دراسة تأثير العمليات الصناعية على النظام البيئي في مدينة مصراتة :حالة دراسية

أ. جمال محمد بن ساسي
جامعة مصراتة ، قسم الهندسة الصناعية ، مصراتة ، ليبيا
bensasij@yahoo.com

أ.أحمد الفيتوري التريكي
جامعة مصراتة ، قسم الهندسة الصناعية ، مصراتة ، ليبيا
eltaraikiahmed@yahoo.co.uk

أ.عادل صالح عامر
جامعة مصراتة ، قسم الهندسة الصناعية ، مصراتة ، ليبيا
ad-sa-am@yahoo.com

م. مهدي حسن سميو
جامعة مصراتة ، قسم الهندسة الصناعية ، مصراتة ، ليبيا
mahdi.esmieo@gmail.com

الملخص - **تعتبر الصناعة من الدعامات الأساسية لإحداث التنمية الاقتصادية والاجتماعية ،وذلك نظرًا لما لها من دور في خلق فرص جديدة للعمل ،وتنوع مصادر الدخل وزيادة الدخل القومي للمجتمعات المعاصرة ،إلا أنها في الجانب الآخر تُعد من أكثر الأنشطة الاقتصادية تأثيرًا على البيئة المحيطة ،حيث تتعرض البيئة اليوم في ظل التقدم الصناعي إلى حالة من التدهور والتقلبات الناتجة بسبب غياب الوعي بأهمية البيئة النظيفة والسليمة والضرورة الملحة للمحافظة عليها. من هنا كانت الحاجة ماسة إلى دراسة تأثير هذه الأنشطة الصناعية على البيئة المجاورة.**

الحالة الدراسية لهذا البحث تم فيها دراسة ومقارنة تأثير كلا من مصنع خزف ليبيا ومصانع الحديد والصلب على التربة المجاورة لكليهما،حيث تمت الدراسة من خلال التجارب المعملية على عينات من التربة المجاورة لهذه المصانع وذلك للتعرف على الخصائص الفيزيوكميائية ،ومن أهم هذه الخصائص نسب التلوث بالعناصر الثقيلة في عينات التربة وحساب الرقم الهيدروجيني (PH)، وتعيين المحتوى المائي لهذه العينات.

ختاما فإن نتائج البحث دلت بصورة واضحة لمدى التأثير المباشر والغير مباشر للمصانع قيد الدراسة على التربة المجاورة وذلك من خلال مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع الخصائص الفيزيوكميائية لعينات تربة الشاهد وهي تربة لمنطقة بعيدة عن بيئة التلوث ،كما أوضحت نتائج البحث أنّ النسب الرقمية المعملية لتأثير مصانع الحديد والصلب على التربة المجاورة كانت في المقابل أكبر من تأثيرها بمصنع خزف ليبيا ،من حيث الرقم الهيدروجيني (PH) ،وكمية الأملاح الذائبة ،ومعظم النسب الرقمية للعناصر الثقيلة.

1. مقـدمة

أصبح موضوع تأثير العمليات الصناعية على النظام البيئي هو بؤرة الاهتمام في المجتمعات الصناعية والمجتمعات النامية على حد سواء ، حيث وجد أن هذا التأثير يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالتلوث البيئي بصوره المختلفة (تلوث الهواء- تلوث الماء - تلوث التربة)، وهذا كله سوف ينعكس سلباً بتأثيراته المباشرة والغير مباشرة على صحة وسلامة العنصر البشري.

من هنا إتضح من الضروري على كل منشأة صناعية أن تسعى جاهدة للحدَ من تأثيراتها السلبية على البيئة. على هذا الأساس تم اختيار البحث ، الذي تم فيه التطرق من خلال الدراسة الميدانية والمعملية لمقارنة تأثيرات كل من مصانع الحديد والصلب مع نظيره مصنع خزف ليبيا على التربة المجاورة لكل منهما.

علماً بأنه تم تجميع ثلاث عينات من الطبقة السطحية للتربة المعرضة للتلوث من داخل وبجانب مصنع الخزف ومصنع الحديد كلاً على حدى، ووضعت داخل أكياس بلاستيكية، حيث تم تجميعها من ثلاثة مواقع (الموقع الأول التربة داخل المصنع، الموقع الثاني يقع شرق المصنع بمسافة 50 متر، والموقع الثالث يقع شرق المصنع بمسافة 100 متر)، بالإضافة إلى ثلاث عينات من غبار العملية الصناعية لمصنع الخزف، وكذلك أخذت ثلاث عينات من المناطق البعيدة عن التلوث (الدافئية) كشاهد للمقارنة.

يمثل (شكل 1 أ) الموقع الجغرافي لمصنع خزف ليبيا – مصراته

شكل 1-أ .الموقع الجغرافي لمصنع خزف ليبيا - مصراتة

كما يمثل (شكل 1 ب) الموقع الجغرافي لمصانع الحديد والصلب- مصراتة

شكل 1 ب. الموقع الجغرافي لمصانع الحديد والصلب- مصراتة

2.التلوث الهوائي

أغلب العوامل المسببة لتلوث الهواء هي عوامل مستحدثة من صنع الإنسان ،ولم تنشأ هذه العوامل في يوم وليلة، ولكنها بدأت في الظهور منذ أن ابتكر الإنسان الآلة واستخدمها في كل نواحي الحياة، فكانت المعامل والمصانع ووسائل النقل ومحطات توليد الطاقة، حيث أن هذه المصادر تبُث يومياً ملايين الأطنان من الملوثات المختلفة إلى الهواء دون وجود أي

استلمت الورقة بالكامل في 30 اكتوبر 2017 وروجعت في 26 نوفمبر 2017 وقبلت للنشر في 15 ديسمبر 2017

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 2 يناير 2018

ضوابط أو عوائق وأصبح الغلاف الجوي مدفناً أو مكباً للنفايات، والإنسان هو الذي يتنفس هذا الهواء الملوث فهو الذي صنع المشكلة ،وهو الذي تحمل مسئوليتها وهو الذي تلقى آثارها سلباً على صحته، وظل أثر هذه العوامل يتراكم على مر السنين دون أن يَلحظهُ أحد حتى ظهر أثرها واضحا في النصف الثاني من القرن العشرين، حين شعر الإنسان بخطرها على حياته، وفطن إلى أثرها المدمر في البيئة المحيطة به، كما صاحب التقدم الصناعي للإنسان استخدام كميات هائلة من مختلف أنواع الوقود مثل (الفحم، وبعض نواتج تقطير زيت البترول والغاز الطبيعي وغيره) وعند احتراق هذا الوقود في محطات القوى أو في المصانع أو في محركات السيارات تنتج منه كميات هائلة من الغازات التي تتصاعد إلى الهواء على هيئة دخان محمل بالرماد وبكثير من الشوائب، وتنتشر هذه الغازات في جل المدن وفي جو المناطق المحيطة بالمنشآت الصناعية وما حادثة لندن عنا ببعيد ففي العام 1952 اختلطت الملوثات الصناعية بالضباب فكونت ما يعرف بالضباب الدخاني الذي كون سحابة سوداء فوق مدينة لندن استمرت لمدة 5 أيام قتلت ما يقارب من حوالي 4000 شخص [4].

3.مصادر التلوث الهوائي

تنقسم مصادر التلوث الهوائي إلى قسمين رئيسين ،هما : مصادر طبيعية ليس للإنسان أي دخل فيها ومصادر بشرية بفعل أنشطة الإنسان المختلفة.

أ. المصادر الطبيعية لتلوث الهواء:

هي المصادر التي تنجم عن الطبيعة دون تدخل الإنسان فيها ،وهي إما أن تكون صلبة أو سائلة أو غازية من مصادر التلوث الطبيعي للهواء مايلي :

1. البراكين:

أثناء ثوران البراكين تنطلق منها غازات ومواد صلبة إلى الجو، ويمكن لهذه المواد الدقيقة أن ترتفع إلى مسافات بعيدة قد تصل إلى طبقة الاستراتوسفير وهي بذلك تمثل أحد العوامل الطبيعية الهامة التي تتسبب في تلوث البيئة بشكل عام ، لأن المواد البركانية المنبعثة تبقى عالقة في الجو فترة طويلة من الزمن، وهذه الفترة كافية تماماً لأن تنتقل هذه الملوثات وتنتشر فوق مساحات شاسعة من الكرة الأرضية بواسطة الرياح ، وغالباً ما يكون لها كبير الأثر على عناصر المناخ [6].

2. الحرائق:

كثيرا ما تتعرض مناطق الغابات في بعض أيام أشهر الصيف الحارة والجافة إلى حرق وتدمير آلاف الأشجار، وحرق مساحات كبيرة من أراضي الحشائش، وهي بذلك تطلق الدخان إلى الجو على شكل غيوم سوداء كثيفة ، قد تصل إلى طبقة التروبوسفير، ينتج عن هذه الحرائق انطلاق كميات ضخمة من الغازات المختلفة، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكربون، بالإضافة إلى جزيئات الرماد الدقيقة التي تنطلق إلى الجو والتي تؤدي إلى تلوثه بشكل واضح [6].

3. حبوب اللقاح:

غالباً ما تكون في فصل الربيع، وهو فصل إزهار معظم الأشجار، والنباتات، وهذه تتطلب تلقيحاً قد يكون ذاتياً، أو غير ذاتي عن طريق انتقال حبوب اللقاح هذه من أشجار إلى أخرى، وهذا يجعل الهواء مليء بهذا الغبار الذي يؤدي إلى نوع من الحساسية لدى بعض الناس وهو ما يعرف بمرض الحساسية الربيعي [6].

ب. المصادر البشرية للتلوث الهوائي:

إن استعمالات الإنسان المختلفة من خلال أنشطته المتنوعة في البيئة التي يعيش فيها تعتبر من المصادر البشرية لتلوث الهواء، سواء كانت تلك الملوثات الناتجة في المجالات الصناعية وهو ما ركّز عليه هذا البحث، أو الاستخدامات المنزلية، أو استخدامات الحياة اليومية. ذلك أن الإنسان الذي يعيش في القرن العشرين اندفع اندفاعاً محموماً لم يسبق له مثيل من أجل إشباع رغباته ونزواته من كل ما هو جديد، منبهراً بوسائل التقنية الحديثة، فأسرف في استغلالها غير مكترثٍ بنتائجها، فانعكس ذلك سلباً على نظام حياته، وكان هو أكثر المتضررين من جراء التلوث الذي أحدثه [4].

تتعدد أنواع الغازات والشوائب والعناصر الثقيلة التي تتصاعد إلى الهواء الجوي أو تكون عالقة به ، نتيجة عمليات الاحتراق في المصانع ومحطات القوى وفي محركات السيارات والصناعات المتعددة والتي من أهمها ما يلي:

1. التلوث الهوائي بأكاسيد الكربون (CO_x)

المقصود بأكاسيد الكربون هما غاز أول أكسيد الكربون (Co) وغاز ثاني أكسيد الكربون (Co_2)، ينتج غاز أول أكسيد الكربون من الاحتراق غير الكامل للوقود المحتوي على المواد العضوية، ومن صفات هذا الغاز أنه لا لون ولا طعم ولا رائحة له، وينحل في بلازما الدم بقدر ما ينحل في الماء، ودرجة انحلاله في الماء قليلة، يمكنه أن يحترق، لكنه لا يساعد على الاحتراق. ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة، وترجع خاصية السمية إلى قوة اتحاده مع هيموجلوبين الدم، حيث يحل محل الأكسجين، مما قد يحد من قابلية الدم لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم مما قد يسبب الموت.

أما غاز ثاني أكسيد الكربون فهو عديم اللون، والرائحة، وذو طعم غير مقبول، يتراوح تركيزه في الهواء الطبيعي الجاف غير الملوث – 303) (320 جزء في المليون، وبسبب إطلاق كميات كبيرة من هذا الغاز من مصادر مختلفة على مستوى عالمي، فقد وصل تركيزه في الغلاف الجوي عام 1988 م حوالي 346 جزءاً في المليون ويعتقد أنه توجد زيادة سنوية في تركيز هذا الغاز في الهواء تصل إلى حوالي 0.7 جزءاً في المليون بسبب احتراق الوقود المستخدم في شتى المجالات وحرق الفضلات [4].

2. التلوث الهوائي بأكاسيد النيتروجين :

أكاسيد النيتروجين عديدة أشهرها غاز أول أكسيد النيتروجين (NO) ، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) وتتكون هذه الأكاسيد عند اتحاد الأكسجين والنيتروجين تحت درجات حرارة عالية ، كاحتراق البنزين في المركبات، وهذه الغازات تعتبر سامة، أما إذا وصلت نسبتها في الهواء إلى (0.07 %) فإنها تؤدي إلى الموت خلال نصف ساعة، ويعتبر عادم المركبات ومصانع حامض النيتريك ، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية من أهم مصادر أكاسيد النيتروجين وتساهم غازات أكسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية في تكوين الغيوم السوداء التي نشاهدها في سماء المدن الصناعية [4].

3. التلوث الهوائي بأكاسيد الكبريت :

أكاسيد الكبريت عديدة، وأشهرها على الإطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، ويتصف هذا الغاز بأنه عديم اللون، قابل للاشتعال، له رائحة نافذة إذا تجاوز تركيزه 3 جزء في المليون. يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت من حرق الكبريت، أو الكبريتيد، أو مركبات الفحم، والبترول المحتوي على مركبات الكبريت، حيث يوجد الكبريت في الفحم، والبترول بنسب متفاوتة ،وعند انتزاع الكبريت من الفحم يكون له دور فعال في الحد من مشكلة التلوث. إذا وجد هذا الغاز بتركيز 5 جزء في المليون فإن هذا مؤشر لوجود تلوث خطير، وقد وجد أن هذا الغاز إذا وصل إلى 0.02 جزءاً في المليون فإنه يؤثر على بعض النباتات. وبصفة عامة يمكن القول إن غازات الكبريت وما ينتج عنها من ملوثات ثانوية، من أخطر ملوثات الهواء على النظام البيئي، فهي شديدة الخطورة لكل من الإنسان والحيوان والنبات على حد سواء. أما الحد المسموح به كمعدل يومي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت حسب قياسات الفدرالية الأمريكية 0.1جزء في المليون أي 285 ميكرو غرام/ م^3 [4].

4. التلوث الهوائي بغاز كبريتيد الهيدروجين :

يتصف هذا الغاز برائحته الكريهة التي تشبه رائحة البيض الفاسد، ينتج من تخمر المخلفات البشرية السائلة، ومن احتراق المواد التي تحتوي على الكبريت ومن الصناعات الجلدية، وتكرير البترول ، وصناعة المطاط ، وهو من الغازات شديدة السمية يدخل في الجسم إما عن طريق التنفس أو عن طريق الجلد، وهو بهذا يؤثر على الجهاز العصبي المركزي أما الحد الأعلى المسموح به فهو يتراوح ما بين (0.003 - 0.008) جزء في المليون وإذا زاد مثلاً إلى 100 جزء في المليون لعدة دقائق فإنه يتلف حاسة الشم فوراً [4].

5. التلوث الهوائي بعنصر الرصاص :

يعد عنصر الرصاص من أكثر المعادن السامة انتشاراً في الهواء ،وهو أخطرها على الإطلاق ،لذا فإن هذا المعدن جدير بأن يهتم به أكثر من غيره، لما له من أضرار بالغة، والسبب في ذلك أن المعادن لا توجد بنسب عالية إلا في بعض المناطق، أي أنّ انتشارها محدودٌ، بينما الرصاص يعتبر معدناً واسع الانتشار، ويعتبر ملوثاً عالمياً، وللسيارات الدور الأساسي في ذلك، ويستخدم الرصاص ومركباته كمواد خام ، كما هو الحال في صناعة مبيدات الحشرات، والدهانات، وصناعة البطاريات، إذ أن هذه المصانع (مصانع البطاريات) تقذف إلى الهواء معدلات عالية جداً منه، فبينما حددت منظمة الصحة العالمية الحدود القصوى لتركيز هذا العنصر في الجو (0.05 -1) ميكروغرام/ م^3 كمعدل سنوي[9].

6. التلوث الهوائي بعنصر الزئبق :

يعتبر عنصر الزئبق المعدن الوحيد الموجود في حالة السيولة، ويتبخر عند درجات الحرارة العادية ويدخل الهواء على شكل بخار الزئبق، ويستخدم هذا العنصر في صناعة الأدوات الكهربائية، وصناعة الكلور، ومحطات الطاقة الكهربائية ، ومعامل تصنيع الزئبق، ويعتبر بخار الزئبق أخطر أشكال الزئبق، والتعرض لفترة طويلة لتركيزات منخفضة من بخار الزئبق يؤدي إلى تشوهات جنينية، وإلى التخلف العقلي عند الأطفال، أما الحد المسموح به في الاتحاد السوفيتي مثلاً خلال 24 ساعة لا يزيد عن 0.0003 ملجرام/م^3 [9].

7. التلوث الهوائي بعنصر الكادميوم :

تنطلق جسيمات عنصر الكادميوم إلى الهواء بسبب استخدامه في صناعات متعددة ، فمركبات الكادميوم تستخدم كعوامل مضادة للاحتكاك ، كما يستخدم في الصناعات الكهربائية، وتكمن خطورة هذا العنصر في خاصية التركيب الحيوي له، حيث تتساقط جسيماته وتغسل من الهواء مع الأمطار، ثم تتركز في الماء و التربة ومنها إلى أنسجة النباتات والحيوانات، وأيضاً إلى جسم الإنسان. هذا وقد يسبب تركيز الكادميوم بعض أنواع السرطان، ونظراً لخطورته فقد حددت الولايات المتحدة الأمريكية الحد الأعلى المسموح به، كما حددته هيئة حماية البيئة وهو 0.1 مليجرام/م^3 على هيئة أبخرة، أما إذا كان على هيئة جسيمات حاملة لعنصر الكادميوم فإن الحد الأعلى المسموح به هو 0.2 ميكروغرام / م^3 [9].

8. التلوث الهوائي بعنصر الزرنيخ :

يعتبر هذا العنصر من العناصر واسعة الانتشار في الطبيعة، ويستخدم في تحضير بعض المواد الطبية، ويستخدم كمادة حافظة للخشب، يتلوث الهواء ببخار وجسيمات مركبات الزرنيخ، حيث تقوم بعض أنواع الفطريات بتحويل الزرنيخ إلى بخار الزرنيخ السام، وقد يصل إلى الإنسان أيضاً عن طريق الغذاء، ويتراكم بعد ذلك في أنسجة الجسم، ويرجع سبب سمية هذا العنصر إلى أن الزرنيخ يعمل على إحباط تفاعلات الأكسدة الفوسفورية في الجسم بسبب تنافس الزرنيخ مع الفوسفور في التفاعلات الحيوية [9].

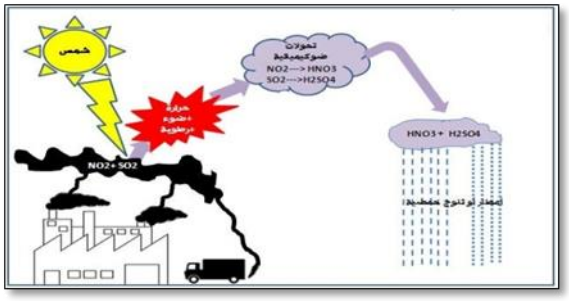
4.الملوثات الثانوية للهواء الجوي

تتكون الملوثات الثانوية للهواء نتيجة لتفاعل الملوثات الهوائية الأولية مع الملوثات الغازية بمساعدة أشعة الشمس كمصدر للطاقة، أي انطلاق ملوثات أولية متعددة إلى الهواء مع توفر الأكسجين والنيتروجين وبخار الماء وأشعة الشمس يؤدي ذلك إلى دخول هذه الملوثات في تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تكوين ملوثات أخرى هي الملوثات الثانوية والتي من أشهرها الضباب الدخاني والمطر الحمضي ولها آثار على عناصر البيئة لا تقل خطورة عن تأثيرات الملوثات الأولية [6].

يمكن حصر بعض الآثار الضارة بالبيئة الناجمة عن تلوث الهواء الجوي والمتمثلة في الاتي:

أ. *الأمطار الحمضية:*

يعتبر الماء حمضيا عندما يكون تركيز أيون الهيدروجين فيه أكثر من تركيز أيون الهيدروجين في الماء المتعادل، ويستخدم العلماء ما يعرف بالرقم الهيدروجيني (PH) للتعبير عن حموضة المحاليل أو قلويتها، فالماء المتعادل يكون رقمه الهيدروجيني (PH=7) ، فإذا ازداد هذا الرقم عن ذلك فأصبح 8 أو أكثر كان المحلول قلوياً، أما إذا قل هذا الرقم عن ذلك فأصبح 6 أو أقل كان المحلول حامضياً، ولقد تبين حاليًا أن السبب الرئيسي في تكوين الأمطار الحمضية هو محطات القوى والمراكز الصناعية التي تنتشر في كثير من الدول والتي تحرق كميات ضخمة من الوقود وتدفع إلى الهواء يوميا كميات هائلة من الغازات الحمضية مثل (ثاني أكاسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النيتروجين، وغيرها). وتحمل الرياح هذه الغازات من مكان إلى أخر وبذلك يمتد تأثيرها وفعلها أحياناً إلى مسافات بعيدة كل البعد عن المصدر الذي خرجت منه .ونجد أن (شكل 2) يمثل آلية تكوّن الأمطار الحمضية .كما لهذه الأمطار آثار سيئة على البيئة فهي تحدث نخر في التربة وتساعد على تفتيت الكثير من الصخور بالإضافة إلى ذوبان بعض الفلزات الهامة في مياه الأمطار الحمضية يبعدها عن جذور النباتات، ومن أمثلة هذه الفلزات الكالسيوم، والبوتاسيوم، والماغنسيوم التي تحملها مياه الأمطار إلى المياه الجوفية بعيداً عن جذور النباتات ممّا يقلل من جودة المحاصيل الزراعية ويقلل من إنتاجها [3].



شكل (2) آلية تكوّن الأمطار الحمضية

ب. *الإخلال بطبقة الأوزون:*

يتكون غاز الأوزون عادة في طبقة الإستراتوسفير التي تقع على ارتفاع يتراوح ما بين15 الى 55 كيلومتراً فوق سطح الأرض، ويتكون الأوزون عندما يتعرض أكسجين الهواء الجوي لتأثير الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، فينحل بعض جزيئاته بتأثير هذه الأشعة إلى ذرات نشيطة، ثم تتحد بعض هذه الذرات مرة أخرى مع جزيئات الأكسجين مكونة الأوزون ويتم في هذه العملية امتصاص قدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، فلا يصل منها إلى سطح الأرض إلا قدر معتدل لا يؤثر في حياة الكائنات الحية، وبذلك تمثل طبقة الأوزون التي تتكون في الطبقات العليا من الجو، درعاً واقياً لحماية الكائنات الحية التي تعيش على سطح الأرض من مخاطر هذه الأشعة المدمرة.

يؤدي نقص تركيز الأوزون في طبقات الجو العليا إلى كثير من المضار، فهو يسمح بزيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض مما قد يؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد، كما قد يؤدي إلى إحداث تغيير في العوامل الوراثية لبعض الكائنات الدقيقة، ويؤثر كذلك في عمليات البناء الضوئي للنباتات، وفي سلسلة الغذاء إلى غير ذلك من أنواع الدمار البيولوجي، ومن المعروف أن حركة الهواء على ارتفاع 15 كيلومترا من سطح الأرض تكون قليلة نسبيا ، ولذلك نجد أن كثيرا من الشوائب التي تنطلق في الهواء قد تتجمع عند هذه الطبقة، وقد تؤدي بعض هذه الشوائب إلى انحلال جزيئات الأوزون عند هذه الارتفاعات. وتعتبر أكاسيد النيتروجين وغازات الكلورو فلورو كربون (CFC) من أهم المواد التي تسبب تدمير طبقة الأوزون، وعندما تتلامس جزيئات أكاسيد النيتروجين جزيئات الأوزون يحدث بينهما تفاعل كيميائي يؤدي إلى تفكيك جزيئات الأوزون وتحويلها إلى جزيئات أكسجين مرة أخرى.

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

من الملاحظ أن هذا التفاعل لا يؤدي إلى اختفاء أكاسيد النيتروجين بل يتحول في هذا التفاعل أحد هذه الأكاسيد وهو أكسيد النيتريك إلى أكسيد نيتروجين آخر وبذلك يستمر فعل هذه الأكاسيد فترة زمنية طويلة [3].

5.مفهوم التلوث المائي

تلوث الماء هو كل تغير في الخواص الطبيعية للماء ممّا يجعله مصدراً حقيقياً أو محتملاً للإضرار بالاستعمالات المشروعة للمياه، و ذلك عن طريق إضافة مواد غريبة تسبب تعكره أو تكسبه رائحةً أو لونًا أو طعماً، و قد عرّفت منظمة الصحة العالمية تلوث الماء بقولها "يعتبر المجرى المائي ملوثا عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته بطريق مباشر أو غير مباشر بسبب نشاط الإنسان، بحيث تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها". يتضمن التعريف السابق أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والحيوية، ولقد عرفه البعض الأخر من المتخصصين بأنه "وجود الملوثات والعناصر غير المرغوب فيها في المياه بكميات ونسب مختلفة، أو بشكل يعيق استعمال المياه للأغراض المختلفة كالشرب والري والتبريد في الصناعة وغيرها" [8].

تختلف نوعية وكمية الملوثات الصناعية التي تصدر من الصناعة اختلافًا كبيرًا من صناعة إلى أخرى ويمكن التعرف على أنواع المخلفات الصناعية كالأتي :

أ. المخلفات الصناعية السائلة

ينجم عن استخدام المياه في الصناعة مخلّفات سائلة تتفاوت في حجمها ونوعيتها من صناعة إلى أخرى، ويؤدي صرفها في المسطحات المائية إلى التلوث الحراري والنفطي والبيولوجي. وتختلف حدة ونوعية هذا التلوث طبقًا لتركيبة المخلفات وكذلك لمساحة ونوعية المسطح المائي المستقبل لهذه النفايات،ومن أمثلة المخلفات الصناعية السائلة الاتي :

1. التلوث الحراري : يحدث عادة حيثما توجد محطات توليد الطاقة الكهربائية والمصانع التي تستخدم الماء للتبريد، إذ تضيف هذه المنشآت إلى المسطحات المائية ماء ذا درجة حرارة مرتفعة، وهو ما يسبب أضراراً للحياة النباتية والحيوانية في كثير من الأحيان أكثر مما تسببه المواد الملوثة التي تقذفها المصانع ذاتها، فكل زيادة عن درجة الحرارة الطبيعية في الكتل المائية تخل بالتوازن الطبيعي لها [7].

2. التلوث النفطي : يعد النفط ومشتقاته أحد أهم الملوثات الصناعية المائية المتميزة بانتشارها السريع، فقد يصل إلى مسافة تبعد 700 كيلومتر عن منطقة تسربه، وتُعد المصافي النفطية واحدة من المصادر الهامة لتلوث الماء بالنفط، لأن المصافي تستهلك كمية من الماء، ثم تلقيه في البحار أو الأنهار مع مقدار من النفط، كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو الإنتاج يشكل مصدراً إضافياً للتلوث بالنفط عن طريق التسرب، وتقدر كمية التسرب من البئر النظيف بنحو 0.005 من كمية الإنتاج.

جدير بالذكر أن جميع الأبحاث العلمية تثبت أن مياه البحر النظيفة لها أهمية كبيرة على الصحة العامة للإنسان ،كما أنها مصدر رئيسي للمعادن والأسماك ،إلا أن عمليات التعدي على مياه البحر تشكل خطراً على الكائنات البحرية بشكل خاص والكائنات الحية بشكل عام نتيجة الملوثات الصناعية لمخلفات البترول والمصانع المتنوعة ،وقد بيّنت الدراسات والأبحاث أيضا أن تلوث مياه البحر المتوسط والمحيط الأطلسي قد أدت إلى انخفاض احتياطي الأسماك فيهما [7].

من (شكل 3) يمكن توضيح تلوث الموارد المائية بالمخلفات الصناعية السائلة.

شكل (3) تلوث الموارد المائية بالمخلفات الصناعية السائلة

ب. المخلفات الصناعية الغير سائلة

يمكن توضيح أحدها من خلال الاتي :

1.التلوث الإشعاعي:

المواد المشعة والتلوث بها إحدى صور التلوث الشديدة الخطورة، فالمواد المشعة تصل إلى المياه نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهروذرية، وبسبب حفظ النفايات المشعة في أعماق البحار والمحيطات، وهو ما يؤدي إلى رفع تركيز هذه المواد في المياه [7].

6.مفهوم تلوث التربة

المقصود من تلوث التربة هو الضرر الذي يصيب التربة فيغير من صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تتأثر سلباً بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات، وكذلك الكائنات الحية والفطريات التي تعيش تحتها.

كما يمكن تعريف تلوث التربة بأنه وجود بعض المكونات الناتجة عن النشاط الإنساني في التربة بتركيزات يمكن أن تؤدي إلى أضرار لمستخدمي هذه الأتربة أو تفرض قيود على الاستخدام الحر لهذه الأتربة، وأضرار تلوث التربة تشمل التأثير السيء على صحة الإنسان والحيوان والنبات والإضرار بالمباني المقامة عليها وتلوث المياه الجوفية، ويحدث التلوث فقط عندما يصبح تركيز الملوثات في التربة نتيجة النشاط الإنساني أكبر من التركيز الطبيعي لهذه المواد في التربة، ويكون لهذا التركيز تأثيراً سيئاً على البيئة وعناصرها. ومن جهة النظر في صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات فإن التربة لا تعتبر ملوثة إلا إذا وصل تركيز الملوثات بها إلى الحد الحرج الذي تتأثر عنده العمليات البيولوجية. وتشخيص التلوث يحتاج إلى تقويم الملوثات عند مواقع التلوث شاملا حجم الملوثات بالنسبة إلى حجم التربة وكذلك توزيع هذه الملوثات في التربة والخواص الكيميائية والطبيعية لكل ملوث من الملوثات وتفاعل هذه الملوثات مع التربة [6].

7.التلوث الكيميائي

المقصود بالتلوث الكيميائي هو كل أشكال التغيرات الكمية أو الكيفية في مكونات التربة من حيث صفاتها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية، والتي تنتج بسبب الاستخدام المباشر أو الغير مباشر لبعض المواد الكيميائية ، وبالتالي يتم إفساد مكونات التربة الأساسية وتغير تركيبها بحيث لم تعد تصلح للزراعة أو أن إنتاجها قد انخفض ، أو إنها تنتج غذاء ملوثًا ضارّاً بالإنسان ، أما مصادر التلوث الكيميائي فهي كثيرة ومن أهمها التلوث بالمبيدات الزراعية والتلوث بالمنظفات الصناعية والتلوث بالمركبات العضوية الهالوجينية والتلوث الناتج عن الحوادث الصناعية [8]. من خلال (جدول 1)يمكن توضيح تصنيفات الخلل الذي يصيب التربة.

جدول 1 تصنيفات الخلل الذي يصيب التربة [8]

خلل فيزيائي	خلل كيميائي	خلل حيوي
1- بناء التربة.	1- تغيير الرقم الهيدروجيني (PH) بشكل متطرف.	1- انخفاض عدد حيوانات التربة.
2- إزالة مواد عضوية.	2- 3- تغير ملوحة التربة (قابلية التوصيل).	2- وجود مسببات مرضية.
3- تكوين طبقة غير نفاذة للجذور.	3- وجود معادن ثقيلة.	3- انخفاض الفطريات.
	4- نقص الأكسجين.	

8.الدراسة المعملية للتعرف على الخصائص الفيزيوكِميائية لعينات التربة

هذه الدراسة تشمل كل من الاتي :

أ. قياس الرقم الهيدروجيني:

تم تحضير مستخلصات (محاليل) لعينات الغبار والتربة المأخوذة بواقع ثلاث مواقع لكل بعد ، بنسبة 1 : 2 على النحو التالي :

تم وزن 10 جرامات من كل عينة تربة، وأضيف إليها 20 مليمتر ماء مقطر، ثم رج المحلول باستعمال المقلب المغناطيسي لمدة دقيقتين، بعد ذلك تم قياس الرقم الهيدروجيني(PH) باستعمال جهاز قياس الرقم الهيدروجيني ، وتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع عينات الشاهد. يوضح (جدول 2) نسب متوسط الرقم الهيدروجيني وكمية الأملاح الذائبة والنسب المئوية للمحتوى المائي لعينات الغبار في التربة المجاورة لمصنع الخزف، ومقارنة هذه النسب بعينات الشاهد.

جدول 2. توضيح متوسط قيمة الرقم الهيدروجيني وكمية الأملاح الذائبة ومتوسط المحتوى المائي لعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف

الموقع	متوسط الرقم الهيدروجيني	متوسط كمية الأملاح الذائبة (PPM)	متوسط المحتوى المائي (%)
غبار الصناعة	7.52	1452	2
الاول	7.30	413	0.5
الثاني	7.45	165	1.4
الثالث	7.50	184	1.5
الشاهد	7.45	211	2.5

ب. قياس كمية الأملاح الذائبة:

قدرت كمية الاملاح الذائبة في مستخلص التربة بنسبة 1 : 2 وحسبت قيمتها بوحدة جزء في المليون (PPM) حيث تم وزن 10 جرام من التربة ثم أضيف إليها 20 مليمتر ماء مقطر ورج المحلول باستخدام المقلب المغناطيسي لمدة دقيقتين وقدرت الأملاح في هذا المستخلص باستخدام جهاز مقياس مجمل المواد الصلبة الذائبة (Total dissolved salts) وتم مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع عينات الشاهد.

ج. تعيين المحتوى المائي:

تم وضع وزن معلوم من التربة في جفنات بمقدار 5 جرام من كل عينة بواقع ثلاثة أبعاد لكل موقع، ثم جففت الجفنات المحتوية على التربة في فرن التجفيف بكلية العلوم – مصراتة عند درجة حرارة (75 – 80) مo لمدة 48 ساعة. بعد ذلك تم وزن الجفنة ومن ثم حساب المحتوى المائي لكل عينة باستخدام المعادلة رقم (1) المبينة أدناه :**[5]**

$$\text{المحتوى المائي \%} = \frac{\text{وزن العينة الرطبة} - \text{وزن العينة الجافة}}{\text{وزن العينة الرطبة}} \times 100 \quad (1)$$

د. قياس نسب بعض العناصر الثقيلة:

قدرت بعض العناصر الثقيلة مثال ذلك عناصر (الكادميوم، النحاس، الرصاص، الحديد، المنجنيز، الزنك)، في مستخلص التربة بنسبة 1 : 3 وحسبت قيمتها بوحدة (PPM) حيث تم وزن 50 جرام من التربة ثم أضيف إليها 150 مليمتر ماء مقطر ورج المحلول باستخدام المقلب المغناطيسي لمدة 5 دقائق، بعد ذلك رشح المحلول في دورق باستعمال ورق الترشيح، ثم كررت عملية الترشيح مرة أخرى، وقدرت نسبة العناصر المذكورة أعلاه في هذا المستخلص باستخدام جهاز طيف ضوء اللهب، وجهاز قياس الطيف الذري ، وتم مقارنة النتائج المتحصل عليها مع عينات الشاهد. وجهاز قياس الطيف الذري الذي يمثله (شكل 4).

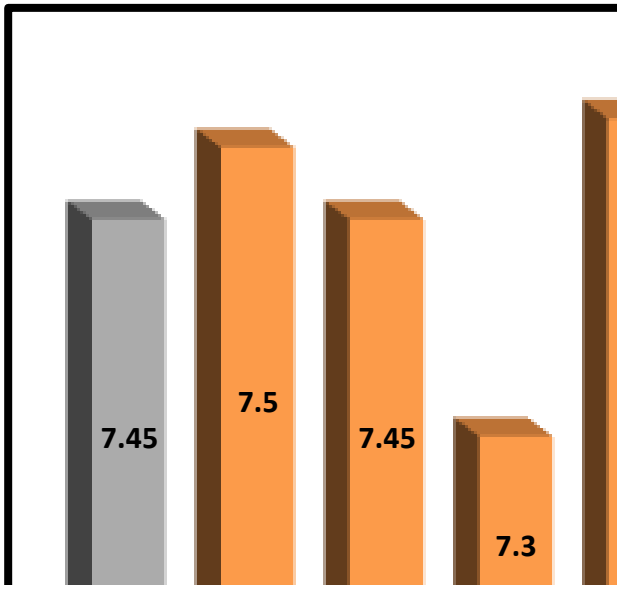
شكل 4 جهاز قياس الطيف الذري

9.النتائج المتحصل عليها من خلال التجارب المعملية لعينات التربة

أ. تأثير غبار وغازات مصنع خزف ليبيا على التربة المجاورة :

من خلال جدول 2 يتم توضيح متوسط قيمة الرقم الهيدروجيني، وكمية الأملاح الذائبة، ومتوسط المحتوى المائي، لعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف

من خلال (شكل 5) نجد أنه يوضح متوسط الرقم الهيدروجيني لعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف.



شكل 5 توضيح قيم الرقم الهيدروجيني لعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف

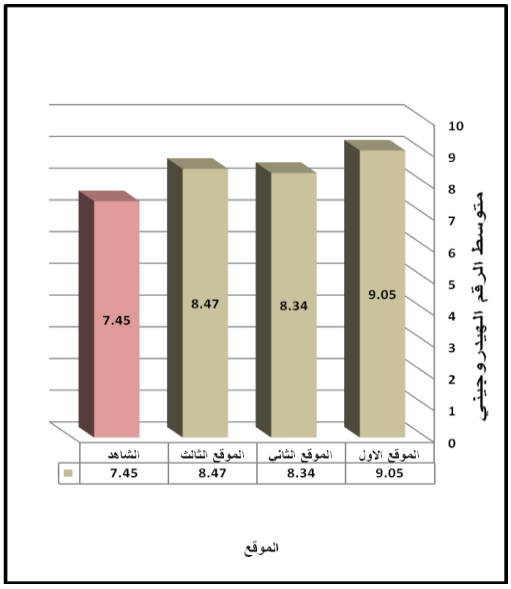
ب. تأثير غبار وغازات مصانع الحديد والصلب على التربة المجاورة.

يوضح (جدول 3) المبين أدناه نسب كل من متوسط الرقم الهيدروجيني وكمية الأملاح الذائبة والمحتوى المائي لعينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب، ومقارنتها بعينات الشاهد.

جدول 3 توضيح قيمة الرقم الهيدروجيني، وكمية الأملاح الذائبة، والمحتوى المائي، لعينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب

الموقع	الرقم الهيدروجيني	كمية الأملاح الذائبة (PPM)	المحتوى المائي (%)
الاول	9.05	340	1.6
الثاني	8.34	902	1.3
الثالث	8.47	1110	1
الشاهد	7.45	211	2.5

من خلال (شكل 6) الذي يوضح متوسط الرقم الهيدروجيني لعينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب.



شكل 6. يمثل متوسط الرقم الهيدروجيني لعينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب

10.مناقشة النتائج

أ. متوسط الرقم الهيدروجيني PH

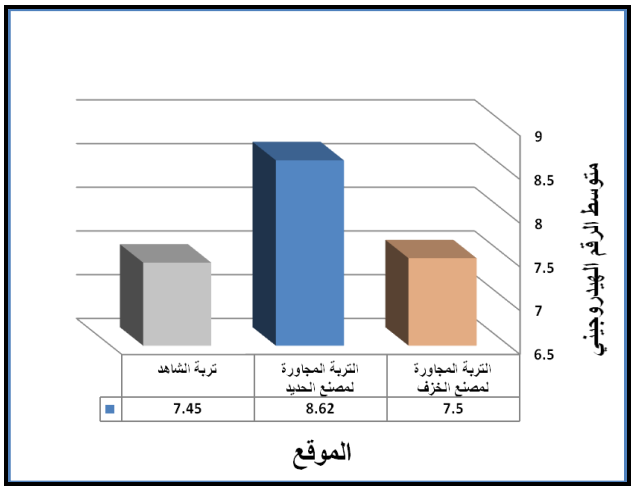
أظهرت النتائج أن قيم PH لعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف شبه متعادل يميل إلى القلوي الخفيف بمتوسط PH=7.5 تقريباً، وهذه القيمة قريبة من قيمة الرقم الهيدروجيني لتربة الشاهد PH=7.45،ووُجد أن هذه القيم تتوافق مع المدى الذي تستطيع فطريات التربة النمو فيه [5].

كما أن هذه القيم هي في الواقع أقل من قيمتها للتربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب، حيث أن متوسط الرقم الهيدروجيني فيها هو في المتوسط PH=8.62. بينما كانت قيمة متوسط PH في دراسات سابقة لتربة بجانب مصنع الحديد والصلب PH=8.04 [1].

مما سبق قد يرجع السبب في ارتفاع قيم PH في عينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب إلى أن كثير من أكاسيد عناصر النيتروجين، والكبريت والكربون وأكاسيد العناصر الثقيلة الناتجة من الاحتراق، أنها تتحول عند وجود الهواء الرطب إلى أكاسيد عالية الاكسجين وهيدروكسيدات ثابتة التركيب تتخذ صفة القاعدية، مما يساعد في زيادة قيمة الأس الهيدروجيني في التربة المجمّعة لهذه الأكاسيد.

كما يعتبر PH عامل مهم لوجود الفطريات من عدمها، فهو يلعب دوراً هاماً في تحديد توافر أيونات بعض العناصر وبالتالي وجود PH عالي في التربة ربما يضع الفطريات تحت ضغط وهذا بالتالي معناه عدم نموها بصورة طبيعية جيدة [5].

وكما هو واضح أدناه نجد أن (شكل 7) يمثل مقارنة متوسط الرقم الهيدروجيني لعينات التربة .

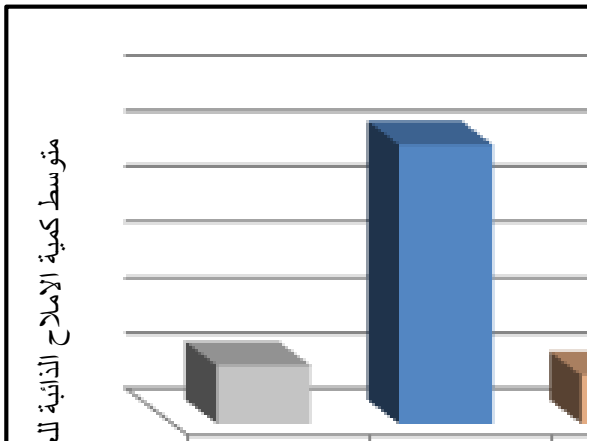


شكل 7. يمثل مقارنة متوسط الرقم الهيدروجيني لعينات التربة

ب. متوسط كمية الأملاح الذائبة:

عند قياس كمية الأملاح الذائبة في عينات التربة المجاورة لمصنع الخزف أظهرت النتائج أن أعلى قيمة كانت في عينات غبار العملية الصناعية ومن ثم يليها الموقع الأول وهو التربة داخل المصنع ، ولم تسجل اختلافاً كبيراً بين عينات التربة المجاورة للمصنع بمتوسط PPM 175 وعينات تربة الشاهد بمتوسط PPM 211 ، ومقارنةً بنتائج عينات التربة المجاورة لمصنع الحديد كانت هناك فروقات واضحة حيث كان متوسط كمية الأملاح الذائبة PPM 1,006. وقد يرجع سبب الملوحة الزائدة إلى تكاثف الغبار وأكاسيد العناصر(النيتروجين.. الكبريت.) وغيرها بسبب الرطوبة الزائدة، ونزولها إلى طبقات الأرض وتغلغلها في التربة ممّا يؤثر على نسب وتراكيز الأملاح في التربة المجاورة للمصنع، وكان متوسط كمية الأملاح الذائبة في دراسات معملية سابقة PPM 5,512 [1].

كما هو موضح أدناه فإن (شكل 8) يمثل مقارنة متوسط كمية الأملاح الذائبة لعينات التربة.



شكل 8 يمثل مقارنة متوسط كمية الأملاح الذائبة لعينات التربة

ج. متوسط المحتوى المائي:

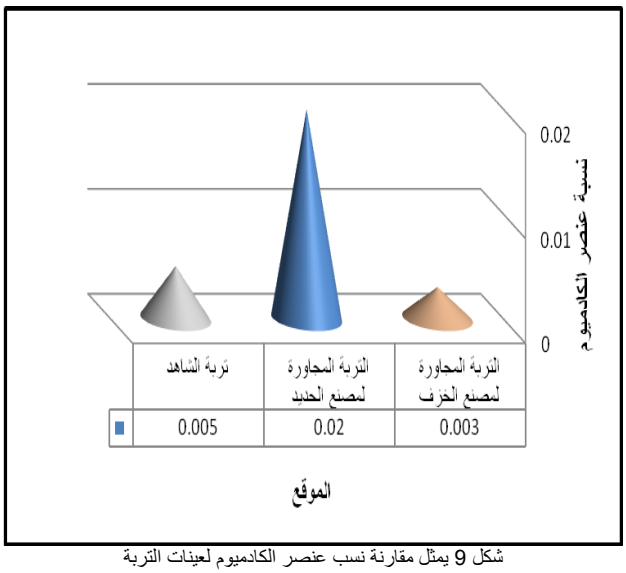
عند إجراء الاختبارات على عينات التربة المجاورة لمصنع الخزف لقياس المحتوى المائي أظهرت نتائج هذه الدراسة أن متوسط المحتوى

المائي للعينات يتراوح بين 0.5% و 1.5%، بينما كان متوسط المحتوى المائي لعينات تربة الشاهد 2.5%، ولم يتم وجود اختلافات كبيرة مع متوسط المحتوى المائي للتربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب الذي يساوي 1.3%.

د. *متوسط نسب بعض العناصر الثقيلة:*

من نتائج العينات أن عنصر الرصاص متساوي في جميع عينات التربة المجاورة للمصنعين وكذلك تربة الشاهد بمتوسط 0.009>، وكانت نسب الرصاص في دراسة سابقة لتربة مجاورة لمنطقة الكسارات [5].

علماً بأنه كانت نسب الكادميوم في تربة الشاهد 0.005 ولم نلاحظ اختلافات كبيرة مقارنة بعينات التربة المجاورة لمصنع الخزف بمتوسط 0.003 وكانت هناك اختلافات ملحوظة مقارنة بعينات التربة المجاورة لمصنع الحديد بمتوسط 0.02، وفي دراسة سابقة للتربة المجاورة لمصنع الحديد كانت نسبة الكادميوم عالية بمتوسط 0.5 [1]،بهذا فإن(شكل 9) يمثل مقارنة نسب عنصر الكادميوم لعينات التربة.



شكل 9 يمثل مقارنة نسب عنصر الكادميوم لعينات التربة

الاستنتاجات

من خلال تحليل ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها تم التوصل للاستنتاجات التالية :

1. اتخاذ عينات التربة المجاورة لمصنع الحديد والصلب صفة القاعدية بناءً على قيم الرقم الهيدروجيني.
2. تأثير أكاسيد عناصر (النيتروجين، الكبريت، والكربون)، وتوفر الرطوبة على نسب الأملاح الذائبة في التربة بالزيادة المطردة.
3. عينات الغبار للعملية الصناعية بمصنع الخزف تدل على إحتوائها أعلى نسب من قيم العناصر الثقيلة مقارنة بالعينات المجاورة لمصنع الحديد والصلب.
4. عدم تأثير غبار العملية الصناعية لمصنع الخزف على التربة المجاورة بشكل كبير في زيادة نسب العناصر الثقيلة وذلك لما يقوم به المصنع من إجراءات وقائية لمنع وصول الغبار إلى التربة مباشرة، بحجزه في منطقة معينة ومحددة ومن تم تجميعه في أكياس خاصة.

التوصيات

من خلال نتائج الدراسة النظرية والتجارب المعملية لعينات التربة والاستنتاجات التي تم التوصل إليها نوصي بالآتي :

1. تشكيل فرق عمل متخصصة لتوجيه الاهتمام والتركيز على أهمية ايجاد بدائل وطرق حديثة للتقليل من مخلفات الصناعة بصورها المختلفة وتشجيع الصناعات النظيفة للبيئة.
2. ضرورة اتّباع تقنيات متقدمة في المراكز الصناعية لمعالجة مخلفاتها وإعادة استخدامها مرة أخرى بدلاً من إلقائها أو دفنها في التربة.
3. إنشاء مراكز علمية متخصصة لمراقبة التربة واجراء الفحص الدوري والمستمر على فترات منتظمة في المناطق القريبة من المصانع.
4. اختيار المخططات الجيدة لمواقع المصانع المزمع إنشؤها وإبعادها عن المناطق السكنية والزراعية.
5. ضرورة المراقبة المستمرة لمعدلات الغبار التي تتعرض لها المناطق المجاورة للمصانع خاصة المناطق الزراعية منها.
6. ضرورة الاهتمام بالتشجير وزيادة الرقعة الخضراء وخاصة في المناطق المحيطة بالمراكز الصناعية.
7. عمل أبحاث ومشاريع أخرى لدراسة تأثير العمليات الصناعية على الكائنات الحية، وبالأخص تأثيرها على صحة وسلامة الإنسان.
8. العمل على ربط المؤسسات الصناعية بالجامعات والمعاهد والمراكز العليا، لتدليل مشاكل التلوث البيئي التي قد تحدث للمصانع والمساهمة في معالجتها بالطرق العلمية السليمة.

المراجع

1. أبوزيد عقيل، مشروع تخرج بعنوان (تأثير التلوث بالمواد الخام لمصنع الحديد على التربة ومحتوياتها الفطرية)، كلية العلوم – مصراتة، 2013 م.
2. أحمد محمد السروي، الصرف الصناعي ، دار الكتب العلمية ، القاهرة، ط1، 2007 م.
3. أحمد مدحت اسلام، التلوث مشكلة العصر، دار المجلس الوطني للثقافة، الكويت، 1978 م.
4. محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة، الدار المصرية اللبنانية، 1993 م.
5. مصطفى الغيراني، الهادي القويري، مشروع تخرج بعنوان (تأثير غبار الكسارات على التربة ومحتوياتها الفطرية)، كلية العلوم – مصراتة، 2012 .
6. مصطفى محمد أبوقرين، فؤاد حسن صالح، تلوث البيئة (أسبابه، أخطاره، مكافحته)، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ط1، 2001 م.
7. يحيى انس المحجري، برنامج البيئة والتنمية لجمعية التنمية الصحية والبيئية بعنوان (مخاطر التلوث الصناعي وكيفية مواجهته)، pdf.
8. http://arts.kufauniv.com/teaching/go/safa%20almodafer.pdf
9. http://site.iugaza.edu.ps/nbaroud/files/pdf