠.١٢٤) والتي تمثل غطاء نباتي ذات كثافة قليلة قد اخذ المساحة الأكبر من منطقة الدراسة بنسبة بلغت %47.7، مما يعكس استمرار سيطرة المناطق منخفضة الكثافة النباتية، ولكن بنسبة أقل مما كانت عليه في عام ١٩٩٠. أما الفئة ذات الكثافة النباتية المتوسطة (٠.١٢٥ إلى ٠.٢٣٧) فقد توسعت لتشغل نسبة %33.8، مما يدل على تحسن نسبي في بعض المناطق.

ويمكن ملاحظة أن الفئة الأعلى في الكثافة النباتية والتي بلغت نسبة %15.2 من إجمالي المساحة، وهي نسبة أعلى بقليل من نظيرتها في عام ١٩٩٠، الأمر الذي يشير إلى وجود جهود تحسينية أو تأثير طبيعي إيجابي في بعض المناطق الرطبة أو الزراعية القريبة من الأنهار. ولذلك، انخفضت الفئة ذات القيم السالبة أو القريبة من الصفرا والتي تمثل الأراضي غير النباتية أو المشيدة أو المائية، إلى نسبة %3.2 فقط

خريطة (٣) مساحة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠



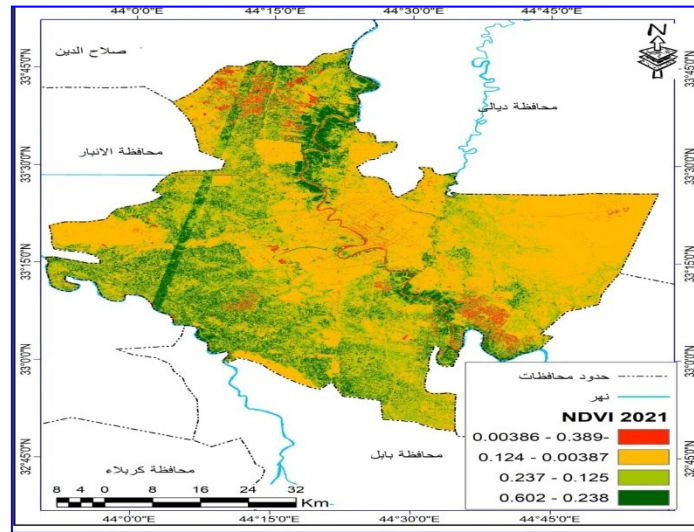
المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ١٩٩٠

يعكس هذا التوزيع تغيرات بيئية وإدارية خلال العقود الثلاثة الماضية، مع مؤشرات إيجابية في زيادة المساحات ذات الكثافة النباتية المتوسطة والعالية، وإن ظلت نسبة الأراضي ذات الغطاء النباتي الضعيف مرتفعة نسبياً. جدول (٣) مساحة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١

الفئات	المساحة كم ^٢	%
٠.٣٨٩ - ٠.٠٠٣٨٦	169	3.2
٠.١٢٤ - ٠.٠٠٣٨٧	2503	47.7
٠.١٢٥ - ٠.٢٣٧	1772	33.8
٠.٢٣٨ - ٠.٦٠٢	799	15.2
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

ومن خلال خريطة (٤) لعام ٢٠٢١ نلاحظ تبايناً واضحاً في كثافة الغطاء النباتي ضمن منطقة الدراسة، حيث تُظهر تركيز الفئة ذات الغطاء النباتي الضعيف على مساحات واسعة من المنطقة، مشيرة إلى استمرار وجود مشاكل في التجديد النباتي أو التدهور البيئي في تلك الأجزاء. ولذلك، نلاحظ زيادة نسبية في الفئات ذات الكثافة النباتية المتوسطة والعالية ويشير هذا التوزيع إلى تحسن نسبي في كثافة الغطاء النباتي في بعض المواقع مقارنة بخريطة عام ١٩٩٠، رغم بقاء نسبة كبيرة من الأراضي ضمن الفئات الضعيفة في منطقة الدراسة. خريطة (٤) مساحة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ٢٠٢١

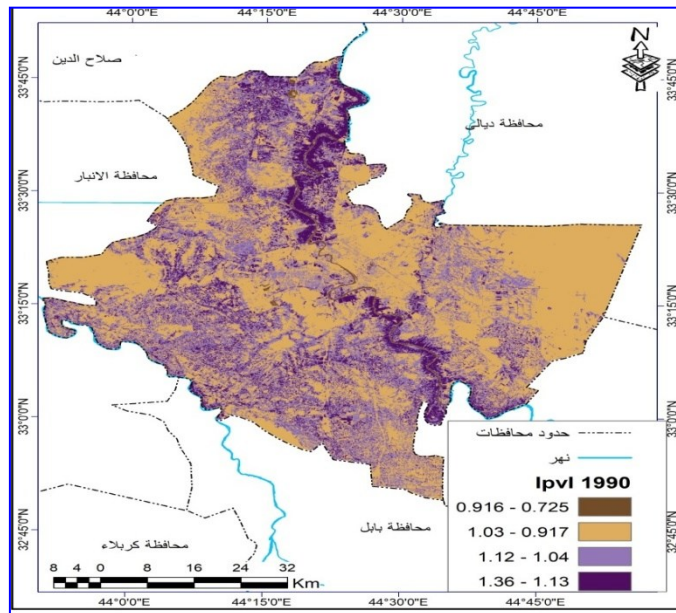
ويتبين من خلال المقارنة ما بين عامي (١٩٩٠ و ٢٠٢١) وجود تدهور في الغطاء النباتي حول المناطق التي تنتشر فيها محطات الطاقة الكهربائية، خاصة المحطات الغازية مثل محطة الصدر، الرشيد، الحرية، والقدس، والتي تقع جميعها ضمن النطاق الحضري أو القريب منه في مدينة بغداد. لذلك ازدادت المساحات ذات القيم السالبة أو القريبة من الصفر في محيط هذه المحطات، مما أدى إلى تأثر الغطاء النباتي بالتلوث الهوائي الناتج عن انبعاثات الغازات مثل ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) ، وأكاسيد النيتروجين (NO_x) ، وأول أكسيد الكربون (CO) اما المناطق القريبة من محطة بسماية (الدورة المركبة)، وعلى الرغم من كبر سعتها الإنتاجية، إلى أنها أظهرت تأثراً نسبياً اقل بالغطاء النباتي. وتشير التغيرات المكانية بين الخريطين (١٩٩٠ و ٢٠٢١) إلى تقلص الغطاء النباتي الكثيف حول بعض المحطات وظهور مساحات ذات غطاء نباتي منخفض في مناطق مجاورة لها. سادسا : الغطاء النباتي للأشعة تحت الحمراء (IPVI) لمنطقة الدراسة للعامين (١٩٩٠ و ٢٠٢١): من خلال جدول (٤) الذي يوضح الغطاء النباتي باستخدام الأشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة، والتي تُعد مؤشراً مهماً لصحة الغطاء النباتي، نلاحظ أن الجزء الأكبر من المساحة (٢٨٧١ كم² أو ٥٤.٨%) يقع ضمن الفئة الثانية (٠.٩١٧ - ١.٠٣)، وهي فئة متوسطة وهذا يعني ان الغطاء النباتي من متوسط إلى جيد من حيث الكثافة والصحة النباتية. بينما تشكل الفئات الأعلى جودة (١.٠٤ - ١.٣٦) ما نسبته 44.4% مجتمعة، مما يدل على وجود مساحات مهمة من الأراضي الزراعية أو البيئية السليمة نسبياً خلال الفترة اعلاه. أما الفئة الأدنى (٠.٧٢٥ - ٠.٩١٦)، والتي تعبر عن غطاء نباتي متدهور نسبياً، فقد اقتصرت على ٤٣ كم² فقط (٠.٨%)، وهي مساحة محدودة تشير إلى أن الملوثات البيئية كانت محدودة أو غير منتشرة على نطاق واسع في عام ١٩٩٠. ولكن عند النظر إلى مواقع محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، نلاحظ أن العديد منها، كانت قائمة أو في طور التشغيل في تلك الفترة، وهي تقع في مناطق قريبة من الأحزمة الزراعية أو السكنية. وبالرغم من محدودية المساحة المتدهورة في تلك الفترة، إلا أن التوزيع المكاني لهذه المحطات يشير إلى احتمال وجود ملوثات بيئية مؤثرة على الغطاء النباتي المجاور لها، خاصة مع وجود انبعاثات غازية من المحطات الغازية والتي قد تسهم في تراكم أكاسيد الكبريت والنيتروجين، والتي لها تأثير مباشر على صحة النباتات من خلال تلوث التربة عبر التأثير على عملية البناء الضوئي للنباتات. ولذلك يمكن القول ان في عام ١٩٩٠ شهد حالة نباتية متوازنة نسبياً في معظم منطقة الدراسة وان الملوثات الناتجة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية واثرا على الغطاء النباتي لم تكن واسعة النطاق في تلك الفترة، لكنها قد تكون بدأت بالظهور في محيط المحطات، وخاصة المحطات الغازية. جدول (٤): مساحة الغطاء النباتي للأشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠

الفئات	المساحة كم ^٢	%
٠.٩١٦ - ٠.٧٢٥	43	0.8

54.8	2871	١.٠٣ - ٠.٩١٧
31.2	1635	١.١٢ - ١.٠٤
13.2	694	١.٣٦ - ١.١٣
100	5243	المجموع

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

ونلاحظ من خلال خريطة (٥) التي تمثل مساحة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠ باستخدام الأشعة تحت الحمراء، أن الفئات العالية والتي تمثل غطاءً نباتياً كثيفاً وصحياً شغلت نسبة (١٣.٢٪) من إجمالي مساحة المنطقة، بينما شكّلت الفئات المتوسطة نسبة (٣١.٢٪)، وهي أيضاً مناطق ذات كثافة نباتية جيدة. ولذلك مثلت الفئات الأقل من حيث الكثافة النباتية المساحة الأكبر بنسبة بلغت (٥٥.٦٪)، وهي نفس المناطق التي تتواجد فيها محطات توليد الطاقة الكهربائية الغازية، وتشير هذه العلاقة إلى وجود تلوث بيئي واضح لمحطات الطاقة، حيث تُسهم انبعاثاتها الغازية (مثل أكاسيد النيتروجين والكبريت وأول أكسيد الكربون) في تقليل كثافة الغطاء النباتي في محيطها نتيجة تراكم الملوثات وتلوث التربة، مما أدى ذلك إلى احتمال تراجع الكثافة النباتية فيها. ويُعد هذا التوزيع مؤشراً أولياً على أن النشاط الصناعي المرتبط بإنتاج الطاقة له دور بارز في التأثير على صحة النظام البيئي النباتي في منطقة الدراسة منذ تلك الفترة. خريطة (٥) مساحة الغطاء النباتي للأشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ١٩٩٠ ومن خلال جدول (٥) الذي يوضح مساحة الغطاء النباتي باستخدام الأشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١ نلاحظ استمرار التباين في كثافة الغطاء النباتي مقارنة بعام ١٩٩٠، مع تسجيل بعض التحسن في الفئات ذات الكثافة النباتية الأعلى. فقد ارتفعت نسبة المساحات التي تنتمي إلى الفئة الأعلى والتي تدل على غطاء نباتي كثيف وصحي، إلى (١٥.٢٪) مقارنة بـ (١٣.٢٪) في عام ١٩٩٠. كما زادت مساحة الفئات المتوسطة لتشكل (٣٣.٨٪) من المساحة الكلية، وهو ما يشير إلى تحسن نسبي في نوعية الغطاء النباتي في بعض المناطق. ولذلك، التي لا تزال تشغل النسبة الأكبر من مساحة المنطقة بواقع (٤٧.٧٪)، هي فئة متوسطة الكثافة، مما يدل على وجود تلوث بيئي أو نشاط بشري مستمر في بعض أجزاء المنطقة. أما الفئة الأدنى فقد شغلت فقط (٣.٢٪)، وهي نسبة قليلة نسبياً مقارنة بالقيم الأدنى في عام ١٩٩٠، مما قد يُعزى إلى تقلص المساحات المتدهورة بشدة أو تغير ظروف الاستشعار بفعل الرطوبة أو الاستخدامات الأخرى. و إن وجود محطات إنتاج الطاقة الكهربائية الغازية وعلاقتها بما سبق ذكره، يتضح أن بعض المواقع القريبة من المحطات، مثل مناطق محطتي الرشيد والدورة، ما زالت تُعاني من انخفاض في الكثافة النباتية، نتيجة للملوثات المنبعثة التي تؤثر سلباً على التربة والغطاء النباتي المجاور. ومع ذلك، فإن التحسن الطفيف في الفئات الأعلى قد يعود إلى زيادة الوعي البيئي، أو إدخال تقنيات زراعية حديثة، أو التوسع في التشجير في بعض المناطق.

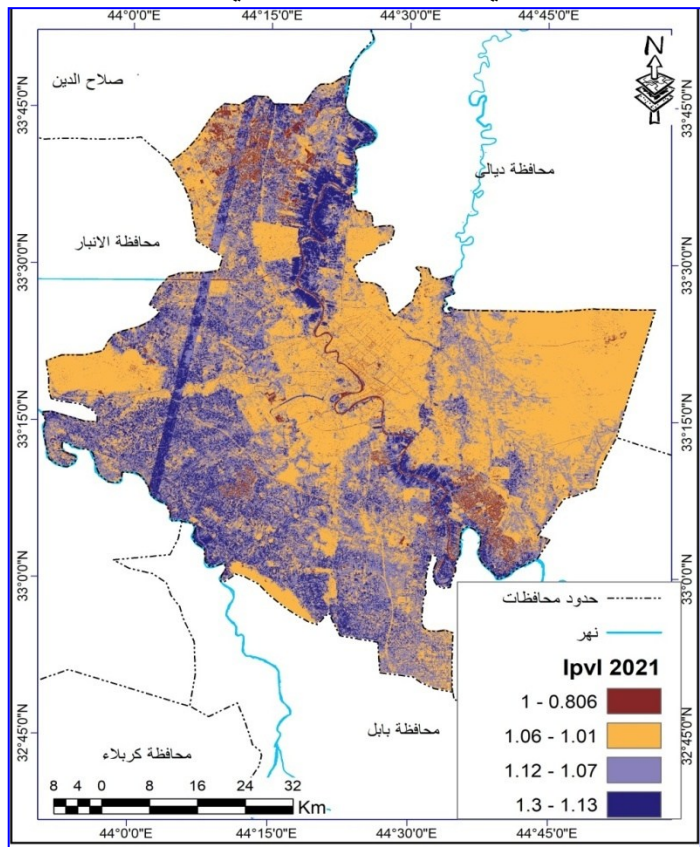
جدول (٥): مساحة الغطاء النباتي للأشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١

الفئات	المساحة كم ^٢	%
١ - ٠.٨٠٦	169	3.2
١.٠٦ - ١.٠١	2503	47.7
١.١٢ - ١.٠٧	1772	33.8
١.٣ - ١.١٣	799	15.2
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8 ونلاحظ من خلال خريطة (٦) والتي تمثل مؤشرالغطاء النباتي باستخدام الأشعة تحت الحمراء لعام ٢٠٢١ في منطقة الدراسة. والذي يبين المؤشر تفاوتاً في كثافة وصحة الغطاء النباتي ، حيث تُظهر معظم المناطق انخفاضاً في قيم الغطاء النباتي ، خاصة في وسط وجنوب وغرب منطقة الدراسة ، مما يشير إلى وجود توسع عمراني أو نشاطات بشرية وصناعية كثيفة أدت إلى تدهور الغطاء النباتي . ولذلك ، تتركز القيم الأعلى للمؤشر على أطراف المحافظة وفي المناطق القريبة من المجاري المائية ، وهو ما يدل على تأثير إيجابي للموارد المائية في دعم الغطاء النباتي المحلي ، خاصة في البيئات الزراعية والمناطق الريفية . ويُلاحظ أن المناطق المحيطة بهذه المحطات تعاني من تراجع في المؤشر النباتي ، مما يشير إلى علاقة سلبية بين النشاط الصناعي وكثافة الغطاء النباتي في المناطق المجاورة . يعود ذلك إلى الانبعاثات الحرارية والغازية والاستخدام المكثف للأراضي والموارد.

سابعاً:"الموارد المائية حسب مؤشر (NDWI) لمنطقة الدراسة للعامين (١٩٩٠ و٢٠٢١): ومن خلال جدول (٦) الذي يمثل توزيع مساحة المياه في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠ وفق مؤشر المياه الطبيعي المعدل (NDWI) ، والذي يُستخدم لرصد وجود المياه السطحية. يلاحظ أن المساحات التي تشكل النسبة الأكبر من مساحة المنطقة وبنسبة (٤٥.٢٪) ، وهي فئة تمثل المناطق التي تكون رطبة إلى شبه جافة وقد لا تحتوي على مياه سطحية واضحة، لكنها تشير إلى وجود رطوبة نسبية في التربة أو نباتات رطبة. وأما المناطق التي بلغت نسبتها (٣٧.٣٪) ، هي ذات غطاء نباتي منخفض أو تربة شبه جافة، مما يدل على انخفاض نسبي في وفرة المياه. في حين أن نسبة (١٦.٥٪) والتي تمثل النسبة الأقل من إجمالي مساحة المنطقة، مما يعني ذلك وجود مساحات واسعة ذات ظروف جافة أو شبه صحراوية.

خريطة (٦) مساحة الغطاء النباتي للاشعة تحت الحمراء في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١



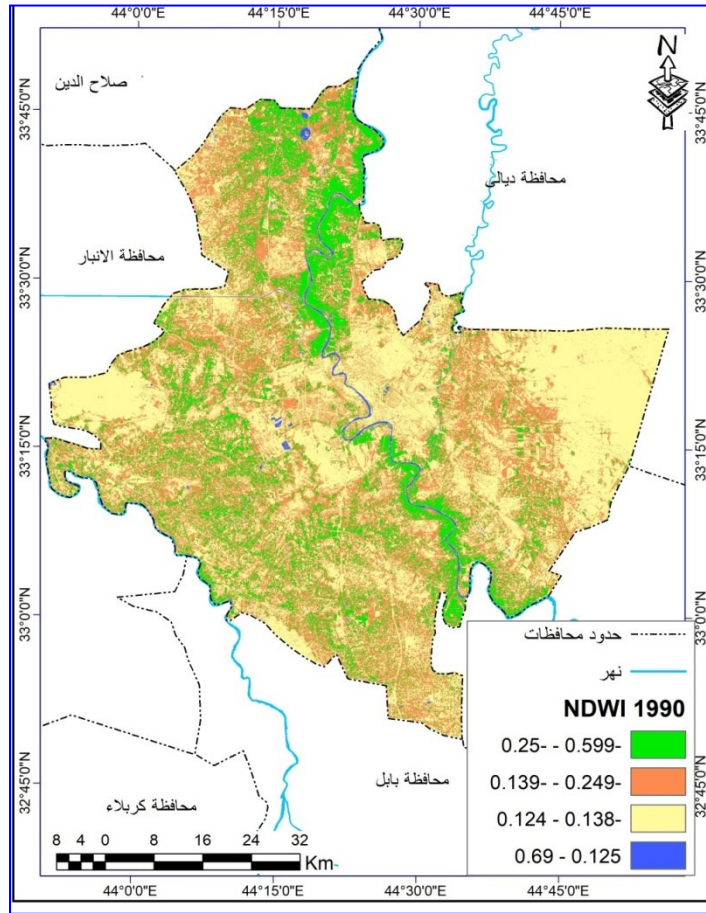
المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ٢٠٢١

وان الفئة التي تشير إلى وجود مياه سطحية والتي تمثل نسبة (١٠.٠٪) من المساحة الكلية، مما يدل على محدودية الموارد المائية السطحية في المنطقة خلال عام ١٩٩٠، وهو ما قد يؤثر بشكل مباشر على الغطاء النباتي والأنشطة الزراعية. ولذلك فيمكن أن تكون هناك بعض التغيرات في محتوى الرطوبة أو ندرة المياه قد تقاومت نتيجة الاستهلاك العالي للمياه في عمليات التبريد داخل المحطات أو التلوث الناتج عنها، مما يؤثر بدوره على البيئة المائية والغطاء النباتي في المناطق المجاورة. جدول (٦): مساحة المياه حسب مؤشر (NDWI) في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠

الفئات	المساحة كم ^٢	%
٠.٥٩٩- - ٠.٢٥-	865	16.5
٠.٢٤٩- - ٠.١٣٩-	1957	37.3
٠.١٣٨- - ٠.١٢٤-	2369	45.2
٠.١٢٥ - ٠.٦٩	52	1.0
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

ومن خلال خريطة (٧) والتي تمثل مساحات المياه السطحية بحسب مؤشر الرطوبة المشتق منها (NDWI) لعام ١٩٩٠ في منطقة الدراسة ، والتي توضح التوزيع المكاني للرطوبة السطحية . وتشير القيم الأعلى للمؤشر إلى توفر رطوبة أعلى ، وهي تتركز بشكل واضح على امتداد المجاري المائية الرئيسية ، لاسيما نهر دجلة ، وفي مناطق محددة من وسط وشمال وجنوب المحافظة . وان هذا التوزيع يبين العلاقة المباشرة بين وفرة المياه السطحية وقربها من المجاري النهرية أو المناطق الزراعية المروية . مما أدى الى ظهور مناطق واسعة في غرب وشرق وجنوب شرق المنطقة وبقيم منخفضة لمؤشر الرطوبة ، مما يدل على انخفاض المياه السطحية في تلك الفترة ، وهو ما يدل على ان إما طبيعة جافة أو استخدام كثيف للأراضي في أنشطة حضرية أو زراعية مستهلكة للمياه . وان وجود محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة ، والتي تتوزع غالباً قرب مراكز حضرية أو ضمن مناطق ذات كثافة سكانية أو صناعية مرتفعة ، يلاحظ أن الغالبية منها تقع ضمن مناطق ذات قيم منخفضة لمؤشر NDWI، مما يشير إلى تأثير محتمل لهذه المحطات على التوازن المائي المحلي سواء من خلال استهلاك المياه لأغراض التبريد أو التأثير غير المباشر بفعل التوسع العمراني والصناعي المحيط بها.



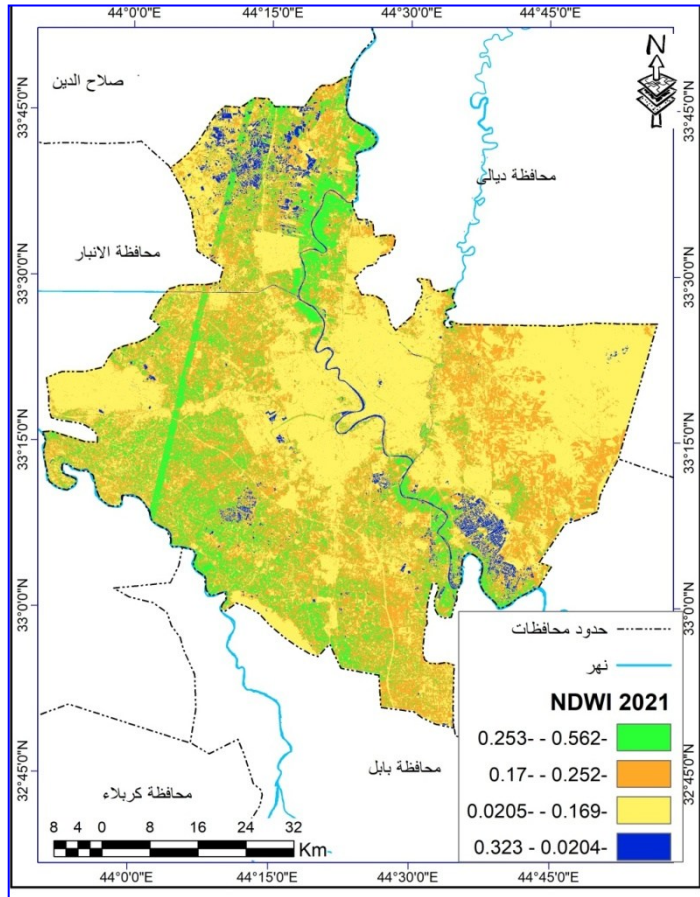
المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ١٩٩٠

ويوضح جدول (٧) الذي يمثل التوزيع المساحي للمياه في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١ باستخدام مؤشر المياه الطبيعي المعدل (NDWI) ، الذي يقيس وفرة المياه السطحية أو رطوبة التربة والنباتات. ونلاحظ أن التغطية المساحية الواسعة تمثلت بنسبة (48.2%)، مما يدل على انتشار المناطق التي تحتوي على رطوبة منخفضة أو تغطية نباتية خفيفة لكنها لا تمثل مياهاً سطحية فعلية. وان نسبة (34.1%)، والتي تشير إلى مساحة المناطق الأكثر جفافاً، وتأتي بعدها نسبة (14.7%)، والتي تمثل وجود مناطق شبه جافة أو تقتقر إلى الرطوبة كلياً. مما أدى إلى ان النسبة التي تدل على وجود مياه سطحية حقيقية بلغت (3.1%) من مساحة المنطقة، على الرغم من أنها أعلى بقليل من عام ١٩٩٠ (الذي سجل ١%) .و بالمقارنة مع عام ١٩٩٠ نلاحظ وجود انخفاض في النسب الأعلى رطوبة وزيادة في النسب التي تمثل رطوبة منخفضة أو شبه جافة، مما يدل على تراجع نسبي في وفرة المياه. و من خلال خريطة (٨) والتي تمثل التوزيع المساحي للمياه في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١ باستخدام مؤشر المياه الطبيعي المعدل (NDWI) في منطقة الدراسة، ويُظهر التوزيع المكاني للمؤشر تفاوتاً في توفر المياه السطحية والرطوبة الأرضية، حيث نجد أن تركز النشاط المائي في مناطق معينة يعزز من أهمية اختيار مواقع المحطات بعناية، حيث ينبغي أن تكون قريبة من مصادر مياه دائمة. ولذلك، فإن المواقع ذات المؤشر العالي تمثل بيئة مناسبة لاستضافة مشاريع إنتاج الطاقة نظراً لتوفر المياه الضرورية لعمليات التشغيل، بينما تمثل المناطق ذات المؤشر المنخفض تمثل تحدياً لقيام مثل هذه المشاريع دون استثمارات إضافية في البنية التحتية المائية.

جدول(٧): مساحة المياه بحسب مؤشر (NDWI) في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١

الفئات	المساحة كم ^٢	%
٠.٢٥٣- - ٠.٥٦٢-	771	14.7
٠.١٧- - ٠.٢٥٢-	1786	34.1
٠.٠٢٠٥- - ٠.١٦٩-	2526	48.2
٠.٣٢٣- - ٠.٠٢٠٤-	160	3.1
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8 خريطة (٨) مساحة المياه بحسب مؤشر (NDWI) في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١

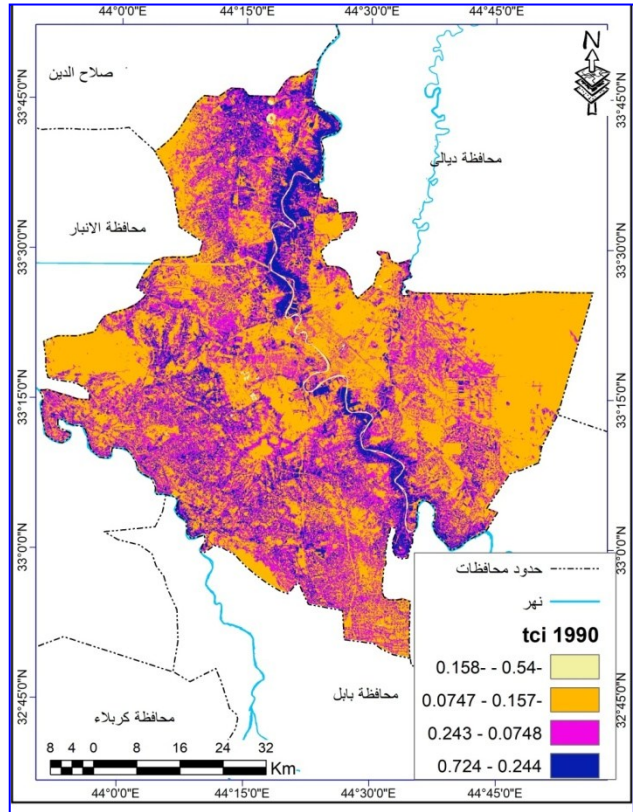


المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ٢٠٢١
 ثامناً: الجفاف بحسب مؤشر (TCI) لمنطقة الدراسة للعامين (١٩٩٠ و ٢٠٢١): يوضح جدول (٨) والذي يمثل توزيع مساحة المناطق الجافة في منطقة الدراسة حسب مؤشر TCI لعام ١٩٩٠، نلاحظ أن نسبة ٥٣.٧% من إجمالي المساحة البالغة ٥٢٤٣ كم^٢ تمثل النسبة الأكبر، مما يدل على أن أكثر من نصف مساحة المنطقة كانت تعاني من جفاف معتدل خلال ذلك العام.
 جدول (٨): مساحة المناطق الجافة حسب مؤشر (TCI) في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠

الفئات	المساحة كم ^٢	%
٠.١٥٨- - ٠.٥٤-	43	0.8
٠.٠٧٤٧- - ٠.١٥٧-	2817	53.7
٠.٢٤٣- - ٠.٠٧٤٨	1678	32.0
٠.٧٢٤- - ٠.٢٤٤	705	13.4
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

وتوضح خريطة (٩) التي تمثل توزيع المناطق الجافة في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠ بالاعتماد على مؤشر الغطاء النباتي المرتبط بالرطوبة (TCI)، تتركز المناطق الجافة في النطاقات الوسطى والشرقية من منطقة الدراسة، بينما تتراجع حدة الجفاف تدريجياً كلما اقتربنا من مجرى النهر، حيث تظهر المناطق الأقل جفافاً بمحاذاة النهر، مما يدل على تحسن في الرطوبة نتيجة القرب من مصدر المياه. لذلك، تبرز بعض البؤر ذات الجفاف الشديد وبشكل متفرق في أطراف المنطقة، إلا أن نسبتها ضئيلة مقارنة بباقي الفئات. لذلك فإن التباين البيئي الواضح بين المناطق القريبة من الموارد المائية وتلك البعيدة عنها. خريطة (٩) توضح المناطق الجافة بحسب مؤشر (TCI) في منطقة الدراسة لعام ١٩٩٠



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ١٩٩٠ ويوضح جدول (٩) التحول في توزيع المناطق الجافة في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١ بالاعتماد على مؤشر TCI، مقارنة بالعام ١٩٩٠، حيث تشير البيانات إلى تحسن ملحوظ في الظروف البيئية وزيادة في نسب المناطق ذات الرطوبة الأعلى. فلقد ارتفعت الى نسبة ٤٧.٧٪، وهي أقل جفافاً من تلك السائدة في عام ١٩٩٠، مما يدل على تحسن في الغطاء النباتي أو توفر المياه النسبية. و ان ادنى النسب قد بلغت ٣.٢٪ من المساحة الكلية. ويدل ذلك ان النتائج تشهد تحسناً بيئياً عاماً في المنطقة خلال العقود الثلاثة الماضية، وذلك نتيجة لتطور أساليب الري، و تحسن الإدارة المائية، وهو ما يعزز الاستقرار البيئي في بعض أجزاء المنطقة. جدول (٩): مساحة المناطق الجافة حسب مؤشر (TCI) في منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١

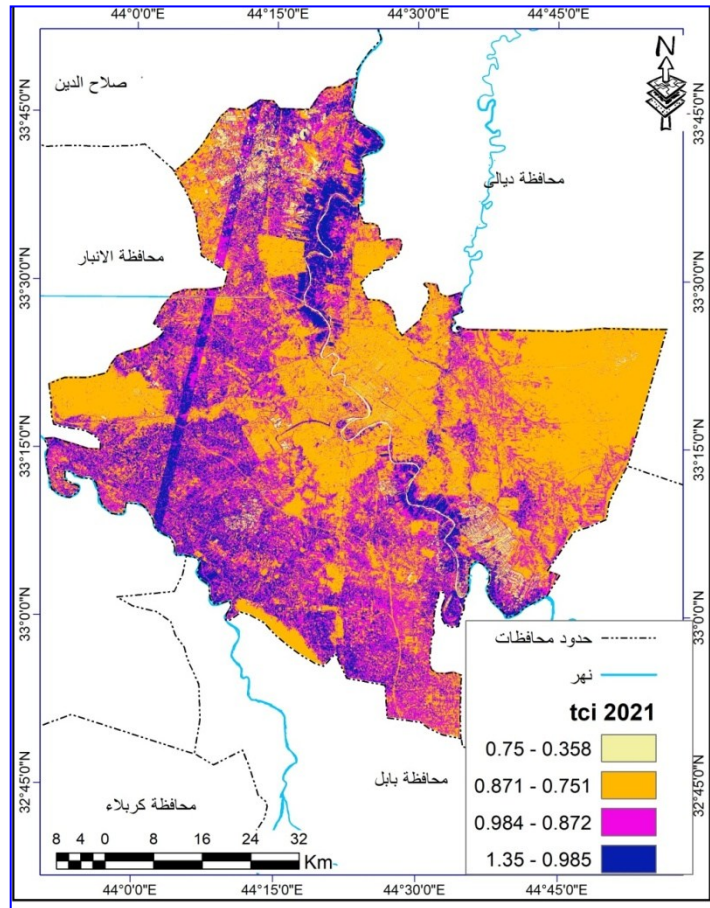
الفئات	المساحة كم٢	%
٠.٣٥٨ - ٠.٧٥	169	3.2
٠.٧٥١ - ٠.٨٧١	2503	47.7
٠.٨٧٢ - ٠.٩٨٤	1772	33.8
٠.٩٨٥ - ١.٣٥	799	15.2
المجموع	5243	100

المصدر : من عمل الباحثة وقد تم استخراج القياسات بالاعتماد على برنامج Arc Map 10.8

ومن خلال خريطة (١٠) لعام ٢٠٢١، وعند مقارنتها بخريطة عام ١٩٩٠، نلاحظ تحولاً بيئياً واضحاً في منطقة الدراسة من حيث تراجع مساحات الجفاف واتساع رقعة المناطق ذات الرطوبة النسبية الأفضل، وذلك استناداً إلى مؤشر TCI. فقد انخفضت نسبة الأراضي التي تعاني من الجفاف

الشديد، في حين ازدادت المساحات الواقعة ضمن مساحة المناطق الرطبة نسبياً، خريطة (١٠) توضح المناطق الجافة بحسب مؤشر (TCI) في

منطقة الدراسة لعام ٢٠٢١



المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على مرئية فضائية ومعالجتها باستخدام برنامج Arc Map 10.8 لعام ٢٠٢١

أولاً: الاستنتاجات

- تتركز محطات الطاقة في مناطق حضرية مكتظة مما يزيد التأثيرات البيئية والصحية.
- المحطات الغازية هي الأكثر انتشاراً والأعلى إسهاماً في تلوث الهواء مقارنة بالدورة المركبة.
- ارتفاع ملحوظ في ملوثات الهواء (NOx)، CO، CO₂، (PM قرب المحطات).
- وجود علاقة مكانية واضحة بين مواقع المحطات وتدهور الغطاء النباتي.
- انخفاض مؤشرات الغطاء النباتي والرطوبة (NDVI)، (NDWI قرب المحطات).
- ظهور ظواهر بيئية سلبية مثل الجزر الحرارية والأمطار الحمضية والضباب الدخاني.
- تزايد الأمراض التنفسية في المناطق القريبة من المحطات.
- تحسن نسبي محدود في بعض المؤشرات البيئية عبر الزمن.

ثانياً: التوصيات

- إعادة تخطيط مواقع المحطات بعيداً عن المناطق السكنية.
- التوسع في استخدام محطات الدورة المركبة الأقل تلويثاً.
- تطبيق تقنيات الحد من الانبعاثات ومعالجة الغازات.
- إنشاء أحزمة خضراء حول محطات الطاقة.
- تعزيز أنظمة المراقبة البيئية باستخدام الاستشعار عن بعد و GIS.
- التوجه نحو الطاقة النظيفة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
- تحسين إدارة الموارد المائية المستخدمة في التبريد.

• رفع الوعي البيئي والصحي لدى السكان المحليين

المصادر

١. Iraqidata. تلوث الهواء في العراق: مصادره وآثاره.

المصدر : iraqidata.com

٢. الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات البيئية - د. سعيد المصري، دار المعرفة الجامعية، ٢٠١٥.

٣. بغداد اليوم. تحذيرات رسمية من خطر الأمطار الحمضية في بغداد.

المصدر : baghdadtoday.news

٤. تحليل مكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - د. قاسم حسين صالح، جامعة بغداد، ٢٠١٦.

٥. التلوث البيئي - أسبابه، أنواعه، مخاطره، وأساليبه مكافحته - د. محمد صابر، دار الشروق، ٢٠١٢.

٦. جغرافية التلوث - د. محسن عبد الصاحب محمد، دار صفاء للنشر والتوزيع، ٢٠١٠.

٧. الطاقة والبيئة - د. عادل محمد أحمد، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠٠٧.

٨. كل العرب. الأضرار البيئية والصحية الناتجة عن تشغيل المولدات ومحطات الكهرباء.

المصدر : koul-alarab.com

٩. ميدل إيست أونلاين. تلوث الهواء في بغداد بسبب محطات الطاقة ومصفى الدورة.

المصدر : middle-east-online.com

١٠. وزارة البيئة العراقية. تصريحات رسمية حول أسباب تلوث هواء بغداد المرتبط بمحطات توليد الطاقة.

المصدر NRT : عربية nrttv.com -

١١. العربي الجديد. ارتفاع حالات الأمراض التنفسية بسبب تلوث الهواء في بغداد.

المصدر : alaraby.co.uk

١٢. المجلة الجغرافية العراقية. أثر تلوث الهواء على انتشار الأمراض التنفسية في بلديتي الصدر الأولى والثانية.

المصدر : IASJ - Iraqi Academic Scientific Journals

13. Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of Geographical Information Systems. Oxford

University Press