العراقية
المجلات الاكاديمية العلمية
IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Itqan Journal of Humanities
available online at
https://iasj.rdd.edu.iq/journals/journal/view/575
ISSN: 3105-1073 (OnLine)
المجلة معتمدة بالترقيات العلمية حسب كتاب وزارة التعليم العراقية (46404-1410) في 2026/4/27

# تقييم الأثر البيئي للصناعات على التربة والماء والهواء في مدينة الرمادي

م.م صدام حسين صالح عبد
المديرية العامة للتربية في محافظة الانبار

# Environmental impact assessment of industries on soil, water, and air in the city of Ramadi

Mr.: Saddam Hussein Saleh Abdul
sdamabwlwy343@gmail.com
General Directorate of Education in Anbar Governorate

## الملخص

يتناول هذا البحث تقييمَ الأثر البيئي الناجم عن الأنشطة الصناعية في مدينة الرمادي، مركز محافظة الأنبار غربي العراق، وذلك من خلال دراسة تحليلية لمستوى التلوث الذي تُحدثه الصناعات المتنوعة في ثلاثة وسائط بيئية رئيسية هي: التربة والمياه الجوفية والسطحية والهواء. وقد اعتمد البحث على منهجية متكاملة لتحديد مواقع التلوث ومساحاته وشدّته. ولخص البحث إلى أن الصناعات التحويلية والاستخراجية في المدينة تُسهم بصورة مباشرة في رفع تركيزات الملوثات الثقيلة في التربة، وتلوث المياه الجوفية بالنترات والمواد العضوية، فضلاً عن انبعاث ملوثات الهواء التي تتخطى الحدود المسموح بها وفق المعايير البيئية الدولية. وتوصل البحث إلى جملة من التوصيات التي من شأنها تحسين منظومة إدارة النفايات الصناعية وتطبيق معايير البيئة الخضراء في المجمعات الصناعية لمدينة الرمادي.الكلمات المفتاحية: (تقييم ,الاثر البيئي، التلوث الصناعي).

## Abstract

This research assesses the environmental impact of industrial activities in Ramadi, the capital of Anbar Governorate in western Iraq. It does so through an analytical study of the pollution levels caused by various industries in three main environmental media: soil, groundwater, surface water, and air. The research employs an integrated methodology to identify the locations, areas, and intensity of pollution. The findings indicate that manufacturing and extractive industries in the city directly contribute to increased concentrations of heavy metals in the soil, groundwater pollution with nitrates and organic matter, and air pollution exceeding permissible limits according to international environmental standards. The research concludes with a set of recommendations aimed at improving industrial waste management and implementing green environmental standards in Ramadi's industrial complexes.Keywords: (Economic Impact Assessment, Industrial Pollution).

## المقدمة

تُمثّل مدينة الرمادي إحدى المدن العراقية التي تتشابك فيها متطلبات التنمية الصناعية مع الهواجس البيئية المتصاعدة، إذ تضم المدينة منذ أواسط القرن الماضي جملةً من المنشآت الصناعية التحويلية والاستخراجية والكيماوية التي تُلقي بظلالها الثقيلة على المنظومة البيئية المحيطة بها. وقد باتت قضية التلوث الصناعي في بيئات المدن العراقية محور اهتمام متزايد من الباحثين والجهات الحكومية في السنوات الأخيرة، لا سيما بعد أن كشفت دراسات ميدانية عديدة عن تدهور نوعية التربة الزراعية وتراجع جودة المياه الجوفية وتصاعد حدة التلوث الهوائي في الأحياء المجاورة للمناطق الصناعية.وتكتسب مدينة الرمادي أهمية خاصة في هذا السياق، نظراً لموقعها على ضفاف نهر الفرات الذي يمثل شريان الحياة لسكان المنطقة، وقربها من مناطق زراعية حيوية، فضلاً عن كثافتها السكانية التي تجعل من التلوث الصناعي تهديداً صحياً واجتماعياً مباشراً. وقد تفاقمت الأوضاع البيئية في المدينة إبان سنوات النزاع المسلح (٢٠١٤–٢٠١٧م) التي أسفرت عن تدمير منشآت صناعية وتسرّب ملوثات صناعية ومحروقات إلى الأوساط البيئية الثلاثة.

## مشكلة البحث

تتمثل المشكلة الأساسية في تزايد كمية الملوثات الناتجة عن الأنشطة الصناعية المختلفة داخل مدينة الرمادي. وتكمن خطورة هذه المشكلة في التأثيرات السلبية المباشرة وغير المباشرة التي تسببها هذه الملوثات على العناصر البيئية الرئيسية الثلاثة (التربة، والمياه، والهواء).

## فرضية البحث

ينطلق البحث من فرضية مفادها أن الأنشطة الصناعية القائمة في مدينة الرمادي تؤدي إلى:

- تأثيرات بيئية سلبية مباشرة وغير مباشرة.
- استهداف هذه التأثيرات لكل من التربة والهواء.
- تضرر الموارد المائية بنوعيها السطحية والجوفية.

## أهداف البحث

يسعى هذا البحث إلى تحقيق جملة من الأهداف المتكاملة، أبرزها:

١- رصد وقياس مستويات التلوث الصناعي في تربة مدينة الرمادي والمناطق المحيطة بها

٢- تقييم أثر المصانع والمنشآت الصناعية على المياه الجوفية والسطحية في نطاق المدينة

٣- قياس تركيزات الملوثات الهوائية المنبعثة من الأنشطة الصناعية وتحديد مناطق تراكمها

٤- بناء مصفوفة تقييم بيئي متكاملة وفق منهجية ليوبولد المعدَّلة لتحديد شدة الأثر ومداه.

٥- اقتراح حزمة من التوصيات والحلول البيئية العملية التي تُسهم في تحقيق التنمية الصناعية المستدامة.

## أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في توفير قاعدة بيانات علمية موثوقة تعكس الواقع البيئي الراهن للمنطقة الصناعية في الرمادي، يمكن الاستناد إليها في صياغة السياسات البيئية وخطط إعادة الإعمار وتطوير مناطق صناعية خضراء ضمن مخططات التطوير الحضري للمدينة.

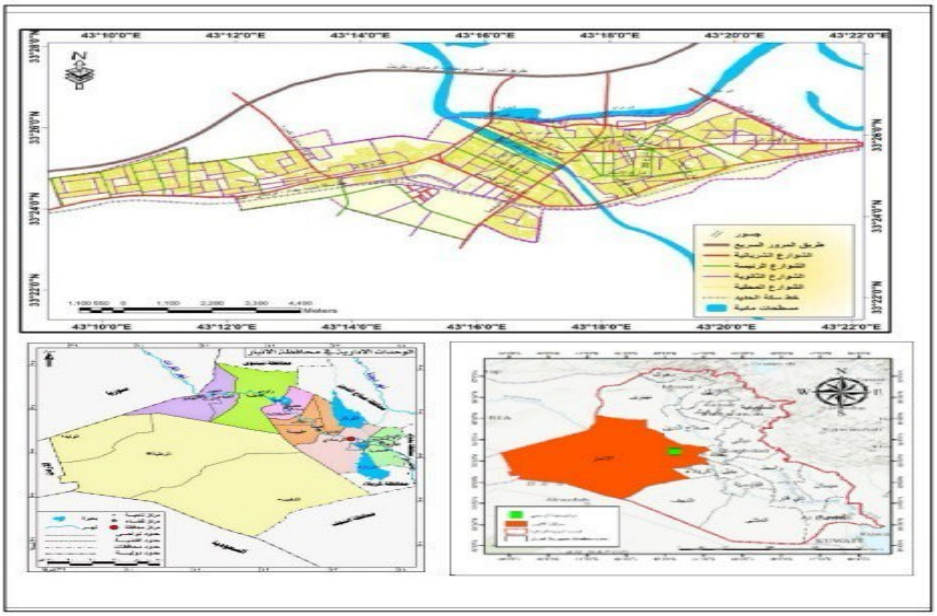
## منهجية البحث

المنهج الوصفي التحليلي: اعتمد البحث على هذا المنهج من خلال مراجعة الأدبيات العلمية والتقارير البيئية ذات الصلة بالمنطقة

الدراسة الميدانية: استندت الدراسة إلى بيانات واقعية تم جمعها من خلال المسح الميداني للمنشآت الصناعية في المدينة.

## حدود منطقة الدراسة

تتمثل حدود منطقة الدراسة بمدينة الرمادي احد اقضية محافظة الانبار كما يبدو من الخريطة (١) التي تقع في الجزء الغربي الاوسط من العراق ،اذ تشغل مساحة تقدر بحوالي (٧٦٣٩كم٢) او ما يعادل ٥،٥٪ من المساحة الكلية للمحافظة والبالغة (١٣٨٥٧٩ كم٢ ) فلكيا تنحصر بين دائرتي عرض (٣٣ْ.٠٧ً – ٣٣ْ.٤٨ً)عرض وخطي طول (٤٣ْ.٢٧ً – ٤٣.٣٦ً ) شرقا .**خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق ومحافظة الانبار**



**المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على:**

وزارة الدفاع ، مديرية المساحة العسكرية ، خارطة طبوغرافية ، لسنة ١٩٨٧ ، مقياس (١٠٠٠٠٠ : ١ ) .

## المبحث الاول: واقع النشاط الصناعي والاثر البيئي في مدينة الرمادي

أن واقع النشاط الصناعي في مدينة الرمادي يتسم بتوسع ملحوظ وتداخل مع المناطق السكنية والزراعية، مما يفرض ضغوطاً بيئية وصحية كبيرة، من خلال طبيعة وتوزيع الأنشطة الصناعية المتمثلة في مولدات إنتاج الطاقة الكهربائية، ومعامل إنتاج الجص، ومعامل البلوك (لبنة البناء)، ومعامل غسيل الرمل، وتتركز المصانع والمعامل بالقرب من المناطق السكنية والزراعية، مما يزيد من احتمالية تعرض السكان المباشر للملوثات.

حيث شهدت صناعة "البلوك" تحديداً ازدياداً ملحوظاً بعد تحرير المدينة نتيجة ارتفاع الطلب على مواد البناء، لذلك تعد الصناعات الإنشائية الركيزة الأساسية في المنطقة، وتتوزع حسب الأهمية كالاتي:

١- صناعة البلوك الفني: تحتل المرتبة الأولى بواقع ١٨ منشأة (٥٠٪ من القطاع) ويعمل بها ١٤٧ عاملاً.

٢- الهياكل والكتل الكونكريتية: تأتي في المرتبة الثانية بـ ١٣ منشأة (٣٦٪) ويعمل بها ١١٣ عاملاً.

٣- صناعات أخرى: تشمل معامل "الشتايكر" (٣ منشآت) ومعامل "البلاطات والكاشي" (منشأتان).

اما اهم التحديات البيئية المرتبطة بالنشاط الصناعي في مدينة الرمادي فهي:

١- المخلفات والنفايات: تنتج عمليات التصنيع والتفتيت كميات ضخمة من النفايات الصلبة والمخلفات الكيميائية التي تتراكم في التربة وتدهور جودتها.

٢- الانبعاثات الجوية: تساهم المصانع ووسائل النقل المرتبطة بها في انبعاث جسيمات دقيقة وغازات سامة تؤثر مباشرة على جودة الهواء.

٣- التلوث المائي: تعتمد معامل غسيل الرمل على كميات كبيرة من المياه من نهر الفرات، وتصرف مياه الغسل غير المعالجة مباشرة إلى الأنهار أو جوف التربة، مما يرفع نسبة العكورة والمعادن الثقيلة.

٤- الالتزام القانوني: تعاني العديد من الشركات والمنشآت من عدم الالتزام التام بالتشريعات والمعايير البيئية الوطنية والدولية.

### البنية الصناعية في مدينة الرمادي 1-1

نشأت الصناعة في مدينة الرمادي تدريجياً منذ عقد الخمسينيات من القرن العشرين، وتوسعت بوتيرة مُتسارعة في حقبة السبعينيات والثمانينيات في عهد الدولة التنموية. وتتوزع المنشآت الصناعية في المدينة على عدة أنماط وقطاعات:

جدول (١) توزيع المنشآت الصناعية الرئيسية في مدينة الرمادي وأنواع فضلاتها

| اسم الصناعة /القطاع | الموقع التقريبي | عدد المنشآت | الفضلات الرئيسية المنبعثة |
|---|---|---|---|
| صناعة مواد البناء )كتل خرسانية، طابوق( | جنوب وجنوب شرق المدينة | 14منشأة | غبار السيليكا، $SiO_2$ نفايات صلبة |
| صناعة الكيماويات والبلاستيك | المنطقة الصناعية الغربية | 7منشآت | مذيبات عضوية، ثاني أكسيد الكبريت |
| صناعة الطاقة )محطة توليد الكهرباء( | شمال المدينة | 1محطة رئيسية | أكاسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت، |
| صناعة معالجة النفط ومحطات الوقود | شمال وشمال شرق المدينة | 9محطات | هيدروكربونات، مياه ص ملوثة |
| صناعة تحويل الأغذية والمسالخ | شرق المدينة | 11منشأة | مياه صرف عض روائح، نترات |
| معامل الطابوق والآجر التقليدية | أطراف المدينة الجنوبية | 20معملاً | دخان أسود، غبار |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **زيوت محركات، بطار رصاص** | متعدد | متفرقة في أحياء مختلفة | مستودعات ومواقع تفكيك السيارات |

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: ( السعدون، ٢٠٢١ : ص ٣٣).

**١-٢ الاثر البيئي ومؤشرات التقييم**

يعرف الأثر البيئي :على أنه التغيرات التي يسببها النشاط البشري على مكونات البيئة، مثل التربة، والهواء، والمياه، والتي قد تؤدي إلى تغييرات دائمة أو مؤقتة في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، يعد تقييم هذا الأثر ضرورة أساسية لفهم مدى التلوث والتدهور البيئي الناتج عن الصناعات، ولصياغة السياسات والإجراءات اللازمة للحد من التأثيرات السلبية عليها( إبراهيم، ٢٠١٩م: ص ٤٥-٩٨). يعتمد تقييم الأثر البيئي على مؤشرات محددة تسمح بقياس مستوى التلوث والتغيرات في عناصر البيئة المختلفة، وتُستخدم هذه المؤشرات كوسيلة لعرض معالم التغيير وتحديد مدى خطورته. من بين أبرز هذه المؤشرات، قياسات نسبة المعادن الثقيلة والمواد الكيماوية في التربة، وتحليل جودة الهواء من خلال تركيز الملوثات مثل الجسيمات العالقة والغازات الملوثة مثل اول أكسيد الكربون والميثان، وثاني اوكسيد الكربون ، واوكسيد الكبريت بالإضافة إلى مراقبة نوعية المياه وقياس مستويات الملوثات الكيميائية والمعادن ،اذ يُعتمد على معايير قياسية دولية ووطنية لضمان دقة التقييم ومقارنة النتائج، كما يُستخدم تقنيات متنوعة كتحاليل المختبر، وأنظمة الاستشعار عن بعد، والنمذجة البيئية (الدليمي، ٢٠١٨م: ص٥). يُعد التقييم المستمر والمنتظم حيويًا لمراقبة التصاعد في مستوى التلوث، والكشف المبكر عن التغيرات، ووضع التدابير التصحيحية الفاعلة. بشكل عام، أساسيا لضمان استدامة الموارد ورفع مستوى الوعي لدى المعنيين، وخلق بيئة آمنة وصحية، خاصة في المناطق الصناعية التي تتسم بزيادة النشاطات الملوثة، مثل مدينة الرمادي.

## المبحث الثاني: لتوزيع الجغرافي الصناعات الملوثة في مدينة الرمادي:

تعد الصناعات الانشائية احد اهم الصناعات التحويلية, لما لها من أثر كبير في الحركة العمرانية وارتباطها الكبير بتنفيذ خطط التنمية في مختلف القطاعات والمجالات, حيث انها تؤثر تأثيرا مباشرا في قيام اي صناعة اخرى كونها الركيزة الاساسية في عملية بناء أي منشأة في أي قطاع, اذ لا بد من استخدام منتجات هذا القطاع الصناعي المهم ( الراوي، ٢٠١٦م: ص ٢٠١-٢٤٠).

**وتأتي أهمية الصناعات الانشائية في مدينة الرمادي من خلال ما يأتي:-**

١-أهمية الصناعات الانشائية في امتصاص البطالة مما يجعلها على قدر كبير من الأهمية , كما وتتصف الايدي العاملة في معظم فروع هذه الصناعة على الاغلب بأنها غير ماهرة ومن ثم فأن إمكانية الحصول على الايدي العاملة المطلوبة من المناطق الكثيفة السكان وبكلف مناسبة يكون ميسراً , وكذلك إمكانية حصولها من المناطق الريفية في ضواحي المدن , وهذا ما جعل تلك الصناعة على قدر كبير من الأهمية في توفير الكثير من فرص العمل, وهذا ما ينطبق على الصناعات الانشائية في منطقة الدراسة .

٢-أهميتها الكبيرة في قطاع البناء والتشييد إذ أن عمليات البناء مرتبط ارتباطاً كبيراً بالصناعات الانشائية, بما في ذلك بناء الدور والمدارس والمستشفيات والمؤسسات حكومية وغيرها , وبهذا فأن الطلب على مختلف هذه الأبنية مرتبط ارتباط كبير بعدد السكان والمستوى الاقتصادي والاجتماعي لهم فضلاً عن أحوال الاستقرار ونمو الدخل .

٣-قدرة الصناعات الانشائية في تكوين رأس المال الثابت إذ يشتمل قطاع التشييد على الطرق والجسور والسكك الحديد والسدود وغيرها , أما قطاع البناء فيشتمل على جميع أنواع الأبنية كالدور والمؤسسات الحكومية والمدارس والمستشفيات, وعليه فإن هذه الصناعات تؤدي دوراً كبيراً في تنفيذ البرامج الاستثمارية وتحويلها من الصورة النقدية (القيمية) الى الصورة المادية من خلال الدراسة الميدانية وكما مبين في الجدول(٢٣) فإن عدد المنشآت الصناعية الانشائية الصغيرة في منطقة الدراسة قد اشتملت على اربعة فروع رئيسة, إذ احتلت صناعة البلوك الفني المرتبة الاولى من حيث المنشآت والعاملين فيها وبواقع(18) منشأة شكلت نسبة(50)% من اجمالي منشآت هذا القطاع يعمل فيها(147) عامل شكلوا نسبة(50)% من اجمالي عدد العاملين في قطاع الصناعات الانشائية في منطقة الدراسة, في حين جاءت صناعة الهياكل الكونكريتية بالمرتبة الثانية, إذ بلغ عدد منشآتها(13) منشأة شكلت نسبة(36)% من اجمالي منشآت هذا القطاع, يعمل فيها(113) عامل شكلوا نسبة(38)% من أجمالي العاملين في قطاع الصناعات الانشائية. أما صناعة الشتايكر فقد احتلت المرتبة الثالثة بواقع(3) منشآت لتشكل نسبة(8)% من اجمالي منشآت هذا القطاع في حين بلغ عدد العاملين فيها(22) عامل شكلوا نسبة (7)% من اجمالي العاملين في هذا القطاع, بينما جاءت صناعات البلاطات(الكاشي)

بالمرتبة الرابعة والأخيرة بواقع(2) منشأة شكلت نسبة (5)% في حين بلغ عدد العاملين فيها(22) عامل شكلوا نسبة(5)% من اجمالي العاملين في قطاع الصناعات الإنشائية في منطقة الدراسة، يعمل فيها (1133) عاملا شكلوا نسبة (23)% من العاملين في قطاع الصناعات التحويلية.

**جدول(٣) أعداد الصناعات الإنشائية وعدد العاملين فيها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة لسنة 2021**

| اسم المنشأة الصناعية الانشائية | عددها | النسبة المئوية % | عدد العاملين | النسبة المئوية % |
|---|---|---|---|---|
| البلوك | 18 | 50 | 147 | 50 |
| الكتل الكونكريتية | 13 | 36 | 113 | 38 |
| الشتايكر | 3 | 8 | 22 | 7 |
| البلاطات (الكاشي) | 2 | 5 | 13 | 5 |
| المجموع | 36 | 100 | 295 | 100 |

**المصدر الباحث بالاعتماد على(١) مديرية التخطيط في محافظة الانبار, قسم الاحصاء الصناعي( بيانات غير منشورة), ٢٠٢١.**

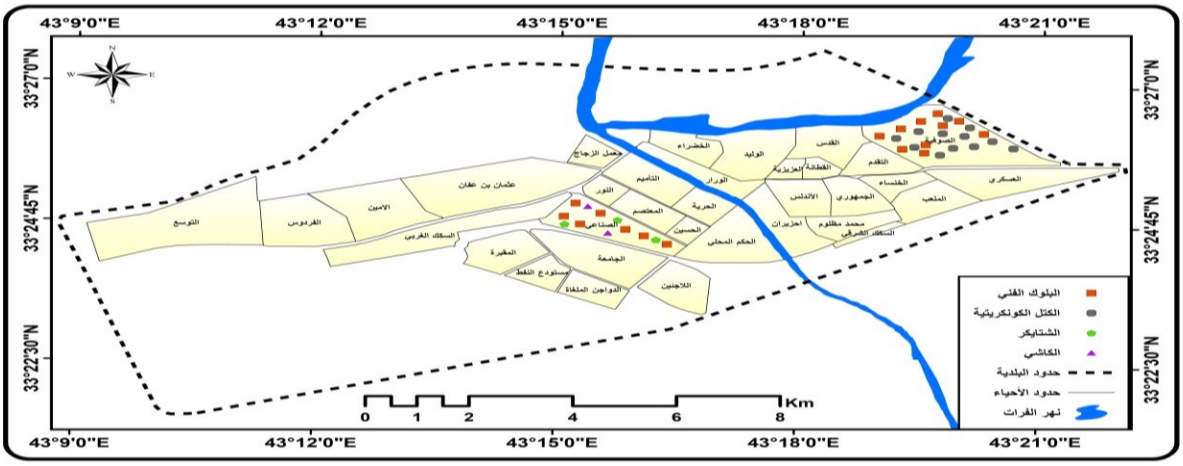
وفيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لمنشآت هذا القطاع فيمكن ان نوضحها من خلال الجدول(٤) والخريطة(٢)**الجدول(٤) التوزيع الجغرافي لقطاع الصناعات الإنشائية ( البلوك, الكتل الكونكريتية, الشتايكر, الكاشي) في منطقة الدراسة لسنة ٢٠٢١**

| التسلسل | اسم الحي | البلوك الفني | الكتل الكونكريتية | الشتايكر | الكاشي |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | الأندلس | – | – | – | – |
| ٢ | محمد مظلوم | – | – | – | – |
| ٣ | ١ حزيران | – | – | – | – |
| ٤ | الجمهوري | – | – | – | – |
| ٥ | الخنساء | – | – | – | – |
| ٦ | الورار | – | – | – | – |
| ٧ | الملعب | – | – | – | – |
| ٨ | السكك الشرقي | – | – | – | – |
| ٩ | العسكري | – | – | – | – |
| ١٠ | الحرية | – | – | – | – |
| ١١ | التأميم | – | – | – | – |
| ١٢ | الحسين | – | – | – | – |
| ١٣ | المعتصم | – | – | – | – |
| ١٤ | النور | – | – | – | – |
| ١٥ | القادسية الثانية | – | – | – | – |
| ١٦ | الحي الصناعي | ٨ | – | ٣ | ٢ |
| ١٧ | السكك الغربي | – | – | – | – |
| ١٨ | اللاجئين | – | – | – | – |
| ١٩ | الحي الجامعي | – | – | – | – |
| ٢٠ | الوليد | – | – | – | – |
| ٢١ | العزيزية | – | – | – | – |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ٢٢ | القطانة | – | – | – | – |
| ٢٣ | الخضراء | – | – | – | – |
| ٢٤ | القدس | – | – | – | – |
| ٢٥ | الصوفية | ١٠ | ١٣ | – | – |
| ٢٦ | الأمين | – | – | – | – |
| ٢٧ | عثمان بن عفان | – | – | – | – |
| ٢٨ | الفردوس | – | – | – | – |
| ٢٩ | التوسع | – | – | – | – |
| ٣٠ | التقدم | – | – | – | – |
| المجموع الكلي | – | ١٨ | ١٣ | ٣ | ٢ |

المصدر: الباحث بالاعتماد على مديرية التخطيط في محافظة الانبار, قسم الاحصاء الصناعي( بيانات غير منشورة), ٢٠٢١.

الخريطة(٢) التوزيع الجغرافية لقطاع الصناعات الإنشائية ( البلوك, الكتل الكونكريتية, الشتايكر, الكاشي) في منطقة الدراسة لسنة ٢٠٢١




**المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول(٤).**

### ٣-١ الترابط بين التربة والماء والهواء في البيئة الصناعية

تتصل التربة والهواء والماء في البيئة الصناعية بوثيقة من الترابطات المتبادلة التي تؤثر بشكل مباشر على صحة النظام البيئي ككل (الزبيدي, ٢٠٢٠م: ص ٧٨-١٣٠). تتسبب الأنشطة الصناعية، من خلال إطلاق الملوثات والمواد الكيميائية، في تغيرات في تركيب التربة الكيميائية والفيزيائية، مما يؤدي إلى تدهور خصوبتها وزيادة معدلات التلوث بالمخلفات المعدنية والغازات الضارة. فمخلفات المصانع التي تحتوي على معادن ثقيلة ومواد كيميائية تتسرب إلى التربة ، وتؤدي إلى تراكم سموم يصعب من عملية التخلص منها، مما ينعكس سلباً على التربة نفسها والكائنات الحية التي تعتمد عليها. من ناحية أخرى، ينعكس تأثير التلوث على جودة الهواء بشكل مباشر وعلى التربة والمياه، حيث تتسبب الانبعاثات الصناعية في تلوث الهواء بجسيمات دقيقة وغازات سامة تتفاعل مع مكونات الهواء والمطر، مما قد يساهم في تكوين أمطار حمضية تؤثر سلباً على سلامة التربة ومحتواها من العناصر الغذائية ( العاني، ٢٠١٧م: ص٢٣). بالمقابل، فإن تلوث الهواء يسبب تراكم الملوثات في المياه السطحية والجوفية عبر عمليات الترسيب والامتصاص، الأمر الذي يضر بالمحتوى الكيميائي لمصادر المياه ويعرض الكائنات المائية، والثروة الحيوانية، والبشر، لمخاطر صحية متزايدة. علاوة على ذلك، فإن تغيرات نظم التدفق المائية نتيجة للتصريف الصناعي أو استثمار مصادر المياه بشكل غير مستدام تؤدي إلى إحداث خلل في توازن الرطوبة والتربة، ، ويفاقم من آثار التلوث الناتج عن الأنشطة الصناعية. ومن الجدير بالذكر، أن الترابط بين هذه العناصر يفرض تبني استراتيجيات تقييم دقيقة وشاملة، تستوعب التغيرات التبادلية بين التربة والهواء والمياه، بهدف منع أو التقليل من الأضرار البيئية وضمان استدامة الموارد الطبيعية للمناطق الصناعية.( **العمري، ٢٠١٥م : ص ١١٢-١٢٨**).

## المبحث الثالث: تقييم الأثر البيئي على التربة والهواء والماء في مدينة الرمادي

### ٣-١ الأثر البيئي للصناعات على التربة في مدينة الرمادي

**٣-١-١ خصائص تربة منطقة الدراسة**

تتسم تربة مدينة الرمادي بطابع ثنائي يجمع بين الترب الغرينية الرسوبية المنتشرة على امتداد الأراضي المحاذية لنهر الفرات، والترب الجبسية الرملية في المناطق الصحراوية. وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية لهذه التربة بين (٧.٢ – ٨.١)، مما يمنحها طاقة امتصاصية متوسطة للمعادن الثقيلة. بيد أن تراكم الفضلات الصناعية أفقدها قدرتها التخزينية وأدى إلى خفض درجة حموضتها في المناطق الملوثة.

**٣-١-٢ تلوث التربة بالمعادن الثقيلة**

كشفت نتائج التحاليل المختبرية عن ارتفاع ملحوظ في تركيزات المعادن الثقيلة في عينات التربة المأخوذة من المناطق المحيطة بالمنشآت الصناعية مقارنةً بالتربة الطبيعية ( الفراجي، ٢٠٢٢م : ص ١٩٥–٢٢٠) ، كما في الجدول(٢):

**جدول (٢) تركيزات المعادن الثقيلة والهيدروكربونات في تربة المناطق الصناعية بمدينة الرمادي**

| العنصر | تركيز المنطقة الصناعية (mg/kg) | تركيز المنطقة الطبيعية (mg/kg) | الحد الأقصى المسموح (mg/kg) | نسبة التجاوز (%) |
|---|---|---|---|---|
| رصاص (Pb) | 87.4 ± 6.2 | 12.1 ± 1.4 | 70 | 24.9% |
| كادميوم(Cd) | 3.8 ± 0.4 | 0.3 ± 0.1 | 3 | 26.7% |
| زنك (Zn) | 210.5 ± 18.3 | 48.7 ± 5.1 | 200 | 5.3% |
| نحاس (Cu) | 78.2 ± 7.1 | 18.4 ± 2.0 | 100 | ضمن الحدود |
| نيكل (Ni) | 62.4 ± 5.8 | 21.5 ± 2.3 | 75 | ضمن الحدود |
| كروم (Cr) | 95.7 ± 9.2 | 28.3 ± 3.1 | 100 | ضمن الحدود |
| زرنيخ (As) | 18.9 ± 2.1 | 4.2 ± 0.5 | 15 | 26.0% |
| هيدروكربونات بترولية | 1245 ± 98.5 | 42.7 ± 6.3 | 500 | 149.0% |

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على العمري، مهدي حسن (٢٠١٥).

**3 – ١ –3– تلوث التربة بالنفايات الصلبة الصناعية**

إلى جانب التلوث الكيميائي بالمعادن الثقيلة والهيدروكربونات، تعاني تربة مدينة الرمادي من ظاهرة التلوث بالنفايات الصلبة الصناعية التي تتراكم في المناطق المحيطة بالمصانع والمعامل. ويشمل هذا النوع من التلوث: المخلفات الصناعية غير المعالجة، وبقايا الرماد والخبث من معامل الطابوق، ونشارة الحديد ومخلفات مواقع التفكيك، والحمأة المتبقية من محطات معالجة مياه الصرف الصناعي. (حمود، ٢٠٢١م : ص ٦٦–٨٨) وقد أوضحت الخرائط المُنتجة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية أن مساحة التربة المتضررة من التلوث الصناعي المباشر تبلغ نحو (٤.٢) كيلومتر مربع من إجمالي مساحة النطاق الحضري، وهو ما يُمثّل نحو (٧.٨٪) من إجمالي مساحة المدينة، مع إمكانية التمدد إلى ضعفي هذه المساحة عبر آليات النقل والانتشار بفعل الرياح والأمطار.

**٣-1-٤ علاقة التلوث الصناعي بتدهور الغطاء النباتي**

كشف تحليل مؤشر NDVI المستخرج من صور قمر Sentinel-2 للفترة (٢٠١٧–٢٠٢٣م) عن تراجع ملحوظ في قيم مؤشر الغطاء النباتي في الأراضي الزراعية المجاورة لمجمعات الصناعات التحويلية، إذ انخفض المتوسط من (٠.٣٨) عام ٢٠١٧م إلى (٠.٢٤) عام ٢٠٢٣م، وهو انخفاض يتجاوز النسب الطبيعية المتوقعة من التغيرات المناخية وحدها، مما يدل على وجود إجهاد بيئي ذي مصدر صناعي واضح.

**3-2 الأثر البيئي للصناعات على المياه في مدينة الرمادي**

**٣-2-١ مصادر المياه وأهميتها في منطقة الدراسة**

تعتمد مدينة الرمادي في تأمين مياهها على مصدرين رئيسيين: نهر الفرات الذي يمر بمحاذاة شمالها وشمال شرقها، والمياه الجوفية المنتشرة في طبقتين مائيتين رئيسيتين: الأولى سطحية (البروزي) على أعماق (٥–٢٠م)، والثانية عميقة (الرملي) على أعماق (٥٠–٨٠م). وتُشكّل المياه الجوفية المورد الرئيسي لمياه الشرب والأغراض الصناعية لشريحة واسعة من سكان المدينة، مما يجعل صون جودتها أولوية قصوى.

**٣–2–٢ تلوث المياه الجوفية بالمخلفات الصناعية**

رصدت الدراسة عدة مؤشرات خطيرة لتلوث المياه الجوفية في المناطق المحيطة بالمجمعات الصناعية، يمكن إجمالها فيما يأتي:

**جدول (٣): نتائج تحليل المياه الجوفية في مناطق التأثير الصناعي بمدينة الرمادي**

| المؤشر | قيمة العينات الصناعية | قيمة العينات | الحد المسموح به (WHO) |
|---|---|---|---|
| TDS (ملغم/لتر) | 2850 – 4200 | 620 – 980 | 1000 |
| النترات ($NO_3^-$ ملغم/لتر) | 88.5 – 142.3 | 18.2 – 32.5 | 50 |
| الرصاص Pb (µg/L) | 68.4 – 95.2 | 4.1 – 7.8 | 10 |
| الكادميوم Cd (µg/L) | 6.8 – 12.4 | 0.4 – 0.9 | 3 |
| التوصيلية EC (µS/cm) | 4200 – 6800 | 1100 – 1800 | 2500 |
| درجة الحموضة pH | 5.8 – 6.4 | 7.1 – 7.6 | 6.5 – 8.5 |
| الهيدروكربونات TPH (µg/L) | 780 – 1540 | < 50 | 100 |
| الأمونيا ($NH_3$ ملغم/لتر) | 4.2 – 8.7 | 0.2 – 0.5 | 0.5 |

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: الدليمي، عمر خالد (٢٠١٨).

**٣–٢–٢ تلوث مياه نهر الفرات**

تُلقي المصانع المتاخمة لضفاف نهر الفرات بمياه صرفها الصناعي دون معالجة كافية في مجرى النهر، لا سيما معامل الطابوق والمسالخ ومحطات الوقود. وقد كشفت القياسات عن ارتفاع ملحوظ في تركيزات المواد العضوية الصلبة المذابة (BOD) على امتداد المقاطع المحاذية للمنطقة الصناعية بنسبة تصل إلى (٣٤٠٪) قياساً بالمقاطع غير المتأثرة فوق مصادر التلوث. كما رصدت عينات النهر تركيزات مرتفعة من الزيوت والشحوم (Oil & Grease) تتجاوز (١٨.٥ ملغم/لتر) مقارنةً بالحد المسموح به البالغ (٥ ملغم/لتر) وفق معايير الأمم المتحدة. (خلف, ٢٠١٤م: ص ١٥٥–١٩٠)

**٣–٢–٣ تأثير الصناعة على منظومة الري الزراعي**

تتداخل قنوات الري الزراعي مع مواقع التدفق الصناعي، مما يُحدث ما يُسمى بـ «التلوث المتقاطع» حين تنقل مياه الري الملوثة الإشعاعات الكيميائية إلى التربة الزراعية والمحاصيل في الأراضي المحيطة بالمدينة. وقد أثبتت الدراسات أن تركيزات الرصاص في نباتات الخضروات المُروَاة بمياه ملوثة من قنوات مجاورة للمنطقة الصناعية الغربية تجاوزت الحدود المأمونة وفق متطلبات المنظمة العالمية للأغذية والزراعة (مديرية التخطيط في محافظة الأنبار، قسم الإحصاء الصناعي ٢٠٢١م: ٤٤).(FAO)

**٣–٣ الأثر البيئي للصناعات على الهواء في مدينة الرمادي**

**٣–٣–١ طبيعة الانبعاثات الهوائية وأنواعها**

يُمثّل تلوث الهواء في مدينة الرمادي ظاهرةً متعددة الأبعاد والمصادر، غير أن الأنشطة الصناعية تحتل مكانة محورية بينها. وتتوزع الانبعاثات الهوائية الصناعية على نوعين رئيسيين:

أ. الانبعاثات الناجمة عن مداخن المصانع ومولدات الكهرباء والأفران الصناعية، وتُطلق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت ($SO_2$) وأكاسيد النيتروجين ($NO_x$) والجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ و$PM_{10}$).

ب. الانبعاثات المتأتية من تطاير الغبار الصناعي من ساحات المصانع والمواقع الإنشائية ومراكز تكسير الحجارة، وتشمل الألياف الزجاجية وجسيمات السيليكا الحرة وغبار الاسمنت (محمود، ٢٠٢٣م: ص ٣٠١–٣٣٤).

**٣-٣-٢ الوضع الراهن للنشاط الصناعي في الرمادي وتأثيراته المحتملة على البيئة**

يُعد الوضع الراهن للنشاط الصناعي في الرمادي من العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على البيئة المحيطة، حيث تتنوع الأنشطة الصناعية ، والتي غالباً ما تتسبب في إطلاق مجموعة من الملوثات الذي تؤدي إلى تدهور التربة، جودة الهواء، ونوعية المياه. تتركز مواقع المصانع والمعامل بالقرب من المناطق السكنية والمناطق الزراعية، ومنها مولدات انتاج الطاقة الكهربائية معامل انتاج مادة الجص ومعامل انتاج البلوك ومعامل غسيل الرمل ، مما يزيد من احتمالية التصاق الملوثات بالسكان والنظام البيئي. تنتج عمليات التصنيع والتفتيت والتجهيز كميات كبيرة من النفايات الصناعية والمخلفات التي تحتوي على مواد كيميائية وغازات ضارة، وتسبب تراكم الملوثات في التربة وتدهورها، كما أنها تؤدي إلى انبعاثات جوية تتضمن غازات سامة وجسيمات عالقة تؤثر على جودة الهواء بشكل ملحوظ. بالإضافة إلى ذلك، يساهم التصريف غير المعالج للمياه الصناعية في تلويث المصادر المائية وتدهور نوعيتها، الأمر الذي يهدد الثروة المائية الصالحة للاستخدام البشري والزراعي. وعلى مستوى الصحة البيئية، فإن التعرض المستمر لهذه الملوثات قد يؤدي إلى مضاعفات صحية، تتراوح بين الأمراض التنفسية والجهازية، وتأثيرات أخرى على نمط الحياة والكائنات الحية في المنطقة. رغم ذلك، تبقى العديد من هذه الشركات غير ملتزمة تماماً بالتشريعات ومعايير حماية البيئة، وهو ما يعكس الحاجة لسياسات ومراقبة أكثر فاعلية لضمان الحد من الأضرار البيئية المرتبطة بالنشاط الصناعي، وتطوير منهجيات تقييم دقيقة وشفافة تتيح تتبع مدى التدهور وتحديد مصادر التلوث بدقة. بالتالي، فإن الوضع الراهن يتطلب تفعيل إجراءات صارمة لتعزيز الممارسات البيئية المستدامة، وتطبيق آليات رقابة فعالة تتماشى مع المعايير الدولية، بهدف الحفاظ على التوازن البيئي وضمان صحة الإنسان والنظم البيئية في الرمادي.

**٣-٣-٣ تأثيرات التربة على صحة النظم البيئية والانسان**

تُعد التربة من المكونات الأساسية للنظام البيئي، وتأثيراتها على النظم البيئية وصحة الإنسان نتيجة للتلوث الناتج عن الأنشطة الصناعية في الرمادي. تتعرض التربة لمجموعة من الملوثات الكيميائية والبيولوجية، ، والمركبات العضوية، والمعادن الثقيلة، التي تنتقل عبر عمليات التسرب، والترسيب، والتطاير من مصادر صناعية متعددة. تؤدي تراكمات هذه الملوثات إلى تدهور جودة التربة، مما ينعكس على خصوبتها، وملاءمتها لدعم الحياة النباتية، وعلى القدرة الطبيعية على امتصاص المياه. على مستوى النظم البيئية، يتسبب تلوث التربة في تدهور التوازن الحيوي، إذ تؤدي الملوثات إلى اختفاء الكائنات الدقيقة والحشرات المفيدة، مما يهدد التنوع البيولوجي ويقلل من قدرة النظام على الاستقرار والتجديد. ويؤثر ذلك بشكل مباشر على التوازن الطبيعي للنباتات والحيوانات في المنطقة، ويحدث تقليلًا في الإنتاجية الزراعية وتدهور الغطاء النباتي، وهو ما يؤثر بدوره على المواطن الطبيعية والصناعات المرتبطة بها( ياسين، ٢٠١٨م : ص ٨٨-١٤٥). أما على المستوى الإنساني، فإن تعرض الأفراد للملوثات الموجودة في التربة يترتب عليه مخاطر صحية متعددة، من بينها الأمراض الجلدية، والتسممات، والاضطرابات التنفسية، وزيادة احتمالات الإصابة بالأمراض المزمنة، خاصة عندما تتصل الملوثات بالمياه الجوفية أو تتسرب عبر التربة إلى مصادر المياه المستخدمة في الشرب والري. كما أن تراكم المعادن الثقيلة في التربة قد يسبب مشاكل صحية طويلة الأمد، خاصة إذا دخلت إلى السلسلة الغذائية من خلال تناول المنتجات الزراعية الملوثة.تشير نتائج الجدول رقم (١ ) الى تراكم ملحوظ للمعادن الثقيلة في التربة المحيطة بالمنشات الصناعية وهو ما يشكل خطرا بيئيا طويل الامد قد يؤثر في الغطاء النباتي وصحة الانسان نتيجة الانتقال عبر السلسلة الغذائية ، تنتشر معامل إنتاج لبنة البناء (البلوك) في أحياء الرمادي لاسيما الاماكن القريبة من المناطق السكنية، اذ شهدت هذه الصناعة ازديادًا ملحوظا في الاونة الاخيرة ، ما بعد تحرير المدينة بسبب الطلب المرتفع على مواد البناء، وما تتركة المخلفات الصلبة الناتجة عن عملية التصنيع من اثر كبير على التربة وتتطلب حماية النظم البيئية والإنسان ، اتخاذ تدابير وقائية ملموسة لتقليل مصادر التلوث، بالإضافة إلى اعتماد منهجيات القياس والمراقبة الدقيقة للقيم البيئية. إذ أن التعرف المبكر على التغيرات والتلوثات، يُمكن من إقرار السياسات والأنشطة التصحيحية بفعالية. وعليه يُعد التقييم المستمر والتحديث الدوري لمعاملات القياس والحماية من أهم أدوات الحفاظ على صحة التربة، وضمان استدامة النظم البيئية والحد من المخاطر الصحية على الإنسان

جدول(1) تراكيز المعادن الثقيلة في التربة القريبة من المعامل

| مستوى التلوث | الحد الدولي | التركيز mg/kg | العنصر | موقع العينة |
|---|---|---|---|---|
| مرتفع | 100 | 140 | الكروم | قرب معمل البلوك |
| مرتفع جدا | 200 | 220 | الزنك | قرب معمل الجص |
| خطر | 50 | 95 | الرصاص | قرب المولدات الكهربائية |

المصدر: الدراسة الميدانية

## الاستنتاجات

١- تُعاني تربة مدينة الرمادي من تلوث ملحوظ بالمعادن الثقيلة في المناطق المحيطة بالمنشآت الصناعية، إذ تجاوزت تركيزات الرصاص (Pb) الحد الأقصى المسموح به بنسبة ٢٤.٩٪، والكادميوم (Cd) بنسبة ٢٦.٧٪، والزرنيخ (As) بنسبة ٢٦٪، فضلاً عن تجاوز الهيدروكربونات البترولية لحدودها بنسبة استثنائية بلغت ١٤٩٪، مما يُشير إلى تدهور بيئي حاد ذي طابع صناعي واضح.

٢- تعرّضت المياه الجوفية في نطاق التأثير الصناعي لتلوث خطير متعدد المؤشرات؛ إذ فاقت قيم الإجمالي الكلي للمواد الذائبة الحد المسموح به وفق معايير منظمة الصحة العالمية بأكثر من أربعة أضعاف، مما يُهدد سلامة مصادر مياه الشرب لشريحة واسعة من سكان المدينة.

٣- تتلقّى مياه نهر الفرات أعباءً تلويثية متصاعدة جراء التصريف الصناعي المباشر دون معالجة كافية؛ في المقاطع المحاذية للمنطقة الصناعية، وتجاوز تركيزات الزيوت والشحوم ثلاثة أضعاف الحد المسموح به، مما يُشكّل تهديداً مزدوجاً للمنظومة المائية والسلسلة الغذائية الزراعية.

٤- تُسهم الانبعاثات الهوائية الصناعية في مدينة الرمادي إسهاماً بالغاً في تدهور جودة الهواء المحيط؛ نتيجة الانبعاثات) الصادرة عن مداخن المصانع والمولدات الكهربائية والأفران.

٥- تبلغ مساحة التربة المتضررة مباشرةً من التلوث الصناعي نحو (٤.٢) كيلومتر مربع، أي ما يعادل (٧.٨٪) من إجمالي مساحة النطاق الحضري للمدينة، مع احتمالية التمدد إلى ضعفي هذه المساحة عبر آليات نقل الملوثات بفعل الرياح والأمطار والجريان السطحي، مما يستوجب تدخلاً علاجياً عاجلاً.

٦- كشفت لنتائج البحث عن ترابط وثيق بين الأوساط البيئية الثلاثة (التربة والماء والهواء)، إذ تُشكّل الملوثات منظومة دائرية متبادلة التأثير؛ فتلوث الهواء يُفضي إلى تلوث التربة والمياه السطحية عبر الترسيب الجاف والرطب، وتلوث التربة يُغذّي المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة والمركبات العضوية عبر الرشح، مما يستوجب منهجية تقييم بيئي متكاملة لا تعزل هذه الأوساط عن بعضها.

٧- يتّسم المشهد التشريعي والرقابي في قطاع الصناعة بمدينة الرمادي بضعف آليات التطبيق وقصور في الإلزام البيئي؛ إذ تُمارس نسبة كبيرة من المنشآت الصناعية نشاطها دون الالتزام الفعلي بمعايير حماية البيئة الوطنية والدولية، مما يُعمّق التدهور البيئي ويُعيق تحقيق متطلبات التنمية الصناعية المستدامة.

## التوصيات

**وصي الباحث بجملة من الإجراءات العلمية والتخطيطية والتشريعية الآتية:**

١-إقامة محطات رصد دورية لجودة الهواء والمياه والتربة في نطاق المجمعات الصناعية بمدينة الرمادي، وربطها بقاعدة بيانات جغرافية تعمل وفق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتتبع تطور مستويات التلوث بصورة آنية.

٢- توظيف تقنيات الاستشعار عن بُعد وتحليل صور الأقمار الاصطناعية (Sentinel–Landsat) في رصد التغيرات الفصلية والسنوية للغطاء النباتي ومؤشرات جودة التربة في محيط المناطق الصناعية.

٣-إلزام المنشآت الصناعية بإنشاء محطات معالجة لمياه الصرف الصناعي قبل تصريفها في نهر الفرات أو الأوساط الطبيعية، وفق المعايير البيئية التي حددتها منظمة الصحة العالمية (WHO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP).

٤- اعتماد تقنيات الاقتصاد الدائري في معالجة النفايات الصلبة الصناعية بدلاً من طمرها أو تركها مكشوفة، وإنشاء مرادم صحية مُعزولة بعيداً عن المناطق الزراعية وطبقات المياه الجوفية.

٥-وضع خطة تدريجية لنقل المنشآت الصناعية الملوِّثة المتاخمة للأحياء السكنية إلى مناطق صناعية مخصصة تقع في الأطراف الريحية للمدينة، مع إيجاد أحزمة خضراء عازلة بعرض لا يقل عن (٥٠٠م) بين المناطق الصناعية والمناطق السكنية والزراعية.

٦-منح حوافز مالية وضريبية للمنشآت الصناعية التي تُطبّق برامج الصناعة الخضراء وتحصل على شهادات الإيزو البيئية (ISO ١٤٠٠١)، وربط ذلك بآليات تمويل مشاريع إعادة الإعمار في المحافظة.

٧-تفعيل دور الجهاز المركزي لحماية البيئة في محافظة الأنبار عبر تخصيص وحدات تفتيش ميداني دورية مجهزة بأدوات القياس الحديثة، وتطبيق عقوبات رادعة على المخالفين من الشركات والمنشآت الصناعية.

٨- تعزيز التعاون البحثي بين جامعة الأنبار ومراكز البحث العلمي والجهات الحكومية المعنية لتطوير خرائط التلوث البيئي وقواعد البيانات الجيومكانية للمنطقة الصناعية في مدينة الرمادي، واستخدامها مرجعاً علمياً في صياغة مخططات التطوير الحضري.

## المصادر

### أولاً: المصادر العربية


١. إبراهيم، علي حسين. (٢٠١٩). التلوث الصناعي وأثره على البيئة الحضرية في المدن العراقية (ط١). بغداد: دار الكتب والوثائق العراقية.

٢. الدليمي، عمر خالد. (٢٠١٨). جودة المياه الجوفية في محافظة الأنبار وتأثيرات التلوث الصناعي (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الأنبار، كلية العلوم.

٣. الراوي، خالد مصطفى. (٢٠١٦). الجغرافية الصناعية: مبادئ وتطبيقات (ط٢). عمّان: دار الحامد للنشر والتوزيع.

٤. الزبيدي، حيدر عبد الأمير. (٢٠٢٠). تقييم الأثر البيئي للمشاريع التنموية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد (ط١). بغداد: مركز النهرين للدراسات الاستراتيجية.

٥. العاني، ماهر عبد الجبار. (٢٠١٧). التوزيع المكاني للصناعات في مدن محافظة الأنبار ومعوقات تطورها (أطروحة دكتوراه غير منشورة).

٦. العمري، مهدي حسن. (٢٠١٥). التلوث بالمعادن الثقيلة في تربة مدينة الرمادي. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، ٩(٢)، ١١٢–١٢٨.

٧. الفراجي، علي عبد الله. (٢٠٢٢). الصناعة الخضراء ومتطلبات تطبيقها في المجمعات الصناعية العراقية. ٥٧(٤)، ١٩٥–٢٢٠.

٨. حمود، وسام فاضل. (٢٠٢١). استخدام الاستشعار عن بُعد في رصد التلوث البيئي لمنطقة الرمادي ١١(٣)، ٦٦–٨٨.

٩. خلف، سامر إبراهيم. (٢٠١٤). البيئة الجغرافية: دراسة في العلاقة بين الإنسان والموارد الطبيعية (ط١). بيروت: دار المنهل اللبناني.

١٠. مديرية التخطيط في محافظة الأنبار، قسم الإحصاء الصناعي. (٢٠٢١). بيانات غير منشورة. الرمادي.

١١. محمود، أحمد رشيد. (٢٠٢٣). التنمية الصناعية المستدامة في ضوء معايير البيئة الخضراء: دراسة تطبيقية على المحافظات الغربية العراقية. مجلة آداب الرافدين، جامعة الموصل، (٨٧)، ٣٠١–٣٣٤.

١٢. ياسين، نوفل عبد الرزاق. (٢٠١٨). الجغرافية الطبية وتلوث البيئة الحضرية في العراق (ط١). النجف الأشرف: دار الضياء للطباعة والنشر.


### ثانياً: المصادر الأجنبية


1. Ibrahim, Ali Hussein. (2019). Industrial Pollution and its Impact on the Urban Environment in Iraqi Cities (1st ed.). Baghdad: Iraqi National Library and Archives.

2. Al-Dulaimi, Omar Khalid. (2018). Groundwater Quality in Anbar Governorate and the Effects of Industrial Pollution (Unpublished Master's Thesis). University of Anbar, College of Science.

3. Al-Rawi, Khalid Mustafa. (2016). Industrial Geography: Principles and Applications (2nd ed.). Amman: Dar Al-Hamid for Publishing and Distribution.

4. Al-Zubaidi, Haider Abdul-Amir. (2020). Environmental Impact Assessment of Development Projects Using Geographic Information Systems and Remote Sensing (1st ed.). Baghdad: Al-Nahrain Center for Strategic Studies.

5. Al-Ani, Maher Abdul-Jabbar. (2017). Spatial Distribution of Industries in the Cities of Anbar Governorate and the Obstacles to their Development (Unpublished Doctoral Dissertation). University of Baghdad, College of Arts, Department of Geography.

6. Al-Omari, Mahdi Hassan. (2015). Heavy metal pollution in the soil of Ramadi. Anbar University Journal of Pure Sciences, 9(2), 112–128.

7. Al-Faraji, Ali Abdullah. (2022). Green industry and its application requirements in Iraqi industrial complexes. Journal of the Iraqi Geographical Society, 57(4), 195–220.

8. Hammoud, Wissam Fadhil. (2021). Using remote sensing to monitor environmental pollution in the Ramadi area. Journal of the College of Education for Human Sciences, Anbar University, 11(3), 66–88.

9. Khalaf, Samer Ibrahim. (2014). Geographic Environment: A Study of the Relationship between Humans and Natural Resources (1st ed.). Beirut: Dar Al-Manhal Al-Lubnani.

10. Directorate of Planning in Anbar Governorate, Department of Industrial Statistics. (2021). Unpublished data. Ramadi.

11. Mahmoud, Ahmed Rashid. (2023). Sustainable industrial development in light of green environmental standards: An applied study on the western Iraqi governorates. Rafidain Journal of Arts, University of Mosul, (87), 301–334.

.١٢Yassin, Nawfal Abdul-Razzaq. (2018). Medical Geography and Urban Environmental Pollution in Iraq (1st ed.). Najaf: Dar Al-Dhiyaa for Printing and Publishing.