

تقييم الأثر البيئي لشركة الأسمنت السعودية
بتقنيات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بُعد

أ.م.د. أماني حسين محمد حسن

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد

كلية الآداب، جامعة أسيوط

dr.amani73@hotmail.com

doi: 10.21608/jfpsu.2022.130689.1179

تقييم الأثر البيئي لشركة الأسمنت السعودية بتقنيات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بُعد

مستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت بالبيئة المحيطة بشركة الأسمنت السعودية بالهفوف، من خلال المنهج الموضوعي، ومنهج دراسة الحالة، والمنهج التجريبي. والملاحظات الميدانية وجمع العينات، والتحليل المعملية للعينات. كما أستخدم في جمع البيانات أداة الاستبانة، وكذلك الأسلوب الكمي في تطبيق مؤشرات التراكم الجغرافي، وتلوث التربة بالعناصر الثقيلة، بالإضافة إلى معالجة المرئيات الفضائية Sentinel-2, SNAP ببرامج ArcGIS 10.5, ENVI5.3, SNAP، لإنتاج خرائط درجات تلوث الهواء، ومؤشر اخضرار النبات، وتحديد مساحتها. وتشير أهم النتائج إلى أن الهواء ملوث بغازات كبريتيد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، والجسيمات العالقة جنوب الشركة بالمقارنة بشمالها، كما تصنف تربة منطقة الدراسة على أنها متوسطة إلى شديدة التلوث بعناصر الزرنيخ والكاديوم والرصاص والنيكل، ذلك بالإضافة إلى التأثيرات السلبية على الصحة العامة للعاملين بالشركة والسكان المقيمين بالقرب منها. وتوصي الدراسة بإحلال وتجديد فلاتر مداخن الشركة بصفة مستمرة، ووضع خطة إدارة بيئية ذات منهجية واضحة لإدارة عناصر البيئة المحيطة بالشركة، بما يضمن عدم استنزافها وتحقيق الاستدامة البيئية.

الكلمات المفتاحية: الأثر البيئي، جودة الهواء، الغبار، الأسمنت السعودية.

Environmental Impact Assessment for Saudi Cement Company using GIS Technologies and Remote Sensing Data

Dr. Amany Hussein Mohamed Hassan
Assistant Professor of Physical Geogrphy
Faculty of Arts, Assiut University

Abstract

This study aims to assess environmental impacts of cement industry on the environment surrounding Saudi Cement Company in Al-Hofuf, through Objective approach, Case study and experimental approach, field observations, collecting samples and used laboratory method to analysis. The questionnaire tool was also used in collecting data from the study community, and the quantitative method was used in applying the indicators of geographical accumulation and soil pollution with heavy elements, in addition to satellite image processing of Sentinel-2, SNAP by ArcGIS 10.5, ENVI5.3 and SNAP 8 software, to produce maps of air pollution and plant greenness index. The most important results indicate that the air is polluted by H₂S, CO, and TSP in the south of the company compared to its north. Soil was found to be to moderately contaminate with AS, CD, PB and NI. In addition to the negative effects on the public health of the company's employees and the residents residing near it. The study recommends the continuous replacement and renewal of the company's chimney filters, and the development of an environmental management plan with a clear methodology for managing the elements of the environment surrounding the company, ensuring that they are not depleted and achieving environmental sustainability.

Keywords: Environmental impact, Air quality, Dust, Saudi cement.

المقدمة:

من المؤكد بمكان أن استمرارية صناعة الأسمنت وتنافسها بصفة عامة على المستويين المحلي والعالمي، يتطلب المزج ما بين الأداء المالي، والالتزام بالمسئوليات الاجتماعية والبيئية، واستشراف الرخاء الاقتصادي (WBCSD, 2002). ولذا وجب الالتزام بالحفاظ على البيئة وحمايتها؛ حيث ينجم عن مخلفات الصناعات الكيماوية؛ وبخاصة صناعة الأسمنت تلوث للبيئة، ويتجلى ذلك في تغير كثير من الصفات الكيماوية والفيزيائية لكل عناصر البيئة من هواء وتربة زراعية ونبات (عامر وسليمان، ٢٠٠٣).

وتعد صناعة الأسمنت إحدى الدعائم الأساسية لتنمية الاقتصاد، وبناء البنية التحتية للتنمية العمرانية؛ حيث تمثل أهم المدخلات المستخدمة في صناعة مواد البناء والأعمال الإنشائية. وفيما ماضي كانت شركات الأسمنت تبنى في مناطق نائية، بعيدة عن المناطق الأهلة بالسكان، ولهذا السبب فإن انعكاس تأثيراتها السلبية على البيئة لم تكن ذات أهمية كبيرة، ولكن بالنظر إلى النمو السكاني والتعدد العمراني أصبحت معظم شركات الأسمنت الآن قاب قوسين أو أدنى من التجمعات العمرانية، والأراضي الزراعية، والمراعي، أو في مركزها.

ذلك ويعد تقييم الأثر البيئي للمشروعات أحد أدوات التخطيط التي تستخدم لتوقع وتحليل التأثيرات البيئية، بغاية تجنب وتقليل التأثيرات السلبية. ويعد من الدراسات الحديثة نسبياً، التي تخضع لعملية تطوير مستمرة نظراً لديناميكية التحولات والتغيرات البيئية في العالم، ولأهمية تطبيق هذا النهج كأداة تخطيط، وصنع قرار لضمان تحقيق إدارة بيئية مستدامة، حظيت دراسات تقييم الأثر البيئي لمصانع الأسمنت بالاهتمام من منظور الجغرافية البيئية، التي تهدف إلى دراسة الأنشطة التي يمارسها الإنسان، وتؤدي إلى الإخلال بأنظمة البيئة الطبيعية وغير الطبيعية. ومن هذا المنطلق جاءت فكرة البحث لدراسة تقييم الأثر البيئي لشركة الأسمنت السعودية، التي تعد إحدى أضخم الشركات

الإقليمية لصناعة الأسمنت والكلنكر^١ في الشرق الأوسط، وفي المملكة العربية السعودية ومنطقة الخليج العربي (الأسمنت السعودية، ٢٠٢٢).

أهمية الدراسة:

ترتكز أهمية هذه الدراسة في أن صناعة الأسمنت وحماية البيئة عمليتي يرتبطان ببعضهما البعض من حيث الأهمية للبيئة المحيطة بهذه الصناعة، وعليه تبرز الأهمية العلمية لمثل هذا النوع من الدراسات، التي ستعكس نتائجه على استمرارية التنمية في هذا القطاع الصناعي، بوضع الاقتراحات والحلول الوقائية للمحافظة على البيئة. كما تكمن الأهمية التطبيقية في معالجة مشكلة المخلفات والملوثات البيئية الصادرة عن صناعة أسمنت السعودية، وتقديم نتائج يستفيد منها صناع القرار في خلق بيئة نظيفة خالية من الملوثات؛ حيث من الضروري بمكان أن تحتاج التنمية العمرانية مادة الأسمنت في البناء والتعمير بشتى أنواعها من عمران وطرق ومنشآت. وبما أن المواد الخام لهذه الصناعة متوفرة في محافظة الأحساء، وعليه لا يمكن بأي حال الاستغناء عن هذه الصناعة، ولكن يتطلب الأمر تطويرها بما يتماشى مع بيئة نظيفة سليمة مطابقة للمواصفات الدولية لهذه الصناعة.

مشكلة الدراسة:

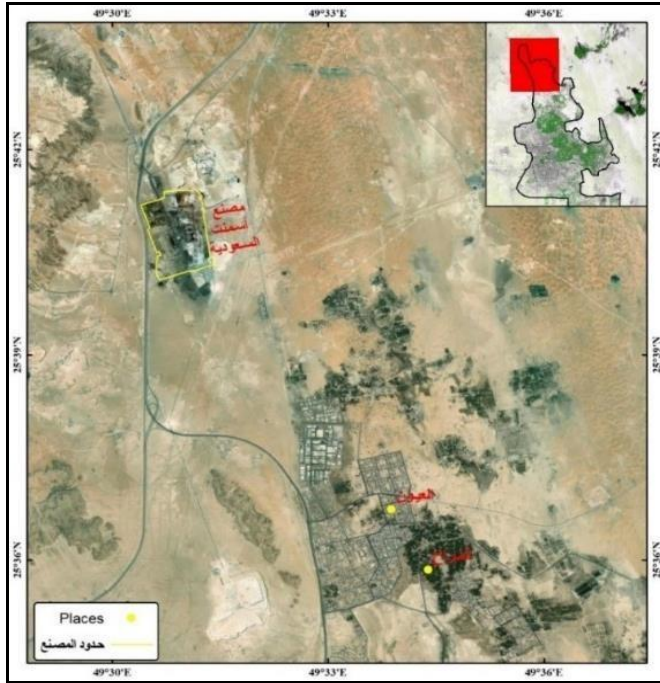
تتمثل مشكلة الدراسة في أن تطور صناعة الأسمنت بشركة أسمنت السعودية في محافظة الأحساء، يتولد عنها مخلفات صلبة، ينتج عنها آثارًا بيئية سلبية على البيئة المحيطة بالشركة؛ حيث انعكس ذلك على تدهور نمو النباتات الطبيعية، وأختفاء أنواع عديدة من الحيوانات البرية التي تعيش في البيئة المحيطة بالشركة، وتعرضت الطيور لأمراض يصعب تشخيصها، كما أدت إلى تلوث كلا من التربة والمياه. كما امتد تأثيرها على الصحة العامة للعاملين وللمنتجين بها، والسكان المقيمين بجوارها؛ حيث ترتب عليها عدة آثار صحية منها: التأثير على الجهاز التنفسي، والتسمم. وبناء عليه تمت الدراسة في محاولة لتقييم الأثر البيئي، واقتراح التخفيف من التأثيرات السلبية لهذه الصناعة، لتسهل

^١ الكلنكر الإسمنتي: مادة صلبة تنتج في صناعة الأسمنت، على شكل كتل أو عقيدات، يتراوح قطرها من ٣ ملم إلى ٢٥ ملم. يتم إنتاجه عن طريق التلبد (الصهر معًا دون الذوبان إلى حد التميع)، من الحجر الجيري ومواد سيليكات الألمنيوم.

في وضع خطة إدارة بيئية سليمة تعزز الاستدامة إنتاج الأسمنت، وتبرز اسهامها في القطاع الاقتصادي بشكل بيئي سليم وصحي.

النطاق الجغرافي:

تقع شركة الأسمنت السعودية (مصنع الهفوف) في الجزء الشمالي لمنخفض الأحساء، على طريق بقيق - الأحساء الرئيسي، وعلى بعد ٨ كم من أقرب منطقة سكنية شمال مدينة العيون، وعلى بعد ٨٨ كم جنوب مدينة الدمام، و١٢٠ كم عن ميناء الملك عبدالعزيز بالدمام، يحدها من الشمال مدينة بقيق، ومن الجنوب مدينة العيون، ومن الغرب مركز جودة، ومن الشرق محافظة العديد والخليج العربي، وتمتد بين دائرتي عرض ١٨.١٢ و ٢٥.٣٦ و ٠٧.٢٦ شمالاً، وخطي طول ٣٦.٢٧ و ٤٩.٢٤ و ٣٤.٤٩ شرقاً (شكل ١)، وتبلغ مساحة الشركة بحدودها المحيطة بها ٢٦٦,٥٦ كم^٢، ضمن منخفض الأحساء البالغ مساحته نحو ٢٢٥٠٠٠ كم^٢.



المصدر: مرئيات فضائية SNAP ، Sentinel-2 ، ٢٠٢١، مقياس ١: ٥٠٠٠٠

باستخدام برنامجي ArcGIS 10.5, SNAP 8

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

الدراسات السابقة:

تتعدد الدراسات التي تناولت صناعة الأسمنت وتأثيراتها منها: (Salama, et al., 1988؛ 1991؛ 1996؛ Magan et al., 1992؛ Hemida, 1992؛ Asubiojo, et al., 1991؛ 2001؛ Iqbal and shafiq, 2001؛ Bayhan, 2002؛ الصل والتاجوري، ٢٠٠٦؛ Silva, et al., 2006؛ Ade- Ademilua, and Al-Khashman, and Shawabkeh, 2006؛ obalola, 2008؛ الصل ومليطان، ٢٠٠٧؛ Kara and Bolat 2007؛ Ibang, et al., 2008؛ Nadeem, et al., 2011؛ الصل وآخرون، ٢٠١٩). ووضحت هذه الدراسات أن الأسمنت يتكون من ثلاث مواد خام أساسية؛ هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي، والسيليكا الموجودة في الطين والرمل، والألومينا (أكسيد الألومنيوم).

وأثبتت نتائجها أن بعض العناصر والمركبات السامة مثل: الفلوريد والرصاص والزنك والنحاس والكبريت، وبعض الأحماض مثل: الهيدروكلوريك والكبريتيك تصدر من مصانع الأسمنت. وتبين من نتائج دراسة الهواء لتسعة عشر موقعًا منها: ثلاث مناطق صناعية، وستة عشر موقعًا لترسب الغبار، من خلال تحليل الغبار وتركيبه ومحتواه من المعادن، وجود كمية كبيرة من الملوثات السامة في عينات الهواء، من ضمنها وجود نسبة عالية من الرصاص والمنجنيز والكوبالت والنيكل والزنك والحديد والكاميوم، بالإضافة إلى وجود تركيزات عالية من الأكاسيد ومركبات الكبريت حول مصانع الأسمنت. كما يؤدي غبار الأسمنت إلى تلوث التربة والمياه بطرق مباشرة وغير مباشرة، فعندما يلامس الماء عجينة الأسمنت، يرتفع معامل PH إلى ١٠ أو أكثر، بالإضافة إلى أن تلوث الماء بغبار الأسمنت يؤثر على مدى تنوع الأحياء الدقيقة به. وقد وجد أن محتويات التربة قد تتأثر وبملوثات غبار الأسمنت مثل: كربونات الكالسيوم والزرنيخ والكاميوم والكروم والنيكل و pH.

وأثبتت نتائج البعض الآخر أن التلوث بغبار الأسمنت يؤثر سلبيًا على نمو أغلب النباتات بالقرب من مصانع الأسمنت؛ حيث يخفض غبار الأسمنت عملية البناء الضوئي، وقد يمنعها نتيجة ترسب الغبار على المسامات وإغلاق الثغور، ويؤدي إلى عدم وصول

أشعة الشمس إلى أسطح وساق الأوراق. وبطبيعة الحال يتأثر الإنسان سلبًا بهذا النوع من التلوث؛ حيث يؤثر غبار الأسمنت على وظيفة الرئة.

ويتضح من الدراسات السابقة وجود وجه تشابه بينها وبين هذه الدراسة؛ من حيث تناولها لتأثيرات صناعة الأسمنت على البيئة، غير أنها تختلف عنها في التركيز على تقييم الأثر البيئي الناتج عن شركة الأسمنت السعودية بالهفوف للبيئة المحيطة، علاوة على الإضافة العلمية للتقنيات المستخدمة منها: التحليل الكيميائي، والاستشعار عن بعد. وقد جاء اختيار نطاق الدراسة بناءً على الملاحظة البصرية لوجود هذه المشكلة، بحكم عمل الباحثة وإقامتها على مقربة من المنطقة.

أهداف الدراسة:

يكمن الهدف الرئيسي لهذه الدراسة في تقييم التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت بالبيئة المحيطة بشركة الأسمنت السعودية، ويندرج منه الأهداف التالية:

- تحليل مكونات البيئة المحيطة بالشركة لتحديد الوضع الراهن للبيئات الطبيعية والبشرية والحيوية.
- دراسة النطاق لتحديد التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت على البيئة المحيطة.
- تقييم التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت في البيئة الطبيعية والبشرية والحيوية.
- وضع المقترحات للتخفيف من التأثيرات السلبية على البيئة المحيطة.

منهجية الدراسة وأساليبها:

لتحقيق الأهداف اعتمدت الدراسة على عدة مناهج وأساليب علمية منها: المنهج الموضوعي، ومنهج دراسة الحالة التي يعتمد على جمع المعلومات والحقائق العلمية التفصيلية عن صناعة الأسمنت وشركة الأسمنت السعودية، ونطاق التأثير، ومكونات البيئة الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة، ومن ثم تصنيف درجات التلوث، بالإضافة إلى المنهج التجريبي للوصول إلى الحقائق، وتفسير الظاهرة المدروسة والتحقق من مدى التأثير.

وتم إجراء عدة زيارات استطلاعية للشركة والمناطق المحيطة بها خلال النصف الأول من ٢٠٢١ تم فيها تجميع ملاحظات ومشاهدات مجموعة الظواهر الخاصة بالدراسة،

تلها دراسة ميدانية في النصف الثاني من ٢٠٢١، تم فيها جمع العينات، واستخدم فيها أسلوب القياس للنبات بعمل مربعات، وتقسيم المربع إلى مربعات ثانوية- مساحة كل مربع ١٦م^٢ (٤*٤ مترا) - بهدف حساب كثافة النبات، بالإضافة إلى قياس مستوى تلوث التربة، وتلوث النبات بالغبار. واستخدم في إجراء التجارب أسلوب التحليل المعمل للعينات التي تم جمعها ميدانياً، وعددها ثلاثون عينة منها: خمس عينات من تربة النبات الطبيعي، ومثلها من التربة الزراعية لقياس العناصر الميكانيكية والكيميائية، وأهمها الرمل، والسلت، والطين، والأس الهيدروجيني، وكربونات الكالسيوم، والجير، وعشرون عينة من التربة الموجودة جنوب الشركة لقياس بعض العناصر الثقيلة وهي: الكروم، والزنك، والنيكل، والزرنيخ، والرصاص، والنحاس، ثم الكاديوم.

كما أستخدم في جمع البيانات والمعلومات من السكان والعاملين في المزارع في نطاق منطقة الدراسة الاستبيان، بغاية معرفة أسباب وآثار مشكلة الغازات والغبار الصاعد من عملية صنع الأسمنت في شركة الأسمنت السعودية، ولوضع الحلول المستدامة لهذه المشكلة، واتبع في اختيار أفراد العينة الطريقة العشوائية، وبلغ حجم العينة ١٢٠ استمارة استبيان، تم استرجاع منها عدد ٦٦ استبياناً.

وأستخدم الأسلوب الكمي في تطبيق مؤشرات التراكم الجغرافي، وتلوث التربة بالعناصر الثقيلة، بالإضافة إلى استخدام برنامج SPSS في معالجة البيانات إحصائياً وكراتوجرافياً، وكذلك معالجة المرئيات الفضائية Sentinel-2, SNAP ببرامج ArcGIS وENVI5.3, SNAP 8، لإنتاج خرائط درجات تلوث الهواء، ومؤشر اخضرار النبات، وتحديد مساحتها.

التحليل والمناقشة:

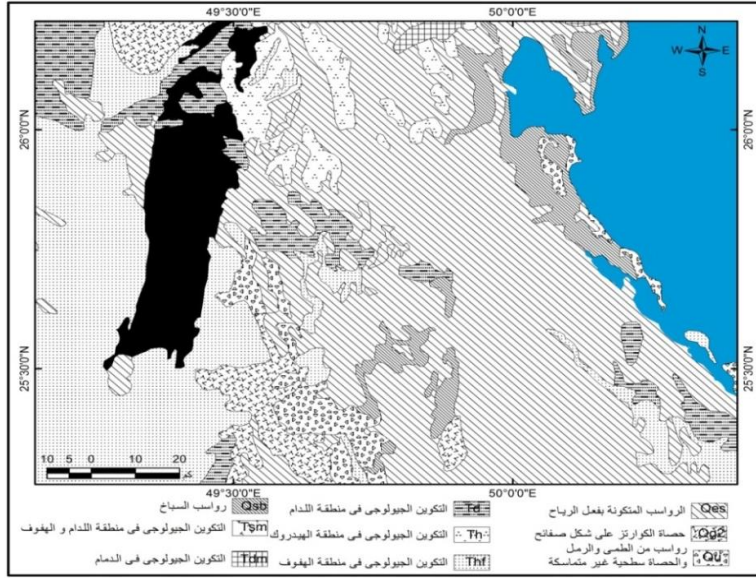
أولاً: مكونات الشركة وتطور إنتاجيتها:

تم افتتاح شركة الأسمنت السعودية بالهفوف عام ١٩٥٥، وتتكون الشركة من ثلاثة أفران، ومجموعة من أحدث المعدات المتطورة تقنياً (بلاكشنان وآخرون، ٢٠١٨)، وبدأت الشركة مرحلة الإنتاج الفعلي في أوائل الستينيات، وبالتحديد عام ١٩٦١، بطاقة إنتاجية ٣٧٩٥٠ طن، وذلك بتشغيل فرن واحد طاقته الإنتاجية ٣٠٠ طن من الكلينكر يوميًا، ثم زادت الإنتاجية عام ١٩٨٠؛ حيث بلغت ٩١٢٢٠١ طن، واستمرت الزيادة بعد أن تم تنفيذ أربع توسعات وتجديدات المرافق عام ١٩٩٧؛ حيث تم تشغيل الخط السادس الذي تبلغ طاقته الفعلية ٤٠٠٠ طن كلينكر يوميًا، أما الخطان السابع والثامن فقد تم تشغيلهما في عام ٢٠٠٨، وتبلغ طاقتهما الفعلية ٢٤٠٠٠ طن كلينكر يوميًا، ليصبح مجموع الطاقة الفعلية ٢٨٠٠٠ طن كلينكر يوميًا، وبلغت الطاقة الفعلية السنوية ٩,٢ مليون طن كلينكر عام ٢٠٢٠، و٩,٧ مليون طن من الأسمنت (الهيئة العامة للإحصاء، ١٩٦٠-٢٠٢٠).

ثانيًا: مكونات بيئة منطقة الدراسة:

(أ) البيئة الطبيعية:

١. جيولوجية المنطقة: يتكون سطح منطقة الدراسة من صخور تنتمي إلى الزمن الثالث، والتي تختفي أحيانًا تحت رواسب الزمن الرابع. وتتكون رواسب الزمن الثالث من صخور جيرية طباشيرية بيضاء أو صفراء اللون يتداخل معها طفيل أخضر أو بني بسمك ٨٠ مترًا، وتعلو هذه الطبقات رواسب تكوين الهفوف، وهي من المارل الرملي الأبيض وحجر الكلس الرملي مع نسبة قليلة من الحجر الرملي الجيري والطفيل الجيري، ثم تظهر رواسب الزمن الرابع وهي رواسب قارية تتكون من حصى مستدير وطين ومارل، ويبلغ سمكها ١٢ مترًا وتوجد شمال وجنوب الهفوف (شكل ٢).



شكل (٢) التكوين الجيولوجي لمنطقة الدراسة

٢. اتجاه الرياح وسرعتها: يؤثر اتجاه الرياح وسرعتها في حركة وانتشار الغبار الأسمنتي، وبالتالي يتباين تركيزه تبعاً لتباين الاتجاهات؛ حيث إن أجزاء منطقة الدراسة الواقعة في مهب الرياح والمحملة بالغبار ستكون أكثر عرضة وتأثيراً من أجزاء المنطقة الواقعة عكس مهب الرياح المحملة بالغبار (موسى، ١٩٩١). بالإضافة إلى أن سرعة الرياح تسهم في نشر غبار الأسمنت لمسافات طويلة، فكلما ازدادت سرعة الرياح ازدادت حركة الغبار وانتشرت بشكل أوسع، ولكن يتصف نقلة تركيزه، بينما في حالة انخفاض سرعة الرياح تترسب جزئيات الغبار الكبيرة، وتُحمل الصغيرة منها إلى مسافات بعيدة، وفي حالة سكون الرياح يتراكم الغبار في الأجزاء القريبة من المصدر.

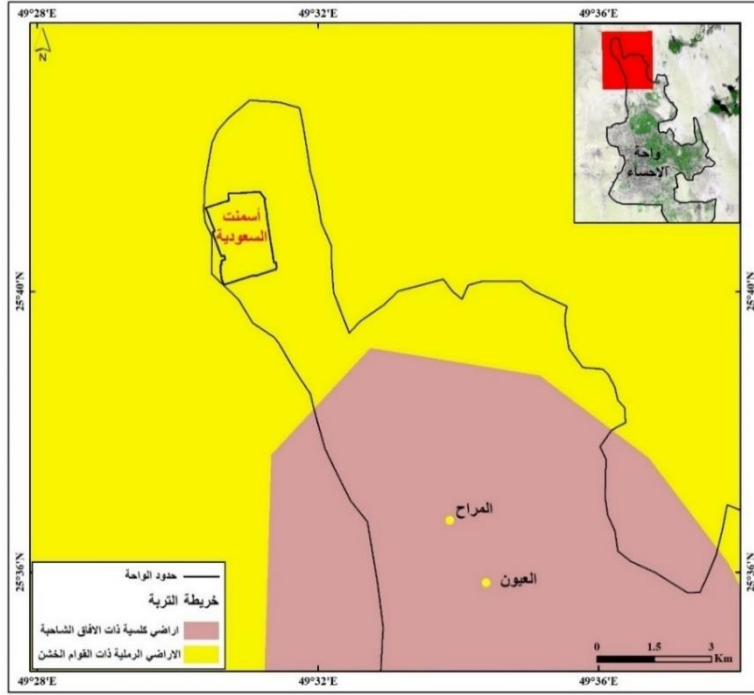
ذلك وتبين من تحليل اتجاهات الرياح ومعدلات سرعة هبوبها طبقاً لبيانات المركز الوطني للأرصاد لمحطة الأحساء، أن الاتجاه السائد للرياح الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة ٦٠% من تكرار هبوب الرياح سنوياً، بمعدل سرعة ٦,٩ عقدة، ولذلك فإن البيئة المحيطة بالشركة من جهة الجنوب والجنوب الشرقي هي أكثر المناطق تأثراً، ومنها منطقة العيون،

وهي بلدة كبيرة ذات مساحات زراعية واسعة، بالإضافة إلى الأراضي الرعوية. وعلى المستوى الفصلي يتباين تركيز أثر غبار الأسمنت من فصل لآخر؛ حيث يزداد انتشار الغبار ويقل ترسبه في الأجزاء القريبة من الشركة صيفا؛ حيث يسود الاتجاه الشمالي وشمال الشمال الغربي بمعدل سرعة تبلغ ٧,٩، مع انخفاض نسب الرطوبة وحدث الجفاف، بينما يتصف الشتاء بزيادة كمية ترسيب جزئيات الغبار المتساقط؛ حيث يسود اتجاه شمال الشمال الغربي بمعدل سرعة ٨,٢ عقدة، مع ارتفاع نسب الرطوبة وسقوط المطر، أما في الخريف فيزداد الغبار المتساقط نتيجة زيادة سرعة الرياح، بينما يقل تساقط جزئيات الغبار نسبيا في الربيع؛ حيث يسود الاتجاه الشمالي بمعدل سرعة ٧,٣ عقدة.

وبناء عليه فإن كثافة الغبار تتناسب عكسياً مع المسافة، فكلما ازداد البعد عن شركة الأسمنت قلت كثافة الغبار والعكس صحيح، ولكن في حالة وجود الظروف المناخية التي تزيد من تيارات الحمل الصاعد فوق منطقة الدراسة، مع سهولة حركة الرياح الأفقية، فإنه من الممكن أن يصل غبار الشركة إلى المناطق الجنوبية، ومنها منطقة العيون التي تبعد بمسافة ٨ كم جنوبا، وبالتالي بطبيعة الحال ينعكس ذلك بالتأثير على المكونات الطبيعية والبشرية المحيطة بمنطقة الشركة، ومنها: التربة والنبات.

٣. التربة: تتكون التربة في منطقة الدراسة من وحدتين، الأولى: مجموعة التوري أورثنتس (Torriorthents)؛ حيث توجد في البروزات الصخرية والهضاب، وتتصف بعمق الكتلة الصخرية، وهي غير صالحة للزراعة، والأخرى: مجموعة كالسي أورثيدز (Calciorthids)، وتتألف من تربة رملية طميية مرتفعة الملوحة (شكل ٣).

٤. المياه الجوفية: تتصف المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بأنها قديمة مختلفة العمق، تحملها الطبقات الجيولوجية التحت سطحية. وتوجد في منطقة الدراسة طبقتين من الطبقات الحاملة للمياه، هما: طبقتي النيوجين بسمك ٣٠٠ مترا، وطبقة الدمام بسمك ٥١ مترا (البراك، ١٩٩٣).



Source: FAO, 1992.

شكل (٣) نوع التربة في منطقة الدراسة

(ب) البيئة البشرية:

تتخصر البيئة البشرية لمنطقة الدراسة في محورين الأول: السكان؛ حيث تقع الشركة في منطقة تكاد تخلو من السكان في الجزء الشمالي للأحساء، على بعد ٣٠ كم من مدينة الهفوف، ويحيط بها في الجانب الجنوبي الشرقي مدينة العيون، والتي يبلغ عدد سكانها ١٤٩٦٥٦ نسمة حسب تعداد ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م. والآخر: القوى العاملة؛ حيث يبلغ تعداد القوى العاملة بالمشروع الصناعي ٦٠١ موظف، يمثلهم المدير، والإداريين وعددهم (١٢) إداري، وفنيين وعمال وعددهم (٤٩٠)، ومهندسين ومراقبين وعددهم (٩٨).

(ج) البيئة الحيوية:

١. الغطاء النباتي: يتألف معظم الغطاء النباتي في منطقة الدراسة ف من النباتات المعمرة والحولية، وتختلف مساحته من مكانا من موضع لآخر؛ حيث لوحظ ميدانيا نادرته في بعض الأجزاء (أقل من ١٠%)، ومتوسط في أخرى (٢٠%)، وتتمثل أهميته في أنه يشكل بيئة لنمو وتكاثر عدد من الحيوانات البرية بخلاف حرفة الرعي. ومن أهم

أنواع النباتات المتوفرة ولديها القدرة على التكيف مع البيئة الملحية، النباتات الجفافية التي تنمو في الرمل بالقرب من موقع الشركة، والنباتات الملحية التي تنمو على حدود وهوامش السبخات المنتشرة في المناطق الرملية البعيدة. وتتصف النباتات الجفافية بأنها نباتات معمرة، خشبية، كثيفة الفروع، متشابكة الجذور، تزدهر في الفترة من أبريل إلى مايو، وتشكل روابي صغيرة تتغذى عليها الإبل، وتستخدم في الرعي عندما تختفي النباتات الحولية في أواخر الربيع وبداية الصيف.

٢. الفصائل الحيوانية: توجد في المنطقة عدد من الثدييات المتعارف عليها مثل: القوارض، الثعلب الأحمر، الغرير، وبعض الأفاعي والسحالي، كما يوجد عدد من الطيور أهمها: اليمام والغراب والصدرد، ومن الطيور المهاجرة قبرة قصيرة الأصابع، وأبلق البادية (CIF, 2000).

ثالثاً: التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت:

يعتمد التحليل على الأثر البيئي لكل تغيير سلبي أو إيجابي، ينعكس على البيئة نتيجة ممارسة أي نشاط تطويري، وعليه نجد إن شركة الأسمنت السعودية بالهفوف اسهمت في تطوير الاقتصاد السعودي منذ بدء تشغيلها، وكان لها آثاراً إيجابية اجتماعية واقتصادية بارزة، ترتبط بتأمين فرص العمل للمواطنين، وتوفير مادة الأسمنت الأساسية، لتلبية الطلب على أعمال البناء والتطوير الحالية على المستوى الوطني طبقاً لرؤية ٢٠٣٠. في المقابل تعتمد صناعة الأسمنت على المادة الخام المتمثلة في الحجر الجيري والطين وبعض المواد المضافة، ومن ثم طحنها وخطها وحرقتها بغرض إنتاج مادة الكلنكر، بعد ذلك يتم تبريدها وطحن مادة الكلنكر، وإضافة مادة الجبس لإنتاج الأسمنت، وينتج عن ذلك العديد من الانبعاثات والغبار، بالإضافة إلى النفايات الصلبة، والتي تؤثر سلباً على البيئة. ويهدف التحليل توقع التأثيرات السلبية المحتملة على مكونات البيئة الطبيعية والبشرية والحيوية.

(أ) التأثير على البيئة الطبيعية:

١. جودة الهواء: تعد صناعة الأسمنت أكثر الصناعات التي تسهم في زيادة كمية الغبار الجوي؛ حيث تتسبب هذه الصناعة في إضافة كميات كبيرة للهواء من هذا الغبار، سواء أكان ذلك بسبب تهالك الفلاتر التي من المفترض أن تحول دون تطاير هذه الكميات من

الغبار الأسمنتي، أم بسبب انخفاض جودة خامات المحاجر، نتيجة ارتفاع نسبي الرطوبة والأملاح التي تقدرها المقاييس العالمية بأنها يجب ألا تتعدى ٤% و ١,٧% على الترتيب (الأعوج، ١٩٩٩). ونظرا لموضع شركة الأسمنت السعودية شمالي الأحساء في اتجاه هبوب الرياح، يجعل لها دورا فعالا في إضافة المزيد من الملوثات الغبارية إلى الجو، وينعكس أثر ذلك على المكونات الحية بالمنظومة البيئية؛ حيث يؤدي الغبار إلى تقليل الأشعة الشمسية، مما يؤثر في نمو المحاصيل؛ حيث تقلل من كفاءة عملية التمثيل الضوئي، فضلا عن أنها تسبب مشاكل صحية في الجهاز التنفسي للإنسان.

تم رصد تركيز العناصر الملوثة في البيئة المحيطة بالشركة، بواسطة مرئيات فضائية Sentinel-2 , S NAP ، ٢٠٢١، لتحليل جودة الهواء في ثلاثة مواقع شمال الشركة وجنوبها ومدينة العيون، لمدة ٢٤ ساعة (الجدول ١ والشكل ٤- أ وب)، وتبين من تحليل تركيزات العناصر: كبريتيد الهيدروجين H_2S ، وأول أكسيد الكربون CO ، والأوزون الأرضي O_3 ، والجسيمات الكلية العالقة TSP، والجسيمات الدقيقة PM_{10} ، والجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ الآتي:

أن قيم تركيزات الغازات والجسيمات العالقة والجسيمات الدقيقة في جنوب الشركة وحول مدينة العيون أعلى من الحدود المسموح به حسب المعايير البيئية، بينما في شمال الشركة سجلت معدلات أقل من الحدود المسموح بها، ويعزي ذلك إلى تأثير الرياح الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية، بالإضافة إلى تركيز التلوث في المنطقة القريبة من الشركة وامتدادها للجنوب الشرقي.

يتراوح تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين في البيئة المحيطة جنوب الشركة بين ٢٠,٣- ٢,٢١ جزء في المليون، وبلغت مساحته في الفئة ١,١- ١,٥ جزء في المليون نحو ١١٥,١٩ كم^٢، أما الفئة الأكثر من ١,٥ جزء في المليون حول مدينة العيون، والتي تقع في منصرف الرياح غطت مساحة ٩,٦٣ كم^٢. بينما شمال الشركة غطت الفئة ٠,٥- ٠,٠٨ جزء في المليون مساحة ١٠١,٧٤ كم^٢، وهي قيمة أقل في مساحة أقل؛ حيث تقع في مقدمة الرياح وليس في منصرف الرياح.

كانت قيم تركيزات غاز أول أكسيد الكربون في البيئة المحيطة بالشركة، أعلى من الحدود المسموح بها حسب المعايير البيئية؛ حيث تتراوح بين ٣٥-٥٠,٧٨ جزء في

المليون جنوب الشركة، أما في مدينة العيون فتراوح التركيز ٤٥-٤٩,٩٠ جزء في المليون. بينما كان أقل من الحدود المسموح بها شمال الشركة؛ حيث يتراوح بين ١٥-٢٥ جزء في المليون، يغطي مساحة ١٠١,٧٤ كم^٢، ويعزي ذلك إلى تأثير الرياح السائدة. تعدى قيم تركيزات غاز الأوزون في البيئة المحيطة المدروسة من الحدود المسموح بها حسب المعايير البيئية؛ حيث تتراوح بين ١,٦-٢,٠٧ جزء في المليون جنوب الشركة، أما في مدينة العيون فيتراوح ١,٠٧-١,٩٤ جزء في المليون، بسبب بعدها بمسافة ٨ كم عن موقع الشركة. بينما بلغ التركيز أقل من الحدود المسموح شمال الشركة، إذ يتراوح ٠,٠٣-٠,٠٧ جزء في المليون.

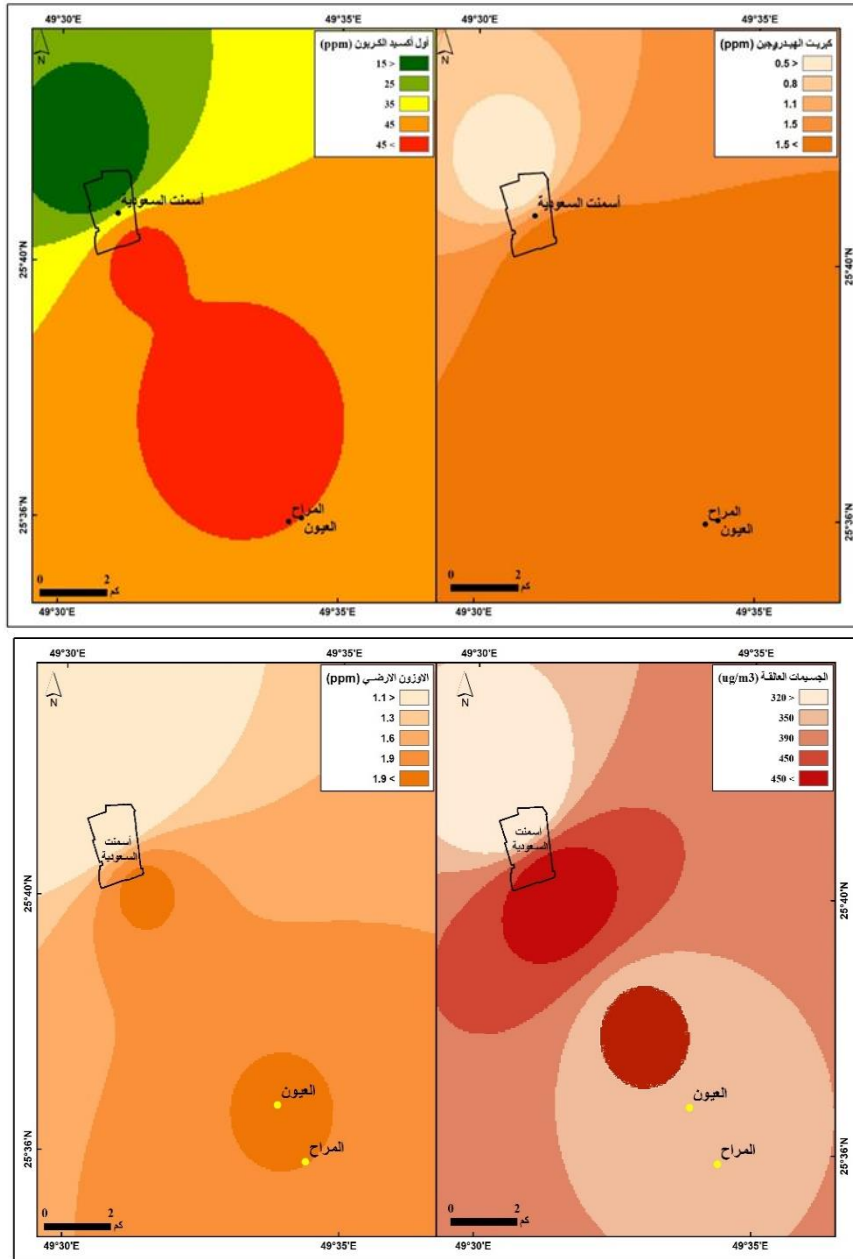
بلغ تركيز الجسيمات الدقيقة PM_{10} (Particulate Matter) ذات قطر ١٠ مايكرومتر في البيئة المحيطة أعلى من الحدود المسموح بها حسب المعايير البيئية، إذ يتراوح بين ٣٤٠-٤٠٦,٧٣ ميكروجرام/م^٣ جنوب الشركة، أما في مدينة العيون فيتراوح ٣٤٩-٣٦٠,١٥ ميكروجرام/م^٣، بينما تتراوح بين ١٨٤,٩١-٢٨٠ ميكروجرام/م^٣ شمال الشركة، وتعد القيم أقل من الحدود المسموح بها بحكم موقعها في مقدمة الرياح.

جدول (1) تركيزات الملوثات الجوية في نطاق شركة الأسمنت السعودية

النطاق	H ₂ S Pp m	المساحة كم ²	Co pp m	المساحة كم ²	O ₃ pp m	المساحة كم ²	TSP ملجم/ م ³	المساحة كم ²	PM 10 ملجم/ م ³	المساحة كم ²	PM 2.5 ملجم/ م ³	المساحة كم ²
شمال الشركة	> ٠,٠ ٥	٢٦,٢ ٢	> ١٥	١٣,٨ ٨	> ٠,١	١٤,٣ ٥	> ٣٢٠	٢٧,٣ ٩	> ٢٤٠	١١,٧ ٧	٨٠>	١٤,٤ ٩
مدينة العيون	٠,٠ ٨	٧٥,٥ ٢	٢٥	١٧,٥ ٣	٠,٠ ٣	١٥,٨ ٥	٣٥٠	٦١,٠ ٠	٢٨٠	١٧,٥ ٥	١١٠	١٥,٥ ٦
جنوب الشركة	١,١ ٠	٨٨,٩ ٨	٣٥	٣٤,٣ ٠	١,٦	٥٣,٢ ١	٣٩٠	١٠٥,٥ ٥١	٣٢٠	٣٠,٣ ٢	١٤٠	٣٠,٥ ٦
معايير الهيدرو كربون	< ١,٥	٢٦,٢ ١	٤٥	١٢١, ٥٩	١,٩	١٤٧, ٦٤	٤٥٠	٢٠,٤ ٧	٣٦٠	١١,٤ ٩	١٧٠	٣٩,٣ ٦
معايير الهيدرو كربون	< ١,٥	٩,٦٣	< ٤٥	٣٩,٢ ٦	< ١,٩	١٣,٥ ٠	< ٤٥٠	٨,٧٨	< ٣٦٠	١٥٥, ٤٢	< ١٧٠	١٢٦, ٥٨
معايير الهيدرو كربون	٠,١		٣٢		٠,١ ٢		٣٢٠		٣٤٠		٣٥	

المصدر: تم عمل الفئات وقياس مساحات العناصر بناء على بيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة، الرياض،

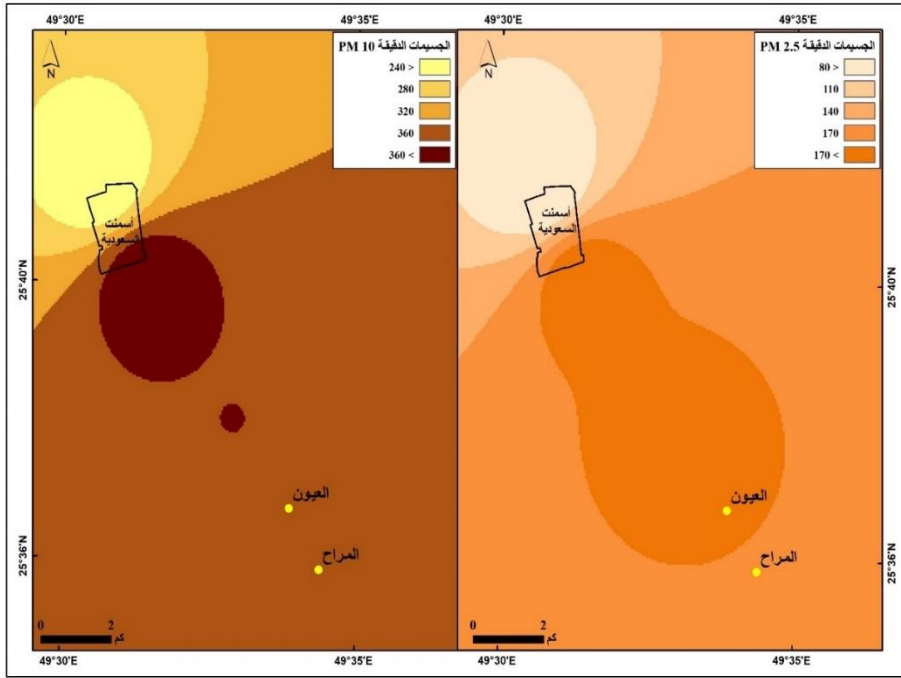
٢٠١٩، باستخدام برنامجي. ArcGIS 10.5, SNAP8



المصدر: مرئيات فضائية Sentinel-2 , S NAP ، ٢٠٢١، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج

ArcGIS 10.5, SNAP8

شكل (٤-أ) تركيزات بعض الملوثات الجوية في المنطقة المحيطة بشركة الأسمنت السعودية (٢٧/٧/٢٠١٩)



المصدر: مرئيات فضائية Sentinel-2 , S NAP ، ٢٠٢١، مقياس ١: ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج

ArcGIS 10.5, SNAP8

شكل (٤-ب) تركيزات الجسيمات الدقيقة في المنطقة المحيطة بشركة الأسمنت السعودية (٢٧/٧/٢٠١٩)

لوحظ أن تركيز الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ ذات قطر إيروديناميكي يصل إلى ٢,٥ مايكرومتر في البيئة المحيطة أعلى من الحدود المسموح بها حسب المعايير البيئية، ففي مدينة العيون تراوح بين ١٧٠,٢-٢٠٣,٣٦ ميكروجرام/م^٣، وكذلك جنوب الشركة كان أعلى من الحدود المسموح؛ حيث بلغ ١٤٠,٢-١٨٠,٠٧ ميكروجرام/م^٣. بينما في شمال الشركة كان أقل من الحدود المسموح بها؛ حيث تراوح بين ٢٣,٢٨-٢٩,٤٥ ميكروجرام/م^٣.

تعدى تركيز الجسيمات الكلية العالقة (Total Suspended Particulates)

TSP الحدود المسموح بها حسب المعايير البيئية في جنوب الشركة؛ حيث يتراوح بين ٣٥١-٤٥٠ ملليجرام/م^٣، وفي مدينة العيون فقد تراوح بين ٤٢٠-٥٥٠ ملليجرام/م^٣، بينما في شمال الشركة تراوح ٣٢٠-٣٥٠ ملليجرام/م^٣. بحكم بعدها شمالاً عن حركة الرياح المتجهة إلى الشركة من الشمال إلى الجنوب.

وتبين من تطبيق وتحليل الاستبانة أن نسبة ٨١% من حجم العينة المستجابة، أن تلوث الهواء من وجهة نظرهم كان نتيجة الغبار الأسمنتي المتصاعد أثناء وخلال مراحل الإنتاج المختلفة، بينما يرى ١٢% منهم أن تلوث الهواء بسبب الأتربة الناتجة من المحاجر والكسارات والآلات المختلفة في الشركة، والتلوث من المعادن الثقيلة مثل: الرصاص، في حين يعتقد نسبة ٧% من حجم العينة أن الشركة لا ينتج عنها أي مواد تؤدي إلى تلوث الهواء.

وبناء على ما سبق يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث نطاقات أساسية من حيث جودة الهواء الأولى: النطاق الشمالي الأقل تلوثاً للهواء، والأقل تعرضاً للأخطار، الثاني: النطاق الأوسط الأكثر تعرضاً للتلوث الهوائي والأخطر بحكم وقوع الشركة في مركزه، الأخير: النطاق الجنوبي الأقل نسبياً من النطاق الأوسط، ولكنه أكثر نسبياً من النطاق الشمالي، بحكم نقل الرياح له المخلفات الصلبة الملوثة، وبخاصة الغبار الأسمنتي.

٢. جدارة التربة:

تترسب كميات كبيرة نسبياً من الغبار الأسمنتي على التربة في طبقة رقيقة (صورة ١)، تتعرض للتصلب بمرور الوقت بعد ملامسته للماء، مما يقلل من نفاذيتها، وقابليتها للاحتفاظ به، ومعها يحدث تغيير في خواص التربة (Morghom, et al., 2000)، وبالتالي يحدث تتلوث التربة، ويؤثر ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر على شتى جوانب الحياة سواء أكان نبات، أم حيوان، أم إنسان (إبراهيم، ٢٠٠٣). ومن الطبيعي بمكان يؤثر غبار الأسمنت على خواص التربة نتيجة لاحتوائه على عدة مواد قلوية تضيف إلى التربة مواد غريبة تسبب تغيراً في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية (العرام ولامه، ١٩٩٦).



المصدر: تصوير الباحثة، ٦ / ٤ / ٢٠٢١

صورة (١) ترسب الغبار على سطح التربة جنوب الشركة

تبين من تحليل الجدول (٢) أن تربة منطقة الدراسة ذات نسيج رملي لومي، ولومي رملي. وتعمل التربة الطميية حول الشركة على زيادة احتمالات بقاء العوادم الناتجة من الشركة على سطحها لمدة طويلة، أما التربة الرملية الطميية فهي تتصف بانخفاض قدرها على الاحتفاظ بالماء، مما يزيد من إمكانية ترشح الغبار الملوث ونقله إلى الأعماق تحت السطحية لهذه التربة (عبد الجواد، ١٩٩٣)، ويظهر تأثير الغبار من نتائج تحليل العناصر؛ حيث تراوحت قيمة الرقم الهيدروجيني PH ما بين ٧,١ - ١٠,٥، وبالتالي فإن التربة القلوية في هذه الحالة تؤثر في الأحياء الدقيقة التي تعيش بها من بكتريا وفطريات وديدان وخلايا حيوانات أولية، وبالتالي تعطيل الدورة الطبيعية للكائنات الحية، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم، التي قد تراوحت بين ١,٩٦ - ٨٢,٨٥%، وعنصر الكربون ٠,٥٠ - ٢,٦٦%.

جدول (٢) نتائج تحليل العناصر الميكانيكية والكيميائية لعينات التربة في نطاق شركة

الأسمنت السعودية

العناصر	العينات	الرمل %	السلت %	الطين %	PH	كربونات الكالسيوم %	الكربون %
العمق ١٠ سم	تربة نبات طبيعي	٩٠	٦	٤	١٠,١	٢٠,٢٩	٠,٥٦
	تربة زراعية	٧٦	١٦	٨	١٠,٥	١,٦٩	٠,٩٣
	تربة نبات طبيعي	٧٦	١٦	٨	٨,٥	١٧,٧٥	٠,٨١
	تربة نبات طبيعي	٣٠	٤٤	٢٦	١٠,٢	٨٢,٨٥	٣,٤٩
	تربة زراعية	٧٣	١٤,٩٠	١٢	٧,٩٠	٢٥,٩٠	١,٤٥
العمق ٤٠ سم	تربة زراعية	٧٤	١٦	١٠	١٠,٢	٣٨,٠٥	٢,٢١
	تربة نبات طبيعي	٩٠	٦	٤	١٠,٢	٢٥,٣٦	٠,٥٠
	تربة زراعية	٨٢	١٢	٦	٧,٣	٢٠,٢٩	٠,٨٤
	تربة زراعية	٨٠	١٠	١٠	١٠,٣	٤٣,٩٦	٠,٩٥
	تربة نبات طبيعي	٥٨	١٧	٢٥	٧,١	٩,٣٠	٢,٦٦

المصدر: العينات من تجميع الباحثة، وتم التحليل في معمل كلية الزراعة، جامعة الملك فيصل، أبريل

٢٠٢١.

تبين من تحليل الإحصاءات الوصفية لتركيزات العناصر الثقيلة لعينات التربة المأخوذة من حول مصنع الأسمنت ومقارنتها بالقيم الأساسية بالجدول (٣) والشكل (٥)، بعد ترتيب متوسط قيم العناصر التي تم تحليلها حسب العمق على النحو كالتالي: الكروم، الزنك، النيكل، الزرنيخ، الرصاص، النحاس، ثم الكاديوم. أن نتائج تركيزات الكروم والزنك كانت الأعلى على مستوى الأعماق المدروسة سواء أكانت ٥ سم أم ٣٠ سم، بينما كانت تركيزات الكاديوم أقل العناصر تركيزاً في التربة؛ وبخاصة على عمق ٥ سم. وتعد النتائج قريبة من قياسات ليندسي (Lindsay, 1979)، ويعزي ذلك إلى ارتفاع تركيز كربونات الكالسيوم في التربة (انظر جدول ٢). ولتقييم مستوى تلوث التربة بالعناصر الثقيلة طبقاً لعينات التربة التي جمعت من منطقة الدراسة، تم تطبيق مؤشر التراكم الجغرافي (IGEO) ومؤشر التلوث (PI) كما يلي:

جدول (٣) قيم التركيزات الكلية للعناصر الثقيلة، ومؤشر التراكم الجغرافي، ومؤشر التلوث في

تربة منطقة الدراسة طبقاً للعمق

التركيبة الأساسية القيمة مليجرام/كجم	التركيزات على عمق ٥ سم مليجرام/كجم			التركيزات على عمق ٣٠ سم مليجرام/كجم			مؤشر التراكم الجغرافي (٢) I _{geo}			مؤشر التلوث (٣) PI		
	أعلى	أقل	المتوسط	أعلى	أقل	المتوسط	أعلى	أقل	المتوسط	أعلى	أقل	المتوسط
٢,١٢	٢٥,٠	٠,٠	٦,١	١٧,٠	٠,٠	٣,٠	٢,٠	-	٠,٩	١١,٠	٠,٠	٢,٩
As	٣	٢	٨	٤	٠,٧	٥	٩٩	٣,٩٩	٦	٩٣	٠,٩	٢
٠,١٢	٠,٨	٠,٠	٠,٥	١,٦	٠,٠	٠,١	٢,٠	٠,٠	١,٦	٧,١	٢,٠	٤,٥
Cd	٦	٣	٥	٣	٠,٣	٧	٢٦	٧٤	١	٧	٥	٩
٤,٢٩	٩٩,٠	٠,٠	٢٣,٠	٤٢,٠	٠,٠	١٠,٠	٣,٠	-	١,٨	٢٣,٠	٠,٠	٥,٥
Cr م	٥	٥	٨٣	٧	١٤	١٦	٩٥	٦٩	٩	١٩	١٢	٥
١٩,٦٦	٢٢,٠	٢,٠	٨,٩	١٠,٠	٠,٠	٥,١	-	-	-	١,١	٠,٠	٠,٤
Cu	٢	٠	٦	١٢	٦	٨	٠,٠	٣,٠	١,٧	٣	١٠	٦
٤,١٨	٢٩,٠	٠,٠	٩,٢	١٢,٠	٠,٠	٤,٣	٢,٠	-	٠,٥	٦,٩	٠,٠	٢,٢
Ni	٣	٣	٣	١٠	١٠	٢	٢١	٤,٣٩	٦	٤	٠,٧	١
٢,٢٤	٢٢,٠	٠,٠	٦,٥	١٤,٠	٠,٠	٦,١	٢,٠	-	٠,٩	١٠,٠	٠,٠	٢,٩
Pb	٩	٢	١	٦	٠,٦	٩	٧٧	٠,٧	٥	٢٢	٠,٩	١
١٨,٢٣	٩٣,٠	٢,٠	٢٣,٠	٤٨,٠	٠,٠	١٥,٠	١,٠	-	-	٥,١	٠,٠	١,٣
Zn	٠,٣	٣	٧٥	٠,٢	٥٢	٠,٩	٧٧	٥٧	٣	٠	١٣	٠

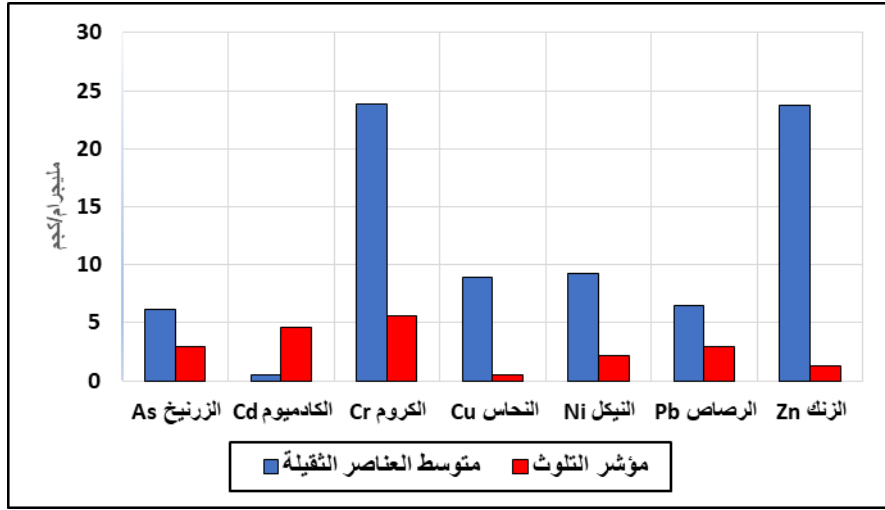
المصدر: نتائج عينات من تجميع الباحثة ميدانياً، والتحليل تم في معمل كلية العلوم،

جامعة الملك فيصل، أبريل ٢٠٢١.

١. القيم الأساسية: (Nadeem, et al., 2011).

٢. مؤشر التراكم الجغرافي: من حساب الباحثة بناء على معادلة (Nowrouzi and Pourkhabbaz, 2014)، وتم المقارنة بالحدود الآتية: Igeo < ٠ - Igeo ٠-1 غير ملوث إلى ملوث باعتدال، Igeo 1-2 ملوث بشكل معتدل، Igeo 2-3 متوسط إلى شديد التلوث، Igeo 3-4 ملوث بشدة، Igeo 4-5 ملوث للغاية إلى درجة تلوث شديد، Igeo > 5 درجة تلوث شديدة جداً

٣. مؤشر التلوث: من حساب الباحثة بناء على معادلة (Faiz, et al., 2009) وتم المقارنة بالحدود الآتية: $PI \leq 1$ مستوى منخفض من التلوث، $PI \geq 1-3$ مستوى متوسط من التلوث، $PI \leq 3$ ارتفاع مستوى التلوث.



شكل (٥) متوسطات العناصر الثقيلة ومؤشرات التلوث في تربة منطقة الدراسة على عمق ٥ سم

حساب مؤشر التراكم الجغرافي بناء على المعادلة: $I_{geo} = \log_2 (C_n / 1.5B_n)$ ؛ حيث أن C_n : تركيز العنصر الذي تم تحليله، و B_n : القيمة الأساسية للعنصر. ويستخدم هذا المؤشر في الأصل مع الرواسب السفلى، ويتضح من القيم القصوى والدنيا والمتوسط لنتائج تطبيق مؤشر التراكم الجغرافي أن التربة غير ملوثة بعنصر النحاس، وملوثة بشكل معتدل بعنصر الزنك، ومتوسطة إلى شديدة التلوث بعناصر الزرنيخ والكاديوم والنيكل والرصاص، وملوثة بشدة بعنصر الكروم.

حساب مؤشر التلوث بناء على المعادلة: $PI = C_n / B_n$. ويتضح من القيم القصوى والدنيا والمتوسط لنتائج تطبيق مؤشر تلوث أن معظم عينات التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة كانت أكثر قرباً من مصنع الأسمت. وعليه يمكن تصنيف تربة منطقة الدراسة على أنها متوسطة إلى ملوثة بشدة بعناصر الزرنيخ والكاديوم والرصاص والنيكل، وشديدة التلوث بعنصر الكروم، في حين أنها ملوثة بدرجة معتدلة بعنصر الزنك. وكانت أكثر المواقع تلوثاً بشكل عام تقع على مسافة تتراوح بين ٠ - ١٠٠٠ متراً من موضع الشركة، الأمر الذي أثر على القدرة البيولوجية لهذه التربة.

٣. المياه الجوفية:

تبين من خلال دراسة عناصر البيئة الطبيعية بهذه المنطقة وجود مخزون من الماء الجوفي، تتميز به بيئة منطقة الدراسة، ومن ثم فإن عمليات التصنيع وما سوف يصاحبها من وجود مخلفات سائلة تحتوى على شوائب ورواسب عمليات التصنيع صلبة وسائلة ومذابة من شأن ذلك أن يقلل بفعل مياه الأمطار من مستوى نقاء المياه وجودتها، والضرر في هذه الحالة لا يتوقف على الحدود المكانية للمنطقة الصناعية بل إن هذه المياه هي مصدر عمليات ري المحاصيل التي تزرع بواحة الأحساء ومصدر مياه الشرب للحيوانات، بشكل أساسي مما يزيد من احتمالية اتساع دائرة الضرر الذى سترتب على تلوث مخزون الماء الجوفي، يضاف إلى كل ذلك أن المصدر الدائم لمياه الاستخدامات المدنية- بخلاف مياه الشرب- هو المياه الجوفية مما يزيد من حجم المشكلة.

(ب) التأثير على البيئة البشرية:

١. صحة السكان:

على الرغم من التأثير الإيجابي للشركة من حيث توفير عديد من فرص العمل للسكان؛ حيث بلغت نسبة العمالة السعودية ٥٥,٩٥% من القوى العاملة بالشركة (شركة الأسمنت السعودية، ٢٠١٩)، إلا أنه تبين من تحليل نتائج الاستبيان المطبقة على أفراد عينة الدراسة من السكان القاطنين شمال وجنوب منطقة الشركة، أن أغلب السكان يعانون من أمراض الجهاز التنفسي التي ترتبط بالغبار الأسمنتي، ولا سيما سكان الجزء الجنوبي من الشركة؛ وذلك لوقوع الجنوب في منصرف الرياح السائدة بالمنطقة، بينما يقل تأثير الغبار على السكان شمالي منطقة الدراسة نسبياً. وكانت أكثر الأمراض هي: حساسية الصدر وحساسية العيون والجيوب الأنفية بنسبة ٣٤% و ٢٦% و ١٢% من عدد المرضى على التوالي، أما الإصابات في الجزء الشمالي فنقل؛ حيث كانت بنسبة ١٤% و ٨% و ٦% لأمراض حساسية الصدر والعيون والجيوب الأنفية على التوالي، بالإضافة إلى ذلك يؤثر الضجيج الناتج أثناء تشغيل الآلات والأفران والطواحين، داخل الشركة والكسارات بالتلوث السمعي.

ومن الطبيعي بمكان أن يتسبب استنشاق غبار الأسمنت والكلينكر بمرض التليف الرئوي، كما يؤثر على صحة وسلامة العيون أيضاً، كما يتسبب في الإصابة بأمراض

الرئة بشكل عام. ذلك وتُسبب التركيزات المرتفعة من غاز أول أكسيد الكربون تغيرات فسيولوجية في جسم الإنسان؛ حيث يتحد غاز الكربون مع الدم بشكل أسرع من الأكسجين بنحو ١٥٠-٢٠٠ مرة ويسبب حرمان الجسم من الأكسجين. كما تؤثر أكاسيد الكبريت على الأغشية المخاطية والقصبات الهوائية، والتركيزات المرتفعة منه تسبب الاحتراق، أما غاز كبريتيد الهيدروجين فيتسبب بخمول القدرة على التفكير. أما الضباب الدخاني الذي يصدر عن صناعة الأسمنت بسبب إحراق الفحم ومشتقات النفط بالفرن فله تأثير على العيون والتهاب الشعب الرئوية والقصبات الهوائية ويسبب أمراض الرئة (Environment Agency, 2011).

٢. النشاط الزراعي:

تعد الزراعة من أهم الأنشطة التي يمارسها السكان في منطقة الدراسة، غير أنه لوحظ خلال الدراسة الميدانية تأثر المحاصيل الزراعية بغبار الشركة؛ حيث ظهر ضعف بناء الحبوب في السنابل، نظرًا لتراكم الغبار عليها في بداية مرحلة النمو، الأمر الذي يؤدي إلى عدم اكتمال نموها، وخاصة في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من الشركة الواقع في منصرف الرياح، وبالتالي ضعف المحصول وقلّة الإنتاج بنسبة تبلغ نحو ٣٢%، مع وجود صعوبة في الحصاد.

٣. النشاط الرعوي:

تكاد تتعدم ممارسة النشاط الرعوي في منطقة الشركة، وبعض الرعاة يمارسون المهنة في الأراضي الزراعية الخاصة بهم، وبعضهم الآخر انتقل لمنطقة بعيدة عن الشركة، وذكر الرعاة تعرض حيواناتهم للهزال، والضعف، وتساقط الشعر، وتأثر جلودها، وأسنانها نتيجة تلوث النباتات التي تتغذى عليها بغبار الشركة، ويعزي ذلك إلى أن المراعي الطبيعية في المنطقة الواقعة جنوب الشركة تتصف بضالتها وقصرها وقلّة كثافتها نتيجة تعرضها للغبار، وارتفاع قلوية التربة.

(ج) التأثير على البيئة الحيوية:

١. النبات الطبيعي:

تشير كثير من الدراسات أن الخطر الناجم عن الغبار على النبات، يرجع إلى نعومته وصغر حجم حبيباته، مما يجعله يلتصق بأوراق وأغصان النبات فيحجب أشعة الشمس عن الخلايا النباتية، ويصعب عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي يضعف نموها ويقل إنتاجها (صورة ٢)، وفي بعض الحالات يحدث موت النبات قبل وقته الطبيعي (الصل والقي، ٢٠٠٤)، كما يتسبب الغبار الأسمتي في انخفاض محتوى المادة الخضراء والمحتوى البروتيني للنبات وعدم قدرته على امتصاص العناصر المهمة مثل: الفوسفور (Ade- Ademilua & obalola, 2008).



المصدر: تصوير الباحثة، ٦ / ٤ / ٢٠٢١

صورة (٢) نموذج لجفاف النباتات في منطقة الدراسة بفعل التلوث بالغبار الأسمتي

ويؤثر الغبار على كثافة الغطاء النباتي وتدهوره، وذلك بناء على سمك الغبار المتراكم على التربة (جدول ٤)؛ حيث تبين خلال القياسات الميدانية أن كثافة النبات تتناقص تدريجياً كلما اقتربنا من الشركة؛ وبخاصة في الاتجاه الجنوبي والجنوبي الشرقي، نتيجة زيادة سمك الغبار المتراكم على التربة، وبالتالي زيادة تعرضه بالتدهور، بينما تزداد الكثافة النباتية كلما ابتعدنا عن الشركة، وبالتالي يقل تدهورها؛ حيث تبلغ كثافة النبات ٠,٠٣١ نبتة/م^٢ على مسافة ٥٠٠ متراً من الشركة، وتبلغ ٠,١٧ نبتة/م^٢ على مسافة

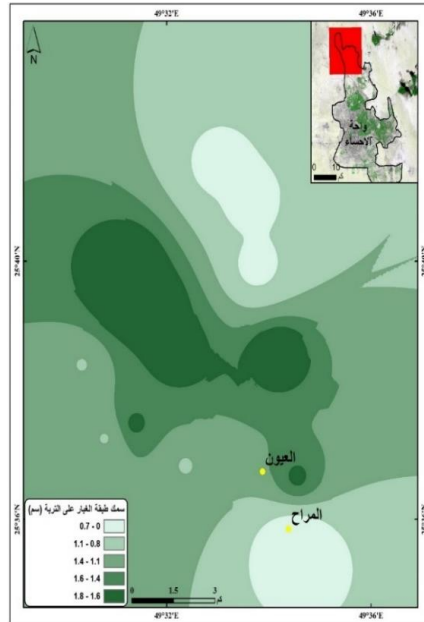
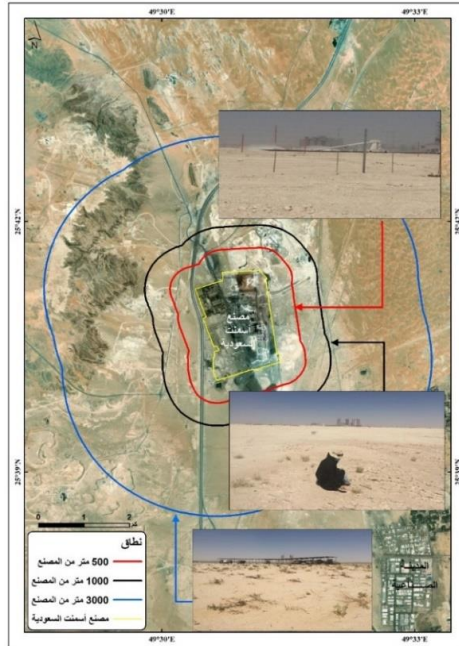
١٥٠٠ متراً، بينما تبلغ ٢,٣ نبتة/م^٢ على بعد ٣٠٠٠ متراً، أي يتصف الغطاء النباتي بزيادة كثافته كلما ابتعدنا عن الشركة، ويزداد سمك الغبار وتدهور النبات كلما اقتربنا من الشركة (شكل ٦).

ومن تحليل مؤشر اخضرار النبات بالشكل (٧) تبين أن مساحة تغطي ٠,٠٥٤ كم^٢ منعدمة الغطاء النباتي بنسبة ٠,٠٢% من مساحة منطقة الدراسة، وأن نحو ٢١٦ كم^٢ بها أقل من ٠,٢ من النبات بنسبة ٩٥,٣%، بينما يتراوح مؤشر اخضرار النبات الطبيعي في مساحة تبلغ نحو ١٠ كم^٢ بين ٠,٢-٠,٨ بنسبة ٤,٦٨% من مساحة منطقة الدراسة، وعليه نؤكد تسبب الغبار في تدمير النباتات المحيطة بالشركة؛ حيث كان له تأثيراً سلبياً على نمو الأشجار والشجيرات، بسبب تساقط حبيبات الغبار والغازات المحملة ببعض أنواع المعادن الثقيلة الناتجة عن الشركة، بالإضافة إلى تدهور وتراجع مساحات الغطاء النباتي كلما اقتربنا من الشركة.

جدول (٤) التباين المكاني للتلوث البيئي في النطاق الممتد بين الشركة شمالاً ومنطقة العيون جنوباً

البيان	سمك الغبار على التربة (سم)	كثافة النبات (نبتة/م ^٢)	درجة تدهور النبات
مسافة ٥٠٠ (متراً)	١,٨٤	٠,٠٣١	مرتفع
مسافة ١٥٠٠ (متراً)	١,١٢	٠,١٧	متوسط
مسافة ٣٠٠٠ (متراً)	٠,٥٦	٢,٣	ضعيف

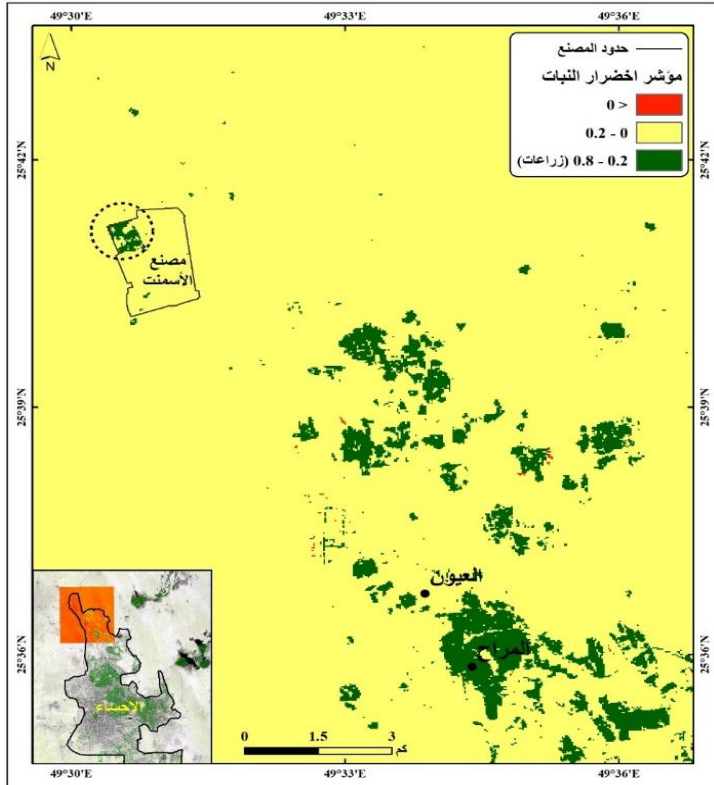
المصدر: الرصد والقياس الميداني للباحثة في ديسمبر ٢٠٢١م.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على مرئيات فضائية SNAP ، Sentinel-2 ، ٢٠٢١، مقياس ١:

٥٠٠٠٠ باستخدام برنامجي ArcGIS 10.5, SNAP8

شكل (٦) التباين المكاني للتلوث البيئي بالغبار الأسمنتي بين الشركة ومنطقة العيون



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على مرئيات فضائية SNAP ، Sentinel-2 ، ٢٠٢١، مقياس ١:

٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج ENVI 5.3

شكل (٧) تدرج تدهور الغطاء النباتي في البيئة المحيطة بالشركة بالاتجاه شمالاً طبقاً لمؤشر اخضرار النبات

٢. الحيوانات البرية:

غالبًا ما ترتبط الفصائل الحيوانية التي توجد في المنطقة بالحياة النباتية؛ حيث تتنوع ويزيد كثافة وجودها كلما زاد تنوع وكثافة الغطاء النباتي المرتبطة بها، والتي يشكل الغذاء الأساسي لها. ومن الطبيعي بمكان أن يؤثر الغبار في صحة الحيوانات البرية؛ حيث تتعرض للإصابة بالأمراض أو النفوق من جراء استنشاق الغبار، أو تلجأ للهجرة إلى بيئة بديلة (بريك، ٢٠١٥، ص ٢٠٦). وبناء على الاستبانة والمسح الميداني، لوحظ قلة التنوع الأحيائي في المنطقة المحيطة بالشركة، وهجرة وانقراض الكائنات الحية، بسبب الملوثات الناتجة من الشركة التي تؤدي إلى تغير الظروف الملائمة لحياتها، كما تبين ظهور

أعراض مرضية على بعضها مثل: النحافة وجفاف الجلد الأغشية المخاطية للفم والعينين واسوداد الأسنان وجفاف الصوف وسهولة انتزاعه، كما أن هناك تناقصاً ملموساً في نسبة تكاثر الحيوانات المصابة عن نظيرتها السليمة صحياً، كما ظهرت أعراض الهزال والضعف العام والعرج على بعضها، كما ظهرت بها أعراض ليونة العظام، وتلوث الأسنان وتآكلها، وتعرضها للسقوط بسهولة، ويحدث ذلك بصفة خاصة في نطاق الشركة بقطر كيلومترين، وبالمقارنة بالحيوانات البرية التي توجد في مناطق أكثر بعداً عن مصدر التلوث. ويرى ٩٢% ممن تم تطبيق الاستبانة عليهم، أن للغبار الأسمنتي أثراً كبيراً على تدهور ونمو النباتات الطبيعية حول الشركة، واختفاء أنواع عديدة من الحيوانات البرية التي تعيش في البيئة المحيطة بها، بينما يعتقد ٧% من العينة أنه لا توجد تأثير للشركة على النباتات الطبيعية والحياة البرية المحيطة به.

رابعاً: تقييم التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت:

تم اجراء تقييم التأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت اعتماداً على تصنيف المشاريع بمختلف أنواعها (طبقاً للائحة التنفيذية لحماية البيئة السعودية)، وبناء على مستوى التأثيرات المتوقعة عن مثل هذه المشاريع من حيث طبيعة التأثير، ومداه الزماني، ودرجة التأثير، والتي تصنف إلى ثلاث فئات طبقاً لمجموعة البنك الدولي، الفئة الأولى: المشاريع ذات التأثيرات البيئية المحدودة، الفئة الثانية: المشاريع ذات التأثيرات البيئية الهامة، الفئة الثالثة: المشاريع ذات التأثيرات البيئية الخطيرة (الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠٢٠).

و طبقاً للتحليل السابق للتأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت بشركة الأسمنت السعودية، واستخدام أسلوب المصفوفة لتقييم التأثير البيئي لها (جدول ٥)، توصلت الدراسة إلى أن شركة الأسمنت السعودية بالهفوف، تعد من مشاريع الفئة الثانية ذات التأثيرات البيئية الهامة.

جدول (٥) مصفوفة تقييم التأثيرات البيئية لشركة أسمنت السعودية بالهفوف

عناصر البيئة	العناصر التفصيلية	وصف التأثير		المدة الزمنية للتأثير		طبيعة التأثير			درجة التأثير	
		إيجابي	سلبي	قصير	طويل	مباشر	غير مباشر	محدود	متوسط	شد يد
الطبيعية	جودة الهواء	✓		✓		✓			✓	
	جدارة التربة		✓		✓	✓			✓	
	المياه الجوفية		✓		✓		✓		✓	
البشرية	القوى العاملة	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
	صحة السكان		✓		✓	✓			✓	
	النشاط الزراعي		✓		✓	✓			✓	
	النشاط الرعوي		✓		✓	✓			✓	
	الضوضاء		✓		✓	✓		✓		
الحيوية	النبات الطبيعي		✓		✓	✓			✓	
	الحيوانات البرية		✓		✓	✓			✓	

خامساً: مقترحات التخفيف من التأثيرات السلبية:

بناء على عمليتي التحليل والتقييم للتأثيرات البيئية لصناعة الأسمنت، وبناء على آراء مجتمع الدراسة، وضعت بعض المقترحات للتخفيف من التأثيرات السلبية، وتعتمد استراتيجية التخفيف على محاور ثلاثة هي:

- تجنب حدوث التأثيرات السلبية بتطبيق آليات التخفيف المتعلقة بالجانب التقني؛ حيث اقترح ٧٢% من السكان والعاملين تركيب أنواع حديثة من الفلاتر لامتصاص الغازات والغبار المتصاعد من فوهات المداخل المختلفة داخل الشركة، والتي يجب تغييرها بشكل دوري، وكذلك صيانتها، واستبدال الفلاتر غير الصالحة لحظة فسادها.
- التخفيف من التأثيرات بهدف التقليل من اثارها طبقاً للإمكانات المتاحة لعملية التشغيل. وفي هذا يرى نسبة ١٤% من العينة أن أفضل طريقة للتخلص من الملوثات الناتجة من مصنع الأسمنت هو إبعادها عن التجمعات السكانية

والمناطق الزراعية، بينما يرى ٤% ضرورة متابعة ومراقبة هذه الشركة، وإصدار القوانين التي تمنع أو تحد من انبعاثات مخلفاتها، والعمل على فرض ضرائب وعقوبات صارمة عليها إذا تجاوزت النسب المسموح بها، بالإضافة إلى تطبيق قانون رقم ٧ لسنة ١٩٨٢ لحماية البيئة.

▪ التعويضات البيئية والاجتماعية للتأثيرات المباشرة التي لا يمكن تجنبها، اعتماداً على مبدأ الملوث يدفع "Polluter pays" من قبل الجهات المعنية بالبيئة، وإدارة شركة الأسمنت السعودية، والمسؤولة عن عمليات الجمع والنقل والمعالجة لمخلفات صناعة الأسمنت.

النتائج والتوصيات:

بناءً على المناقشة والتحليل القائم على نتائج التحليل المعلمي وفحص المرئيات الفضائية، بالإضافة إلى التحقق الميداني توصلت الدراسة إلى ما يلي:

جاء اختيار موقع شركة الأسمنت السعودية بالهفوف، دون مراعاة الظروف البيئية منها: الاتجاه السائد للرياح، والتغيرات المستقبلية للتمدد العمراني ونمو السكان، والخصائص الحيوية للتربة وما هو قائم عليها من نشاط زراعي ورعوي في البيئة المحيطة بالموقع؛ حيث تبين أن الرياح من أهم العوامل المؤثرة في إبراز التأثيرات السلبية للشركة، بالإضافة إلى نوعية التربة وخصائصها الكيميائية التي تغيرت طبقاتها السطحية. وتصنف تربة منطقة الدراسة على أنها متوسطة إلى شديدة التلوث بعناصر الزرنيخ، والكاديوم، والرصاص، والنيكل، وشديدة التلوث بالنيكل، بينما معتدلة التلوث بالزنك، وكانت أكثر المواقع تلوثاً تقع على بعد يصل إلى واحد كيلومتر من مصنع الأسمنت بالاتجاه جنوباً، وبالتالي أثرت سلبيًا على نمو النبات الطبيعي، وإنتاج المحاصيل الزراعية.

يتأثر المحاصيل الزراعية وإنتاجيتها بالغبار الأسمنتي؛ حيث تراجع الإنتاج بنسبة نحو ٣٢%، كما تعرضت الحيوانات للهزال، والضعف، وتساقط الشعر، وتأثر جلودها، وأسنانها نتيجة تلوث النباتات التي تتغذى عليها بغبار الأسمنتي، بالإضافة إلى تناقص كثافة النباتات تدريجيًا كلما اقتربنا من الشركة، وخاصة في الاتجاه الجنوبي والجنوبي الشرقي، بينما تزداد الكثافة كلما ابتعدنا عن الشركة؛ حيث تبلغ ٠,٠٣١ نبتة/م^٢ على

مسافة ٥٠٠ متراً، و٠,١٧ نبتة/م^٢ على مسافة ١٥٠٠ متراً، بينما بلغت ٢,٣ نبتة/م^٢ على مسافة ٣٠٠٠ متراً من الشركة.

يتصف الهواء في منطقة الشركة، وبخاصة الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي بالتلوث بغازات كبريتيد الهيدروجين، وأول أكسيد الكربون، والأوزون؛ حيث تتجاوز القيم الحدود المسموح بها، فجندها تتراوح بين ٢,٢١-٢,٠٣ جزء في المليون، و٣٥-٥٠,٧٨ جزء في المليون، و١,٩٤-٢,٠٧ جزء في المليون على التوالي. بالإضافة إلى أن الجسيمات الدقيقة PM_{2.5}، والجسيمات الدقيقة PM₁₀ جنوب الشركة تفوق معدلها الحدود المسموح؛ حيث تتراوح بين ١٨٠,٠٧ و ٢٠٣,٣٦ ميكروجرام/م^٣، ٣٦٠,١٥ و ٤٠٦,٧٣ ميكروجرام/م^٣ على التوالي. أما الجسيمات الكلية TSP فيتراوح معدلها بين ٣٣٠ و ٥٥٠ مليجرام/م^٣، وتبين من تحليل الاستبانة أن ٨١% من مفردات العينة، يرون أن الهواء يتلوث نتيجة الغبار الصاعد أثناء مراحل الإنتاج المختلفة لصناعة الأسمنت.

تبين أن أغلب السكان يعانون من أمراض الجهاز التنفسي التي ترتبط بالغبار الأسمنتي، ولا سيما سكان الجزء الجنوبي من الشركة، بينما يقل التأثير على سكان شمالي منطقة الدراسة، وتعد أكثر الأمراض حدوثاً هي: حساسية الصدر بنسبة ٣٤% من عدد المصابين، وحساسية العيون بنسبة ٢٦% من عدد المصابين، وهما يمثلان ٦٠% من الحالات المرضية، وتبلغ نسبة مرضى الجيوب الأنفية ١٢%، أما الإصابات في الجزء الشمالي فبلغت ١٤% و ٨% و ٦% لأمراض حساسية الصدر والعيون والجيوب الأنفية على التوالي.

وبناء عليه توصي الدراسة بالآتي:

١. تعاون الجهات المعنية شركة الأسمنت السعودية لتثمين الوقود البديل؛ حيث يمثل نسبة ٧٠% من الطاقة في مصانع الأسمنت من المخلفات ذات القيمة الحرارية العالية.
٢. النظر في إمكانية نقل عابري الإنتاج إلى الجهة الغربية بعيداً عن اتجاه منصرف الرياح وبالقرب من المادة الخام.

٣. إحلال وتجديد فلاتر مداخن الشركة بصفة مستمرة، للتحكم في تطاير الغبار الأسمنتي، والحد من تلوث الهواء.
٤. إجراء الفحص الدوري على العاملين وأسرهم، والمواطنين بالمنطقة المحيطة بالمصانع، وتوفير الرعاية الصحية اللازمة بمستوصفات ومستشفيات متخصصة في هذا المجال.
٥. إعداد دورات تدريبية للعاملين بالشركة بصفة مستمرة في السلامة البيئية والمهنية، وتعريفهم بأخطار التلوث البيئي.
٦. وضع خطة إدارة بيئية ذات منهجية واضحة لإدارة عناصر البيئة المحيطة بالشركة، بما يضمن عدم استنزافها وتحقيق استدامتها.

المصادر والمراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- إبراهيم، محمد نجيب (٢٠٠٣)، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابياً وسلبياً، دار الفكر العربي، القاهرة.
- الأسمنت السعودية [/https://saudicement.com.sa/ar/company-profile](https://saudicement.com.sa/ar/company-profile)
- الأوج، طلعت إبراهيم (١٩٩٩)، التلوث الهوائي والبيئة، الجزء الأول، مكتبة الأسرة، الهيئة العامة للكتاب، القاهرة.
- البراك، سعد عبد الله (١٩٩٣) خصائص أراضي الأحساء الزراعية، مطابع الحسين الحديثة، الأحساء، السعودية.
- بريك، عادل (٢٠١٥م) الآثار البيئية لشركة أسمنت الفتاح "بدرة - ليبيا: دراسة جغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة - كلية الآداب، مج ٧٥، ع ٧، القاهرة.
- بلاكرشنان، سانتوس؛ المعمر، العنود (٢٠١٨)، كتيب قطاع الأسمنت في المملكة العربية السعودية - نظرتنا لعام ٢٠١٨: القطاع في طريقه لتعافٍ متواضع، الرياض المالية، الرياض.
- التركماني، جودة فتحي (٢٠١٩)، أصول البحث الجغرافي: النظرية والتطبيق، القاهرة، مصر، دار الثقافة العربية.
- جدوى للاستثمار، أبحاث قطاعات السوق (٢٠٠٨)، تقرير صناعة الأسمنت في السعودية، الرياض.
- شركة الأسمنت السعودية (٢٠١٩) التقرير السنوي، الأقوى في البناء، الأحساء.
- الصل، ميلاد محمد؛ القبلي، هدى شعبان (٢٠٠٤)، تأثير صناعة الأسمنت على بعض النباتات في المنطقة الواقعة بين الخمس ومصراته، مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، المجلد الثالث، العدد الثالث، جامعة سبها، سبها.
- الصل، ميلاد؛ مليطان، عبد المجيد (٢٠٠٦)، أضرار صناعة الأسمنت على أشجار اللوز والتين في منطقة المرقب بليبيا، المؤتمر الدولي الثالث للتنمية والبيئة في الوطن العربي، ٢١-٢٣ مارس، أسيوط.

- الصل، ميلاد؛ مليطان، عبد المجيد؛ فريج، إيمان (٢٠١٩)، تقييم الأثر البيئي لصناعة الأسمنت على شجيرة التين، عدد خاص بالمؤتمر السنوي الثالث حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية، جامعة مصراته، ليبيا.
- الصل، ميلاد؛ والتاجوري، نوري (٢٠٠٧)، تأثير غبار الأسمنت على نباتات القمح والشعير من الناحيتين الظاهرية والوظيفية، رسالة ماجستير، قسم النبات، كلية العلوم، جامعة مصراته، ليبيا.
- عامر، محمد؛ وسليمان، مصطفى (٢٠٠٣)، تلوث البيئة مشكلة العصر (دراسة علمية حول مشكلة التلوث وحماية صحة البيئة)، دار الكتاب الحديث، القاهرة.
- عبد الجواد، أحمد عبد الوهاب (١٩٩٣)، تلوث التربة الزراعية، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة.
- العرام، فتحي أحمد، لامه، محمد أحمد (١٩٩٦)، التلوث البيئي وتأثيراته المختلفة على المدن، مجلة كلية الآداب والتربية، بنغازي، العدد ١٩.
- الفقى، محمد عبد القادر (١٩٩٩)، البيئة، مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، مكتبة الأسرة، الهيئة العامة للكتاب، القاهرة.
- موسى، علي حسن (١٩٩١)، المناخ الأصغري، دار دمشق، دمشق.
- الهيئة العامة للإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي، الرياض، الفترة ١٩٦٠ - ٢٠٢٠.
- الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة (٢٠٢٠): دليل المستثمر للتصاريح البيئية والتأهيل للعمل البيئي، تم الاسترداد بتاريخ ٢٧/٣/٢٠٢٢
<https://ncm.gov.sa/Ar/EService/Documents/Investor%20Guide.pdf>
- وزارة البترول والثروة المعدنية بالمملكة العربية السعودية، المديرية العامة للثروة المعدنية، خريطة جيولوجية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠٠، عام ١٩٧٩.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة (٢٠١٩)، بيانات غير منشورة، الرياض.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Ade- Ademilua, O.E. and obalola, D.A. (2008), The Effect of Cement Dust Pollution on Celosia Argentea (Lagos Spinach) Plant. J. Env. Sci. and Tec., 1(2), PP.47-55.
- Al-Khashman, O. and Shawabkeh, R., (2006), Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan, Environmental Pollution 140, PP.387-394.
- Asubiojo, O., Aina P.O, Oluwole A., Arshed W., Akanle O. and Spyrou N. (1991), Effects of cement production on the elemental composition of soils in the neighborhood of two cement factories, Water, Air, and Soil Pollution 57-58, 819-828.
- Bayhan, Y., Yapici S, Kocaman B, Nuhoglu A and Cakici A. (2002), The effects of cement dust on some soil characteristics, Fresenius Environmental Bulletin 11, 1030-1033.
- CIF (2000) , Cement industry environment report; <http://www.cement.org.au/environment.htm>; Internet; accessed 20 November 2020.
- Environment Agency. (2001). Integrated Pollution Prevention and Control, Guidance for the Cement and Lime Sector, Sector Guidance Note IPPC S3.01. Bristol, UK. (accessed on 16/12/2021).
- Faiz, Y., Tufail, M., Javed, M.T., Chaudhary M.T and Siddique, N. (2009), Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan, Microchem. J., 92, PP.186-192.
- FAO (1992) Soil Map of the World - Near East. Rome: FAO, Available at: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils/docs/Soil_map_FAO/UNESCO/acrobat/South Asia VII I.pdf (accessed on 18/10/2021) and <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faunesco-soil-map-of-the-world/en/> (accessed on 18/10/2021).
- Hemida, S. (1992), Thermophilic and thermotolerant fungi isolated from cultivated and desert soils, exposed continuously to cement dust particles in Egypt, Zentralblatt für Mikrobiologie 147 277-281.

- Ibanga, I., Umoh, N.B and Iren, O. (2008), Effects of cement dust on soil chemical properties in the Calabar environment, southeastern Nigeria. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 39, PP.551-558.
- Iqbal, M. and. shafiq, M. (2001), Periodicl effete of cement Dust pollution on the growth of some plant species, *Turk J. Bot.* 25, PP.19 -24.
- Kara, O and Bolat I. (2007). Impact of alkaline dust pollution on soil microbial biomass carbon, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31, PP.181-187.
- Lindsay, W. (1979), *Chemical Equilibrium in Soils*,1 EditionM A Wiley Inter. Sci. Pub. John Wiley and Sons, New York.
- Magan, N., Smit M. and Kirkwood, I. (1996), Effect of atmospheric pollutants on phyllosphere and endophytic fungi, in: Frankland JC, Magan M, Gadd GM (Eds), *Fungi and environmental change*, Cambridge University Press, Cambridge, PP.90-101.
- Morghom, L. O., Karid N. A., Sreiweel, H. A. , and Soliman, Y. A.(2000), "Effect of Volatile Cement Dust on the Soil Properties Surrounding the Area Around Cement Factories", *International cement conference No.11, Hammamet, TUNISIE* (13/11/2000).
- Nadeem, M.E.A., El-Eter, A.M. and Al-Qahtani, S.M.I. (2011), Impact of Cement Dust on Some Soil Properties Around the Cement Factory in Al-Hasa Oasis, Saudi Arabia. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 11(6), PP. 840-846.
- Nowrouzi, M. and Pourkhabbaz, A. (2014), Application of geoaccumulation index and enrichment factor for assessing metal contamination in the sediments of Hara Biosphere Reserve, Iran, *Chemical Speciation & Bioavailability*, 26(2), PP. 99-105, DOI: 10.3184/095422914X13951584546986
- Salama, A., Abdel-Rahman, T., Ali M. and Abo-Ellil A. (1988), Effect of cement dust as a pollutant on the phylloplane fungi of *Ficus-nitida* at Helwan Egypt. *Egyptian Journal of Microbiology* 23, PP.329-342.
- Silva, L., Oliva, A. and Azeved, J. (2006), De Responses OF restinga plant spesies to pollution from an iron pellet ion of aorg, water Air and soli pollution,175(1-4), PP.241 - 256.

- Stoesser, D.B., Jackson, N.J., Ramsay, C.R., Drysdall, A.R. and Douch, C.J. (1985), Map of plutonic rocks in the Arabian shield, Kingdom of Saudi Arabia / compiled. Riyadh: Deputy Ministry for Mineral Resources.
- WBCSD (2002), Towards a sustainable cement industry, Available from <http://www.wbcdcement.org>.
- Yagin. J.Q., Feng, Y.C., Wu, J.H., Zhu, T., Bai, Z.P and Duan, C.Q. (2008), Using geo-accumulation index to study source profiles of soil dust in China. J. Environ. Sci., 20(5), PP. 571-578. Carolina, USA.