Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

التأثيرات البيئية والصحية لغبار صناعة الأسمنت في مدينة بنغازي – دراسة حالة مصنع الهواري

أ. عائشة أبراهيم الزيانى [*1]، أ.بوبكر المهدى بن صالح [2] أ. حليمة سعيد الباقرمى [3]، د.منال الفيتورى [4]، د.فيصل على محمد [5]

[1,2,3] المعهد العالى للتقنيات الهندسية ، بنغازى، ليبيا

[4]الهيئة الليبية للبحث العلمى، بنغازى، ليبيا

[5]المعهد العالى للعلوم والتقنية ، بنغازى، ليبيا

aisha8122@yahoo.com [*1]

Environnemental and Heath impacts of the cement industry in Benghazi

Received: 30-09-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 31-10-2025; Published: 25-11-2025

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التأثيرات البيئية والصحية لصناعة الأسمنت في مدينة بنغازي، مع التركيز على مصنع الهواري كمثال رئيسي. اعتمدت الدراسة على منهجية وصفية تحليلية شملت استبيانات ميدانية بمشاركة 150 شخصًا، بالإضافة إلى مقابلات ميدانية . أظهرت النتائج أن السكان يلاحظون مشكلات بيئية ملموسة مثل التلوث المائي والضوضاء والانبعاثات ذات الرائحة المزعجة، بينما يبدو أن تأثير المصنع على الهواء والتربة أقل وضوحًا بالنسبة لهم. من الناحية الصحية، أبدى السكان إدراكًا واضحًا لوجود أعراض مرتبطة بالغبار الصناعي والانبعاثات، بما في ذلك المشاكل التنفسية والجسدية والجلدية، مع قلق من الأمراض المزمنة والخطيرة المحتملة نتيجة التعرض المستمر. أما على الصعيد الاجتماعي والاقتصادي، فقد كانت التأثيرات المباشرة على الحياة اليومية أكثر وضوحًا، مثل صعوبة بيع الممتلكات وقلة الزيارات الاجتماعية والإيجار غير المناسب. تؤكد الدراسة على أهمية اتخاذ إجراءات وقائية للحد من الانبعاثات وتحسين إدارة المصنع، إلى جانب تنفيذ برامج توعية مجتمعية لتعزيز فهم السكان للمخاطر البيئية والصحية، بما يسهم في تحسين جودة الحياة في المنطقة المحيطة بالمصنع.

الكلمات المفتاحية :صناعة الأسمنت، التلوث البيئي، الصحة العامة، غبار الأسمنت.

Abstract:

This study aimed to assess the environmental, health, and social impacts of a cement factory in the study area by analyzing the perceptions of local residents. The results showed that residents observed tangible environmental problems, such as water pollution, noise, and emissions with unpleasant odors, while the factory's impact on air quality and soil appeared less evident. From a health perspective, residents clearly perceived symptoms associated with industrial dust and emissions, including respiratory, physical, and dermatological problems, along with concerns about potential chronic and serious diseases due to prolonged exposure. Social and economic effects were more immediately noticeable, such as difficulties in selling property, reduced social visits, and inadequate rental conditions. The study emphasizes the importance of implementing preventive

measures to reduce emissions and improve factory management, alongside community awareness programs to enhance residents' understanding of environmental and health risks, ultimately contributing to improving the quality of life in the surrounding area.

Keywords: Cement industry, Environmental pollution, Public health, Cement dust.

مقدمة:

تعتبر صناعة الأسمنت من الصناعات الإستراتيجية المرتبطة بقطاع التشييد والبناء، إلا أنها في الوقت ذاته تُصنّف ضمن أبرز المصادر المسببة للتلوث البيئي في الدول النامية. ويعود ذلك إلى احتواء مكوّناتها الأساسية على عناصر ومعادن ثقيلة سامة مثل النيكل، الكوبالت، الرصاص، الكروم، والسيليكا [9]. وتشير الأدبيات إلى أن انبعاثات غبار الأسمنت تمثل المصدر الرئيس لتراكم المعادن الثقيلة في البيئة المحيطة.[10]

يتميّز الغبار المنبعث من عمليات تصنيع الأسمنت بتركيب كيميائي معقّد يتكون بشكل أساسي من أكسيد الكالسيوم بنسبة 60–67%، وثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) بنسبة 17–25%، وأكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) بنسبة 3–5%، بالإضافة إلى تراكيز متفاوتة من أكاسيد الحديد، الكروم(Cr) ، البوتاسيوم، الصوديوم، الكبريت، والمغنيسيوم. وقد أثبتت دراسات متعددة ارتباط التعرض طويل الأمد لهذه المكونات بآثار صحية سلبية تطال الجهاز التنفسي والجهاز الجلدي وأعضاء حيوية أخرى[11] . ورغم الأهمية البالغة للأسمنت بوصفه مادة أساسية في الهندسة المدنية وعمليات البناء، إلا أن مراحل إنتاجه واستهلاكه ترتبط بجملة من المخاطر البيئية والصحية. وتشكل المعادن الثقيلة أخطر مكوناته، حيث تُستمد غالبًا من المواد الخام، أو من الطوب الحراري المبطّن للأفران، أو من الإضافات المعدنية، وكذلك من وسائط الطحن المصنوعة عادةً من الحديد الزهر عالي الكروم [11]. كما يحظى المحتوى من العناصر النزرة في الكلنكر باهتمام متزايد، إذ يُمكن استخدامه في تطبيقات عملية مثل تحديد مصدر الإنتاج وتتبع حركة المواد. ففي هذا السياق، كانت دراسة "غوغويل" و"سانت جون" من أوائل الأبحاث التي تناولت هذا الجانب، حيث أوضحت وجود عناصر مثل الباريوم(Ba) ، السترونشيوم(Sr) ، والمنغنيز (Mn) في أسمنت بورتلاند المستخدم في الخرسانات النيوزيلندية [12]. ومن ثم، أصبح تحليل مستويات العناصر النادرة وسيلة علمية لتحديد المصنع المنتج للأسمنت.

ويُنتج أسمنت بورتلاند، وهو النوع الأكثر شيوعًا عالميًا، عبر مرحلتين أساسيتين: الأولى تتمثل في حرق المواد الخام لإنتاج الكلنكر عند درجات حرارة تتراوح بين 1400–1600 °م، والثانية طحن الكلنكر للوصول إلى درجة النعومة المطلوبة. وتتمثل المواد الخام الرئيسة في الجير(CaO) ، السيليكا(SiO_2) ، الألومينا(Al_2O_3) ، وأكسيد الحديد(Fe_2O_3) ، مع إضافة الجبس ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) للتحكم في زمن الشك. ويتكوّن المنتج النهائي أساسًا من سيليكات ثلاثية الكالسيوم($3CaO \cdot SiO_2$) ، سيليكات ثنائية الكالسيوم($2CaO \cdot SiO_2$) ، ألومينات ثلاثية الكالسيوم($3CaO \cdot Al_2O_3$) ، وفريت ألومينو رباعي الكالسيوم($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) .[13]. وعلى الرغم من ذلك، تبقى هذه العملية مصحوبة بجملة من المخاطر البيئية، أهمها انبعاث الغبار وتلوث المياه السطحية والجوفية نتيجة الجريان السطحي.

كما أظهرت العديد من الدراسات العالمية أن صناعة الأسمنت تُعد من الصناعات الأكثر تأثيرًا على البيئة وصحة الإنسان. فقد أشارت دراسة أجرتها جامعة كامبريدج (2018) إلى أن إنتاج الأسمنت مسؤول عن نحو 8% من الانبعاثات الكربونية عالميًا، الأمر الذي يستدعي تطوير تقنيات جديدة للحد من هذه الانبعاثات.[2] . كما أوضحت دراسة نشرت في مجلة الصحة البيئية (2021) أن حوالي 40% من عمال مصانع الأسمنت يعانون من أمراض تنفسية مزمنة نتيجة تعرضهم المستمر للغبار .[4] . وفي سياق آخر، بينت دراسة لشركة Holcim (2022) أن استخدام الوقود البديل وتقنيات إعادة التدوير يسهم في خفض انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 30.% . [5] .

كما تناولت دراسات أخرى التأثيرات المتعددة لغبار الأسمنت، من أبرزها:

تأثير غبار الأسمنت على النباتات: أشارت دراسة ميدانية (Shah, & Ren, (2020 إلى أن التعرض طويل الأمد لغبار مصانع الأسمنت يُحدث تغيّرات واضحة في الهيكل الفسيولوجي للنباتات؛ فقد تبين أن ترسب الغبار على الأوراق والسيقان يُقلّل من محتوى الكلوروفيل ويُضعف عملية التمثيل الضوئي، ويتسبب في انخفاض في الكتلة الحيوية للنباتات ومستوى نموها، مما يُهدد استقرار النظم النباتية في محيط المصانع. . [1] .

تأثير غبار الأسمنت على جودة الهواء: أظهرت دراسة أجريت حول مصانع الأسمنت في نيجيريا (Afolabi & Adeola, 2020)أن مستويات الجسيمات العالقة والمعادن الثقيلة كانت أعلى بشكل ملحوظ في المناطق المحيطة بالمصانع مقارنة بالمناطق البعيدة عنها، مما يشير إلى أثر مباشر على جودة الهواء المحلي وصحة السكان والأنظمة البيئية. وأكدت الدراسة أن هذه الانبعاثات يمكن أن تسبب مخاطر بيئية وصحية متعددة، الأمر الذي يستدعي اعتماد استراتيجيات فعالة للحد من الغبار وتحسين جودة الهواء. . . [3]

التأثير الصحي على العمال: أظهرت دراسة ميدانية أُجريت في الهند بواسطة Fareed et al. (2020)أن التعرض المزمن لغبار الأسمنت داخل بيئة العمل يؤدي إلى انخفاض كبير في وظائف الرئة بين العاملين مقارنةً بغير المعرضين للغبار. كما لوحظ ارتفاع في معدلات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي المزمنة مثل الربو والتهاب الشعب الهوائية والسعال المزمن. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق إجراءات وقائية صارمة تشمل استخدام الكمامات الواقية، أنظمة التهوية الفعالة، والفحص الدوري لصحة العمال لتقليل المخاطر المهنية المرتبطة بصناعة الأسمنت. [6]

تأثير غبار الأسمنت على التربة والمياه :أظهرت دراسة أجريت في منطقة Ewe Koro بجنوب غرب نيجيريا أن انبعاثات مصانع الأسمنت تُحدث تأثيرات بيئية واضحة على مكونات التربة والمياه المحيطة بها. فقد تبين أن تراكم الغبار يؤدي إلى ارتفاع تركيزات المعادن الثقيلة مثل الرصاص(Pb) ، الكادميوم(Cd) ، والكروم(Cr) ، مما يسبب تغيرات في الخصائص الكيميائية للتربة بما في ذلك ارتفاع الحموضة (pH)

وانخفاض خصوبتها. كما كشفت الدراسة أن المياه الجوفية القريبة من المصانع تحتوي على نسب مرتفعة من المعادن السامة، ما يُشكل خطرًا على الصحة العامة والأنظمة البيئية المحلية. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق أنظمة مراقبة بيئية فعّالة للحد من التلوث وتعزيز إجراءات السلامة في محيط المصانع. [7]

استراتيجيات الحد من الانبعاثات :أشارت دراسة Chen (2018) إلى أن استخدام تقنيات التحكم في الغبار مثل المرشحات الكهروستاتيكية وأنظمة الترطيب يُعد من أكثر الطرق فعالية في تقليل الجسيمات العالقة وتحسين جودة الهواء داخل مصانع الأسمنت. كما بينت الدراسة أن الجمع بين هاتين التقنيتين يمكن أن يخفض انبعاثات الغبار بنسبة تصل إلى 90.% . [8]

تُظهر هذه الدراسات أن غبار الأسمنت يمثل تهديدًا متنوع الأبعاد يشمل البيئة، وصحة الإنسان، والنظم البيئية الطبيعية، مما يبرز الحاجة إلى استراتيجيات شاملة ومستدامة للتقليل من آثاره السلبية.

مشكلة الدراسة

تشهد المناطق المحيطة بمصانع الأسمنت تدهورًا بيئيًا متزايدًا نتيجة الملوثات الناجمة عن العمليات الصناعية، والتي تشمل انبعاث الغازات والجسيمات الدقيقة، بالإضافة إلى النفايات الصلبة والسائلة التي تؤثر سلبًا على جودة التربة والمياه. ولا يقتصر أثر هذه الملوثات على الصحة العامة للسكان فحسب بل يمتد ليشمل الأنشطة الزراعية والتنوع البيولوجي، مما يهدد استدامة الموارد الطبيعية في هذه المناطق. تركز هذه الدراسة على التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت وتحديد العوامل الأكثر إسهامًا في تفاقم المشكلات البيئية، وذلك بهدف اقتراح حلول وتوصيات مستدامة تسهم في الحد من الأضرار الناجمة عن هذه الصناعة بما يتماشى مع مبادئ التنمية المستدامة. وانطلاقًا من ذلك تتمحور مشكلة الدراسة حول السؤال الرئيس:ما هي الآثار البيئية الرئيسية الناجمة عن صناعة الأسمنت؟

الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الآثار الصحية لغبار الأسمنت على السكان المحليين.

موقع الدراسة

يقع المصنع في منطقة الهواري جنوب مدينة بنغازي ، على الطريق المؤدي إلى منطقة الكويفية، جنوب غرب مركز مدينة بنغازي. يمكن الوصول إلى المصنع عبر الطريق الرئيسي المعروف بـ طريق الهواري الذي يربط المدينة بالمناطق الجنوبية ويقع بين خطي طول وعرض (خط العرض: 32.0167° شمالاً) و(خط الطول: 20.0667° شرقاً).

الشكل(1) يبين موقع الدراسة مصنع الاسمنت بمنطقة الهواري(بنغازي)

منهجية الدراسة:

لتحقيق اهداف البحث تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي للبيانات والمعلومات من مصادرها المختلفة وتحليلها واستخلاص النتائج منها ووضع الحلول والتوصيات المناسبة.

طرق جمع البيانات:

تم جمع البيانات باستخدام استبيان منظم، حيث وُزعت 150 استمارة على جميع الأفراد المستهدفين من سكان المنطقة المحيطة بمصنع الأسمنت، وعددهم 150 شخصًا. وقد تم استرجاع جميع الاستمارات دون أي فاقد، كما تم دعم عملية جمع البيانات بإجراء مقابلات مباشرة وجهاً لوجه مع المشاركين.

الاستبيان

تم تصميم الاستبيان لدراسة التأثيرات البيئية والصحية لغبار صناعة الأسمنت على سكان منطقة الدراسة، بالاعتماد على نتائج الدراسات السابقة، وذلك بهدف جمع معلومات شاملة تساعد في فهم آراء السكان وتقييم مستوى وعيهم البيئي ومعرفتهم بمشكلة غبار الأسمنت، مما يساهم في وضع استراتيجيات فعّالة للتعامل معها. وقد تم إعداد الاستبيان وفق أربعة محاور رئيسية هي:

- المحور الأول: البيانات الشخصية
- المحور الثاني: المشكلات البيئية في المنطقة
- المحور الثالث: الامراض التي يعانيها الانسان في المنطقة
- المحور الرابع: الخصائص الأكثر ازعاجا بموقع المصنع

تم توزيع الاستبيان في منطقة الدراسة، ,تم تعبئته من قِبل المواطنين المقيمين بالقرب منها، وتحليل البيانات باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS).

ثبات أداة الدراسة:

للتأكد من ثبات أداة الدراسة ، تم استخدام معامل ألفا كرونباخ على نتائج العينة، حيث أوضحت النتائج المبينة في جدول (1) أن معاملات الثبات للمحاور تراوحت بين (0.724) و(0.841)، حيث بلغ معامل الثبات للمحور الثاني (0.841)، وللمحور الثالث (0.724)، وللمحور الرابع (0.826)، في حين بلغ معامل الثبات الكلي للاستبيان (0.878).

وتُعد هذه القيم مرتفعة ومقبولة إحصائيًا، مما يدل على أن الأداة تتسم بدرجة عالية من الثبات، ويمكن الاعتماد عليها في جمع البيانات لأغراض الدراسة.

جدول (1): نتائج اختبار الثقة لعينة الدراسة

البعد	عدد الفقرات	معامل ألفاكروميخ
المحور الثاني: المشكلات البيئية في المنطقة	6	0.841
المحور الثالث: الامراض المحتملة التي يعانيها الانسان في المنطقة	14	0.724
المحور الرابع: الخصائص الأكثر ازعاجا بموقع المصنع	7	0.826
الاستبيان ككل	27	0.878

بعد تفريغ البيانات وترميزها في برنامج Excel ، تم تحديد ثلاث مستويات لتقدير درجة موافقة أفراد العينة (منخفضة، متوسطة، مرتفعة) وفقًا للمتوسطات الحسابية. واستخدم برنامج SPSS لإجراء التحليلات الإحصائية، والتي شملت المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لتقدير الإجابات.

النتائج

المحور الاول: البيانات الشخصية

ظهرت نتائج الاستبيان الميداني حول سكان المنطقة المحيطة بمصنع الأسمنت في الهواري ما يلي:

- **النوع الاجتماعي** :بلغت نسبة الذكور المستجيبين 88%، في حين شكّلت الإناث 12%.
- **الفئة العمرية** :كانت الاستجابة الأعلى لدى الفئة العمرية (21–30 سنة) بنسبة 33%، بينما كانت الأقل لدى من تجاوزت أعمارهم 61 سنة بنسبة 4.%
- **المستوى التعليمي** :شكّل الحاصلون على تعليم جامعي أو ما يعادله النسبة الأكبر (47%)، يليهم الحاصلون على تعليم أساسي أو دراسات عليا بنسبة 13%

- **الحالة الاجتماعية** :شكّل المتزوجون النسبة الأعلى من المستجيبين (58%)، مقابل 42% من غير المتزوجين.
- **مدة الإقامة** :تركزت أعلى نسبة استجابة لدى من يقيمون في المنطقة منذ 6–10 سنوات فأكثر (31%)، في حين كانت الأدنى لدى من أقاموا أقل من سنة واحدة.(3%)
- **حجم الأسرة** :بلغت نسبة الأسر الصغيرة (0–1 فرد) 43%، بينما كانت الأسر التي يزيد عدد أفرادها عن 16 فردًا الأقل بنسبة 1.%
- **القرب من المصنع** :أظهر السكان الذين يقيمون على بعد يزيد عن 2000 متر أعلى نسبة استجابة (43%)، مقابل 1% فقط ممن يقيمون على بعد أقل من 200 متر.
- **الوضع الوظيفي** :شكّل أصحاب الأعمال الحرة 45% من المستجيبين، في حين كان العاملون داخل المصنع 1% فقط، والعاطلون عن العمل 13.%

المحور الثاني: المشكلات البيئية في موقع المصنع

يظهر الجدول (2) أن تقييم السكان للتأثيرات البيئية والصحية الناتجة عن غبار صناعة الأسمنت في منطقة الدراسة جاء بمستويات متفاوتة، تميل عمومًا إلى الانخفاض. فقد سجّلت عبارة "**موقع المصنع يؤثر بيئياً على المنطقة**" أدنى متوسط حسابي (1.36) بانحراف معياري (0.50)، مما يعكس ضعف إدراك السكان لوجود تأثير مباشر للموقع على البيئة المحيطة. كما أن متوسطات العبارات المتعلقة **بتلوث الهواء والأبخرة المتصاعدة** (1.51) وتلوث التربة (1.59) جاءت منخفضة، ما يشير إلى أن المبحوثين لا يلاحظون آثارًا كبيرة للغبار على الهواء أو التربة، وربما يعود ذلك إلى تعوّدهم على الوضع القائم أو ضعف انتشار الغبار في فترات معينة. من ناحية أخرى، أظهرت عبارة "**رائحة كريهة**" متوسطًا (1.83)، وهو ما يدل على وجود ملاحظات متوسطة نسبيًا حول انبعاث الروائح الناتجة عن العمليات الصناعية. بينما ارتفعت المتوسطات في العبارات المتعلقة **بالتلوث المائي والضوضاء**، حيث بلغت (2.27) لعبارة "**تلوث مياه الشرب السطحية**" و (2.34) **لعبارة "تلوث سمعي وضوضاء**"، ما يشير إلى إدراك أكبر لتأثيرات المصنع على نوعية المياه والبيئة السمعية، خصوصًا أن الأنشطة الصناعية عادة ما ترافقها مستويات ضجيج مرتفعة.

جدول(2): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمحور المشكلات البيئية في موقع المصنع

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
موقع المصنع يؤثر بيئيا على المنطقة	1.36	0.50
تلوث الهواء والأبخرة المتصاعدة	1.51	0.60
رائحة كريهة	1.83	0.75
تلوث مياه الشرب السطحية	2.27	0.84
تلوث سمعي وضوضاء	2.34	0.84
تلوث التربة	1.59	0.75

المحور الثالث: الامراض المحتملة التي يعانيها الانسان في المنطقة

يُظهر الجدول(3) أن معظم الأمراض التي تم رصدها في المنطقة المحيطة بمصنع الأسمنت جاءت بتقديرات **متوسطة إلى مرتفعة نسبيًا** من حيث المتوسط الحسابي، مما يعكس إدراك السكان لتأثيرات صحية ملموسة ناتجة عن انبعاثات الغبار الصناعي. فقد سجّلت عبارة "**احتقان الأنف** "أدنى متوسط حسابي (1.92) بانحراف معياري (0.81)، ما يشير إلى أن هذه الأعراض تُلاحظ لدى بعض الأفراد ولكن بدرجة محدودة. في المقابل، جاءت أعلى القيم في "**أمراض الكبد** "بمتوسط (2.85) و"مرض سرطان الرئة" بمتوسط (2.91)، وهما من الأمراض الخطيرة التي يُحتمل ارتباطها بالتعرض المستمر لمكونات غبار الأسمنت، مما يدل على وجود قلق صحي حقيقي لدى السكان من التأثيرات المزمنة للانبعاثات. كذلك، أظهرت العبارات المتعلقة بـ "**ألم في الصدر (اضطراب التنفس)** "بمتوسط (2.45) و"تكرار الإنفلونزا" (2.25) و"ضعف الجسم" (2.65) و"ضعف السمع" (2.75) مستويات متوسطة، مما يعكس انتشار بعض الأعراض التنفسية والجسدية التي قد تكون مرتبطة بتلوث الهواء المحيط. كما جاءت أمراض مثل "**الصداع** (2.89) "و"الإسهال" (2.40) و"أمراض جلدية" (2.53) في نطاق المتوسطات القريبة من (2.5)، مما يشير إلى أن الآثار لا تقتصر على الجهاز التنفسي فقط، بل تشمل أجهزة أخرى في الجسم. أما المتوسط الكلي للأمراض فقد بلغ (2.93)، وهو من أعلى القيم في الجدول، مما يدل على **وجود إدراك عام قوي بين السكان بوجود مشكلات صحية متنوعة** يُحتمل ارتباطها المباشر أو غير المباشر بغبار صناعة الأسمنت في المنطقة.

وبشكل عام، تشير هذه النتائج إلى أن السكان في منطقة مصنع الهواري **يتأثرون صحيًا بدرجات متفاوتة** نتيجة التعرض للغبار الصناعي، خاصة في الجوانب التنفسية والكبدية، الأمر الذي يستدعي **تدخلات وقائية عاجلة** مثل تحسين أنظمة التحكم في الانبعاثات، وزيادة الرقابة البيئية، وتنفيذ برامج توعية صحية مستمرة تهدف إلى الحد من المخاطر وتعزيز الصحة العامة للسكان.

جدول (3) الامراض المحتملة في المنطقة

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
احتقان الانف	1.92	0.81
امراض الكبد	2.85	0.46
ألم في الصدر (اضطراب التنفس)	2.45	2.62
مرض سرطان الرئة	2.91	0.35
تكرار الانفلونزا	2.25	0.79
حكة العينين	2.49	0.73
ضعف السمع	2.75	0.57
ضعف الجسم	2.65	0.64
مرض جلدي	2.74	0.55
صداع	2.53	0.69
الاسهال	2.89	0.40
القلب	2.85	0.50
امراض كلى	2.93	0.31

المحور الرابع: الخصائص الأكثر ازعاجا بموقع المصنع

تشير النتائج في جدول(4) إلى وجود اختلاف في إدراك السكان للخصائص المزعجة المرتبطة بموقع المصنع. يظهر من المتوسطات الحسابية أن الخوف على الصحة المستقبلية يمثل أقل مصدر إزعاج (متوسط = 1.11)، رغم أهميته النظرية، مما قد يعكس قلة وعي السكان بالمخاطر الصحية أو اعتقادهم بأن التأثيرات المستقبلية محدودة.

على الجانب الآخر، سجلت الخصائص الاقتصادية والاجتماعية مثل صعوبة بيع العقار، انخفاض جاذبية الزيارات الاجتماعية، والإيجار السيئ للممتلكات، متوسطات أعلى (2.37 – 2.53)، مما يشير إلى أن التأثيرات المباشرة على الحياة اليومية والاقتصاد الشخصي تعتبر أكثر وضوحًا وملموسة لدى السكان مقارنة بالمخاطر البيئية أو الصحية. أما بالنسبة للخصائص البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة، فقد تراوحت المتوسطات بين 1.46 و2.13، مع انحرافات معيارية متوسطة، ما يدل على إدراك متفاوت بين السكان لهذه المشاكل، وربما يعود ذلك إلى اختلاف مستويات التعرض أو المعلومات المتاحة لديهم.

جدول(4): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمحور الخصائص الأكثر ازعاجا بموقع المصنع

العبارة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الخوف على الصحة في المستقبل	1.11	0.318
لا يمكن بيع العقار بسبب الموقع	2.37	0.747
أصدقاء غير راغبين في الزيارة	2.53	0.730
تلوث الهواء	1.46	0.609
تلوث الماء	2.13	0.880
تلوث التربة	1.50	0.693
الايجار السيئ للممتلكات	2.49	0.766

مناقشة النتائج

أظهرت النتائج أن السكان يلاحظون بعض المشكلات البيئية المرتبطة بالمصنع، مثل التلوث المائي والضوضاء والانبعاثات ذات الرائحة المزعجة، بينما يبدو أن تأثيرات المصنع على الهواء والتربة أقل وضوحًا بالنسبة لهم. يمكن تفسير ذلك بأن التأثيرات المباشرة والملموسة تكون أكثر وضوحًا للشخص العادي مقارنة بالمخاطر البيئية التي قد تتراكم على المدى الطويل، أو بسبب تعود السكان على الوضع القائم بحيث أصبحوا أقل حساسية لبعض المشكلات.

تشير النتائج إلى وجود إدراك صحي ملموس بين السكان، حيث يلاحظون مجموعة من الأعراض التنفسية والجسدية والجلدية المرتبطة بالغبار الصناعي والانبعاثات. بالإضافة إلى ذلك، هناك قلق من الأمراض المزمنة والخطيرة المحتملة نتيجة التعرض المستمر، وهو ما يعكس فهم السكان للعلاقة بين البيئة والصحة، حتى وإن لم يتمكنوا من قياس أو تأكيد هذه التأثيرات بشكل مباشر. هذا الإدراك يعكس أهمية الانتباه إلى المخاطر الصحية والتدابير الوقائية لتقليل التعرض والانبعاثات.

تظهر النتائج أن السكان يشعرون بشكل أكبر بالآثار الاقتصادية والاجتماعية للمصنع، مثل صعوبة بيع الممتلكات أو انخفاض جاذبية الزيارات الاجتماعية، مقارنة بالمخاطر الصحية والبيئية. يمكن تفسير ذلك بأن المشكلات اليومية المباشرة تؤثر بشكل واضح على جودة الحياة وتجعلها أكثر أهمية في الإدراك المجتمعي من المخاطر البيئية أو الصحية البعيدة المدى، التي قد تكون أقل وضوحًا أو تتطلب وعيًا علميًا أكبر.

تعكس هذه النتائج تباين إدراك السكان بين التأثيرات المباشرة على حياتهم اليومية والمخاطر الصحية والبيئية طويلة المدى. كما توضح الحاجة إلى الجمع بين التدابير التقنية والإدارية للحد من الانبعاثات، مع حملات توعية مجتمعية لتعزيز الوعي بالمخاطر الصحية والبيئية، مما يساهم في تحسين جودة الحياة وتقليل الآثار السلبية على المجتمع.

الخلاصة

وضح نتائج هذه الدراسة أن موقع مصنع الأسمنت في منطقة الدراسة له تأثيرات متعددة على السكان من الجوانب البيئية والصحية والاجتماعية. فبينما لاحظ السكان بعض المشكلات البيئية الملموسة مثل التلوث المائي والضوضاء والانبعاثات ذات الروائح، كانت تأثيرات المصنع على الهواء والتربة أقل وضوحًا بالنسبة لهم. أما من الجانب الصحي، فقد أبدى السكان إدراكًا واضحًا لوجود أعراض صحية مرتبطة بالغبار الصناعي والانبعاثات، بما في ذلك الأعراض التنفسية والجسدية والجلدية، مع وجود قلق من الأمراض المزمنة والخطيرة المحتملة نتيجة التعرض المستمر. وعلى الصعيد الاجتماعي والاقتصادي، أبرز السكان التأثيرات المباشرة على حياتهم اليومية، مثل صعوبة بيع الممتلكات وقلة الزيارات الاجتماعية والإيجار غير المناسب، ما يعكس أن هذه العوامل أكثر وضوحًا وملموسة من المخاطر البيئية والصحية بعيدة المدى. تُشير هذه الدراسة إلى أن تحسين إدارة المخلفات الصناعية والحد من الانبعاثات، إلى جانب برامج توعية مجتمعية مستمرة، يُعدّان من الضروريات للحد من المخاطر البيئية والصحية وتعزيز جودة الحياة في المنطقة المحيطة بالمصنع.

التوصيات

1. **تطوير أنظمة التحكم في الانبعاثات** باستخدام فلاتر ومرشحات متقدمة تحد من انتشار الغبار والغازات السامة.
2. **إنشاء أحزمة خضراء** حول المصنع للمساهمة في امتصاص الملوثات وتحسين جودة الهواء.
3. **إعادة استخدام مخلفات الأسمنت** في أنشطة صناعية أخرى كإنتاج مواد بناء بديلة، بما يسهم في تقليل التلوث.
4. **إجراء فحوصات صحية دورية** للعاملين والسكان القاطنين في المنطقة المحيطة لرصد الأمراض المرتبطة بالتلوث في مراحلها المبكرة.
5. **تشديد الرقابة البيئية** من قبل الجهات المختصة لضمان التزام المصنع بالمعايير المحلية والدولية الخاصة بالانبعاثات.
6. **زيادة الوعي البيئي** لدى المجتمع المحلي حول مخاطر التلوث وطرق الحد من آثاره.
7. **تشجيع البحث العلمي** لتطوير حلول مبتكرة ومستدامة تقلل من الأضرار البيئية لهذه الصناعة.

المراجع

1. Shah, K., An, N., Ma, W., Ara, G., Ali, K., Kamanova, S., Zuo, X., Han, M., & Ren, X. (2020). *Chronic cement dust load induce novel damages in foliage and buds of Malus × domestica. Scientific Reports, 10*, 12186. https://doi.org/10.1038/s41598-020-68902-6.

2. Cambridge University. (2018). Cement production and environmental impact. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Afolabi, T. A., & Adeola, A. O. (2020). Evaluation of contamination and ecological risk of heavy metals associated with cement production in Ewekoro, Southwest Nigeria. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(5), 1785. https://doi.org/10.3390/ijerph17051785.
4. Environmental Health Journal. (2021). Respiratory diseases among cement workers. Environmental Health Journal, 18(2), 112–124.
5. Holcim Group. (2022). Innovative solutions for sustainable cement production. Holcim Sustainability Report.
6. Fareed, M., Pathak, M. K., Bihari, V., Kamal, R., Srivastava, A. K., & Kesavachandran, C. N. (2020). Adverse respiratory health and hematological profiles among cement industry workers in India. Environmental Science and Pollution Research, 27(18), 23076–23085.* https://doi.org/10.1007/s11356-020-08594-0
7. Afolabi, T. A., & Adeola, A. O. (2020). Evaluation of contamination and ecological risk of heavy metals associated with cement production in Ewekoro, Southwest Nigeria. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(5), 1785. https://doi.org/10.3390/ijerph17051785
8. Chen, L. (2018). Development of cement dust suppression technology: A review. Journal of Environmental Engineering, 45(2), 110–125. https://doi.org/10.1016/j.jenveng.2018.02.004.
9. F. Karagulian, C. A. Belis, C. Francisco, C. Dora, A.M. Prüss-ustün, S. Bonjour, H. Adair-rohani, M. Amann, Contributions to cities ' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level, Atmospheric Environment, 120, 475–483, 2015. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.087.
10. E. Adeyanju, C.A. Okeke, Exposure effect to cement dust pollution: a mini review, SN Applied Science, 1(12), 1–17, 2019. Available at: https://doi.org/10.1007/s42452-019-1583-0 .

11. S. Mishra, N.A. Siddiqui, A Review On Environmental and Health Impacts Of Cement Manufacturing Emissions, 2(3), 26-31, 2014.

12. E. Gartner, Industrially interesting approaches to “low-CO2” cements, 34(9), 1489-1498, 2004. [5] I.R.I.N.A. Lungu, G.E.O.R.G.E. Taranu, R.A.L.U.C.A. Hohan, G. Plesu, Efficient use of green cements in structural elements for civil engineering applications. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Materials and Systems, ICAMS 2010. Bucharest, Romania; 67-72, 2010.

13. V. M. Semenov, Paintwork materials for the protection of concrete and cement surfaces, Paint Varn Ind.

14. Kioko, B. (2023). Sustainable practices in the cement industry: A case study. International Journal of Environmental Management, 45(1), 23–35.

15. Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of cement production: A review. Frontiers in Public Health, 8, 1–12.

16. Ramezanianpour, A. A. (2014). Concrete durability and sustainable construction. Berlin: Springer.

17. Schandl, H. (2023). Reducing the environmental footprint of cement manufacturing. Sustainability in Industry Journal, 19(4), 77–90.

18. Smol, M., et al. (2015). Environmental effects of cement dust emission. Journal of Industrial Ecology, 19(5), 805–817.

19. United Nations Environment Programme. (2019). Sustainable development in the cement industry. Nairobi: UNEP Publications.

20. Zhou, C. (2016). Innovations in cement production and environmental protection. Journal of Cleaner Production, 112, 3456–3465.