



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة قاصدي مرباح - ورقلة



كلية الرياضيات وعلوم المادة  
قسم الكيمياء

أطروحة لنيل شهادة دكتوراه L.M.D

تخصص كيمياء

قدمت للمناقشة من طرف:

بن عرابي عبد الكريم

تحت عنوان

## المساهمة في دراسة بعض مؤشرات التلوث البيئي للمنطقة الصناعية بتقرت (جنوب شرق الجزائر)

نوقشت يوم: 2023/05/15

أمام لجنة المناقشة:

|            |   |                  |                     |
|------------|---|------------------|---------------------|
| رئيسا      | جامعة قاصدي مرباح - ورقلة                     | أستاذ تعليم عالي | دقموش مسعودة        |
| مناقشا     | مركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة تقرت | مدير بحث         | بن هدية محمد الأمين |
| مناقشا     | جامعة قاصدي مرباح - ورقلة                     | أستاذ تعليم عالي | موساوي ياسين        |
| مناقشا     | جامعة قاصدي مرباح - ورقلة                     | أستاذ تعليم عالي | بالفار محمد الأخضر  |
| مشرف ومقرر | جامعة الشهيد حمه لخضر-الوادي                  | أستاذ محاضر "أ"  | نيلي محمد الصغير    |
| مساعد مشرف | جامعة قاصدي مرباح - ورقلة                     | أستاذ تعليم عالي | ذوادي علي           |

# كلمة شكر وتقدير

أحمد الله أولاً وقبل كل شيء وأشكره على ما أنعم على فإنه لا بقاء للنعمة إذا كفرت ولا زوال لها إذا شكرت.

أتوجه بأسمى عبارات التقدير والشكر والامتنان الى أستاذي الأفاضل الدكتور نبلي محمد الصغير أستاذ محاضر بجامعة حمه لخضر الوادي على قبوله الاشراف على هذه الأطروحة والأستاذ الدكتور ذوادي علي أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة المشرف المساعد لما قدماه لي من دعم وتوجيهات ونصائح ومساعدات خلال مراحل انجاز هذه الأطروحة.

كما يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير الى الأستاذة الدكتورة دقموش مسعودة أستاذة تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة على قبولها ترأس لجنة المناقشة.

كما يسعدني أن أتقدم بجزيل الشكر للأستاذة الأفاضل بن هدية محمد الأمين مدير بحث في المركز العلمي والتقني للمناطق الجافة بتقرت والأستاذ الدكتور موساوي ياسين أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة والأستاذ الدكتور بالفار محمد الأخضر أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة على قبولهم المشاركة في لجنة المناقشة.

كما أتقدم بخالص الشكر والامتنان للأستاذ الدكتور العابد إبراهيم أستاذ تعليم عالي بالمدرسة العليا للأستاذة ورقلة والأستاذ الدكتور عطية سالم أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة و الدكتورة زروقي حياة أستاذة محاضرة "أ" جامعة قاصدي مرباح ورقلة و الدكتورة زنجري لويذة أستاذة محاضرة "أ" جامعة قاصدي مرباح ورقلة والدكتور بالغيثار الحاج بالشر اير أستاذ محاضر "أ" جامعة قاصدي مرباح ورقلة ورفقاء الدراسة ميلودي محمد - غرياني عبد النور - حجاج محمد العيد - بولحية لزهر على دعمهم وتشجيعهم لي في إتمام هذا العمل.

كما لا يفوتني أن أتقدم بشكري الخالص الى جميع أفراد عائلتي كلا باسمه.

إهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أهدي ثمرة عملي هذا إلى من أوصى الله بهما احسانا أمي التي ولدتني وأبي

الذي رعاني وأختي التي ربنتني رحمهم الله

و إلى من كانت سندي ورفيقة دربي زوجتي رعاها الله والى من تقربهم

أعيوني أولادي فاطمة وأسماء وصفاء وفراس وسيف الإسلام حفظهم

الله

إلى اخوتي وأخواتي مصدر فخري واعتزازي ولكل أبناءهم

إلى اخوة جمعني بهم ميدان العمل إلى كل أصدقائي

إلى جميع عمال مركز الزفت نفضال تقرت

إلى كل من علمني حرفا وأهداني نصحا

إلى جميع أساتذة جامعة قاصدي مرباح ورقلة أخص بالذكر

أساتذة قسم الكيمياء

## الملخص:

يختلف تصنيف الملوثات البيئية باختلاف الأسس والمعايير المعتمدة في تحديد طبيعة نشأتها والعوامل المؤثرة على الموارد البيئية الثلاثة من تربة وماء وهواء، وبناء على ذلك كان الغرض من هذه الدراسة هو معرفة مدى تأثير النشاط الصناعي على البيئة الطبيعية وهذا من خلال تحديد حجم التلوث البيئي باستخدام بعض مؤشرات التلوث مثل عامل التلوث (CF)، معامل الاغناء (EF)، مؤشر حمولة الملوثات (PLI)، عامل التلوث الأحادي (PI) حيث أشارت في مجملها الى وجود تلوث على مستوى التربة، أما في ما يخص جزء الماء فأظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية من  $DCO$ ،  $DBO_5$ ،  $O_{diss}$ ،  $MES$ ،  $NO_3^-$ ،  $NO_2^-$ ،  $PO_4^{3-}$ ،  $pH$ ،  $CE$ ، العكارة، درجة الحرارة، تباين بين القيم المسجلة والمعايير الحدية المسموح بها وطنيا ودوليا، فيما جاءت نتائج قياسات الهواء الجوي والمعبر عنها ب  $HCHO$ ،  $TVOC$ ،  $CO_2$  بنسب تفوق المعدلات الواجب التقيد بها من أجل حماية البيئة من التلوث بشتى أنواعه، ونخلص القول بأن التدهور الكبير للبيئة وما نشهده اليوم من مشاكل بيئية متنامية سببه المخلفات الصناعية وعدم تطبيق نظام الإدارة البيئية ايزو 14001.

**الكلمات المفتاحية:** النشاط الصناعي، مؤشرات التلوث البيئي، نظام الإدارة البيئية، المنطقة الصناعية تقرت.

## Abstract

The classification of environmental pollutants varies according to the bases and criteria adopted to determine the nature of their origin and the factors affecting the three environmental resources of soil, water and air, and therefore the purpose of this study was to know the extent of the impact of industrial activity on the natural environment by determining the extent of environmental pollution using certain pollution indicators such as the pollution factor (CF), the factor of enrichment (FE), the pollution load index (PLI), the monopollution factor (PI), which as a whole indicated the presence of pollution at ground level, as for the water part, the results physico-chemical analyzes of COD,  $BOD_5$ ,  $O_{diss}$ ,  $MES$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $pH$ , EC, turbidity, temperature showed a difference between the recorded values and the standards of national and international authorized limits, then that the results of the air measurements expressed in HCHO, TVOC  $CO_2$  at rates which exceed the rates which must be observed in order to protect the environment from pollution of all kinds, and we conclude that the great deterioration of the environment and the growing environmental problems which we are witnessing today are caused by industrial waste and the failure to implement the ISO 14001.

**KEYWORD:** Industrial activity, environmental pollution indicators, environmental management system, industrial zone Touggourt.

## Résumé

La classification des polluants environnementaux varie selon les bases et les critères adoptées pour déterminer la nature de leur origine et les facteurs affectant les trois ressources environnementales du sol, de l'eau et de l'air, et par conséquent le but de cette étude était de connaître l'ampleur de l'impact de l'activité industrielle sur le milieu naturel et ce en déterminant l'ampleur de la pollution environnementale à l'aide de certains indicateurs de pollution tels que le facteur de pollution (CF), le facteur d'enrichissement (FE), l'indice de charge polluante (PLI), le facteur de monopollution (PI), qui dans leur l'ensemble a indiqué la présence de pollution au niveau du sol, quant à la partie eau, les résultats des analyses physico-chimiques de  $DCO$ ,  $DBO_5$ ,  $O_{diss}$ ,  $MES$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $pH$ ,  $CE$ , turbidité, température, ont montré un écart entre les valeurs enregistrées et les normes de limites autorisées nationales et internationales, alors que les résultats des mesures de l'air exprimés en HCHO, TVOC  $CO_2$  à des taux qui dépassent les taux qui doivent être respectés afin de protéger l'environnement de la pollution de toutes sortes, et nous concluons que la grande détérioration de l'environnement et les problèmes environnementaux croissants auxquels nous assistons aujourd'hui sont causés par les déchets industriels et l'échec de la mise en œuvre du système de gestion environnementale ISO 14001.

**MOTS-CLÉS:** Activité industrielle, indicateurs de pollution environnementale, système de management environnemental, zone industrielle Touggourt.



الفصل الثاني : الصناعة وآثارها على البيئة الطبيعية

- 22 ..... 22 .التلوث الصناعي وانعكاساته على البيئة . 22
- 22 ..... 22 .1. ماهية التلوث الصناعي . 22
- 22 ..... 22 .1.1 .مقدمة . 22
- 22 ..... 22 .2.1 .تعريف التلوث الصناعي . 22
- 22 ..... 22 .3.1 .التلوث الصناعي عبر التاريخ . 22
- 23 ..... 23 .4.1 .مظاهر التلوث الصناعي . 23
- 25 ..... 25 .2 .التلوث الصناعي وفقا لعناصر البيئة . 25
- 25 ..... 25 .2 .1 .أهم الصناعات المسببة للتلوث الصناعي . 25
- 26 ..... 26 .2 .2 .تصنيف الملوثات الصناعية . 26
- 27 ..... 27 .2 .3 .التلوث الصناعي للتربة . 27
- 28 ..... 28 .2 .4 .التلوث الصناعي للماء . 28
- 29 ..... 29 .2 .5 .التلوث الصناعي للهواء . 29
- 30 ..... 30 .3 .آثار التلوث الصناعي على البيئة والانسان . 30
- 30 ..... 30 .3 .1 .التلوث الصناعي في الجزائر . 30
- 31 ..... 31 .2.3 .التلوث الصناعي والعوامل المساعدة على انتشاره . 31
- 32 ..... 32 .2.3 .الآثار الصحية والإنتاجية للتلوث الصناعي . 32
- 34 ..... 34 .4 .آليات حماية البيئة من التلوث الصناعي . 34
- 34 ..... 34 .1.4 .مفهوم آليات حماية البيئة . 34
- 35 ..... 35 .2 .4 .الاهتمام العالمي بحماية البيئة . 35
- 36 ..... 36 .3.4 .أنواع مواصفات نظم الإدارة البيئية لحماية البيئة . 36
- 37 ..... 37 .4 .4 .نظام الإدارة البيئية وفق المواصفة الدولية ISO 14001 . 37
- 39 ..... 39 .5 .4 .فوائد تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 . 39
- 40 ..... 40 .مراجع الفصل الثاني . 40

الجاناب التطبيقي

الفصل الثالث: الطرق والأدوات

|    |   |    |
|----|---|----|
| 44 | 1. تقديم منطقة الدراسة ( تقرت )                                       | 44 |
| 45 | 2. تقديم المنطقة الصناعية لمدينة تقرت                                 | 45 |
| 46 | 3. التركيبة الجيولوجية والدراسة المناخية لمواقع أخذ العينات           | 46 |
| 46 | 1.3. التركيبة الجيولوجية  | 46 |
| 47 | 2.3. الدراسة المناخية   | 47 |
| 47 | 1. 2. 3. درجة الحرارة   | 47 |
| 48 | 2. 2. 3. التشميس  | 48 |
| 49 | 3. 2. 3. التساقطات (الأمطار)  | 49 |
| 50 | 4. 2. 3. التبخر   | 50 |
| 51 | 5. 2. 3. الرطوبة  | 51 |
| 52 | 6. 2. 3. الرياح   | 52 |
| 53 | 4. دراسة مؤشرات التلوث البيئي في التربة والماء والهواء لمنطقة الدراسة | 53 |
| 53 | 1.4. مؤشرات التلوث البيئي في التربة                                   | 53 |
| 54 | 1. 1.4. البروتوكول التجريبي Experimental Protocol (جزء التربة)        | 54 |
| 56 | 2. 1.4. عامل التلوث ( Contamination Factor CF )                       | 56 |
| 57 | 3. 1.4. عامل الاثرء - الاغناء ( Enrichment Factor EF )                | 57 |
| 57 | 4. 1. 4. مؤشر حمولة الملوثات Pollution Load Index - PLI               | 57 |
| 59 | 2.4. مؤشرات التلوث البيئي للماء                                       | 59 |
| 59 | 1. 2.4. البروتوكول التجريبي Experimental Protocol (جزء الماء)         | 59 |
| 60 | 2.2.4. الوسائط الفيزيوكيميائية  | 60 |
| 60 | 3. 2.4. درجة الحرارة T (°C)   | 60 |
| 61 | 4. 2. 4. الأس الهيدروجيني (pH)  | 61 |
| 61 | 5. 2.4. الناقلية الكهربائية ( CE )                                    | 61 |
| 62 | 6. 2.4. المواد العالقة (MES)  | 62 |
| 62 | 7. 2.4. الطلب الكيميائي للأكسجين ( DCO )                              | 62 |
| 63 | 8. 2.4. الطلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO <sub>5</sub> )               | 63 |

|    |       |     |   |
|----|-------|-----|---|
| 63 | ..... | III | 4 .2 .9 . شوارد النتريت ( $\text{NO}_2^-$ )                     |
| 64 | ..... | III | 4 .2 .10 . شوارد النترات ( $\text{NO}_3^-$ )                    |
| 64 | ..... | III | 4 .2 .11 . شوارد الفوسفات ( $\text{PO}_4^{3-}$ )                |
| 64 | ..... | III | 4 .2 .12 . الأوكسجين المنحل ( $\text{O}_{\text{diss}}$ )        |
| 66 | ..... | III | 4 .2 .13 . العكارة  |
| 66 | ..... | III | 4 .3 . مؤشرات التلوث البيئي للهواء                              |
| 67 | ..... | III | 4 .3 .1 . البروتكول التجريبي Experimental Protocol (جزء الهواء) |
| 69 | ..... | III | 4 .3 .2 . غاز ثاني أكسيد الكربون                                |
| 69 | ..... | III | 4 .3 .3 . الغازات الطيارة TVOC                                  |
| 70 | ..... | III | 4 .3 .4 . الفورمالدهيد HCHO                                     |
| 70 | ..... | III | 4 .3 .5 . مؤشر جودة الهواء Air index                            |
| 73 | ..... |     | مراجع الفصل الثالث  |

#### الفصل الرابع : نظام الإدارة البيئية ايزو 14001

|    |       |    |  |
|----|-------|----|--|
| 78 | ..... | IV | 1 . التعريف بمؤسسة نفعال                                     |
| 78 | ..... | IV | 2 . لمحة عن المنظمة الدولية للمواصفات و المقاييس (الايزو)    |
| 79 | ..... | IV | 3 . وضعية نظام الإدارة البيئية ISO 14001 في مؤسسة نفعال تقرت |
| 79 | ..... | IV | 4 . الآثار البيئية المترتبة عن ممارسة مركز الزفت لنشاطه      |
| 79 | ..... | IV | 4 .1 . التأثير على جودة التربة                               |
| 79 | ..... | IV | 4 .2 . التأثير على جودة المياه                               |
| 80 | ..... | IV | 4 .3 . التأثير على جودة الهواء                               |
| 81 | ..... | IV | 5 . مراحل حصول مؤسسة نفعال على شهادة ISO 14001               |
| 82 | ..... | IV | 6 . مكاسب تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 نسخة 2015     |
| 83 | ..... |    | مراجع الفصل الرابع   |

الفصل الخامس: نتائج ومناقشة

|          |  |
|----------|--|
| 84.....  | V نتائج ومناقشة.....   |
| 84.....  | V.1 .1 نتائج جزء التربة.....   |
| 84.....  | V.1 .1 .1 نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في التربة.....                          |
| 87.....  | V.1 .2 .1 نتائج عامل التلوث (CF).....  |
| 90.....  | V.1 .3 .1 نتائج معامل الاغناء (EF).....  |
| 94.....  | V.1 .4 .1 نتائج مؤشر حمولة الملوثات (PLI).....                                 |
| 99.....  | V.2 .2 نتائج جزء الماء.....  |
| 105..... | V.2 .1 .1 نتائج المواد العالقة MES.....  |
| 105..... | V.2 .2 .2 نتائج الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO.....                             |
| 107..... | V.2 .3 .2 نتائج الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO <sub>5</sub> .....            |
| 108..... | V.2 .4 .2 نتائج كمية النتريت NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....                |
| 109..... | V.2 .5 .2 نتائج كمية النترات NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....                |
| 110..... | V.2 .6 .2 نتائج كمية شوارد أرتو فوسفات PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> .....     |
| 111..... | V.2 .7 .2 نتائج كمية الأوكسجين المنحل O <sub>diss</sub> .....                  |
| 112..... | V.2 .8 .2 الأس الهيدروجين pH.....  |
| 113..... | V.2 .9 .2 العكارة.....   |
| 114..... | V.2 .10 .2 الناقلية الكهربائية CE.....   |
| 116..... | V.3 .3 .3 نتائج جزء الهواء.....  |
| 116..... | V.3 .1 .3 نتائج تركيز ملوثات الهواء المقاسة CO <sub>2</sub> - TVOC - HCHO..... |
| 118..... | V.3 .2 .3 نتائج تركيز ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub> .....                 |
| 119..... | V.3 .3 .3 نتائج تركيز المركبات العضوية المتطايرة TVOC.....                     |
| 121..... | V.3 .4 .3 نتائج تركيز الفورمالدهيد HCHO.....                                   |
| 123..... | مراجع الفصل الخامس.....  |
| 128..... | الخلاصة العامة.....  |
| 130..... | الملاحق.....   |

- الجدول 1: أهم مكونات الهواء من الغازات ونسبها الطبيعية..... 14
- الجدول 2: المجالات و المخاطر المتوقعة جراء التلوث البيئي..... 18
- الجدول 3: طبيعة الملوثات الهوائية ومصادرها..... 30
- الجدول 4: الآثار الصحية للتلوث الصناعي..... 33
- الجدول 5: الآثار الإنتاجية للتلوث الصناعي..... 33
- الجدول 6: المعدل الشهري لدرجات الحرارة 2008-2018..... 47
- الجدول 7: المعدل الشهري لساعات التشميس 2008-2018..... 48
- الجدول 8: معدل التساقطات 2008-2018..... 49
- الجدول 9: معدل التبخر 2008-2018..... 50
- الجدول 10 : سرعة الرياح 2008-2018..... 52
- الجدول 11 : إحدائيات مواقع عينات التربة في مدينة تقرت..... 54
- الجدول 12: أصناف عامل التلوث ( CF )..... 56
- الجدول 13: أصناف معامل الاثرء ( EF )..... 57
- الجدول 14: أصناف عامل التلوث الفردي ( PI )..... 58
- الجدول 15: أصناف مؤشر حمولة التلوث (PLI)..... 58
- الجدول 16 : إحدائيات مواقع عينات الماء في مدينة تقرت..... 60
- الجدول 17 : تصنيف جودة المياه حسب الناقلية الكهربائية (ISO 7888)..... 62
- الجدول 18: معايير الحد الأقصى للنفايات السائلة الصناعية..... 65
- الجدول 19 : التركيب الطبيعي للهواء..... 66
- الجدول 20: تصنيف مؤشرات جودة الهواء..... 72
- الجدول 21: التأثيرات على جودة التربة..... 79
- الجدول 22: التأثيرات على جودة المياه..... 80

- الجدول 23 : التأثيرات على جودة الهواء ..... 80
- الجدول 24: قيم تراكيز المعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة ..... 84
- الجدول 25: القيم الحدية للمعادن الثقيلة المقارنة..... 85
- الجدول 26: القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر ..... 86
- الجدول 27 : قيم مدى ومعدل عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة ..... 87
- الجدول 28: قيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة ..... 88
- الجدول 29: قيم مدى ومعدل معامل الاغناء EF للمعادن الثقيلة في التربة ..... 91
- الجدول 30: قيم معامل الاغناء EF للمعادن الثقيلة في التربة ..... 92
- الجدول 31: قيم مؤشر (PI) و مؤشر (PLI) للمعادن الثقيلة في التربة..... 95
- الجدول 32: الدراسة الإحصائية الوصفية لقيم مؤشر التلوث الأحادي (PI) و (PLI) .. 96
- الجدول 33: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 1) ..... 99
- الجدول 34: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 2) ..... 99
- الجدول 35: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 3) ..... 100
- الجدول 36: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 4) ..... 100
- الجدول 37: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 5) ..... 101
- الجدول 38: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 6) ..... 101
- الجدول 39: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 7) ..... 102
- الجدول 40: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 8) ..... 102
- الجدول 41: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 9) ..... 103
- الجدول 42: الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة مياه الصرف الصناعي (العينة 10) ..... 103
- الجدول 43: الدراسة الاحصائية للوسائط الفيزيوكيميائية لعينات مياه الصرف الصناعي..... 104
- الجدول 44: تصنيف المياه اعتمادا على الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO..... 106
- الجدول 45: حالة المياه حسب قيمة الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO<sub>5</sub>..... 107

- الجدول 46: نتائج تركيز ملوثات الهواء في منطقة الدراسة.....116
- الجدول 47: الدراسة الاحصائية لملوثات الهواء الجوي لعينات منطقة الدراسة.....117
- الجدول 48: العمر الارشادي لبعض المواد الملوثة في الغلاف الجوي.....118
- الجدول 49: تصنيف النظام الأوروبي لمستويات CO<sub>2</sub>.....119
- الجدول 50: المصادر البشرية لملوثات الهواء الرئيسية.....120

- الشكل 1: البيئة ومكوناتها ..... 6
- الشكل 2: أسباب التدهور البيئي وآثاره على البيئة ..... 9
- الشكل 3: توزيع غازات الاحتباس الحراري في الجو ..... 24
- الشكل 4: أنواع ملوثات التربة ..... 27
- الشكل 5: أنواع الملوثات المائية ..... 28
- الشكل 6: المعدل الشهري لدرجات الحرارة 2008-2018 ..... 48
- الشكل 7: منحنى ساعات التشميس 2008-2018 ..... 49
- الشكل 8: منحنى معدل التساقطات 2008-2018 ..... 50
- الشكل 9: منحنى معدل التبخر 2008-2018 ..... 51
- الشكل 10: نسبة الرطوبة 2008-2018 ..... 51
- الشكل 11: منحنى سرعة الرياح 2008-2018 ..... 53
- الشكل 12: تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S1 إلى S6 ..... 85
- الشكل 13: تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S7 إلى S12 ..... 85
- الشكل 14: تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S13 إلى S18 ..... 86
- الشكل 15: تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S19 إلى S22 ..... 86
- الشكل 16: تمثيل بياني لمعدل عامل التلوث ..... 89
- الشكل 17: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في التربة من S1 إلى S6 ..... 89
- الشكل 18: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في التربة من S7 إلى S12 ..... 89
- الشكل 19: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في التربة من S13 إلى S18 ..... 90
- الشكل 20: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في التربة من S19 إلى S22 ..... 90
- الشكل 21: تمثيل بياني لمعدل عامل الاغناء EF للمعادن الثقيلة في التربة ..... 91
- الشكل 22: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن الثقيلة في التربة من S1 إلى S6 ..... 93

- الشكل 23: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن الثقيلة في التربة من S7 إلى S12.....93
- الشكل 24: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن الثقيلة في التربة من S13 إلى S18.....93
- الشكل 25: تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن الثقيلة في التربة من S19 إلى S22.....94
- الشكل 26: تمثيل بياني لقيم المتوسط الحسابي لمؤشر (PI) للمعادن الثقيلة في التربة.....96
- الشكل 27: تمثيل بياني للدراسة الاحصائية لمؤشر حمولة التلوث PLI.....97
- الشكل 28: تمثيل بياني للدراسة الاحصائية لمؤشر التلوث الأحادي PI.....98
- الشكل 29: التمثيل البياني لتغيرات المواد العالقة بدلالة درجة الحرارة.....105
- الشكل 30: التمثيل البياني لتغيرات الطلب الكيميائي للأوكسجين بدلالة درجة الحرارة.....106
- الشكل 31: التمثيل البياني لتغيرات الطلب البيوكيميائي للأوكسجين بدلالة درجة الحرارة.....105
- الشكل 32: التمثيل البياني لتغيرات كمية النتريت بدلالة درجة الحرارة.....109
- الشكل 33: التمثيل البياني لتغيرات كمية النترات بدلالة درجة الحرارة.....109
- الشكل 34: دورة الأزوت في الطبيعة.....110
- الشكل 35: التمثيل البياني لتغيرات كمية شوارد أرتو فسفات بدلالة درجة الحرارة.....111
- الشكل 36: التمثيل البياني لتغيرات كمية الأوكسجين المنحل بدلالة درجة الحرارة.....112
- الشكل 37: التمثيل البياني لتغيرات الأس الهيدروجيني بدلالة درجة الحرارة.....113
- الشكل 38: التمثيل البياني لتغيرات العكارة بدلالة درجة الحرارة.....114
- الشكل 39: التمثيل البياني لتغيرات الناقلية الكهربائية بدلالة درجة الحرارة.....115

- الصورة 1 : الموقع الجغرافي لمدينة تقرت.....45
- الصورة 2 : الخريطة الجغرافية لمدينة تقرت موضح عليها مواقع الدراسة.....55
- الصورة 3 : جهاز قياس جودة الهواء.....71
- الصورة 4 : تحضير عينات التربة داخل المخبر.....130
- الصورة 5 : الميزان الالكتروني الحساس.....130
- الصورة 6 : منخل التدرج الحبيبي.....130
- الصورة 7 : جهاز قياس الناقلية الكهربائية.....131
- الصورة 8 : جهاز قياس للأوكسجين المنحل.....131
- الصورة 9 : حاضنة الطلب البيوكيميائي للأوكسجين.....131
- الصورة 10 : الأدوات المستعملة في قياس  $DBO_5$ .....131
- الصورة 11 : قياس العينات داخل وحدة الإنتاج.....131
- الصورة 12 : قياس العينات داخل إدارة المؤسسة.....131

# قائمة الاختصارات

| المدلول باللغة الأجنبية                        | المدلول باللغة العربية                   | الاختصار                           |
|--|--|------------------------------------|
| Atomic absorption spectrophotometer            | جهاز امتصاص الطيف الذري                  | <b>AAS</b>                         |
| Air Quality Index                              | مؤشر جودة الهواء                         | <b>AQI</b>                         |
| Electrical Conductivity                        | الناقلية الكهربائية                      | <b>CE</b>                          |
| Contamination Factor                           | عامل التلوث                              | <b>CF</b>                          |
| Carbon Monoxide                                | أول أكسيد الكربون                        | <b>CO</b>                          |
| Carbon Dioxide                                 | ثنائي أكسيد الكربون                      | <b>CO<sub>2</sub></b>              |
| Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين خلال 5 أيام | <b>DBO<sub>5</sub></b>             |
| Demande Chimique en Oxygène                    | الطلب الكيميائي للأوكسجين                | <b>DCO</b>                         |
| Enrichment Factor                              | عامل الاثراء - الاغناء                   | <b>EF</b>                          |
| Formaldehyde                                   | الفورمالدهيد                             | <b>HCHO</b>                        |
| Hydrochloric Acid                              | حمض الهيدروكلوريك                        | <b>HCl</b>                         |
| Nitric Acid                                    | حمض النيتريك                             | <b>HNO<sub>3</sub></b>             |
| International Organization for Standardization | المنظمة الدولية للتقييس                  | <b>ISO</b>                         |
| Matières En Suspension                         | المواد العالقة                           | <b>MES</b>                         |
| Nitrites                                       | النتريت                                  | <b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>  |
| Nitrates                                       | النترات                                  | <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>  |
| Nitrogen Oxides                                | أكاسيد النيتروجين                        | <b>NO<sub>x</sub></b>              |
| Ozone  | الأوزون                                  | <b>O<sub>3</sub></b>               |
| Oxygène Dissous                                | الأوكسجين المنحل                         | <b>O<sub>diss</sub></b>            |
| Office National d'Assainissement               | الديوان الوطني للتطهير                   | <b>ONA</b>                         |
| Parts Per Million                              | جزء من المليون                           | <b>PPM</b>                         |
| Potentiel d'Hydrogène                          | الأس الهيدروجيني                         | <b>pH</b>                          |
| Single Load Indicator                          | مؤشر الحمولة الأحادي                     | <b>PL</b>                          |
| Pollution Load Index                           | مؤشر حمولة الملوثات                      | <b>PLI</b>                         |
| Ortho Phosphorus                               | الأورثوفوسفات                            | <b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b> |
| Sulfur Dioxide                                 | ثنائي أكسيد الكبريت                      | <b>SO<sub>2</sub></b>              |
| Volatile Organique Compounds                   | المركبات العضوية المتطايرة               | <b>TVOC</b>                        |
| World Health Organization                      | المنظمة العالمية للصحة                   | <b>WHO</b>                         |

# المقدمة

### المقدمة:

البيئة هي النعمة التي حبانا الله اياها لنرقل في نعيمها ونسخر كل ما فيها لسعادة الانسان الذي جعله محورا لها واختصه دون سائر الكائنات الحية بنعمة العقل فمكناه في الأرض ليعمرها ولا يفسدها مصداقا لقوله تعالى ﴿وَإِذْ اسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِ فَقُلْنَا اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ فَانفَجَرَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرِبَهُمْ كَلُوا وَشَرِبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مَفْسِدِينَ﴾ (الآية 60 سورة البقرة). وفي سعي الانسان لينهل من خيراتها أرهقها وأفسد الكثير من مكوناتها فظهر الفساد في البر والبحر والجو ﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ (الآية 41 سورة الروم). فأصبح خطره ماثلا في كل مكان وضرره واقع بكل مظاهر الوجود المادي ومقومات الحياة [1].

ومن هذا المنطلق أصبحت مشكلة التلوث البيئي في وقتنا الحاضر تحظى باهتمام كبير ليس فقط على مستوى دول العالم الثالث فحسب بل على مستوى كل الدول دون استثناء، أدى التقدم العلمي والتكنولوجي الى استحداث أنواعا شتى من الملوثات والتي منها: التلوث البحري، التلوث الهوائي، التلوث الاشعاعي، التلوث الكيميائي، التلوث الفيزيائي، التلوث بالنفايات الخطرة والمشعة، والتلوث بالزيت... الخ [2]. ولهذا يعتبر موضوع التلوث بشكل عام والتلوث الناجم عن النشاط الصناعي بشكل خاص من أكثر الأضرار بالبيئة والدليل على هذا اختلال توازن النظام الإيكولوجي، مما استوجب إيجاد حلول من طرف دول العالم اين تجسد هذا التفكير في العقد الأخير من القرن العشرين وإستمر ليومنا هذا. نظمت عشرات المؤتمرات الدولية للحث والحد من آثار النشاط الصناعي من خلال التأكيد على تقليل ما تخرجه المنشآت الصناعية من ملوثات الى الهواء والغلاف الجوي أو ما تلقيه المصانع من مواد سائلة وصلبة مضرّة تؤثر في تركيبة التربة وعلى الحياة البشرية والنباتية والحياتية فيها [3].

فعمدت ندوات كثيرة مثل مؤتمر ستوكهولم 1972، قمة الأرض "ريودي جانيرو" 1992، قمة جوهان زبون سنة 2002 من أجل تدارك الخطر الذي بات يهدد البيئة من تغيرات مناخية، تصحر، أعاصير، احتباس حراري، ثقب الأوزون... الخ. ويعتبر التلوث الصناعي مشكلة عالمية تعدت حدود البلدان المتطورة وشملت البلدان النامية والمتقدمة على حد سواء ولكن مع اختلاف نوعية التلوث فالبلدان المتقدمة معنية بالملوثات الصناعية الناتجة عن الصناعات الضخمة كالتلوث النووي والاشعاعي، في حين يأتي التلوث في الأقطار النامية نتيجة سوء إدارة الأنظمة الصناعية، ولا يختلف الأمر كثيرا عما يحدث في الجزائر من حيث التلوث الصناعي الذي ارتبط اسمه منذ السبعينيات من القرن التاسع عشر بالثورة الصناعية والذي لم يهتم بعنصر البيئة في وضع الخطط الصناعية [4].

من خلال ما سبق ذكر تم اختيار هذا البحث وفقا لعدة اعتبارات أهمها كون موضوع التلوث الصناعي لم يعد حديث الصحف بل أصبح واقعا ملموسا في حياتنا اليومية ومع زيادة حجم النشاط الصناعي في مدينة تڤرت والمتمثل في توزيع العديد من الاستثمارات في المجال الصناعي على غرار المؤسسات

الصغيرة والمؤسسات الناشئة، غير أن هذه الزيادة في عدد المؤسسات والشركات العمومية والخاصة أهملت جانب حماية البيئة ولم تسعى لتحقيق أهداف التنمية المستدامة لاسيما بعد تأهيلها الى مصاف ولاية منتدبة ثم ولاية قائمة بذاتها.

يهدف هذا البحث لمعرفة مدى تأثير النشاط الصناعي في مدينة تقرت على جودة حياة الفرد من خلال تقييم مكونات البيئة الطبيعية التي يعيش فيها من تربة وماء وهواء، بإضافة الى الوقوف على مدى تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 في احدى المؤسسات الإنتاجية واعتماده كحل من أجل المحافظة على مكونات البيئة من التلوث.

ومن بين الدراسات التي أجريت في هذا المجال وعلى سبيل الذكر لا على سبيل الحصر الدراسة التي قام بها كل من بن هدية محمد لمين رفقة محمد حجيل فيما يخص جانب التربة [5].  
أما في جانب المياه الدراسة المقدمة من طرف العابد إبراهيم [6].

### المصادر والمراجع:

المصادر: القران الكريم

### المراجع:

- [1] ناصر أحمد عمر محمد، الاثار البيئية والاقتصادية لبعض المخلفات الصناعية (دراسة مقارنة السودان / مصر)، جامعة الخرطوم، السودان، 2008، ص 1.
- [2] علي خليل عبد الكاظم بادي الخفاجي، الكشف عن حالة التلوث لترت ومياه منطقة بحيرة ساوة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، جامعة المثنى، العراق، 2016، ص 1.
- [3] زيان سليمان خليل، إبراهيم خشمان هسام، دور منطقة كواشي الصناعية في قضاء سيميل بتلوث المحيطة، مجلة جامعة دهوك، المجلد 21، العدد 1، العراق، 2018، ص 293.
- [4] أسماء عبادي، المعالجة الإعلامية للتلوث الصناعي في الصحافة الجزائرية - دراسة تحليلية لجريدة الوطن الجزائرية، جامعة منتوري، قسنطينة، 2010، ص 10.

[5] Mohammed. L. Benhaddya, Mohammed Hadjel, Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in surface soils of Hassi Messaoud, Algeria, Environmental Earth Sciences 2014.

[6] العابد إبراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة ورقلة، 2015.

## الفصل الأول

### البيئة الطبيعية والتلوث



يمكن استخلاص تعريف علمي لمفهوم البيئة بأنها " إجمالي الأشياء المحيطة بالإنسان والمؤثرة على جودة الكائنات الحية على سطح الأرض، متضمنة الماء والتربة والهواء والمعادن والمناخ والكائنات أنفسهم" [4].

### الفرع الثالث: البيئة في المنظور القانوني:

الباحث عن تعريف محدد للبيئة يدرك أن المفكر القانوني يعتمد بصفة أساسية على ما يقدمه علماء البيولوجيا والطبيعة للبيئة ومكوناتها. وقد عرفها المشرع الجزائري في القانون 03/83 بشأن حماية البيئة " بأنها حماية الطبيعة والحفاظ على فصائل الحيوان والنباتات لإبقاء على التوازنات البيولوجية والمحافظة على الموارد الطبيعية من جميع أسباب التدهور التي تهددها " [5].

عرفها المشرع الجزائري وفقا لقانون البيئة لسنة 2003 كما يلي " تتكون البيئة من الموارد الطبيعية اللاحيوية والحيوية كالهواء والجو والماء والأرض وباطن الأرض والنبات والحيوان، بما في ذلك التراث الوراثي، أشكال التفاعل بين هذه الموارد والأماكن والمناظر والمعالم الطبيعية " [6].

وبالرجوع الى القانون رقم 10/03 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة نجد أن المشرع الجزائري لم يعط تعريفا دقيقا للبيئة، حيث نجد المادة 02 منه تنص على أهداف حماية البيئة فيم تضمنت المادة 03 منه مكونات البيئة. الا أنه وبالرجوع الى قانون 10/03 السالف الذكر فانه يمكن استنتاج مفهوم للبيئة " بأنها تضم كلا من البيئة الطبيعية والاصطناعية، وهي ذلك المحيط الذي يعيش فيه الانسان بما يشمل من ماء وهواء وتربة، كائنات حية وغير حية ومنشآت مختلفة [7].

### I - 1-3 مكونات البيئة:

باعتبار أن لفظة البيئة بالمفهوم الشامل تعني كل العناصر الطبيعية، الحية وغير حية والعناصر المشيدة أو التي أقامها الانسان من خلال تفاعله المستمر مع البيئة الطبيعية [8].

هناك العديد من مكونات البيئة منها الطبيعية، الصناعية، الصحية، الاجتماعية، الاقتصادية. لكن ما يخصنا في بحثنا هذا يقتصر على المكونات الأساسية فقط دون غيرها.

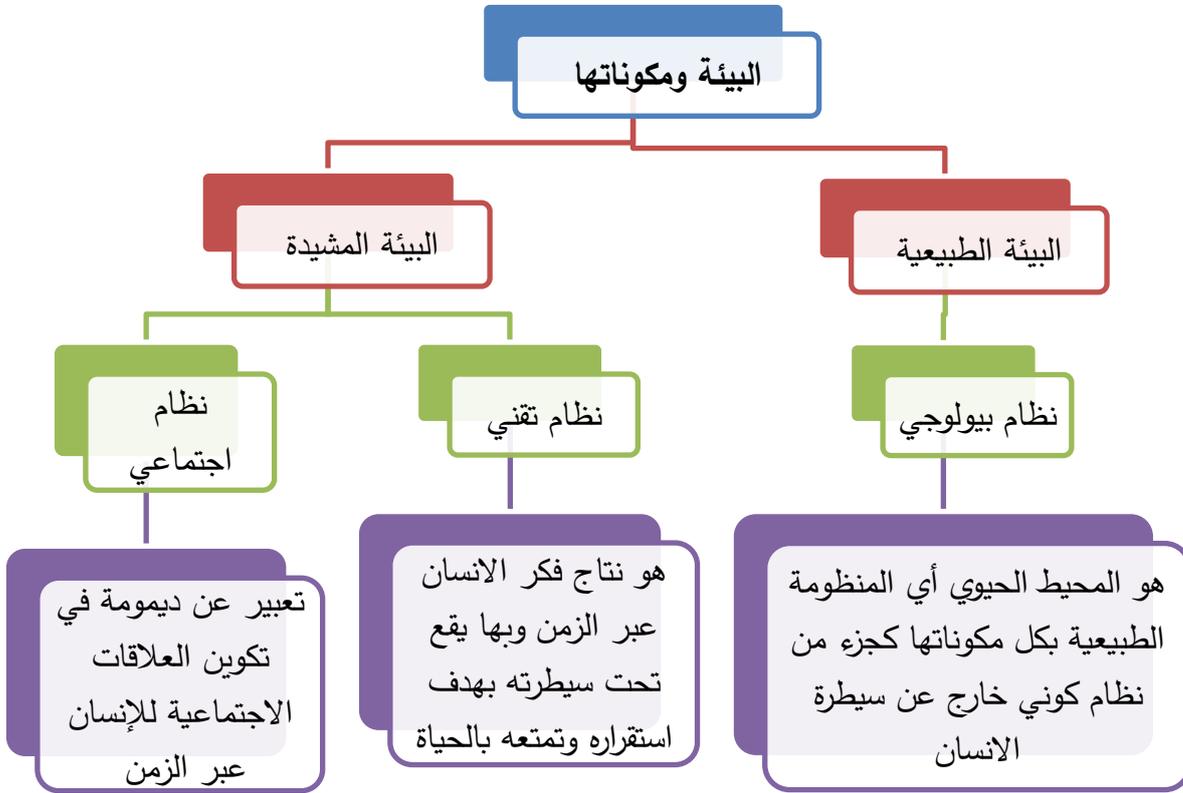
(أ) - **العنصر الطبيعي** : يشمل كل نشاط طبيعي للكرة الأرضية في علاقاتها المتنوعة مع الأشعة الكونية وأشعة الشمس وما يحيط بها في هذا الكون حيث يحتوي على أربعة أنظمة ابتداء من الغلاف الأرضي وما يشمل تربتها السطحية الى أعماقها الصلبة منها والسائلة والغازية، النظام الثاني يتمثل في الغلاف المائي للأرض، المياه السطحية و الجوفية الحارة منها والباردة، الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الأرضية ويطلق عليه الغلاف الغازي أو الهوائي، بطبقاته المتتالية وفي الاخير الغلاف الحيوي Biosphere على سطح الأرض الذي يضم الانسان والحيوان والنبات [9].

(ب) - **العنصر البيولوجي**: وهو المحيط الذي يتضمن الحيز الذي توجد فيه الحياة ويضم الكائنات الحية وغير حية وهي في تفاعل مستمر من أجل تحقيق التوازنات البيئية وفي حالة حدوث اضطرابات في هذا النظام تنشأ عدة مشاكل بيئية أخطرها التلوث [10].

(ج) - **العنصر الصناعي**: وهو من صنع الانسان ويشمل أيضا أثاره التي طالت العنصر البيئي من حيث التغيرات التي أحدثتها عبر تاريخه القديم والحديث على سطح الارض، نتيجة الثورة الصناعية وما صاحبها

من تغيرات هائلة في باطن الأرض وسطحها وفي غطائها النباتي وثروتها الحيوانية وفي مياهها وهوائها وترتبتها الأمر الذي أدى الى تغيير معالم البيئة الطبيعية وتلويثها وتهديد الموارد الطبيعية التي كانت مأهولة بالتنوع البيولوجي الهائل في الطبيعة [11].

كما يعرف بالنظام المصنوع من قبل الانسان والذي يساعده على إدارة شؤون الحياة مثل المدن والمناطق الصناعية ويشمل كل ما هو مبتكر لخدمة الانسان [10].



الشكل رقم (1): البيئة ومكوناتها [12]

### I-1-4 موارد البيئة الطبيعية:

تغيرت في الآونة الأخيرة النظرة حول الموارد الطبيعية وضرورة الاهتمام بها، خاصة بعد ظهور التقرير الدولي المعروف بـ " حدود النمو " الذي أكد على ضرورة عدم استنزاف الموارد الطبيعية من طرف المصنعين ولا شك أن أفضل طريقة للمحافظة على أي مورد طبيعي هو التأكد من انضباط العوامل البيئية التي تتحكم في حياة هذا المورد على نحو قوي، وهذا يعني بقاء البيئة الطبيعية ثابتة لا تتعرض لاضطرابات تقسدها [13].

وعليه يمكن تقسيم هذه الموارد الى نوعين أساسيين هما:

**أولاً- الموارد الطبيعية:** وهي من صنع الله تعالى ويتأثر رصيدها نتيجة لتفاعل الانسان معها وتنقسم

الى [14]:

1. موارد دائمة مثل الهواء والماء.
2. موارد متجددة كالترربة والشمس.
3. موارد غير متجددة قابلة للنفاد كالفحم والبتروك.

**ثانيا- موارد من صنع الانسان:** وهو كل ما قام به الانسان من اضافات على البيئة، من حضارة وعمران وسدود وغيرها من المنشآت.

### I-1-5 تاريخ الاهتمام بالبيئة:

خلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر كان هناك تطور كبير في شتى مجالات الحياة، أو ما يعرف بالثورة الصناعية حين ازدادت وتشعبت متطلبات الانسان من الموارد الطبيعية مما دعا العلماء الى القلق من استنزاف وتدهور بعض الموارد الطبيعية. مما دفع العلماء الى القيام بأعمال علمية ضخمة تمثلت في إنهاء ريكلوس مرجعه الضخم عن جغرافية العالم خلال الفترة الممتدة من 1867-1894م جمع فيه معلومات عن الأرض ومصادرها الطبيعية [15]. أول من شعر بالآثار البيئية السيئة الناشئة عن تطبيق بعض أنواع التكنولوجيا هم البلدان المتقدمة مما أدى الى الاعتقاد بأن التنمية الصناعية والزراعية مسؤولة عن مشاكل التلوث [12].

وشهدت نهاية القرن العشرين تزايد في عدد المؤتمرات المتخصصة في الدراسة التلوث بكل أنواعه، وبدأ هذا النشاط العالمي بدعوة الجمعية العامة للأمم المتحدة عام 1968 الى عقد مؤتمر عالمي لمناقشة قضايا البيئة، ووسائل مقاومتها على المستوى الدولي. وعقد المؤتمر الاول لبيئة الانسان في 05 جوان 1982 في مدينة ستوكهولم عاصمة السويد تحت اسم Conference on the Human Environment U.N. وحضره ممثلو كافة دول الأعضاء في الأمم المتحدة آنذاك، خصوصا أن معظم الدول النامية كانت قد بدأت مراحلها الأولى في التصنيع. ونادت الدول النامية في مؤتمر البيئة بضرورة اتباع أنماط بديلة للتنمية مناسبة للبيئة كما حملت الدول المتقدمة مسؤولية التدهور البيئي في العالم. وفي عام 1992 م عقد مؤتمر قمة دولي في ريو دي جانيرو بالبرازيل عرف بقمة الأرض وكان أكبر النقاء دولي لمناقشة قضايا البيئة والتنمية وقد أوصى المؤتمر الدول الموقعة على اتخاذ التدابير اللازمة ضد ظاهرة الاحتباس الحراري كما أوصى أيضا أعضاء المجتمع الدولي بضرورة حماية الكائنات الحية الأخرى التي تشاركنا بيئتنا وتشكل جزءا أساسيا من النظام البيئي [16].

### I-2 النظام البيئي وأسس حمايته:

#### I-2-1 مفهوم النظام البيئي:

النظام البيئي عبارة عن تفاعل عناصر البيئة وفق نظام يطلق عليه النظام البيئي وهذه العناصر هي ما يحتويه أي مجتمع من موارد وكائنات حية وغير حية، لذلك فإن اختلال التوازن بين هذه العناصر يؤدي الى اختلال النظام البيئي مما يؤدي بدوره الى المشكلات المجتمعية والطبيعية مثل تلوث الأنهار والبحار واصابة سكان الأرض بالعديد من الأمراض [17]. وهو عبارة عن نظام كبير الحجم والتعقيد متنوع المكونات ويشمل على مواطن وبيئات متعددة، تحتوي على عناصر حية وغير حية تتفاعل مع بعضها

البعض وتؤدي إلى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية وفق نظام دقيق ومتوازن في ديناميكية ذاتية لتستمر في أداء دورها في استمرارية الحياة [18].

كما يعرف كذلك على أنه أي مساحة من الطبيعة وما تحويه من كائنات حية وغير حية في تفاعلها مع بعضها البعض ومع الظروف البيئية [19].

حسب تقرير معهد الموارد العلمي فإن النظام البيئي تركيبة حيوية معقدة تتكون من مجتمعات النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة، بالإضافة إلى مظاهر مادية أخرى للبيئة الحيوية وكل هذه الأشياء تتفاعل مع بعضها البعض وبشكل مستمر أي مركب حركي يضم المجتمعات النباتية والحيوانية، الكائنات الدقيقة وكذلك البيئة غير الحية والتي تتفاعل كوحدة وظيفية حيث الإنسان فيها جزء متمم للنظام البيئي [20].

ويعرفه المشرع الجزائري أنه مجموعة ديناميكية مشكلة من أصناف النباتات والحيوانات وأعضاء مميزة وبيئتها غير الحية والتي حسب تفاعلاتها تشكل وحدة وظيفية [6].

### I- 2- 2 - علاقة الإنسان بنظام البيئي:

يجب النظر إلى هذه العلاقة على أنها علاقة توافق وأن الإنسان مطالب أكثر مما سبق بالمحافظة على مقدرات البيئة، من خلال تغيير أساليب التعامل معها ولا يحقق ذلك إلا من خلال الوعي المستمر بمخاطر تلوث البيئة، اعتماده على التربية البيئية الصحيحة وكذا الالتزام بمحاور الميثاق الأخلاقي للبيئة الذي ركز على النقاط التالية [21]:

(أ) - الإنسان جزء لا يتجزأ من البيئة ولذا فهو ليس فوق الطبيعة وإنما هو عنصر محافظ عليها.

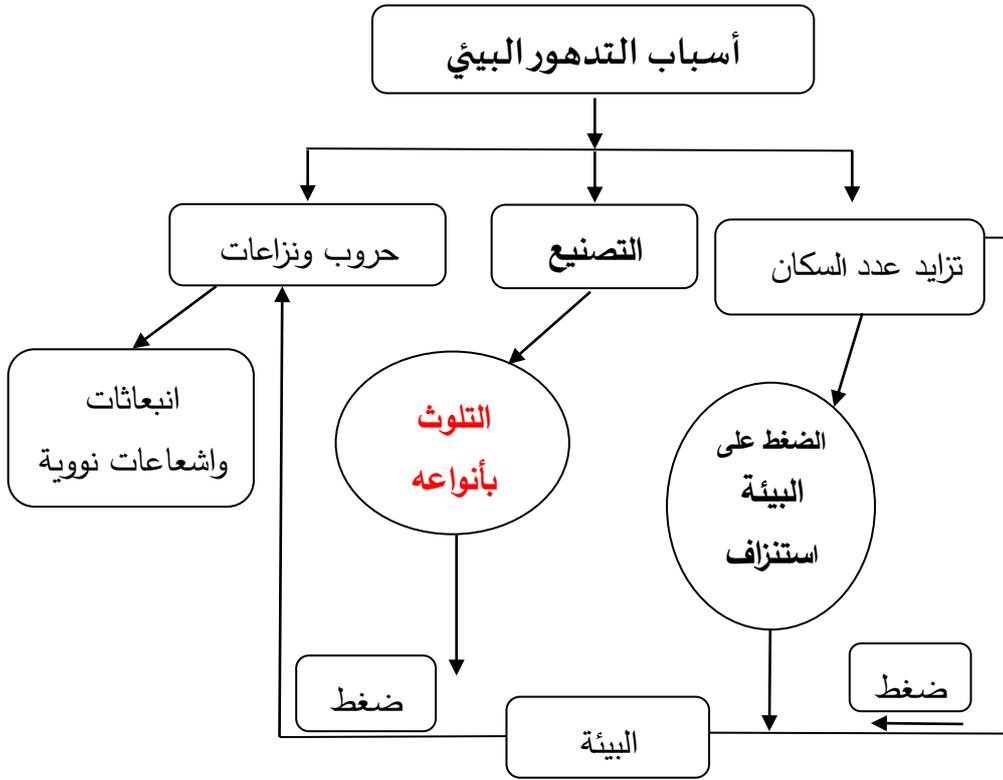
(ب) - اعتبار الطبيعة أساس ودعامة للبيئة البشرية.

(ج) - تنمية الوجدان وترسيخ القيم واكتساب المهارات العالية في حماية البيئة.

إن البيئة بمفهومها العام هو الوسط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان مؤثراً ومتأثراً. نعرف أن الإنسان منذ أن ظهر على سطح الأرض وهو يحاول جاهداً أن يستغل موارد بيئته الطبيعية بطريقة أو بأخرى لإشباع حاجاته الأساسية والكمالية والمنتبع لهذه العلاقة على المدى الزمني ويرى أنها علاقة متباينة وتوصف بالدينامية (المتجددة).

لقد تغيرت العلاقة بين الإنسان والبيئة مع ظهور الإنسان العاقل الذي امتلك القدرة على الكلام وبناء المساكن وصنع الآلات وأدوات الإنتاج وقام بتنظيم العمل الجماعي، وقد اختلف دوره عن باقي الكائنات الحية الأخرى لقيامه بعملية الإنتاج التي بدورها تؤدي إلى ظهور علاقات جديدة بين الإنسان وبين البيئة، هذه العلاقات التي تزداد وتتعمق نتيجة لتطوره العلمي والاجتماعي فهو جزء من البيئة يتأثر ويؤثر فيها لكن تأثيره كان سلبي أكثر مما هو إيجابي فهو يقوم بالاستغلال غير المحدود للموارد الطبيعية. الاستنزاف الخطير لموارد الأرض بكثافة استغلال الموارد الطبيعية والذي يؤدي إلى تعرض هذه الموارد الطبيعية إلى عمليات استنزاف وتدمير بمعدلات تزيد عن قدرة الطبيعة على إنتاج هذه الموارد مما يؤدي إلى تدمير في التربة والمياه والهواء وإلى تخريب في التنوع البيولوجي والحيواني والنباتي [22].

ولعل الشكل التالي يوضح تأثير الإنسان على البيئة والنظام ككل.



الشكل 2: أسباب التدهور البيئي وتأثيره على البيئة [23]

### I - 2-3 قوانين وتشريعات لحماية البيئة:

تبذل الجزائر منذ مدة جهود معتبرة في ميدان التشريع قوانين فيما يخص حماية البيئة من التلوث والتنمية المستدامة وهذا في إطار تطبيق الأجندة 21 تحت رعاية منظمة الأمم المتحدة، هناك أنواع عديدة من هذه القوانين كلا حسب مجال نشاطها نذكر منها:

1. القانون رقم 10-03 المؤرخ في 19 جويلية 2003، المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة.
2. القانون رقم 20-04 المؤرخ في 25 ديسمبر 2004، المتعلق بالوقاية من الأخطار الكبرى وتسيير الكوارث في إطار التنمية المستدامة.
3. القانون رقم 198-06 المؤرخ في 31 ماي 2006، المتعلق بالقوانين التطبيقية لأجل حماية البيئة.
4. مرسوم تنفيذي رقم 02-06 المؤرخ في 07 يناير 2006، يضبط القيم القصوى ويحدد مستويات الانذار وأهداف نوعية الهواء في حالة التلوث الجوي.

لم يكتف المشرع الجزائري بسن قواعد تنظم البيئة وتحميها رغم تشعب مشاكل البيئة وكثرتها، كما هو الحال لقانون حماية البيئة والذي يعرف بأنه مجموعة القواعد القانونية التي تسعى من أجل احترام وحماية كل ما تحمله - البيئة - من العناصر الحية وغير الحية من الطبيعة وتمنع أي اعتداء عليها [24].

بل نجد أيضا أنه وفي كل سنة مالية يصدر قانون يتضمن بنود تتعلق بالبيئة وحمايتها. ويعتبر أهم قانون لحماية البيئة في الجزائر هو القانون (10-03) الذي ينص على حماية البيئة في إطار التنمية المستدامة بالإضافة الى مجموعة التشريعات المساعدة والمكملة والمتعلقة ببعض عناصر البيئة كقانون المياه وقانون الغابات.

### I-2-4 مجالات حماية البيئة:

تشمل الأرض وما عليها وما حولها من ماء وهواء وما ينمو على سطحها من نبات وحيوان وغيرها، كما يقع ضمن نطاق البيئة الطبيعية: التربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء (بما فيها الانسان) بكافة صورها، وهذه جميعا تمثل الموارد التي أتاحتها الله للإنسان ويحصل منها على مقومات حياته ويلبي منها حاجاته المتزايدة وتشمل ثلاثة مجالات هي [25]:

#### (1) - البيئة الهوائية:

يعد الهواء أثنى عناصر البيئة وسر الحياة ولا يمكن الاستغناء عنه إطلاقا ويميل الغلاف الجوي المحيط بالأرض ويسمى علميا بالغلاف الغازي، اذ يتكون من غازات أساسية لديمومة حياة الكائنات الحية وكل تغيير يطرأ على مكوناته يؤدي الى نتائج سلبية تؤثر على حياة الكائنات الحية [26].

#### (2) - البيئة المائية:

تلعب البحار والمحيطات دورا هاما في حياة الانسان، فهي تغطي أكثر من 80 % من سطح الأرض وبالتالي فهي تسهم بنصيب وافر في المحافظة على التوازن البيولوجي للكرة الأرضية، يضاف الى ذلك أن البحار والمحيطات تتمتع بأهمية اقتصادية كبرى للإنسان، فهي مصدرا لغذائه ومصدر للطاقة وموردا للمياه العذبة ومصدرا للعديد من الثروات المعدنية والنباتية المختلفة، وسبيلا للنقل والمواصلات ومجالا للترفيه والسياحة... الخ [27].

#### (3) - البيئة الارضية:

التربة هي الطبقة التي تغطي صخور القشرة الأرضية وسمكها يتراوح بين بضعة سنتيمترات وعدة أمتار تتكون من مزيج من المواد المعدنية والعضوية والماء و الهواء وهي من أهم مصادر الثروة الطبيعية المتجددة ومقومات الكائنات الحية، زيادة على ذلك هي مورد فعال يزود النباتات بالحياة وهي مكونة من خليط ذو أحجام مختلفة من جسيمات معدنية ومواد عضوية وأنواع متعددة من الكائنات الحية، وبالتالي فان للتربة خصائص بيولوجية وكيميائية وفيزيائية بعضها ديناميكي يمكنه التغيير حسب طرق التعامل مع التربة، بإضافة الى احتوائها على النتروجين و الفسفور و المبيدات الحشرية و المواد المغذية الأخرى والمركبات المذابة في الماء [25].

## I - 3 التلوث البيئي وأشكاله:

## I-3-1 مفهوم التلوث البيئي:

" ان الأرض لم نرثها من الأجداد وانما استعرتها من الأحفاد، فيجب المحافظة عليها واعادتها للأجيال القادمة سليمة ومعافاة. " شعار مؤتمر قمة الأرض 1992.

يعرف التلوث البيئي بأنه كل تغير كمي أو كيميائي في مكونات البيئة الحية وغير الحية والذي لا تستطيع الانظمة البيئية استيعابه من دون أن يختل توازنها والتلوث لهذا المعنى متنوع المسببات بيولوجيا أو كيميائيا أو فيزيائيا مما يسبب في انتشار الملوثات ونسب مختلفة في الهواء والماء والتربة [28].

ويعرف أيضا أنه افساد المكونات البيئية حيث تتحول هذه المكونات من عناصر مفيدة الى عناصر ضارة (ملوثات) مما يفقدها الكثير من دورها في صنع الحياة، حيث تتحول عناصر أي نظام إيكولوجي الى ملوثات إذا ما فقدت كثير من صفاتها أو كمياتها بالزيادة أو النقصان التي خلقت لها بحيث تصبح في صورتها الجديدة عنصرا ملوثا للبيئة [4].

كما يعرف مصطلح التلوث على أنه " التغييرات غير الملائمة للوسط الطبيعي نتيجة للنشاطات الإنسانية وله آثار مباشرة وغير مباشرة على الكائنات الحية وتنقل إلى الإنسان مباشرة بواسطة المصادر الزراعية، عن طريق الماء أو المواد البيولوجية الأخرى " و التلوث أيضا يضم مجموعة من الانبعاثات السامة التي تتبعث في الهواء خلال النشاطات الصناعية و التي تشكل خطرا على النظام الحي و البيئة، كما أن التلوث مفهوم واسع فهو يضم التلوث الناتج عن الطبيعة والمرتبب بالنشاط الإنساني و التلوث الناتج عن التنمية الصناعية الذي يحدث تغيرا في الأشياء ويساهم في تدهور البيئة [29].

نعني بالتلوث ذلك التصرف المباشر أو غير المباشر للمخلفات الناتجة عن جراء النشاط الانساني والمتمثلة في الأبخرة والحرارة والضوضاء الصادرة الى الجو والماء والأرض التي قد تكون مضره بصحة الانسان وجودة البيئة [30].

ويرتبط مفهوم التلوث البيئي بالنهضة الحضارية والصناعية وزيادة سكان العالم وانتاج الأسلحة المدمرة الذرية منها والكيميائية واستغلال موارد البيئة بشكل استنزافي لمواجهة الزيادة السكانية في العالم [31].

## I - 3-2 الأشكال الرئيسية لتلوث البيئي:

## (أ) - تلوث التربة (Soil Pollution):

الأرض والتربة هي المكان الذي ينتج فيه عدة تدفقات لمختلف المواد، عكس تلوث الماء والهواء، كما أن التربة ليست وسط متجانس وباعتبار هذه التدفقات بطيئة ولا يمكن قبولها في المياه المصفاة أو المياه الجوفية المتحركة فهي تتأثر بشكل كبير [32].

ونتيجة للممارسات اليومية لنشاطات الانسان تتعرض التربة لمختلف الفضلات والمواد الصلبة والتي تتفاعل مع مكونات التربة التي تحتوي على البكتيريا وعناصر حية تؤدي الى تغيير خصائصها الكيميائية وبذلك تتدهور التربة وتتلوث بشكل كلي أو جزئي.

تشكل المخلفات الصناعية أحد المصادر الرئيسية لتلوث التربة والمتمثلة في المخلفات البلاستيكية والاسفنجية والجلدية، مضافا اليها المخلفات الدوائية والكثير من المخلفات الأخرى [33] كما تعتبر المبيدات التي تستخدم في القضاء على الفطريات والحشرات والأعشاب والقوارض، من المصادر التي تساهم في تلويث التربة كون تلك المبيدات أو معظمها يرتبط بجزيئات التربة وبالتالي يدخل جزء منها في السلاسل الغذائية [34]. قد تصل الملوثات السامة الى أنسجة النباتات وفي الثمار عن طريق طمر النفايات في التربة ولا يقتصر التلوث في التربة على النبات نفسه بل يمتد ليشمل الكائنات الحية الأخرى بما فيها الانسان والحيوان [35]. إن تملح التربة أو الاخلال بخصوبتها بسبب سوء الاستغلال الزراعي كما أن تعرية التربة الناجم عن قطع الأشجار وكذلك الرعي الجائر وإضافة المواد الكيميائية والنفايات [36].

بما أن التربة هي المصدر الأساسي لتغذية الكائنات الحية فتلوثها يعتبر كارثة حقيقية يهدد تواجدها وتدهور التربة هو عبارة عن ادخال مواد غريبة فيها يسبب في تغيرات للخواص الفيزيائية أو الكيميائية الحيوية للتربة. وينتج ذلك عن استخدام المبيدات والأسمدة وفضلات الانسان والحيوان ومخلفات المصانع والنفايات التي عادة ما يتم رميها مباشرة في حفر عشوائية أو حرقها مباشرة في الهواء والنفايات هي كل ما تخلفه عملية الانتاج أو التحويل أو الاستعمال.

## (ب) - تلوث الهواء (Air Pollution):

يعد تلوث الهواء من أكبر مشكلات تلوث البيئة الحضرية وضوحا في عالم اليوم بصفة عامة وفي عالم المدن الكبرى بصفة خاصة ولم يبدأ تلوث الهواء ليصبح مشكلة الا عندما زاد اتجاه الإنسانية الى الإقامة والعيش في المدن واتساع المجالات التي أصبح فيها احتراق الوقود ضرورة معيشية [37].

وقد بدأت مشكلة تلوث الهواء تظهر بوضوح في البيئة الحضرية مع مجيء الثورة الصناعية وعلى وجه الخصوص في القرن العشرين، فقد ساهم التصنيع بدرجة كبيرة في زيادة نسبة الفضلات والمخلفات في الجو، وفي زيادة نسبة الغازات والأبخرة المتصاعدة مما يهدد حياة المجتمع الحضري في المدينة ويسبب له مشاكل صحية [16].

يعرف تلوث الهواء بأنه ادخال مباشر أو غير مباشر لأي مادة الى الغلاف الجوي بالكمية التي تؤثر على نوعية الغلاف الجوي وتركيبته بحيث ينجم عن ذلك اثار ضارة على الانسان والبيئة والأنظمة البيئية والموارد الطبيعية وعلى إمكانية الانتفاع من البيئة وعناصرها بوجه عام [38].

كما تم تعريفه من طرف الأكاديمية الوطنية للعلوم بالولايات المتحدة الأمريكية على أنه كل تغير غير مقبول في الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للهواء، الذي يستشقه الإنسان والذي يسبب أضرار لحياته وأضرار لأنواع المرغوب فيها وللعملات الصناعية وللظروف الحيوية وللمظاهر الحضارية، أو يؤدي الى اشكالات أو تدهور المواد الخام [39].

وهناك العديد من مصادر تلوث الهواء أهمها:

✚ مصادر طبيعية مثل البراكين والحرائق.

✚ مصادر ناتجة عن نشاطات الانسان مثل: احتراق الوقود في الصناعة والنقل وغيرها.

والجدول الموالي يبين أهم مكونات الهواء من الغازات ونسبها في الطبيعة:

الجدول رقم (1): أهم مكونات الهواء من الغازات ونسبها الطبيعية [40]

| الغاز                  | كميته في الهواء | الرمز الكيميائي |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| الأزوت                 | 78.09 %         | N <sub>2</sub>  |
| الأوكسجين              | 20.49 %         | O <sub>2</sub>  |
| ثاني أكسيد الكربون     | 0.032 %         | CO <sub>2</sub> |
| النيون                 | 18.00 ppm       | Ne              |
| الهليوم                | 05.20 ppm       | He              |
| الهيدروجين             | 01.30 ppm       | H <sub>2</sub>  |
| الأرجون                | 0.032 ppm       | Ar              |
| الميثان                | 01.30 ppm       | CH <sub>4</sub> |
| أحادي أكسيد النيتروجين | 0.250 ppm       | NO              |
| أحادي أكسيد الكربون    | 0.100 ppm       | CO              |
| ثاني أكسيد النتروجين   | 0.001 ppm       | NO <sub>2</sub> |
| ثاني اكسيد الكبريت     | 0.001 ppm       | SO <sub>2</sub> |

يتميز التلوث الهوائي عن غيره من أشكال التلوث في أنه سريع الانتشار إذ لا يقتصر على منطقة المصدر وإنما يمتد الى المناطق المجاورة والبعيدة، كذلك وبالعكس أشكال التلوث الأخرى فإن التلوث الهوائي لا يمكن السيطرة عليه بعد خروجه من المصدر لذا يجب التحكم فيه ومعالجته قبل خروجه الى الجو [41].

وقد برزت مشكلة التلوث الهوائي بصورة واضحة مع انتشار الثورة الصناعية في العالم وازدياد عدد وسائل المواصلات وتطورها واعتمادها على المركبات الناتجة من تقطير البترول كوقود وتعتبر السيارات هي أسوأ أسباب تلوث الهواء بالرغم من كونها ضرورة من ضروريات الحياة الحديثة، فهي تنفث كميات كبيرة من الغازات التي تلوث الجو، كغاز أول أكسيد الكربون السام وثاني أكسيد الكبريت [35]. ويساهم غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 70 % من مقدار التسخين والباقي تساهم به غازات الكلوروفلوروكون مع غازات أخرى لأحداث التسخين وقد يعلل ذلك أسباب كثرة الفيضانات والعواصف وقلّة سقوط الأمطار والمياه الصالحة للشرب بالإضافة الى ارتفاع أمواج البحر [42].

ويؤدي تلوث الهواء الى تلوث الغلاف الجوي وينتج عنه أمراض خطيرة مثل السرطان [43]. وعليه فإن تلوث الهواء هو الحالة التي يكون فيها الهواء محتويا على مواد بتراكيز تعتبر ضارة بالنسبة لصحة الانسان وتنقسم مصادر تلوثه الى طبيعية كالغازات والأتربة الناتجة عن الحرق أو البراكين وكذا نتيجة أنشطة الانسان المختلفة حيث يحدث هذا النوع بكثرة في المدن ويسبب الكثير من الامراض نتيجة الغازات الملوثة خاصة تلك الناتجة عن احتراق المواد النفطية والتي مصدرها الرئيسي النشاط الصناعي. كما تساهم وسائل النقل بمختلف أنواعها بشكل كبير في تلويث الهواء وحسب القانون الجزائري لحماية البيئة المادة 32 منه تصف التلوث الجوي على أنه " كل افرازات للغازات أو الجسيمات الصلبة، السائلة والسامة أو ذات روائح في المحيط الجوي التي من شأنها أن تزعج السكان وتعرض الضرر بالصحة والأمن العام أو تضرر بالنباتات أو الانتاج الفلاحي والمنتجات الغذائية بالحفاظ على النباتات والآثار أو بطابع المواقع."

ويختلف تركيز الملوثات في الجو حسب شروط مناخية معينة كالحرارة وسرعة الرياح وكذلك حركة كتل الضغط الجوي المرتفع والمنخفض والمتعلقة بالطبوغرافية المحلية.

## (ج) - تلوث الماء (Water Pollution):

يقصد بالتلوث المائي أحداث تلف أو افساد نوعية المياه مما يؤدي الى حدوث خلل في نظامها الايكولوجي بصورة أو بأخرى مما يقلل من قدرتها على أداء دورها الطبيعي وحسب القانون الجزائري لحماية البيئة المادة 36 منه تحدد المفهوم الرئيسي للتلوث المائي على أنه " كل تغير مضر بميزات المياه تحدثه النشاطات البشرية بصفة مباشرة أو غير مباشرة مما يجعل المياه صالحة للاستعمال العادي." يعرف تلوث الماء على أنه " أي اتلاف لنوعية الماء بشكل قليل يقلل من صلاحيته لأغراض محددة [39] ولذلك بمجرد وجود أي أجسام غريبة فيه لا يعتبر ملوثا ما دام صالحا للاستخدام للغرض المحدد له وهناك عدة أشكال لتلوث الماء أهمها:

تلوث الحوض نتيجة لرمي النفايات المختلفة فيه والرواسب.

تلوث بحري نتيجة رمي النفايات السائلة السامة والصلبة فيه.

التلوث الحراري نتيجة لرمي المياه الساخنة من المعامل والمحطات.

التلوث الهيدروبيولوجي نتيجة تفاعل عوامل مختلفة في الماء.

يعد تلوث المياه أحد صور الفساد الذي يتسبب فيه الانسان بطرق مباشرة وغير المباشرة لأنه على الرغم من معرفة الانسان لأهمية المياه الا أنه اختارها لطرح فضلاته عن طريق المجاري الملوثة بالمواد العضوية والمواد الكيميائية والبكتيريا الضارة التي تنتقل الى الانسان عن طريق الفم عند الشرب أو عن طريق الجلد والجروح عند الملامسة ولا ننسى أن أمراض الكوليرا والاسهال والتهاب الكبد وغيرها أسبابها هي المياه الناتجة عن مخلفات الانسان [44].

وتعد الصناعة مصدرا خطيرا لتلوث المياه وخاصة مخلفات المصانع الغذائية والكيميائية والألياف الصناعية والتي تؤدي الى تلوث الماء بالدهون والبكتيريا والأحماض ومركبات البترول والكيميائيات وغيرها [45]. كما تعد مياه الصرف الصحي التي تتكون من مجموع المياه المستعملة في المنازل والتي ترمى في مياه الأنهار والبحيرات ذات تأثير خطير على صحة الانسان، حيث أنها تفسد المجاري المائية وتجعلها غير صالحة للشرب [35].

التلوث المائي ينتج بسبب الأنشطة التي يقوم بها الانسان في المسطحات المائية ومن أخطر أنواع التلوث تسرب النفط الى البحار مما يؤدي الكائنات البحرية ويؤدي الى هلاكها [25].

## I-3-3 مستويات التلوث البيئي:

الجدير بالذكر أنه ليست كل صور التلوث الموجودة في البيئة خطرة على النظام البيئي أو على صحة الانسان وسلامته، كما أنها في الوقت نفسه ليست على مستوى واحد من درجة الخطورة والتأثير، اذ يمكن التمييز بين ثلاثة مستويات من التلوث البيئي وهي:

**التلوث المعقول ( المقبول ):** وهو درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظام الايكولوجي ويقصد به أيضا التلوث الموجود في أغلب المناطق وهو على درجة محددة من درجات التلوث ولا تكاد تخلو منطقة من مناطق العالم منه ولا يصاحب هذا النوع من التلوث مشاكل بيئية رئيسية كما هو مثلا في مخلفات عمليات الانتاج الصناعي و الزراعي أو النفايات المنزلية و التي توضع في أماكن غير مخصصة لها أو تبقى لفترة زمنية أطول مما يجب نقلها الى أماكن طمرها، أو أخطار واضحة على البيئة والانسان ومنها المعامل الصناعية التي لا ينتج عنها تلوث ملحوظ والمشاريع الزراعية و المجمعات السكنية الصحية و السياحية التي يمكن اقامتها داخل حدود التصميم الأساسي للمدينة التي يمكن معالجتها بسهولة من خلال وحدات المعالجة [46]. وعليه يمكن حصره في التلوث الذي يستطيع الانسان أن يتعايش معه.

**التلوث الخطر:** هو نوع التلوث الثاني ذو الدرجة المتوسطة بحيث يؤثر على الحياة البيئية ومكوناتها كالإنسان والحيوان والنبات، كما يرتبط هذا النوع من التلوث بالتطور الصناعي بمختلف أشكاله. تعاني منه الدول الصناعية على وجه الخصوص و الناتج عن زيادة عمليات التعدين و التصنيع أو الاعتماد على مصادر الطاقة الملوثة كأساس في عمليات الصناعية أو التشغيلية وهذه المرحلة تعتبر متقدمة نسبيا من مراحل التلوث حيث يظهر التأثير السلبي على العناصر البيئية والطبيعة والبشرية بشكل ملموس وواضح كما هو مثلا بانبعاث الغازات من المصانع، غازات عوادم السيارات في المدن الكبيرة، المواد الكيميائية المستخدمة في الزراعة، النفط المتسرب من البواخر الناقلة له، تتطلب هذه المرحلة اجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية عن طريق معالجة مصادر التلوث أساسا عبر استخدام وسائل تكنولوجية حديثة أو تخفيض نسبة الملوثات، زيادة على ذلك لهذا المستوى من مستويات التلوث آثار سلبية تؤثر على الانسان وعلى البيئة وهو مرتبط أساسا بالنشاطات الصناعية الملوثة بكل أشكالها لكون كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد المسموح به لتصبح مشكلة وليست ظاهرة [47].

**التلوث المدمر:** وهو أخطر درجات التلوث اذ تتعدى فيه الملوثات الحد الخطر لتصل الى الحد القاتل أو المدمر للأحياء وعلى الرغم من أن هذه الدرجة لم يقدر لها الانتشار بعد الا ان بوادرها بدأت

تلوج في الافق في بعض المناطق كبحيرة ايري (Erie) في أمريكا التي فقدت مقومات وجود الاحياء المائية بسبب ما يرمي فيها من نفايات صلبة وسائلة من منظومة المدن الصناعية المنتشرة حولها [48]. كما يوصف أيضا أنه أعلى درجات التلوث وأخطرها وذلك عندما يحصل انهيار في النظام الايكولوجي ويصبح بالتالي غير قادر على العطاء نظرا لاختلاف مستوى الاتزان في النظام بشكل جذري ولعل حادثة التسرب الاشعاعي من المفاعل النووي (تشيرونوبل) في أوكرانيا هي الأسوأ في عالمنا الحاضر والتي نتج عنها أكثر من 10 مليون شخص يعانون الأمراض المختلفة الناتجة عن التلوث أو الاشعاع كالسرطان، اصابة الرئة، الربو، التشوه الخلقي، التخلف العقلي... الخ. ويقدر بأن النظام البيئي في المنطقة التي حصل فيها الانفجار يحتاج الى ما يقرب من 50 سنة لكي يعاد توازنه مصحوبا ذلك بإجراءات ومعالجات جذرية للتخلص من تلك الآثار [49].

### I - 3 - 4 مصادر وأسباب التلوث البيئي:

هناك العديد من مصادر التلوث البيئي تختلف باختلاف نوع التلوث ويمكن ذكر البعض منها كما يلي [50]:

#### أولا - مصادر تلوث الهواء: للتلوث الهوائي مصادر عديدة أهمها

- أول وثاني أكسيد الكربون.
- مركبات الكبريت.
- مركبات النتروجين.
- دقائق الغبار والشوائب الأخرى.

#### ثانيا - مصادر تلوث الماء: نذكر منها

- **النفط**: يعد النفط من أكثر مصادر التلوث المائي انتشارا وتأثيرا وتشكل الملوثات النفطية أخطر ملوثات السواحل والبحار والمحيطات وذلك لأن انتشار بقع الزيت ومخلفات النفط المختلفة الى قطاع واسع يزيد من أخطار التلوث وآثاره الضارة على الكائنات الحية.
- **الصناعة**: وهي من أهم وأخطر مسببات التلوث للماء وخصوصا التلوث بالمواد الكيماوية (كالحوامض والقواعد) لأنها تحتاج لثلاثة أو أربعة أضعاف ما تحتاجه نفايات المجاري من الاوكسجين وأخطر ما في ذلك أن المواد السامة التي تدخل في الصناعات تطرح في الماء مباشرة بدون معالجة.
- **مياه الصرف الصحي**: تمثل مياه الصرف الصحي مصدرا هاما من مصادر التلوث المائي حيث تلجأ معظم المدن الى التخلص من مياه مجاريها بطرحها في البحار والمحيطات أو الانهار التي تطل عليها سواء كانت معالجة أو غير معالجة ولا شك أن رمي هذه المياه الملوثة بالكيماويات والمكروبات والفيروسات كثيرا ما يفسد نوعية المياه لتصبح مرتعا خصبا لتكاثر البكتيريا الضارة والفيروسات محدثة تلوثا ميكروبيا يؤثر على صحة الانسان ومنتجاته الزراعية التي تعتمد على هذه المياه.

**ثالثا - مصادر تلوث التربة:** فيمكن ذكر منها ما يلي [51]:

- تمليح التربة والتشبع بالمياه فالاستخدام المفرط يؤثر سلبا في خصوبة التربة، فقد وجد أن معظم الاسمدة النيتروجينية لها تأثير على حموضة التربة.
- مخلفات الصناعة.
- التلوث بالأسلحة الكيماوية.
- التلوث النووي.

ومن وجهة اخرى يمكننا حصر نوع التلوث واسبابه في الاشكال الثلاثة التالية:

1. **التلوث المدني:** وهو مرتبط بالمدن والتجمعات السكانية وما ينتج عنها من مخلفات متعددة الأنواع والأشكال نتيجة للاستهلاك المفرط للمواد والطاقة.
2. **التلوث الزراعي:** تعتبر الزراعة الحديثة أحد مصادر التلوث من خلال المبيدات والأسمدة الكيماوية بمختلف أنواعها، فهي تتسبب في مشاكل بيئية نتيجة لتسربها في المياه الجوفية الصالحة للشرب، اضافة الى تأثير هذه المواد على العناصر الحية الموجودة في التربة وبذلك تحدث خلا في التوازن البيئي.
3. **التلوث الصناعي:** تعتبر الصناعة من المقومات الرئيسية للحياة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية وعلى الرغم من ذلك فالنمو الصناعي المفرط أدى الى استنزاف الموارد الطبيعية واحداث تلوث بيئي نتيجة للأنشطة الصناعية ومخلفاتها على الصحة والبيئة معا.

الجدول رقم (2) يوضح الأشكال التي يكون بها التلوث والنسبة المئوية التي احتلها ذلك المتغير.

**الجدول رقم (2): المجالات والمخاطر المتوقعة جراء التلوث البيئي [49]**

| النسبة المئوية | مجالات و مخاطر التلوث البيئي             |
|----------------|--|
| 55%            | تلوث المياه من جراء الصناعة              |
| 53%            | الاشعاع من ثقب طبقة الأوزون              |
| 53%            | اشعاعات الطاقة النووية                   |
| 53%            | الحوادث الصناعية المفاجئة                |
| 52%            | النفائيات الخطرة                         |
| 52%            | انتشار بقع النفط في المياه               |
| 52%            | تلوث الهواء جراء الصناعة                 |
| 51%            | شرب المياه الملوثة                       |
| 44%            | التلوث والفساد في الاطعمة                |
| 42%            | ذوبان الجليد في القطبين الشمالي والجنوبي |
| 34%            | الأمطار الحامضية                         |

## المصادر والمراجع:

## المصادر: القرآن الكريم

## المراجع:

- [1] أحمد عبد التواب محمد بهجت، المسؤولية المدنية عن الفعل الضار بالبيئة، دراسة مقارنة بين القانون المصري والفرنسي، دار النهضة العربية، القاهرة، ط 1، 2008، ص 11.
- [2] ليلي الجنابي، الجزاءات القانونية لتلوث البيئة، دراسة مقارنة 2014 م / 1435 هـ، الأكاديمية العربية في الدانمارك، 2015، ص 9، 10، 12.
- [3] علي سعيدان، حماية البيئة من التلوث بالمواد الإشعاعية والكيميائية في القانون الجزائري، دار الخلدونية، الجزائر، ط 1، 2008، ص 6.
- [4] يحي كرم محمد علي، حماية البيئة والمحافضة عليها، المؤتمر العلمي الخامس بكلية، جامعة طنطا، مصر، 2018، ص 7.
- [5] القانون رقم 83-13 المؤرخ في 5 فبراير 1983 المتعلق بقانون البيئة الجزائري.
- [6] قانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 جويلية 2003، المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية، العدد 43، المادة 04، ص 9.
- [7] ريمة مقران، الحماية الجزائرية للبيئة البحرية في التشريع الجزائري، مجلة العلوم القانونية والسياسية، المجلد 10، العدد 1، 2019، ص 1630.
- [8] رشيد الحمد، محمد سعيد صباريني، البيئة ومشكلاتها، علم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1979، ص 27.
- [9] محمد يسري، ابراهيم دعيبس، تلوث البيئة وتحديات البقاء، دار البيطاش لنشر، مصر، 1999، ص 13.
- [10] كامل كاظم بشير الكناني، الموقع الصناعي وسياسات التنمية المكانية، دار الصفاء، الأردن، 2008، ص 2.
- [11] بشير ناظر الجحيشي، الاثار الاجتماعية للتلوث البيئي، دراسة ميدانية لآثار الحرب على البيئة في المجتمع العراقي، دار الافاق العربية، ط 1، القاهرة، 2011، ص 83.
- [12] محمود عبد المولى، البيئة والتلوث، مؤسسة شباب الجامعة، مصر، 2005، ص 13.
- [13] زيد بن محمد رمانى، مستقبل البيئة في خطر، الرياض، العربية السعودية، 2020، ص 2.
- [14] كامل بكري، الموارد الاقتصادية، الدار الجامعية، بيروت، 1989، ص 36.
- [15] عاصم حناوي، قضايا البيئة في 100 سؤال وجواب، البيئة والتنمية، بيروت، 2004، ص 20.
- [16] حسين عبد الحميد، أحمد رشوان، البيئة والمجتمع دراسة في علم اجتماع البيئة، المكتب الجامعي الحديث، مصر، 2008، ص 21، 35.
- [17] خالد مصطفى قاسم، ادارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، ط 2، الدار الجامعية، مصر، 2012، ص 21.
- [18] أحمد أبو اليزيد الرسول، التنمية المتواصلة الأبعاد والمنهج، مكتبة بستان المعرفة، مصر، 2007، ص 5.

[19] سيد عاشور حمد، التلوث البيئي في الوطن العربي وحلول معالجته، ط 1، الشركة الدولية للطباعة، مصر، 2006، ص14.

[20] World Ressources Institute, Rapport sur le cadre conceptuel des groupes de travail, Objectifs de l'évaluation environnementale pour l'année 2005, p 14.

[21] يعقوب أحمد الشراح، علاقة الانسان بالبيئة، علم الفكر، الكويت، العدد 3، 2004، ص 26.

[22] عصام عباس بابكركرار، الإنسان يصنع الكارثة في البيئة الحيوية- دراسة حالة غرب كردفان - السودان، ورقة بحثية، 2017، ص 10.

[23] محمد ابراهيم محمد شرف، المشكلات البيئية المعاصرة (الأسباب-الاثار-الحلول)، دار المعرفة، مصر، 2008، ص 12.

[24] Michel Prieur, Droit de l'Environnement, Dalloz, 4ème Editions, Paris 1991, p 6.

[25] ملتقي اليات حماية البيئة، مركز جيل البحث العلمي، سلسلة كتاب أعمال المؤتمرات، الجزائر العاصمة، 2017، ص 12، 13، 16.

[26] حسونة عبد الغني، الحماية القانونية للبيئة في إطار التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة محمد خيضر، بسكرة، 2013، ص 15.

[27] طارق ابراهيم الدسوقي عطية، النظام القانوني لحماية البيئة في ضوء التشريعات العربية المقارنة، دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر، 2014، ص 124.

[28] محمد حسن النقاش، تقنيات التخطيط للسيطرة على التلوث البيئي، مجلة دراسات القومية والاشتراكية، العدد 4، الجامعة المستنصرية، العراق، 2001، ص 6.

[29] Emilian Koller, Traitement des pollutions industrielles (eau, air, déchets, sols), Paris, 2004, p 2.

[30] نجم العزاوي، عبد الله النقار، ادارة البيئة، دار المسيرة، عمان، 2010، ص 105.

[31] عبد الرزاق أحمد سعيد، العلاقة بين البيئة وتخطيط المدن، مجلة نداء الحرية العدد 9، العراق، 2009، ص 1.

[32] Christian Ngo, Alin Regent, Déchets et pollution (impact sur l'environnement et la société), Paris, 2004, p109.

[33] بلال منا وف الطحان، وقاية البيئة من الملوثات الصناعية، دار المناهج لنشر والتوزيع، ط 1، عمان، 2005، ص 55.

[34] سلطان الرفاعي، التلوث البيئي (أسبابه - أخطار - حلول)، دار أسامة، عمان، 2009، ص 138.

[35] كريم سالم حسين، الأبعاد الاقتصادية للتلوث البيئي، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية، العراق، المجلد 14، العدد 4، 2012، ص 132، 133.

[36] حكمت عباس العاني ورعد هاشم بكر، علم البيئة، مطبعة بغداد، العراق، 1984، ص 306.

- [37] محمد السيد عامر، على ليلة، المشاركة الشعبية لحماية البيئة من منظور الخدمة الاجتماعية، المكتب الجامعي الحديث، مصر، 2002. ص 130.
- [38] روى علي مهدي، جبار عبد جبيل، تحليل جغرافي لواقع الأنشطة الملوثة للهواء في مدينة الحلة وتأثيراتها البيئية، مجلة العلوم الانسانية، المجلد 24، العدد الأول، العراق، 2017. ص 6.
- [39] عبد العزيز طريح شرف، التلوث البيئي حاضره ومستقبله، مركز الكتاب، مصر، 2008، ص 77، 128.
- [40] عماد محمد زيات الحفيظ، البيئة حمايتها، تلوثها، مخاطرها، دار الصفاء، عمان، 2005، ص 46.
- [41] فتيحة محمد حسن، مشكلات البيئة، مكتبة المجتمع العربي، عمان، 2010، ص 131.
- [42] سحر أمين كاتوت، البيئة والمجتمع، دار دجلة، عمان، 2009، ص 59.
- [43] صلاح عبد الرحمن عبد الحديثي، النظام القانوني الدولي لحماية البيئة، منشورات الحلبي الحقوقية، لبنان، ط 1، 2010، ص 65.
- [44] عادل مشعان ربيع، النوعية البيئية، مكتبة المجتمع العربي، عمان، 2009، ص 43.
- [45] حارث جبار فهد، عادل مشعان ربيع، التلوث المائي، مكتبة المجتمع العربي، عمان، 2010، ص 62.
- [46] عارف صالح مخلف، الادارة البيئية (الحماية الادارية البيئية)، دار اليازوري، عمان، 2017، ص 61.
- [47] عادل مشعان ربيع وآخرون، التربية البيئية، دار عالم الثقافة لنشر والتوزيع، عمان، 2010، ص 30.
- [48] مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية، المجلد 14، العدد 4، العراق، 2012، ص 132.
- [49] وليد خليف جبار الطائي، التلوث البيئي والاقتصاد الأخضر، العراق، 2012، ص 4.
- [50] جابر ازهار، تلوث الهواء والماء أنواعه، مصادره، آثاره، مجلة بابل، العراق، المجلد 19، العدد 02، 2011، ص 8.
- [51] حسين علي السعدي، أساسيات علم البيئة والتلوث، دار اليازوري، عمان الأردن، 2006، ص 370.

## الفصل الثاني

الصناعة وآثارها على البيئة الطبيعية

## II التلوث الصناعي وانعكاساته على البيئة:

لا يخفى علينا بأن قوة الدول تكمن في مدى تطورها الصناعي وتقدمها التكنولوجي وهذا حسب مفهوم التنمية الاقتصادية كما أن تزايد متطلبات الحياة اليومية أدت إلى رفع وتيرة الإنتاج الصناعي ودخولها في صراع المنافسة والتسارع التكنولوجي قصد تلبية حاجيات الإنسان، فكان مقابل ذلك استنزاف للموارد الطبيعية وظهور جميع أشكال التلوث لعناصر النظام البيئي من ماء وتربة وهواء والكائنات الحية لاسيما الإنسان منها.

### II - 1 ماهية التلوث الصناعي:

#### II-1-1 مقدمة:

تواجه المجتمعات حاليا عددا من المشكلات البيئية بعضها لا دخل للإنسان فيها وبعضها مستحدث أساسه التصرف الخاطيء للإنسان تجاه البيئة، وتعني المشكلة من المنظور البيئي " حدوث خلل أو تدهور في مصفوفة النظام الايكولوجي وما ينجم عن هذا الخلل من أخطار تضر بكل مظاهر الحياة على سطح الأرض سواء كان هذا الخطر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ".

### II-1-2 تعريف التلوث الصناعي:

يطلق اسم التلوث الصناعي على التلوث بالمواد الكيميائية المشيدة لأغراض صناعية أو التي تشيد تلقائيا في الطبيعة وهو نوع من أخطر أنواع التلوث المعروفة حيث ظهرت الآثار الجانبية والسمية لهذا النوع من التلوث بوضوح خلال هذا القرن نتيجة التقدم الصناعي في مجال الصناعات الكيميائية ونتيجة أخذ الكثير من الدول بأساليب التكنولوجيا الحديثة في كل المجالات. فالإنسان هو السبب الرئيسي في احداث عملية التلوث في البيئة وظهور جميع الملوثات بأنواع مختلفة فالإنسان يتكاثر ويصنع ويستخدم هذه المواد [1]. يقصد به أيضا كمية وأنواع الملوثات التي تطلقها الصناعة أو مجموعة من الصناعات نحو البيئة (الماء والهواء والتربة) وبخصائص ومدة بقاء يحتمل أن تحدث ضررا للإنسان أو الحيوان [2].

كذلك يعرف التلوث الصناعي على أنه مجموعة من الآثار السلبية التي تخلفها المنشآت الصناعية بعد قيامها بنشاطات صناعية مختلفة وتتمثل هذه الآثار بنواتج صناعية تأخذ شكل نفايات ملوثة (سائلة، غازية، صلبة) تطرح الى البيئة الطبيعية فتخل بسلامة عناصرها وتفقد توازنها [3].

إذن التلوث الصناعي ظاهرة ناتجة عن العمليات الإنتاجية والتصنيعية وهي المصدر الرئيسي لكل أنواع التلوث (غازات، نفايات سائلة أو صلبة، ضوضاء ...)

### II-1-3 التلوث الصناعي عبر التاريخ:

التلوث في الصناعة ليس مشكلة جديدة، ففي القديم كانت مواقع الإنتاج و التصنيع ملوثة، خاصة أماكن صهر المعادن وما يصاحبها من روائح كريهة لكن هذه المصانع كانت صغيرة الحجم و مشكلة التلوث كانت محصورة في مناطق محدودة جدا، ولقد شكلت الثورة الصناعية نقطة تحول في التفاعل بين النشاط الاقتصادي و البيئة وأصبح التلوث الصناعي أمر حقيقي ملموس هذا في بداية القرن التاسع عشر، حيث

كان الإنتاج يعتمد على تكنولوجيا احتراق الفحم آنذاك التي تسبب تلوثا كبيرا خاصة في الدول الأوروبية مثل المملكة المتحدة التي تعد آنذاك أولى المتسببين و المتضررين في أن واحد من هذه المشكلة، ففي عام 1948 أقر البرلمان البريطاني أول قانون للصحة العامة غير أنه تجاهل قضية التلوث الصناعي بسبب الاهتمام بالمشاكل الاجتماعية المتفاقمة آنذاك ومن الأحداث المهمة التي مر بها العالم خلال القرنين الماضيين نذكر على سبيل المثال ما يلي [4]:

1899: أول معاهدة تمنع استخدام الأسلحة الكيميائية.

1956: صدر كتاب راشيل كارسون بعنوان الربيع الصامت، حيث لفت الانتباه لتأثير المبيدات الحشرية على البيئة.

1969: أول اتفاق دولي على التعاون في مجال التلوث البحري.

## II - 1-4 مظاهر التلوث الصناعي:

ان معظم الطاقة المستخدمة في الوقت الحاضر طاقة ملوثة للبيئة، مما يجعل الاستمرار والتوسع في استخدامها أمرا غير مرغوب بيئيا أمام تعاظم مشاكل التلوث ومخاطره العديدة التي باتت تهدد كل مظاهر الحياة على سطح الأرض [5].

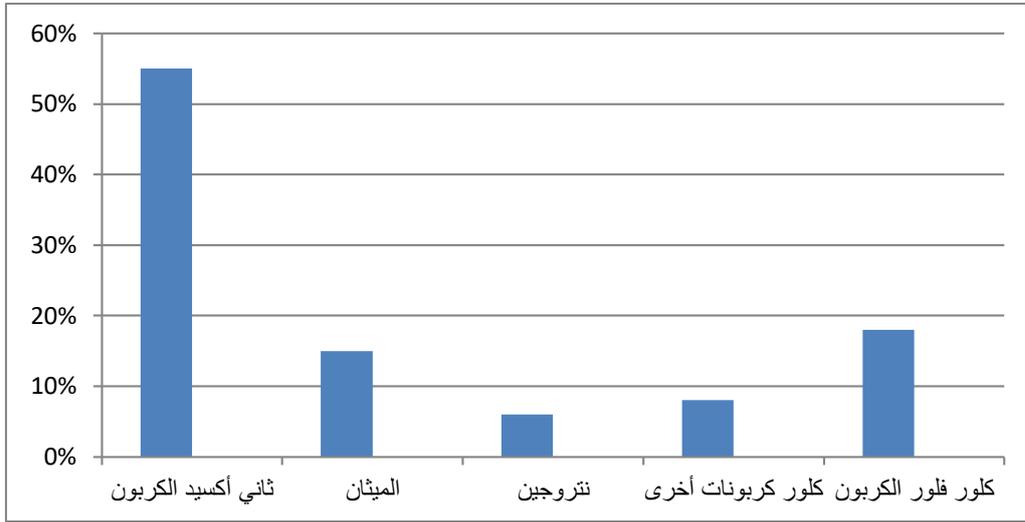
### أ - ظاهرة الاحتباس الحراري:

ويقصد به احتباس الحرارة في الهواء الملامس لسطح الأرض بفعل امتصاص الملوثات الغازية (ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروز، الأوزون، وبخار الماء، الكلور وفلور وكربون) من للإشعاع الأرضي وإعادة بثه مرة أخرى نحو سطح الأرض [6].

فهذه الغازات تكون كلوح الزجاج تحيط بالأرض كما يحيط الزجاج بالديفئة المخصصة للزراعة المحمية فهي تسمح لطاقة الأشعة الشمسية بالدخول إلى الأرض لكن تعمل على إبطاء فقدان الطاقة الحرارية غير المرئية المشعة حراريا ثانية من سطح اليابسة ومن طبقة الجو السفلي، فهذه الغازات تمتص وتحتجز الأشعة تحت الحمراء أي الإشعاع الحراري الذي يحمل حرارة الأرض إلى الفضاء [7].

هي أكبر التهديدات التي تواجه الإنسانية ولعل أهم الدلائل عليه هو الارتفاع المتزايد لدرجة حرارة الأرض والتغير النسبي في تساقط الأمطار، نتيجة الثورة الصناعية مند بداية القرن التاسع عشر ميلادي وما صاحبها من انبعاثات وملوثات متعددة أثرت سلبا على النظام البيئي وتوازناته [8].

إن التلوث الصناعي الذي يطلق حوالي 75 % من ملوثات البيئة قد أطلق ظاهرة تسمى عالميا بظاهرة الاحتباس الحراري، سببها أن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي قد بلغ 379 جزء في المليون وهو أعلى تركيز يصل إليه خلال 650 ألف عام الأخيرة أي منذ العصور الجليدية. مع العلم أنه غاز هام جدا لأنه يعتبر اللبنة الأساسية لتكون سلسلة الغذاء على الأرض، لكنه في نفس الوقت غاز سام جدا إذا زادت نسبته قليلا حيث أنه غاز كثيف يقترب من الأرض مما يمنع تشتت الحرارة التي تكتسبها من الشمس خلال النهار [9].



الشكل رقم (3): توزيع غازات الاحتباس الحراري في الجو [8]

### (ب) - تآكل طبقة الأوزون:

تتكون هذه الطبقة من النتروجين بنسبة تقدر بـ 80% والأوكسجين بنسبة تقدر بـ 20% بالإضافة إلى عدد من الغازات الأخرى بتركيز قليلة وتعتبر طبقة الأوزون نظارتنا الشمسية وهي الحزام الواقي حول الأرض من أشعة الشمس فوق البنفسجية التي تسبب أضراراً جسيمة لمظاهر البيئة الطبيعية والبشرية والكائنات الحية المتواجدة على سطح الأرض [10].

وهي جزء من طبقة الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الأرضية وتتكون من غاز الأوزون والتي تعمل على حماية الحياة على سطح الأرض عن طريق حجب وامتصاص الأشعة فوق بنفسجية الضارة المنبعثة من الشمس، توجد في الغلاف الجوي (ستراتوسفير) على بعد 15 كلم من سطح الأرض. نتيجة لانبعاث الغازات المستمرة من الصناعة يحدث ضرر لهذه الطبقة عن طريق ثقب الأوزون [11].

يعتبر انخفاض طبقة الأوزون وعملية تآكلها نتيجة تسرب غاز الكلوروفلوروكربون (المستخدم في المواد الكهرومنزلية كالثلاجات والمكيفات الهوائية والمحاليل والمنظفات وغيرها) في طبقات الجو شيء خطير على الأرض [12].

### (ج) - الأمطار الحمضية:

هي ثالث أخطر المشكلات البيئية في العالم، حيث يحدث تفاعل كيميائي بين جزيئات الماء الموجودة في الهواء وجزيئات بعض الغازات المنبعثة من الصناعة، ويتكون نتيجة لذلك تفاعل مركبات حمضية تسقط على شكل أمطار حمضية تسبب العديد من الأضرار البيئية منها موت الحيوانات البحرية وزيادة حموضة التربة والعديد من الآفات البيئية والصحية على حد سواء [13].

### (د) - مشكلة الطاقة:

تعتبر مصادر الطاقة من الموارد الأساسية التي لا تستطيع أن تستغني عنها البشرية في مسيرة حياتها ومن ثم يعتبر نقص الطاقة في أي بيئة أو دولة من الدول من المشكلات البيئية المعاصرة، بالرغم من

أهمية الطاقة إلا أن استخداماتها تلوث البيئة وتسبب ضرراً للإنسان بدرجات متفاوتة تتوقف على نوع المادة أو العنصر المولد للطاقة، فاحتراق الفحم مثلاً يلوث البيئة بغبار ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى ضارة واحتراق اليورانيوم ينشأ عنه انبعاث إشعاعي وإنتاج مواد مشعة تلحق أشد الضرر والأذى بالإنسان والمخلوقات عامة [5].

## II - 2 التلوث الصناعي وفقا لعناصر البيئة:

### II - 2 - 1 أهم الصناعات المسببة للتلوث الصناعي:

لقد أحدثت الثورة الصناعية تطورا هاما في حياة الإنسان أدى للانعكاس إيجابا على حالة العيش والراحة له، نتيجة لذلك تزايدت إنتاجية المصانع وتوسعت الأنشطة الصناعية ولكن بالمقابل ارتفع معدل الانبعاثات وتجاوزت المخلفات الصناعية المقذوفة الحد المسموح به.

أ- **صناعة الصفايح المعدنية وصهر الخامات المعدنية غير الحديدية:** كالنيكل، الزنك، الكاديوم، الزئبق وما ينجم عنها من مخلفات إذ يمثل الاستخراج المنجمي منه نحو نصف الإنتاج العالمي في كل من الجزائر وتركيا وإسبانيا وعلى اعتبار أن هذه الدول تطل على البحر المتوسط فانه مما لا شك فيه أن الزئبق وغيره من المعادن السامة تشكل مصدرا خطرا على البحر وتوازنه الايكولوجي، يأتي الجزء الأكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يلوث الهواء، يأتي من أفران تحميص كبريتيدات المعادن غير الحديدية وأهمها معادن النحاس والرصاص والزنك.

### ب- **الصناعات البتروكيمياوية وتكرير البترول [14].**

تضم صناعة البتروكيمياويات الاف العمليات المختلفة وتعد هذه الصناعة من أكثر الصناعات الكيماوية تنوعا، والمواد الناتجة عن هذه الصناعة هي مواد كربوهيدراتية حيث تتفاعل هذه المواد تحت ظروف مختلفة من الضغط ودرجة الحرارة ويصاحب هذه العمليات عادة تسرب بعض المركبات الكيماوية الغازية التي تنطلق في الهواء وتلوثه.

العملية الرئيسية في تكرير البترول هي التقطير وفيها يتم الحصول على عدد من المشتقات وتستخدم هذه المشتقات كوقود للسيارات و الطائرات وغيرها ويتكون زيت البترول الخام من الهيدروكربونات مع بعض الشوائب أهمها الكبريت، وتتبعث من هذه الصناعات الثقيلة أربعة أنواع من الانبعاثات البترولية في الهواء الجوي ( أبخرة الهيدروكربونات التي تتطاير في بعض وحدات تكرير البترول، المركبات الكيماوية أو غازات الاحتراق وتحتوي هذه الغازات على ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن عملية الأكسدة، الدقائق الناعمة التي تتطاير من أفران استعادة أو استخلاص المواد الحافزة التي تستخدم في عملية تكرير البترول).

### ج - **الصناعات الكيماوية:**

تشمل الصناعات الكيماوية مجالات عديدة من صناعة الأسمدة الكيماوية والأصبغ وصناعة الغزل والنسيج وصناعة المطاط والخيوط الصناعية وغيرها وإذا لم تراعى الاحتياطات الأمنية أثناء عملية التصنيع

تسبب الصناعة الكيميائية تلوثا خطيرا للبيئة بصفة عامة وللحواء بصفة خاصة بما يتولد عنها من غازات ومركبات كيميائية سامة وروائح كريهة والتي تجد طريقها الى الحواء وتلوثه.

#### د- صناعة الأسمدة الكيميائية:

الأسمدة الكيماوية عبارة عن مركبات الهدف منها اخصاب التربة وزيادة وتحسين الإنتاج والكثير منها يتحول الى مركبات وغازات سامة يمتصها النبات وأحيانا تتسبب في الإصابة بالسرطان ومن جهة أخرى يؤدي الافراط في استخدام هذه الأسمدة الى فقدان الخواص الغذائية.

تصنف الأسمدة الى صنفين رئيسيين هما الأسمدة العضوية (طبيعية) والأسمدة الكيميائية (صناعية) وتحضر هذه الأخيرة من مواد معدنية وكيميائية في مصانع متخصصة معدة لهذا الغرض وتصنف الأسمدة الصناعية بدورها الى قسمين الأسمدة البسيطة تحتوي على عنصر واحد فقط (كالنتروجين مثلا) وأخرى مركبة تحتوي على أكثر من عنصر (كالنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم معا (NPK) وهي الأشهر والأكثر استخداما في الزراعة.

#### هـ- المبيدات الحشرية:

هي مركبات تستخدم للقضاء على شتى أنواع الفطريات والبكتيريا والحشرات المختلفة، تحتوي العديد من المبيدات على الكربون والهيدروجين والكلور لذا سميت هذه المركبات Chlorinated Hydrocarbons حيث تكمن خطورة هذه المركبات في أنها ليست ذات سمية اختيارية للحشرات بل قد تؤثر على الإنسان وذات معدل تفكك بطيء جدا من 10-15 سنة مما يجعلها تبقى سامة كل تلك المدة [5].

### II - 2 - 2 تصنيف الملوثات الصناعية:

يمكن تصنيف الملوثات الصناعية إلى عدة أصناف وهذا حسب طبيعة النطاق الذي يشغله ومدى تأثيره على المناطق المحاذية له، ونذكر من بين هذه التصنيفات ما يلي:

**التلوث عبر الحدود:** يكون مصدر التلوث لهذا النوع في إحدى الدول وتنتج عنه أضرار تعبر الحدود إلى أقاليم دول أخرى وهو ينتقل عبر الحواء أو المياه، هذا النوع يحتاج إلى تعاون دولي لمنع أو التقليل أضراره الناتجة وفي معظم الأحوال فان الدولة المصدرة للتلوث هي التي تتحمل تكاليف مكافحة أضراره في الدول المجاورة.

**تلوث المال العام:** وهو تلوث يضر المناطق المعروفة باسم " المال العام" وهي مناطق تقع خارج الحدود الإقليمية للدولة الملوثة والتي تعتبر ملكيتها شائعة بين كافة الدول مثل أعلى البحار، الفضاء الخارجي، القطب الجنوبي للكرة الأرضية.

**تلوث التراث الثقافي والطبيعي العالمي:** هناك بعض الأشياء الطبيعية والتي قام الإنسان بصنعها تمثل قيمة عالمية كبرى من وجهة النظر الفنية العلمية والتي تدفع بالمجتمع الدولي إلى حمايتها وإيقاف مصادر التلوث المؤثرة عليها وذلك من خلال اتفاقيات الدول أو المنظمات الدولية كاليونسكو والتي تتدخل دون المساس بالسيادة أو الشؤون الداخلية للدولة المتضررة [9].

**التلوث المحلي أو الداخلي:** وهو تلوث يكون مصدره وأثاره الضارة داخل نفس الإقليم، لكن يرجع

الاهتمام الدولي لمثل هذا التلوث المحلي إلى عاملين هما:

- طلب الدولة المتضررة مساعدة المجتمع الدولي فنيا وماليا ومن خبرائها الدوليين لمواجهة كافة مصادر التلوث.

- إذا وصل التلوث الداخلي لدولة ما إلى درجة تؤثر على حركة التجارة الدولية [15].

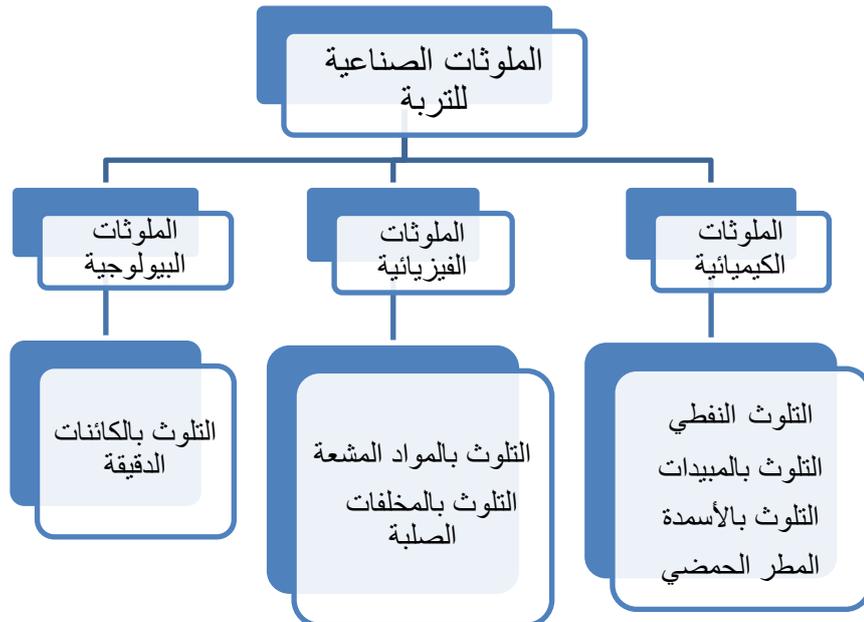
## II - 2 - 3 التلوث الصناعي للتربة:

يصاحب النمو الصناعي صرف المخلفات التي تخرج من المصانع والتي تحتوي على المركبات الكيماوية الضارة والسامة بحيث تؤدي الى تلوث التربة وتدهورها [16].

ينتج عن معظم الصناعات في العالم كميات ضخمة من المواد الكيماوية الملوثة للبيئة وبالرغم من اتباع بعض هذه المصانع لطرق خاصة لمعالجة تلك النفايات الكيماوية الا أن كميات ضخمة من تلك المواد الخطيرة مازالت تجد طريقها للبيئة دون معالجة وبالتالي تتسبب في حدوث خلل بيئي واضح.

إن تقاوم تلوث التربة لا يقتصر عليها فقط وإنما ينتقل منها الى المياه الجوفية والبيئة الحضرية والكائنات الحية الأخرى بما فيها المجتمع الحضري، بالإضافة الى اشتراكها مع بعض مشكلات التلوث الأخرى في بعض الآثار والأضرار الى أنها تنفرد في البعض منها بحيث يؤدي تلوث التربة الى احداث التسمم الغذائي ويسبب تلوث الغذاء عادة الإصابة بالأمراض الحادة الخاصة بالمعدة والأمعاء التي تصيب أفراد المجتمع الحضري [17].

وفيما يلي يمكننا ان نلخص الملوثات الصناعية للتربة في الشكل الموالي:



الشكل رقم (4): أنواع ملوثات التربة [9]

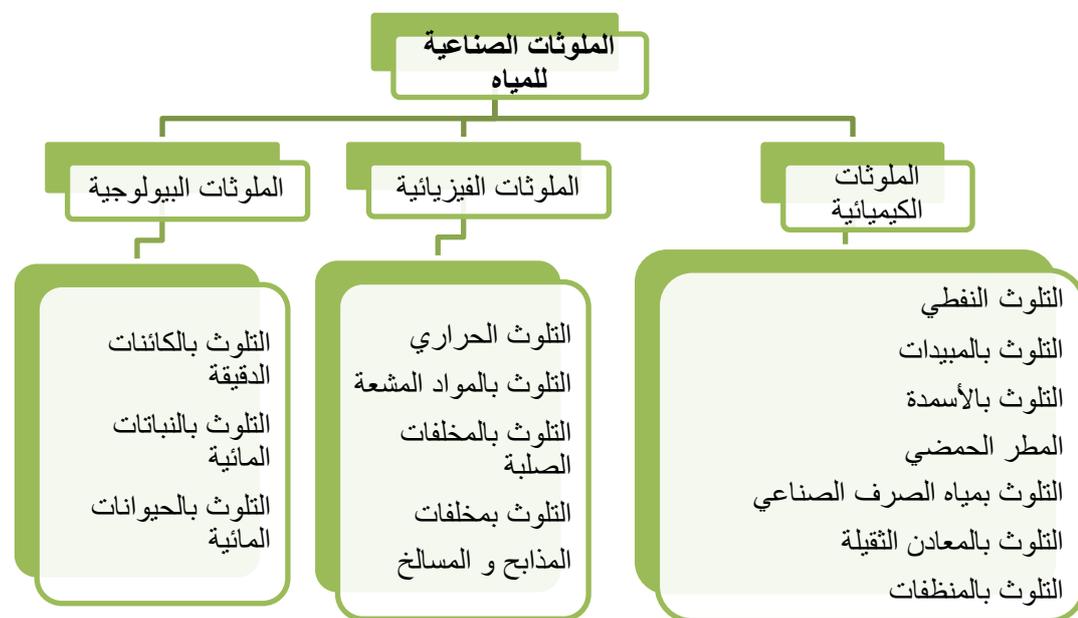
II - 2 - 4 التلوث الصناعي للماء :

تعد المياه الصناعية إحدى أخطر مصادر تلوث المياه السطحية والجوفية وتشمل عدد من مخلفات الصناعة الملوثة مثل الصناعة الكيماوية والزراعية والتحويلية والتعدين إذ تسهم في تلوث المياه في الأصباغ والحوامض والقلويات وهي من أهم مسببات التلوث للماء وأكثرها خطورة ولا سيما التلوث بالمواد الكيماوية مثل ( الحوامض و القواعد و المواد السامة ) لأنها تحتاج لثلاثة أو أربعة أضعاف ما تحتاجه نفايات المجاري من الأوكسجين و اخطر ما في ذلك أن المواد السامة التي تدخل في تلك الصناعات تعود الى الماء ثانية مع النفايات الخطرة، مما لاشك فيه ان الصناعة مهما كان نوعها وحجمها لا بد من طرحها لمخلفات متنوعة تتباين من حيث التأثير بحسب نوع الصناعة وكمية الإنتاج [18].

وقد أدى نمو الصناعات في المدن والتي يلقي بمياهها الناتجة عن مختلف الصناعات في المجاري المائية والأنهار الى زيادة مشكلة التلوث المائي، كما أن كثيرا من المدن النامية تأخذ مياه الشرب من أنهار يتعرض ماؤها لتلوث نتيجة للتصنيع المتزايد [5].

للنظم البيئية المائية علاقات مباشرة وغير مباشرة بحياة الانسان، فمياهها التي تتبخر تسقط في شكل أمطار على اليابسة، ومدخراتها تتمتع بثروات معدنية ذات أهمية بالغة، وهي الآن تواجه ما يعرف بتلوث المياه الصناعي الذي يحط بنوعية المياه الطبيعية بسبب إضافة المواد الضارة، الكيماويات الذائبة أو العالقة، المركبات العضوية وبتراكيز مختلفة، أو الرفع من درجة حرارته ما يخفض كميات الأوكسجين [9]. من أهم مصادر تلوث المياه صرف مخلفات المصانع السائلة بما فيها التلوث الحراري والفضلات الاشعاعية وصرف مخلفات المدن التي تشمل مجاري المنازل والمباني العامة والمستشفيات وغيرها بالإضافة لصرف مياه الأراضي الزراعية بما فيها الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية [19].

وفيما يلي يمكننا ان نلخص الملوثات الصناعية للمياه في الشكل الموالي:



الشكل رقم (5): أنواع الملوثات المائية [9]

## II - 2 - 5 التلوث الصناعي للهواء:

تختلف الملوثات الصناعية تبعا لنوع الصناعة ومراحل التصنيع ونوعية الآلات المستخدمة وتشمل مراكز صهر المعادن وسحبها وتشكيلها، مصانع المواد الكيماوية، مصانع البلاستيك والمطاط، مراكز حلج القطن وغزله ونسجه، مصانع الورق والزجاج وغيرها والتي يتواجد أغلبها في المناطق الحضرية [20]. حيث تؤدي الأنشطة الصناعية دورا هاما في تلوث الهواء، فقد تنبعث الملوثات الى الجو أثناء التعامل مع المواد الأولية المستخدمة في الصناعة أو أثناء عملية التصنيع، كما أن الطاقة المستخدمة في الصناعات بشكل عام تتطلب استخدام الفحم أو مشتقات البترول كوقود والتي باحتراقها تنتج ملوثات هوائية [21]. أهمها ثاني أكسيد الكبريت الذي يسبب تهيج الجهاز التنفسي عند استنشاقه ويسبب تآكل المعادن والأحجار، وأول أكسيد الكربون الذي يقلل من كفاءة الدم وثنائي أكسيد النيتروجين الذي يؤثر في الجهاز التنفسي خاصة الحويصلات الهوائية [19].

تمثل الصناعة أحد أهم المصادر الرئيسية لتلوث البيئة الطبيعية، حيث تمثل الانبعاثات الناتجة عن النشاطات الصناعية نحو ثلث مجموع الغازات الملوثة الموجودة في الهواء [3]. لذلك تعد المخلفات نتيجة حتمية للعمليات الصناعية وبالتالي وجودها يؤدي الى حدوث تغيرات في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمكونات المختلفة للبيئة (الماء، الهواء، التربة، ... الخ) لذا فان عملية الكشف عن الملوثات في الجو تجري عن طريق الكشف عن التركيز الأقصى المسموح بها في الجو، ويقصد أعلى تركيز متواجد لأي مادة ضارة في وسط بيئي ويمكن ان تحدد هذه التراكيز اما بفترات زمنية أو ببيئات معينة (مكان عمل) [22].

وقد برزت مشكلة التلوث الهوائي بصورة واضحة مع انتشار الثورة الصناعية في العالم وازدياد عدد وسائل المواصلات وتطورها واعتمادها على المركبات في الناتجة من تقطير البترول كوقود وتعتبر السيارات هي أسوأ أسباب تلوث الهواء بالرغم من كونها ضرورة من ضروريات الحياة الحديثة فهي تنفث كميات كبيرة من الغازات التي تلوث الجو، كغاز أول أكسيد الكربون السام وثنائي أكسيد الكبريت [23]. ويساهم غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 70% من مقدار التسخين والباقي تساهم به غازات الكلوروفلوركون مع غازات أخرى لأحداث التسخين وقد يعلل ذلك أسباب كثرة الفيضانات والعواصف وقلة سقوط الأمطار والمياه الصالحة للشرب بالإضافة الى ارتفاع أمواج مياه البحر [24].

والجدول التالي يبين مختلف الغازات الملوثة للجو ومصادرها كما يلي:

الجدول رقم (3): طبيعة الملوثات الهوائية ومصادرها [25]

| حالة الملوث | الطبيعة الكيميائية                 | مصدر الانبعاث                                     |
|-------------|------------------------------------|---|
| غازي        | ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub> | البراكين، تنفس الكائنات الحية، محروقات            |
|             | أول أكسيد الكربون CO               | البراكين، المحركات تعمل بالاحتراق                 |
|             | هيدروكربون                         | النبات الأخضر، البكتيريا، المحركات تعمل بالاحتراق |
|             | مركبات عضوية غازية                 | صناعة كيميائية، احتراقات مختلفة                   |
|             | ثاني أكسيد الكبريت                 | بكتيريا، احتراقات مختلفة، محركات تعمل بالاحتراق   |
|             | أكاسيد النيتروجين NO <sub>x</sub>  | بكتيريا، احتراقات مختلفة، محركات تعمل بالاحتراق   |
|             | انبعاثات نووية                     | الصناعة النووية                                   |
| جزيئات      | مواد سامة                          | براكين، صناعات مختلفة، محركات تعمل بالاحتراق      |
|             | مكونات عضوية طبيعية                | الصناعات الكيميائية، احتراقات، زراعة              |
|             | مواد مشعة نووية                    | الصناعة النووية، الانفجار النووي                  |

## II - 3 آثار التلوث الصناعي على البيئة والانسان

### II - 3 - 1 التلوث الصناعي في الجزائر

شهد القطاع الصناعي في الجزائر تطورا ملحوظا من حيث تنوعه ومن حيث قدراته، لكن طرق التصنيع تمت في ظروف لم تحترم الاهتمامات البيئية. ولأن البيئة أصبحت اهتماما رئيسيا في العالم كانت الجزائر ملزمة من مواكبة هذه الموجة، وتماشيا مع الإعلان الختامي لندوة الأمم المتحدة حول البيئة المنعقد بستوكهولم سنة 1972 استحدثت الجزائر اللجنة الوطنية للبيئة سنة 1974 وكانت أول جهاز اداري مركز متخصص في حماية البيئة.

ثم صدر قانون 83-03 المتعلق بحماية البيئة ليحدد الإطار القانوني للسياسة الوطنية لحماية البيئة والتي ترمي الى حماية الموارد الطبيعية واتقاء كل أشكال التلوث والمضار ومكافحة وتحسين إطار المعيشة ونوعيتها والمحافظة على الموارد الطبيعية من جميع ملوثات أعمالا ذات مصلحة وطنية.

لكن قبل صدور هذا القانون المتعلق بحماية البيئة لسنة 1983 لم يكن هناك دراسات التأثيرات البيئية للمشاريع المنجزة، المتعاملين الاقتصاديين يفضلون المواقع السهلة للتهيئة والتي تكون قريبة من اليد العاملة وبجوار قنوات الاتصال المختلفة التي تحتوي على كل المرافق [26].

ولهذا امتدت المواقع الصناعية فوق الأراضي الزراعية وقد وقع الاختيار على طرق التصنيع لا تأخذ بعين الاعتبار معايير البيئة مما أثر سلبا على المساحات الخضراء الصالحة للزراعة بشكل كارثي، أدت هذه الوضعية الى احداث تأثيرات خطيرة على البيئة وعلى الصحة العمومية.

### II - 3 - 2 التلوث الصناعي والعوامل المساعدة على انتشاره

لا أحد يمكنه أن ينكر ما حققه الانسان من تقدم صناعي وتكنولوجي مذهل، كان له الفضل في تغيير نمط حياته والمضي به قدما الى الأمام، الا أنه بالمقابل ليس هناك من ينكر هاجز الفشل الذي اصطدم به هذا الأخير جراء عدم التحكم في مخلفات هذه الصناعة وما لها من انعكاسات خطيرة عليه وعلى بيئته، لقد أدى التطور الصناعي الهائل المواكب للزيادات السكانية وعدم ترشيد استهلاك الموارد اضافة الى ذلك عدم أخذ البيئة بعين الاعتبار، الى ظهور المشاكل البيئية وفي مقدمتها مشكلة التلوث المرتبطة بزيادة المناطق الصناعية و مناطق النشاط الصناعي.

**الصناعة مصدر التلوث:** تعد الصناعة من أكثر الأنشطة الاقتصادية تأثيرا على ظروف البيئة المحيطة، قطاع الصناعة هو المستهلك الرئيسي لعدد كبير من الموارد الطبيعية وهو أيضا القطاع الرئيسي الذي يحدث تلوثا كبيرا للبيئة، ومع تطوره زادت حدة التلوث الصناعي فزاد استهلاك المواد الخام وإنتاج المخلفات والمواد السامة وازدادت الانبعاثات الغازية والمخلفات السائلة.

المناطق الصناعية في الجزائر تحتوي على وحدات إنتاجية ومركبات صناعية ضخمة فعدد المناطق الصناعية على مستوى الإقليم الوطني يصل الى 72 منطقة حيث يغطي سطحها الإجمالي 14.818 هكتار [27].

**استنزاف الموارد الطبيعية:** يعمل التصنيع السريع غير المنظم وغير المدروس على إنهاك مصادر الثروات الطبيعية بدرجة قد تصل الى حد الاستنزاف على المدى البعيد وكذلك يأتي تحمل الموارد الاقتصادية للدول بأعباء ثقيلة تشجع معها المزايا الموجودة في التطور الصناعي، ولهذا تصبح للبيئة وظيفتان في العملية الإنتاجية الصناعية هما:

- البيئة الطبيعية تعمل على تزويد الوحدات الاقتصادية بالمواد الطبيعية بصفتها عوامل انتاج.
- البيئة تمثل مستودعا كبيرا لمخلفات العملية الإنتاجية [28].

ومن هذا المنطلق تغيرت معالم البيئة نتيجة اختلال في نظامها الايكولوجي من جراء عدة تغيرات في تركيز الهواء والماء وارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو وظهور الامطار الحمضية وتهتك طبقة الأوزون جراء ما يلي:

- (1) الاستغلال غير المخطط للموارد واستنزافها اما بأساليب بدائية أو بتكنولوجيا متقدمة لم تعرف اثارها البيئية مسبقا ويرتبط هذا العامل أساسا بالدول الصناعية.
- (2) دعم الطاقة من خلال النمو السريع في استهلاك أنواع الوقود الأساسي وإعاقة تطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة والنظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

- (3) مخالفة الكثير من المصانع للشروط الصحية البيئية وعدم اتخاذها لإجراءات الوقاية اللازمة لتجنب أخطار التلوث المحتملة في ظل غياب الرقابة البيئية.
- (4) ارتفاع نسبة مساهمة الصناعة في أحداث التلوث البيئي حيث تشير الاحصائيات الى المساهمة الكبيرة للصناعة في أحداث التلوث البيئي وزيادة مستوياته مقارنة بباقي مسببات التلوث الأخرى.
- (5) قيام الصناعة على الاستهلاك المكثف للطاقة في الجزائر حيث تملك هذه الأخيرة مخزون كبير من النفط والغاز الطبيعي الامر الذي أثر في النمط الصناعي الذي يعتمد على الاستهلاك المكثف للطاقة.
- (6) غياب استراتيجية واضحة للتخلص من النفايات الصناعية وفق المعايير التي تراعي حماية البيئة إضافة الى ضعف عملية تدوير النفايات القابلة للاسترجاع.
- (7) انشاء المناطق الصناعية دون تخطيط او دراسة أو بيان إقليمي من شأنه أن يؤدي الى ظهور عدة مشاكل وصعوبات وهذا ما تقع فيه الجزائر حاليا بسبب النقص الفادح في قواعد الوقاية والأمن الصناعي داخل المنشآت الصناعية [29].

### II - 3 - 3 الآثار الصحية والإنتاجية للتلوث الصناعي:

تتفاوت الآثار الصحية للتلوث الصناعي من تلك التي تنتج عن تعرض مجموعة العاملين في بيئة العمل لجرعات عالية من الملوثات الى تلك التي تنتج عن تعرض عامة الناس خارج المصانع لجرعات منخفضة من هذه الملوثات. وبالرغم من أن المعلومات عن مخاطر الجرعات المنخفضة من هذه الملوثات وملوثات أخرى كثيرة محدودة للغاية، خاصة آثار الجرعات المنخفضة التي يتعرض لها الانسان لفترات طويلة 20 أو 30 سنة مثلا فقد أدى هذا إلى تعقيد عملية وضع معايير محددة لمعظم الملوثات سواء في بيئة العمل أو في البيئة العامة خارج المصانع. لذا فإن معظم المعايير التي وضعتها منظمة الصحة العالمية والدول المتقدمة لبعض الملوثات الرئيسية هي معايير " ارشادية " [29].

#### 1- الآثار الصحية:

يأخذ الجانب الصحي حيزا كبيرا من الاهتمام الدولي، أما على المستوى المتوسط أو البعيد، وهو مرتبط بالتأثيرات البيئية والأنشطة الإنسانية وحماية البيئة تعني أننا نستطيع العيش في صحة بدنية وعقلية وثقافية جيدة.

ولقد عرفت الصحة من قبل المنظمة العالمية للصحة (WHO) على أنها: " الحالة التي يكون فيها الانسان في كامل قواه البدنية والعقلية والاجتماعية وليس غياب الأمراض والعاهات فقط " [30].

يمكن أن نلخص مختلف الآثار الصحية للتلوث الصناعي في الجدول التالي:

**الجدول رقم (4): الآثار الصحية للتلوث الصناعي [31]**

| تلوث الهواء   |   |
|---|---|
| نوع التلوث  | الآثار الصحية   |
| أول أكسيد الكربون   | مضاعفات فيزيولوجية على القلب والمخ ويسبب الشلل وضعف الرؤية وآلام باطنية |
| أكسيد الكبريت   | يؤثر على جهاز الشم والتنفس والقصبات الهوائية                            |
| أكسيد النترجين  | يسبب أضرار شديدة، ضعف النمو وتآكل المعادن                               |
| هيدروكربونات  | بعض أنواعها يسبب تساقط الأوراق  |
| الأميونت  | التهاب غشاء الرئتين، سرطان الرئة  |
| تلوث الماء  |   |
| الكوليرا ← التهاب في المعدة ومضاعفات أخرى.  | بمختلف المواد الملوثة حسب درجة خطورتها                                  |
| التيفويد ← صداع وانحطاط عام ونزيف في الجهاز الهضمي.                                   |   |
| البلهارسيا ← مرض طفيلي تتسبب فيه ديدان صغيرة داخل المياه الملوثة وهي في أشكال متعددة. |   |

**2- الآثار الإنتاجية للتلوث الصناعي:** إن قدرة البيئة على استيعاب الملوثات محدودة، بحيث تكون هناك نقطة تستطيع فيها البيئة باستيعاب الملوثات ومن ثم البقاء في حالة توازن، ولكن أن تتجاوز كميات الملوثات هذه النقطة يقودنا الى آثار سلبية على المستوى الإنتاجي تستدعي أخذ التدابير والإجراءات اللازمة للحد من تفاقم الازمة وهذا ما يلخصه لنا الجدول الموالي.

**الجدول رقم (5): الآثار الإنتاجية للتلوث الصناعي [32]**

| المشاكل البيئية     | الأثر على الإنتاجية   |
|---------------------|---|
| تلوث المياه وندرتها | الأثر السلبي على كل من الثروة السمكية والنشاط الزراعي وإنتاجية المواطنين      |
| تلوث الهواء         | التأثير السلبي على كل من الأنشطة الصناعية والزراعية والخدمية، الغابات... الخ. |
| تلوث التربة         | انخفاض إنتاجية الحقول   |
| قطع الغابات         | فقدان مصادر الخشب   |

## II - 4 آليات حماية البيئة من التلوث الصناعي:

إن لنظام الإدارة البيئية آليات في المؤسسة الصناعية ويتم ذلك عن طريق إدارة متخصصة تتمتع بقدر كاف من الاستقلالية وتعمل في إطار الهيكل التنظيمي للمؤسسة، ويؤدي ذلك الى زيادة التنسيق فيما بين المؤسسة والجهات التنفيذية من أجل دمج الاعتبارات البيئية الملائمة في العمليات الصناعية ومعالجة مشاكل حماية البيئة وسلامة العاملين على نحو أفضل وتتحصر السياسة البيئية في أربعة أنشطة رئيسية يتم تنفيذها على مراحل.

### II - 4 - 1 مفهوم آليات حماية البيئة:

ترمي السياسات الوطنية والدولية في مجال حماية البيئة الى تنظيم وضبط نشاط وسلوكيات الانسان في علاقته بالبيئة والوسط الطبيعي الذي يعيش فيه وبيان الأنشطة التي تؤدي الى إحداث اختلال في التوازن الايكولوجي [33].

تضطر العديد من الدول والمؤسسات الى العمل بكل حزم من أجل توفير الإمكانيات والظروف التي من شأنها حماية البيئة والحد من التلوث واستنزاف الموارد، وهذا من خلال مختلف الآليات القانونية والاجتماعية والثقافية والادارية وهي [34].

#### أولا - الآليات القانونية:

من خلال الالتزام بالتشريعات والمعايير البيئية وتشديد العقوبات على المؤسسات التي تخالف هذه الالتزامات.

تدخل الدولة لإجبار الملوّثين على تحمل تكلفة التلوث الصناعي، مع إدخال نظم محاسبة التكاليف البيئية ضمن النظم المحاسبية الأخرى.

#### ثانيا - الآليات الاجتماعية:

تنمية الوعي لدى المؤسسات والمجتمع من أجل صيانة البيئة. الاهتمام بالعنصر البشري وتكوين إطارات في المجال البيئي ودعمها لمختلف الوسائل والإمكانات مثل أجهزة الرصد البيئي، ورصد المخلفات الصناعية وإعادة تدويرها.

#### ثالثا - الآليات الثقافية:

دور المشاركة الشعبية والمجتمع المدني في صنع القرارات المتعلقة بحماية البيئة وتحديث مختلف التشريعات البيئية تماشيا مع المعايير البيئية الدولية في إطار القانون الدولي. تفعيل دور الجمعيات الناشطة في مجال حماية البيئة من خلال النشاطات الميدانية في أرض الواقع والانتقال من مرحلة التجسيد الحقيقي لمفاهيم حماية البيئة.

#### رابعا - الآليات الاقتصادية:

استخدام التكنولوجيا النظيفة غير الملوثة للبيئة، وتدخل الدولة في تنظيم النشاطات الاقتصادية والصناعية التي تحدث تلوثا للبيئة.

توفير كل المعلومات عن الموارد الطبيعية واختيار أوجه الاستثمار التي تحقق أكبر عائد تنموي وتضمن تواصل التنمية واستدامتها.

#### خامسا - الآليات الإدارية:

- تبني معايير نظم الإدارة البيئية (ISO 14001) في القطاعات الصناعية والإنتاجية وترشيد الموارد الاقتصادية غير المتجددة من خلال تطوير الوسائل الإدارية في حماية البيئة والتي ترتبط أساسا بالطاقات النظيفة.
- الاعتماد على التخطيط البيئي ودمجه في التخطيط الاقتصادي والاجتماعي مع التركيز على دراسات الجدوى البيئية لكل المشروعات الصناعية.

من خلال ما سبق ذكره لآليات حماية البيئة سيكون محور دراستنا هذه يركز على آلية حماية البيئة بتطبيق نظام الإدارة البيئية ايزو 14001.

#### II - 4 - 2 الاهتمام العالمي بحماية البيئة:

تطورت نظم الإدارة البيئية من خلال المرور عبر عدة محطات وذلك تماشيا مع الحاجة الملحة والمتزايدة لهذه النظم وبالرغم من الحرص الطوعي للكثير من المؤسسات على تطبيق هذه المواصفات الا ان الدافع الرئيسي لتطبيقها هو القوانين والتشريعات الدولية والمحلية الضاغطة والتي أدت الى ضرورة تبني هذه المؤسسات لتلك النظم، وفيما يلي نذكر المراحل التي مرت بها هذه النظم حسب التدرج الزمني: في عام 1968 ظهر أول اهتمام بالجانب البيئي في مؤتمر الجمعية العامة للأمم المتحدة [35]. تلاه بعد ذلك مؤتمر ستوكهولم في الدنمارك 1972 [36]. حيث يعتبر هذا المؤتمر أول محاولة من طرف المجتمع الدولي لإحداث مواءمة بين البيئة والتنمية على الصعيد العالمي. ثم تله مؤتمر ستوكهولم انشاء مفوضية مستقلة للبيئة هي اللجنة العلمية للبيئة والتنمية في عام 1983 والتي نشرت تقريره المشهور في عام 1978 في مدينة بورتلاند بعنوان مستقبلنا المشترك، حيث قدم مصطلح التنمية المستدامة والذي حث الصناعة على تطوير إدارة بيئية سليمة وفعالة [37].

وبعد النظر في تقرير بورتلاند 1987 دعت الجمعية العامة للأمم المتحدة الى عقد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة " قمة الأرض " أو ما يطلق عليه أيضا مؤتمر ريو دي جانيرو " بالبرازيل عام 1992 بعد مرور 20 سنة عن مؤتمر ستوكهولم، الهدف الرئيسي منه الوصول الى مواءمة التنمية واحداث توازن بين الاحتياجات المتبادلة والمصالح المشتركة لضمان مستقبل صحي لكوكب الأرض [38].

في عام 1993 أنشأت منظمة التقييس العالمية (ISO) اللجنة الفنية رقم TC207 بهدف تطوير مجموعة من المواصفات لنظم الإدارة البيئية تحت الترقيم (ISO 14000) وهذا لمخاطبة الموضوعات البيئية التالية: نظم الإدارة البيئية، المراجعات البيئية، الملصقات البيئية، تقييم الأداء البيئي، تحليل دورة الحياة، المصطلحات والتعريفات البيئية [39].

في عام 1994 استمدت مؤسسة المعايير البريطانية المواصفة (BS7750) من مواصفة الجودة (ISO 9000/BS7750) فكان من الوسائل الأساسية لبناء و تكوين نظام الإدارة البيئية (SME) لتليه ظهور

المواصفات الأوروبية ( EMAS ) في عام 1995 ثم ظهرت المواصفات الدولية للإدارة البيئية و الصادرة عن منظمة التقييس العالمية ( ISO ) [35].

## II - 4 - 3 أنواع مواصفات نظم الإدارة البيئية لحماية البيئة

إن تزايد الاهتمام في معالجة القضايا البيئية، دفع بالمنظمات المحلية والدولية لتطوير مواصفات البيئية وكذا تبنيها، حيث توجد ثلاث مواصفات رئيسية هي:

المواصفة البريطانية (BS 7750) والتشريع الأوربي (EMAS) والمواصفة الدولية (ISO 14000).

### أ) المواصفة البريطانية (BS 7750) British Standards:

أصدر المعهد البريطاني للمواصفات (BSI) عام 1992 نظاما للإدارة البيئية، عرف بالمواصفة البريطانية رقم (BS 7750) وقد تم تعديلها عام 1994 لتصدر بطبعة ثانية التي لازالت معتمدة حتى الآن في المملكة المتحدة [40].

قد حددت خصائص المواصفات الانجليزية (BS 7750) كما يلي [41]:

- التزام المنظمة بإجراء التحسينات المستمرة.
- إمكانية التسجيل وإجراء المراجعة الدورية من قبل طرف ثالث.
- التوافق مع التعليمات والأنظمة الأوروبية.

### ب) المواصفة الأوروبية (EMAS):

تبنى الاتحاد الأوروبي (EU) European Union في 29 جوان 1993م تشريعات تحت رقم 93/1863 يخص كيفية مساهمة المؤسسات الصناعية في نظام مشترك للإدارة والتدقيق البيئي، يسمى إدارة البيئية ونظام التدقيق (EMAS)، وأصبحت سارية المفعول منذ سنة 1995م.

وفي سنة 2001 قام الاتحاد الأوروبي بمراجعة هذا التشريع وفي أبريل 2001 أصدر النسخة الجديدة والمسماة EMAS 271/2001، فساعدت هذه النسخة على الاهتمام بالإدارة البيئية في تسير المؤسسات وتدعيم التحسين المستمر للأداء البيئي، بذلك أصبحت هذه المواصفة تتابع من جميع أصناف المؤسسات، غير أن متطلباتها الصارمة والشكوك حولها بسبب حدودها الإقليمية جعل المؤسسات تتجه نحو المواصفة الدولية (ISO 14001) [35].

### ت) المواصفة الدولية ISO 14001

أطلقت المنظمة الدولية للتقييس ISO المواصفة الدولية ISO 14001 في عام 1996، لأول مرة وهي خاصة بمتطلبات نظم الإدارة البيئية والتي تنقسم العديد من المبادئ الإدارية مع المواصفة البريطانية BS 7750 [42]. وقد اعتمد النص الرسمي لهذه المواصفة بعد نشره عام (1996) لتمكن المؤسسة من تطبيق سياستها البيئية مع الأخذ بعين الاعتبار المتطلبات القانونية والمعلومات المتعلقة بشأن الجوانب البيئية المهمة.

وتتطبق هذه المواصفة على أية منظمة تسعى إلى صياغة وتطبيق وتحسين نظام إدارتها البيئية، المطابقة الذاتية على السياسة البيئية المعلنة وإقامة الدليل على شهادة المطابقة لنظام الإدارة البيئية من قبل جهة خارجية والإعلان الذاتي للمطابقة مع المواصفة.

## II - 4 - 4 نظام الإدارة البيئية وفق المواصفة الدولية ISO 14001

### أ - تعريف نظام الإدارة البيئية ISO 14001

تعرف الايزو 14001 هي عبارة عن معايير ومواصفات دولية من أجل خلق وتحسين عملية الاستدامة، وكان الهدف من ظهورها هو تطوير وخلق نظام إدارة بيئية فعال، يمكن تطبيقه في كافة المنظمات باختلاف أنواعها، حيث يشهد لمواصفة ISO 14001 أنها مرنة جدا لدرجة أنها يمكن تطبيقها في أي منظمة أعمال بغض النظر عن موقع وحجم ونوع المنظمة [43].

يعرف الايزو 14001 على أنه " ذلك النظام الفرعي من النظام الأكبر (المنظمة) يستخدم كأداة فعالة للمحافظة على الديمومة والتطور من خلال الوظائف الممنوحة له فعلا لتوضح موضع التطبيق العملي، والمسؤولية اتجاه المنظمة والمجتمع، فتبدو هذه الإدارة كحلقة وصل بين المنظمة والبيئة الطبيعية بكل محتوياتها لتلائم استمرار توافق النظامين معاً، ولا وجود للنزاعات بينهما [44].

وعرفت منظمة ISO نظم الإدارة البيئية على أنه جزء من النظام الإداري الشامل الذي يتضمن الهيكل التنظيمي ونشاطات التخطيط والمسؤوليات والممارسات والإجراءات والعمليات والموارد المتعلقة بتطوير السياسة وتطبيقها ومراجعتها والحفاظ عليها [45].

ومن خلال ما سبق من التعاريف يمكن استنتاج أن نظام الإدارة البيئية ISO14001 عبارة عن مجموعة من المعايير تساعد على التسيير أنشطتها بشكل يحافظ على البيئة.

### ب - تصميم نظام الإدارة البيئية في المؤسسات الصناعية

يعتبر تصميم نظام الإدارة البيئية اختياري للمؤسسات الصناعية ومن جهة أخرى يعتبر ذلك النظام ضروري في حالة تعامل هذه المؤسسات الصناعية في مجالات التجارة الخارجية عن طريق تصدير منتجاتها الى الخارج.

ويتكون نظام الإدارة البيئية في المؤسسات الصناعية من العناصر الآتية:

#### ت) السياسة البيئية لإدارة المؤسسة الصناعية:

ويقصد بهذه السياسة Environmental Policy الرؤى والتطلعات الإدارية تجاه الإدارة البيئية ومن أمثلة هذه السياسات البيئية " الحد من التلوث والالتزام بالمعايير المحلية والدولية، لكل من الانبعاثات البيئية وإجراءات العمل، هذا بالإضافة الى السعي نحو تفهم العاملين بالشركة لعناصر نظام الإدارة البيئية [46]. ويحثهم على بذل العناية اللازمة في الحد من تنفيذ ومراقبة الأفعال الملوثة للبيئة، ونتيجة لازدياد حجم تدخلها واتساع نشاط المؤسسة الصناعية وسيطرتها على الآليات والأجهزة والمواد المسببة للتلوث [47].

### ث) المراجعة البيئية:

تقوم المراجعة البيئية Environmental Auditing على التحقق من مطابقة الانبعاثات الهوائية والمائية والمخلفات الصلبة للمعدلات وللمعايير الواردة في قانون البيئة المحلي، وأيضا تحديد كمية الانحرافات الخاصة بالانبعاثات الفعلية عن تلك المعايير.

### ج) اتخاذ الإجراءات البيئية الصحيحة:

ويتم اتخاذ تلك الإجراءات البيئية الصحيحة Corrective Environmental Actions في ضوء ما تسفر عنه المراجعة البيئية من أوجه قصور في نظام الإدارة المطبق بالمؤسسة الصناعية ومن أمثلة هذه الإجراءات تخفيض معدلات تلوث الهواء أو تلوث المياه، أو إعادة تدوير المخلفات الصلبة.

### ح) إعادة تدوير المخلفات الصلبة:

يعتبر أسلوب إعادة تدوير المخلفات Solid Waste Recycling أسلوبا رئيسيا يتم الاعتماد عليه في تحسين بيئة العمل الداخلية بالإضافة تجنب حدوث الاضرار وانتشار وتراكم المخلفات الصلبة بأنواعها المختلفة، ويتم معالجة المخلفات الصلبة باختيار احدي الطريقتين:

**الطريقة الأولى:** فرز وتصنيف المخلفات الصلبة تبعا لنوعيتها ورقية، معدنية، زجاجية، بلاستيكية، والتخلص من هذه المخلفات بالبيع لإحدى المصانع المتخصصة لإعادة تدويرها.

**الطريقة الثانية:** فرز المخلفات الصلبة تبعا للنوعيات السابقة وإعادة تدويرها بالكامل أو احداها لتوافر المقومات الفنية اللازمة لإعادة تدويرها.

### خ) سجل الحالة البيئية وتسجيل مدخلات ومخرجات التشغيل [46].

ويتم استخدام ذلك السجل Environmental Records لأغراض احكام الرقابة على عناصر المدخلات من خامات ومواد تعبئة وتغليف ووقود، وأيضا تحقيق الرقابة على المخرجات من انتاج تام وإنتاج غير تام، ومخلفات صلبة، ومخلفات سائلة، ومخلفات هوائية، ويتم الاعتماد على ذلك السجل في تتبع كميات ومعدلات الانبعاثات الفعلية ومقارنتها مع المعدلات الواردة في البيئة ولائحته التنفيذية.

### د) اعداد تقارير الأداء دورية:

يتم اعداد تقارير دورية توضح الأنشطة البيئية التي تم إنجازها خلال الفترة الماضية من أجل انجاز وظيفة الرقابة والمتابعة البيئية، ويحقق اعداد هذه التقارير أهداف إدارية توضح لإدارة المؤسسة الصناعية مستوى الأداء البيئي للمؤسسة لها، كما تعتبر هذه التقارير هامة لأغراض اعلام المجتمع المحيط بالأنشطة البيئية للمؤسسة وكذا تحسين المستوى البيئي بها.

### ذ) تكاليف تطبيق نظام الإدارة البيئية في المؤسسات الصناعية:

ان العديد من المؤسسات اعتبرت أن تكاليف تجنب تلوث البيئة في حد ذاتها استثمارات صحيحة وقد أخذت هذه الاستثمارات المرتبطة بحماية البيئة في تزايد مستمر من قيمة الاستثمار الكلي في الدول الصناعية، كافة عناصر التكاليف التي تتحملها المؤسسة الصناعية نتيجة التزامها بالقوانين البيئية مثل التكاليف إعادة تدوير مخلفاتها الصناعية وأقساط التأمين لمقابلة المخاطر البيئية المختلفة.

تتفاوت تكاليف تطبيق نظام الإدارة البيئية ايزو 14001 والحصول على الشهادة من مؤسسة لأخرى وهذا حسب طبيعة وحجم ونشاط المؤسسة ومن بينها تكاليف هيكل التنفيذ وانشاء وتطبيق نظام الإدارة البيئية وتنقسم هذه التكاليف الى قسمين تكاليف مباشرة وأخرى غير مباشرة.

أما شهادة ISO 14001 فهي معتمدة دوليا وتصدر من منظمة التقييس العالمية وأسعار التدابير مبنية أساسا على أتعاب الخبير الاستشاري ورسوم التصديق.

أصبح نظام الإدارة البيئية محل اهتمام المنظمات الدولية والوطنية على اعتبار الأهمية البالغة التي تحتلها البيئة على المستوى الدولي، كما أن تجسيد نظام الإدارة البيئية والمتمثل في الحصول على شهادة ISO14001 التي يمر الحصول عليها متطلبات عدة منها: متطلبات عامة، السياسة البيئية وتكون واضحة وموثقة من طرف الإدارة العليا، التخطيط، التطبيق، التشغيل، الفحص والإجراءات التصحيحية، مراجعة الإدارة.

على الرغم من تكاليف تطبيق نظام الإدارة البيئية وثقلها على المؤسسة الصناعية المطبقة والمتبنية للنظام، إلا أنه لا يمنع من تحقيق آثار إيجابية متعددة منها الآثار الاقتصادية كتحقيق زيادة في الإنتاجية والمالية والإيرادات أما الآثار الاجتماعية تتمثل في تحسين ظروف العمل وتقليل من المخاطر وحوادث العمل الناجمة عن أنشطة الشركة الصناعية، أما الآثار البيئية تتمثل في التقليل من مظاهر التلوث وحماية البيئة من كل أشكال التي تؤدي الى تدهورها واخلال توازنها.

## II - 4 - 5 فوائد تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001

يترتب على تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 في المنشآت المختلفة انشاء نظام اداري متكامل لضبط كافة العمليات مع آلية المراجعة والمراقبة والقياس وتعزيز فرص التحسين في نظام الإدارة البيئية للمنشأة بالإضافة الى مجموعة الفوائد التالية:

### أولا: الفوائد الخاصة بالإدارة

- زيادة القدرة التنافسية للشركة أو المنشأة في تحقيق متطلبات التصدير الى الخارج، حيث تحقق الشركات ذات السلوك البيئي الصحيح ميزة تنافسية على الآخرين في السوق الواعي بدرجة كبيرة بالبيئة.
- ترشيد استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية وتقليل الفائض والحد من التلوث [48].
- تأسيس ثقافة بيئية تسهم في ترشيد استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية وزيادة الوعي لدى العاملين بأهمية البيئة [49].
- زيادة الأرباح الناجمة عن الفوائد السابقة، حيث أن حماية البيئة عن طريق تطبيق نظام الإدارة البيئية أكثر رخصا من إعادة اصلاح [48].
- التوافق مع القوانين والتشريعات البيئية وتطوير الوضع البيئي في الدولة وفي العالم ككل.

ثانيا: الفوائد الخاصة بالمنتج

- المساهمة في تحسين الصورة الذهنية للمؤسسة كونها ملتزمة أخلاقيا في منتجاتها [50]. تساعد في الحد من تكاليف المنتج والحصول على التسهيلات من قبل المؤسسات المالية والحكومية إضافة الى تطوير أدائها العام [51].
  - التنافس على المزايا وخلق أسواق جديدة ومستهلكين جدد [52].
  - رفع كفاءة وجودة المنتج وذلك من خلال الالتزام بالمعايير البيئية يمكن شراء أفضل المواد الخام الذي يؤدي الى انتاج منتجات تتسم بالجودة وغير ملوثة للبيئة.
- تمت صياغة هذه المواصفة ISO 14000 لتكون قابلة للتطبيق من قبل كل الشركات والمنظمات على اختلاف أنواعها وأحجامها، كما تمت صياغتها لتستوعب الظروف الجغرافية والثقافية والاجتماعية المختلفة، تهدف الى أداء بيئي جيد وزيادة الكفاءة وعائد استثماري واضح ورفاهية المجتمع وصحته [53].

المراجع:

- [1] هشام محمد قريشي، التلوث الصناعي مخاطرة، ميكانيكته، كيفية مواجهته، مؤتمر التلوث الصناعي، المغرب، 2012، ص 1.
- [2] عبد الزهرة علي الجنابي، الجغرافيا الصناعية، ط 1، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2013، ص 310.
- [3] روى علي مهدي، جبار عبد جبيل، تحليل جغرافي لواقع الأنشطة الملوثة للهواء في مدينة الحلة وتأثيراتها البيئية، مجلة العلوم الانسانية، المجلد 24، العدد 1، 2017. ص 4، 6.
- [4] كوثر محمود أبو عين، النظام البيئي وصحة المجتمع، دار مجدلاوي، عمان، 2006، ص 89، 95.
- [5] حسين عبد الحميد رشوان، البيئة والمجتمع دراسة في علم اجتماع البيئة، دار الفكر الجامعي، إسكندرية، مصر، 2006، ص 47، 60، 61.
- [6] ربيعة بوسكار، مشكلة البيئة في الجزائر من منظور اقتصادي، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة محمد خيضر، بسكرة، 2016، ص 48.
- [7] عامر محمود طرف، أخطار البيئة والنظام الدولي، المؤسسة الجامعية للنشر، بيروت، 1988، ص 133.
- [8] محمد عبدو العوادات، عبد الله بن يحي باصهي، التلوث وحماية البيئة، جامعة الملك سعود، العربية السعودية، 2001، ص 58.
- [9] عبد الوهاب شنيخر، مخاطر التلوث الصناعي وأساليب معالجته - دراسة حالة القطاع الصناعي بالجزائر، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة العربي بن مهدي، أم البواقي، 2017، ص 47، 51، 52، 53.
- [10] سامية الخشاب، المجتمع الصناعي ومشكلات البيئة، ط 3، دار التعاون للطبع والنشر، 1999، ص 65.
- [11] محمد إبراهيم محمد شرف، المشكلات البيئية المعاصرة (الأسباب - الآثار - الحلول)، دار المعرفة، مصر، 2008، ص 60.

- [12] جيمس موريل، ترجمة خالد العامري، فن قراءة السوق، دار الفاروق، مصر، ط 1، 2007، ص 80.
- [13] بورزق نوار، تعاريف ومفاهيم بيئية، جامعة الجزائر، 2020، ص 5،
- [14] رمضان عبد الحميد الطنطاوي، التربية البيئية تربية حتمية، دار الثقافة عمان ط 1، 2008، ص 120.
- [15] عارف صالح مخلف، الإدارة البيئية، دار البازوري، الأردن، 2009، ص 60.
- [16] عبد الهادي الجوهري، الأسرة والبيئة، المكتب الجامعي الحديث، مصر، 1998، ص 197.
- [17] إبراهيم سليمان عيسى، تلوث البيئة، أهم قضايا العصر - المشكلة والحل، دار الكتاب الحديث، الجزائر، 2002، ص 45.
- [18] عباس زغير محيسن الميرياني، تحليل بيئي لمياه الصناعات الكبيرة الملوثة لنهر الفرات واثارها الصحية في مدينة الناصرية، مجلة الآداب، العدد 127 جامعة ذي القار، العراق، 2018، ص 310.
- [19] عبد الرؤوف ضبع، علم الاجتماع الحضري قضايا وإشكاليات، دار الوفاء، مصر، ط 1، 2003، ص 28، 59.
- [20] علي زين العابدين عبد السلام، محمد بن عبد المرضى عرفات، تلوث البيئة ثمن المدينة، المكتبة الاكاديمية، القاهرة، ط 1، 1992، ص 48.
- [21] ايمن سليمان مزاهرة، علي فالح الشوابكة، البيئة والمجتمع، دار الشروق، الاردن، ط 1، 2003، ص 158.
- [22] حكمت سعيد سالم، صبا عبد اللطيف يوسف، المصطلحات المستخدمة في مجال البيئة والتلوث، مجلة العلوم الانسانية، العراق، 2000، ص 4.
- [23] عادل مشعان ربيع واخرون، التربية البيئية، دار عالم الثقافة، عمان، 2010، ص 38.
- [24] سحر أمين كاتوت، البيئة والمجتمع، دار دجلة، عمان، 2009، ص 59.
- [25] François Ramade, *Éléments d'écologie*, 6<sup>ème</sup> édition, Paris, 2005.p 88.
- [26] وناس يحي، الأليات القانونية لحماية البيئة في الجزائر، رسالة دكتوراه علوم، جامعة تلمسان، 2007، ص 44.
- [27] Ministère de L'aménagement du Territoire et de L'environnement, *Rapport sur l'état et l'avenir de L'environnement*, Alger, 2005, p 205.
- [28] UNEP(DEC)/MED WG.228/, *Mediterranean Action Plan Meeting of National Focal Points in the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea pollution*, Athens, 2003, p168.
- [29] بالي حمزة، إدارة الاخطار الصناعية كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة تشخيص لواقع التامين في الجزائر - دراسة حالة مركب تمييع الغاز بسكيكدة، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة بومرداس، 2015، ص، 42.
- [30] Jacques Fontan, *Les pollutions de l'air (les connaitre pour le combattre)*, France, 2003, p 133.
- [31] فتحي دردار، البيئة في مواجهة التلوث، المؤلف ودار الأمل، الجزائر، 2003 ص 128.
- [32] رشيد سالم، أثر تلوث البيئة في التنمية الاقتصادية في الجزائر، أطروحة دكتوراه، جامعة الجزائر، 2006، ص 262.
- [33] ملتقي اليات حماية البيئة، مركز جيل البحث العلمي، سلسلة كتاب أعمال المؤتمرات، الجزائر، 2017، ص 9.
- [34] عبد العزيز قاسم المحارب، الاثار الاقتصادية لتلوث البيئة، مركز الإسكندرية للكتاب، مصر، 2006، ص 92.

- [35] زين الدين بروش، جابر الدهيمي، دور نظم الإدارة البيئية في تحسين الأداء البيئي للمؤسسات - دراسة حالة شركة الاسمنت بعين الكبير - مجمع مداخلات الملتقى الدولي الثاني حول الأداء المتميز للمنظمات والحكومات، ورقلة، 2011، ص 647، 648، 651.
- [36] رشيد علاب، نظم الإدارة البيئية ISO 14000 واقع ومعوقات تطبيقها في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية، أطروحة دكتوراه، جامعة المسيلة، 2017، ص 6.
- [37] براهيم شراف، أثر الإدارة البيئية على كفاءة المشاريع الصناعية - دراسة حالة مصنع الاسمنت بالشلف، أطروحة دكتوراه، جامعة بسكرة، 2017، ص 35.
- [38] المنظمة العالمية لصحة، تقرير مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (ريو + 20)، الدورة 130، 2012.
- [39] هيئة التقييس لدول مجلس التعاون بالخليج العربي. GCC Standadization Organizatio. www.gso.org.sa يوم الاطلاع 2021/02/02 ، 08:05.
- [40] ايثار عبد الهادي آل فيحان، سوزان عبد الغني البياتي، تقييم مستوى تنفيذ متطلبات نظام الإدارة البيئية 2004 ISO دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة البطاريات معمل بابل ط 1، ص 118.
- [41] De Aravjo, Maccondes Moreira, Quality and Environmental Management System: ISO 9000 and 14000, An Integrated Management tool, An Overview in the UK. University of London, UK. 1996, p22.
- [42] بسام منيب علي الطائي، إسراء وعد الله قاسم السبعوي وآخرون، إسهامات بعض أنشطة سلسلة التجهيز الخضراء في تعزيز إقامة متطلبات نظام الإدارة البيئية، ISO 14001، دراسة استطلاعية في الشركة العامة لصناعة الألبسة الجاهزة، جامعة الموصل، العراق، العدد 93، 2012، ص 271.
- [43] معاذ ميمون، سهام بن الشيخ، النسخة المحدثة لنظام الادارة " الايزو 14001:2015 " بين التعديلات والعراقيل والمكاسب التي تواجه منظمات الأعمال، مجلة اقتصاديات المال والأعمال JFBE، جامعة بسكرة، 2018، ص 73.
- [44] مختار معزور، رشيد علاب، محددات اعتماد نظم الإدارة البيئية ISO14001 في المؤسسات الاقتصادية في الجزائر، العدد 26، مجلة جامعة الأغواط، 2016، ص 217.
- [45] نجم العزاوي، عبد الله النقار، إدارة البيئية نظم ومتطلبات تطبيقات ISO 14001، دار الميسرة، الأردن، 2010، ص 122.
- [46] أحمد فرغلي حسن، البيئة والتنمية المستدامة، الإطار المعرفي والتقييم المحاسبي، جامعة القاهرة، ط 1، 2008، ص 32، 33.
- [47] عارف صالح مخلف، الإدارة البيئية الحماية الإدارية للبيئة، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009، ص 403.
- [48] عادل عبد الرشيد عبد الرزاق، نظام الإدارة البيئية EMS والمواصفة القياسية ISO14000 وتطبيقها في الوطن العربي، جامعة الدول العربية، الامارات العربية المتحدة 2005، ص 3.
- [49] أحمد صالح علي، تقييم برامج التدريب البيئي في إطار المواصفة العالمية (ISO 14001)، مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات، فلسطين، المجلد 1، العدد 25، 2001، ص 146.
- [50] أحمد بن عيشاوي، المؤسسة الاقتصادية والبعد الاستراتيجي للإدارة البيئية (EM)، المؤتمر الدولي حول سلوك المؤسسة في ضل الرهانات التنمية المستدامة والعدالة الاجتماعية، جامعة ورقلة، 2011، ص 176.

- [51] عمر صخري، عبادي فاطمة الزهرة، دور الدولة في دعم تطبيق نظم الإدارة البيئية لتحسين أداء المؤسسات، دراسة حالة الجزائر، مجلة الباحث، العدد 11، جامعة ورقلة، 2012، ص 158.
- [52] محمد أبو القاسم محمد، نظم الإدارة البيئية، مجلة أسبوت للدراسات البيئية، العدد 29، مصر، 2005، ص 23.
- [53] عبد الرحيم علام، مقدمة في نظم الإدارة البيئية، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، القاهرة، 2005، ص 13.

الفصل الثالث

الطرق والأدوات

## III - 1 تقديم منطقة الدراسة ( تقرت ):

## - لمحة تاريخية:

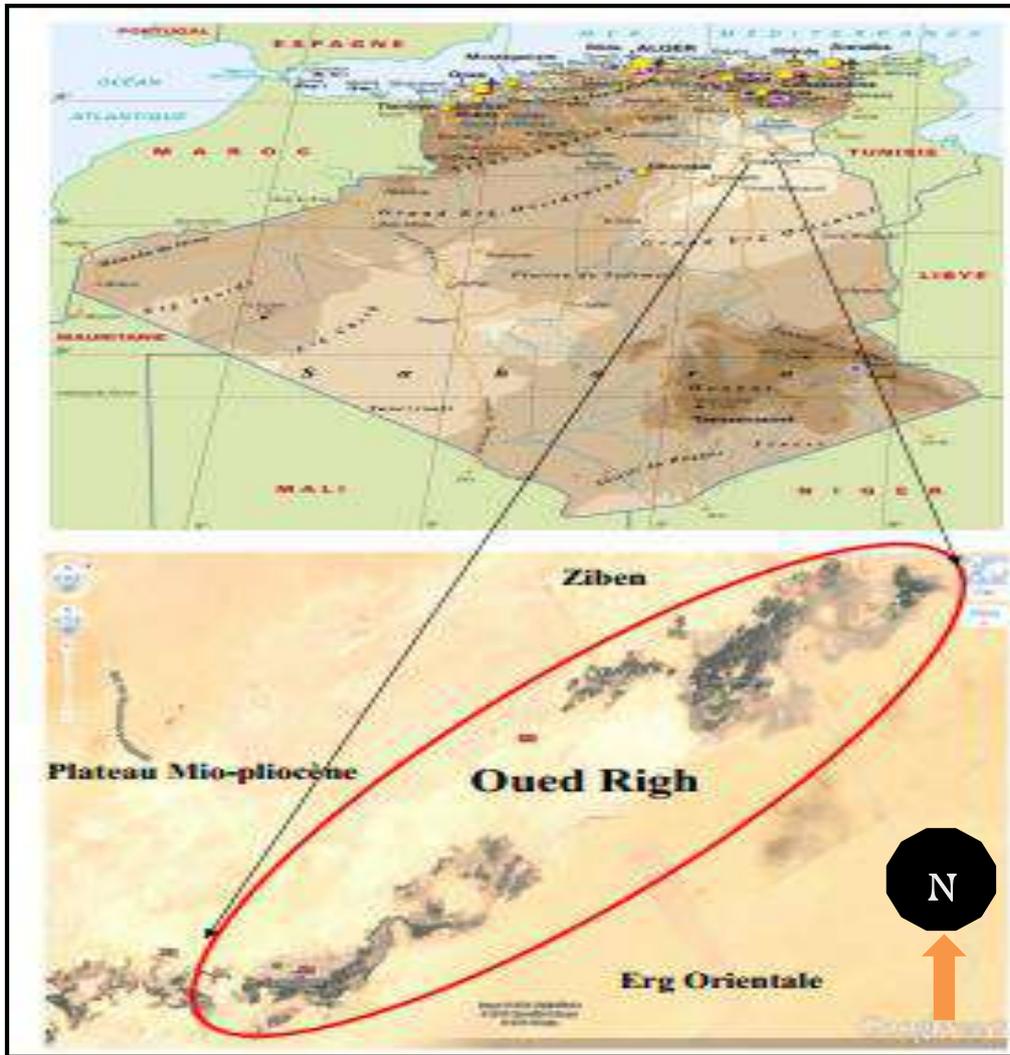
تقرت عاصمة إقليم واد ريغ [1]. وهذا لأهمية موقعها الجغرافي مما جعلها نقطة عبور ومركز تجاري حيث اختلفت الروايات حول أصل تسمية هذه المدينة فمنهم من قال تعود التسمية إلى الملك ( تو ) و الملكة ( قرت ) ومنهم من قال تعود التسمية إلى اسم امرة حسناء عاشت بالمنطقة يطلق عليها ( تقرت البهجة ) [2]. وهناك من يقول أصل الكلمة بربرية وتعني الأرض القاسية، تندرج تقرت ضمن منطقة صحراوية كانت عبر التاريخ مسرحا لحركة بشرية قوية باعتبارها محورا رئيسيا للاتصال بين الشمال و الجنوب، يرجع عهد عمارة المدينة حسب المؤرخين القدماء إلى قرون عديدة قبل ميلاد عيسى عليه السلام. وحسب المؤرخ الشهير ابن خلدون فإن تقرت لها واقع أمازيغي من حيث النطق، كما نجد بالمنطقة مجموعة من المدن تحمل أسماء بربرية حيث تستعمل اللهجة الريغية أو الشلحية المشابهة كثيرا للقبائلية بفوارق قليلة كما تعني " تقرت " قمر ويرمز لها بالجوهرة أو الكوكب [3].

من المشاريع الهامة التي حولت المنطقة في العهد الفرنسي مد خط السكة الحديدية سنة 1914 الذي يصل إلى تقرت وينتهي عندها وبه تتحول المنطقة إلى ورشة مشاريع استعمارية كبيرة في واحات النخيل ونقل المحروقات بعد اكتشاف البترول سنة 1956 بحاسي مسعود، ومشاريع لم تتجز مثل بحيرة الجنوب الذي بقي قيد الدراسة [4].

## - الاحداثيات الجغرافية والفلكية:

تقع مدينة تقرت جنوب شرق الجزائر أو ما يعرف بإقليم واد ريغ، تتربع على مساحة تقدر ب 404 كلم<sup>2</sup> و بين خطي طول " 5° 59' 20" إلى " 6° 48' 49" شرق خط غرينيتش وبين دائرتي عرض " 33° 12' 89" إلى " 33° 85' 67" شمال خط الاستواء، وتعلو عن سطح البحر بمقدار يتراوح بين 65 و 80 م تتربع على منخفض مستطيل أبعاده تقدر ب 160 كلم طولا و ما بين 30 و 40 كلم عرضا، تبعد عن العاصمة الجزائر بحدود 650 كلم.

وحسب بعض الدراسات فان المجال المقدر ب 2000 كلم<sup>2</sup> يقع مباشرة تحت تأثير منطقة تقرت بصفة أو بأخرى جغرافيا، بيئيا، بشريا، اقتصاديا، اجتماعيا [5]. تتميز المنطقة كونها تقع بمنخفض فيه أودية صحراوية تحتية وهي وادي ايغرغر (المحذر من قمم اهقار) ووادي مية (القادم من أعالي عين صالح) مما يعطي تفسيراً واضحاً لوفرة المياه بالمنطقة وتمثل المدينة همزة وصل بين الجنوب الكبير والشمال من خلال الطريق الوطني رقم (3) الذي يربط بينها وبين ولاية بسكرة وولاية ورقلة، كما ترتبط بولاية الوادي ومسعد من خلال الطريق رقم (16)، وكذا السكة الحديدية الرابطة بين بسكرة وقسنطينة إضافة إلى الخط الجديد الذي يصل إلى مدينة ورقلة ثم غرداية [6].



الصورة (1): الموقع الجغرافي لمنطقة وادي ريغ [7]

### III - 2 تقديم المنطقة الصناعية لمدينة تقرت:

تمتلك ولاية تقرت أراضي صناعية كبيرة تتكون من 5 مناطق نشاط، تضم عاصمة الولاية منطقة صناعية تديرها شركة إدارة المناطق الصناعية (ديفنديس). تمتد على مساحة 212 هكتارًا، وتشمل المباني العامة مثل وحدات سوناطراك وسونلغاز بالإضافة إلى وحدات الإنتاج. يشمل مجال النشاط وحدات صناعية مثل شركة رغوة الجنوب، شركة المرجان لإنتاج الأنابيب البلاستيكية PVC و PHD، شركة رمال بلاستيك المتخصصة في صناعة العبوات البلاستيكية، بالإضافة إلى تصنيع منتجات الصحة النباتية ومستحضرات التجميل وكبائن الصحراء. وأعلاف الماشية وأكثر من ذلك. يتكون النشاط الصناعي للولاية بشكل أساسي من 116 وحدة إنتاج لمواد البناء. كما أن لديها 108 وحدة تعمل في مجال الأغذية الزراعية و 221 وحدة أخرى في التصنيع وأنشطة أخرى مختلفة بالإضافة إلى المجال الصناعي.

تتمتع ولاية تقرت بالعديد من الموارد الطبيعية التي تعزز إطلاق المشاريع الصناعية وتشمل هذه الأصول الطين الأحمر والجير والتوف والجبس والرمل وهي مواد مناسبة لتصنيع مواد البناء [8].

كما يعود أول استخدام للسكة الحديدية في مدينة تقرت لسنة 1914 أي خلال فترة الاحتلال الفرنسي للجزائر والتي استغلت آنذاك في نقل التمور بالدرجة الأولى والمحاصيل الزراعية الأخرى من منطقة الجنوب الى الجزائر العاصمة ومن ثم نقلها الى فرنسا، حيث كانت تلعب مدينة تقرت دور نقطة تجميع كبرى لمنتجات غابات وبساتين منطقة واد ريغ، وفي سنة 1957 كانت الانطلاقة الفعلية للسكة الحديدية في نقل المعدات الصناعية للحفر والتنقيب عن البترول في منطقة تقرت وما جاورها.

### III - 3 التركيب الجيولوجية والدراسة المناخية لمواقع أخذ العينات:

#### III - 3 - 1 التركيب الجيولوجية

رغم قلة المصادر المائية الجارية وكثرة السبخات فان منطقة الدراسة تزخر بالمياه الجوفية التي تستغل عن طريق الحفر والتنقيب ليعتمد عليها السكان في الشرب والري وهذا نظرا لزوال منسوب مياه الأودية في فترات الجفاف. كما تحوي أربع طبقات جوفية على النحو التالي [9].

**الطبقة الجوفية الأولى:** وهي طبقة المياه السطحية وموجودة على عمق 30 متر.

**الطبقة الجوفية الثانية:** وهي طبقة الترسبات الممتدة على كامل الطبقة المسماة ب ( Nappe

continentale terminale) والمنتمية إلى التكتونيات القارية الأخيرة والموجودة على عمق 60 إلى 100 متر.

**الطبقة الجوفية الثالثة:** وهي الطبقة المائية الكلسية الموجودة على عمق يتراوح بين 100 و200 متر.

**الطبقة الجوفية الرابعة:** وتدعى بالطبقة الألبان ( Nappe Albienne ) وهي على عمق 1000 متر الى 1700 متر.

كما تتميز تضاريس المنطقة وضواحيها بتنوعها من حيث التربة والغطاء النباتي بإضافة إلى كثرة الكثبان الرملية التي تطوقها شرقا وغربا، تتخللها سهول مالحة وبعض الهضاب الطينية الجرداء [3].  
تغطي منطقة الدراسة ترسبات يعود تكوينها إلى العصر الرابع وتتكشف في المنطقة صخور البلايوسين، كما تتكون من عدة طبقات من مختلف تكوينات الأزمنة التي مرت بها نذكر أهمها [10]:

- الرمل الحديدي: وهو صخر متداخل البنية يوجد على عمق مترين.
- الرمل الأبيض الصفائحي: أو ما يعرف ب(التافزا) وهو حجر يدخل ضمن عائلة الحجر الأبيض الصلب نوعا ما وهو يشكل المادة الأولية لاستخراج الجبس.
- الصلصال: وهو صخر على شكل صفائح صلبة، تتكون من بلورات حديدية رقيقة متداخلة وشديدة التماسك.
- الجبس: وهي طبقة سمكها حوالي 60 سم تتمثل في الجبس الدقيق الممزوج بالرمال ويمثل هذا الصخر المادة القاعدية التي تستعمل في البناء لمقاومته الكبيرة للحرارة.
- اللوس: أو ما يعرف بوردة الرمال وهو صخر رسوبي يتكون من الجبس والرمل على شكل بلورات حديدية متداخلة يتميز بالصلابة وعدم النفاذية.

- الكثبان الرملية: وتغطي جزءا كبير من المنطقة وهي رمال متحركة بفعل الرياح نتيجة عدم تماسك حبيباتها.

### III- 3 - 2 الدراسة المناخية:

تعد الدراسة للعناصر المناخية من (درجة الحرارة، التساقط، الرطوبة، الرياح، التشميس، التبخر) مصدر مهم لتحديد قوام الوسط الطبيعي وتأثيره على الحياة البشرية، كما أن له علاقة كبيرة بانتشار الملوثات خاصة الصناعية منها وسهولة انتقالها بين عناصر النظام البيئي الواحد من تربة وماء وهواء وبالتالي احتمالية نقل أو جلب هذه الملوثات من وإلى مناطق أخرى.

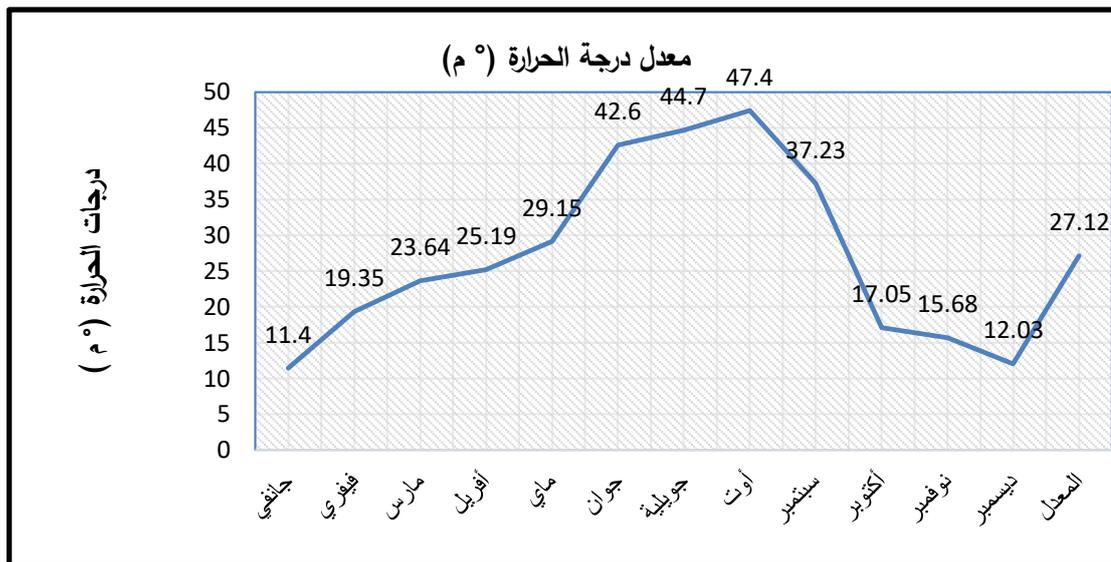
### III- 3 - 2 - 1 درجة الحرارة:

يعتبر عنصر الحرارة من أهم عناصر المناخ، حيث تختلف درجات الحرارة في أنحاء العالم اختلافا كبيرا كما أن للحرارة آثار واضحة على الإنسان والحيوان والنبات، بإضافة الى تأثيرها أيضا على عناصر المناخ الأخرى مثل الضغط الجوي.

العامل الرئيسي الذي يؤثر في التوزيعات الحرارية هو خط العرض، حيث أن كل المناطق التي تقع على خط عرض واحد تنال نفس القدرة من أشعة الشمس إذا استثنينا بعض العوامل المحلية التي تغير من هذه الصورة العامة، وتوجد أعلى درجات الحرارة في العروض الاستوائية والمدارية حيث يزداد الإشعاع الشمسي في حين أن أقل درجات الحرارة نجدها عند القطبين، حيث يقل الإشعاع الشمسي إلى أقصى حد [11]. تتميز منطقة الدراسة بشتاء بارد خاصة ليلا، أما فصل الصيف فيتميز بحرارة عالية وهذا ما يفسره التفاوت الكبير في قيم معدلات درجة الحرارة بين فصل الشتاء وفصل الصيف حيث يصل معدل درجة الحرارة كحد أقصى الى 47.40 °م في شهر أوت وفي المقابل يسجل أدنى معدل لدرجة الحرارة في شهر جانفي ويقدر ب 11.40 °م.

الجدول رقم (6): المعدل الشهري لدرجات الحرارة 2008-2018 [12]

| الشهر  | معدل درجات الحرارة (° م) | الشهر  | معدل درجات الحرارة (° م) |
|--------|--------------------------|--------|--------------------------|
| جانفي  | 11.4                     | جويلية | 44.70                    |
| فيفري  | 19.35                    | أوت    | 47.40                    |
| مارس   | 23.64                    | سبتمبر | 37.23                    |
| أفريل  | 25.19                    | أكتوبر | 17.05                    |
| ماي    | 29.15                    | نوفمبر | 15.68                    |
| جوان   | 42.60                    | ديسمبر | 12.03                    |
| المعدل | 27.12                    |        |                          |



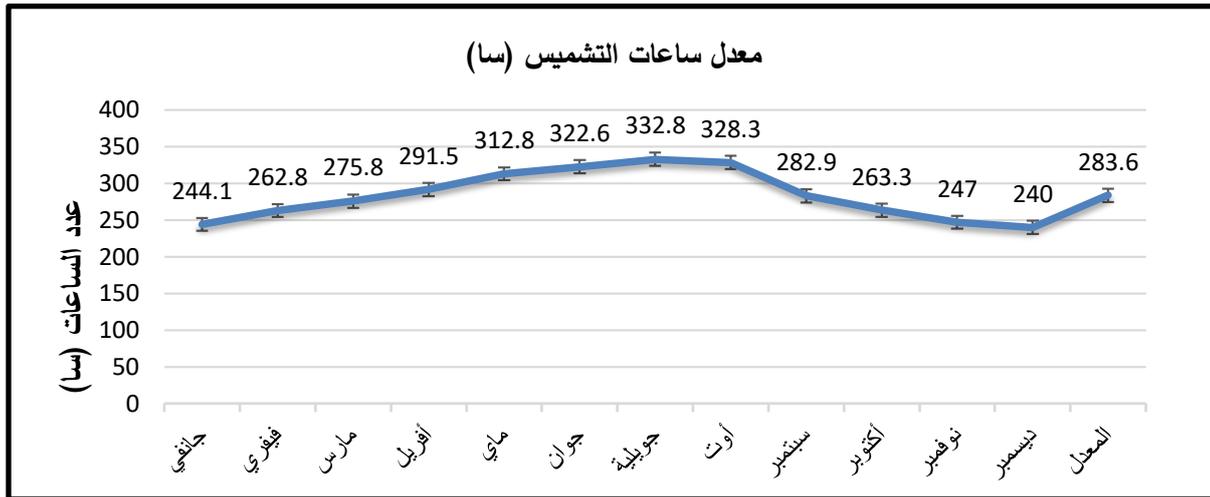
الشكل رقم (6): المعدل الشهري لدرجات الحرارة 2008-2018 [12]

### III - 3 - 2 - 2 التشميس:

تعد الشمس المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي، كما أن الإشعاعات الشمسية المباشرة شديدة حيث يمكن لها أن تصل من 800 إلى 900 واط / م<sup>2</sup> فوق مساحة أفقية بالإضافة إلى ارتفاعها بصفة معتبرة في حالة المساحات والأوساط الجافة، ان الأثر الكبير الذي تشكله الإشعاعات الشمسية على الأوساط الجافة والشبه جافة يعود بدرجة أولى إلى مدة التشميس الطويلة خاصة في فصل الصيف حيث تتحصر بين 7 و15 ساعة في اليوم.

الجدول رقم (7): المعدل الشهري لساعات التشميس 2008-2018 [12]

| الشهر  | التشميس (سا) | الشهر  | التشميس (سا) |
|--------|--------------|--------|--------------|
| جانفي  | 244.1        | جويلية | 332.8        |
| فيفري  | 262.8        | أوت    | 328.3        |
| مارس   | 275.8        | سبتمبر | 282.9        |
| أفريل  | 291.5        | أكتوبر | 263.3        |
| ماي    | 312.8        | نوفمبر | 247          |
| جوان   | 322.6        | ديسمبر | 240          |
| المعدل | 283.60       |        |              |



الشكل رقم (7): ساعات التشميس 2008-2018 [12]

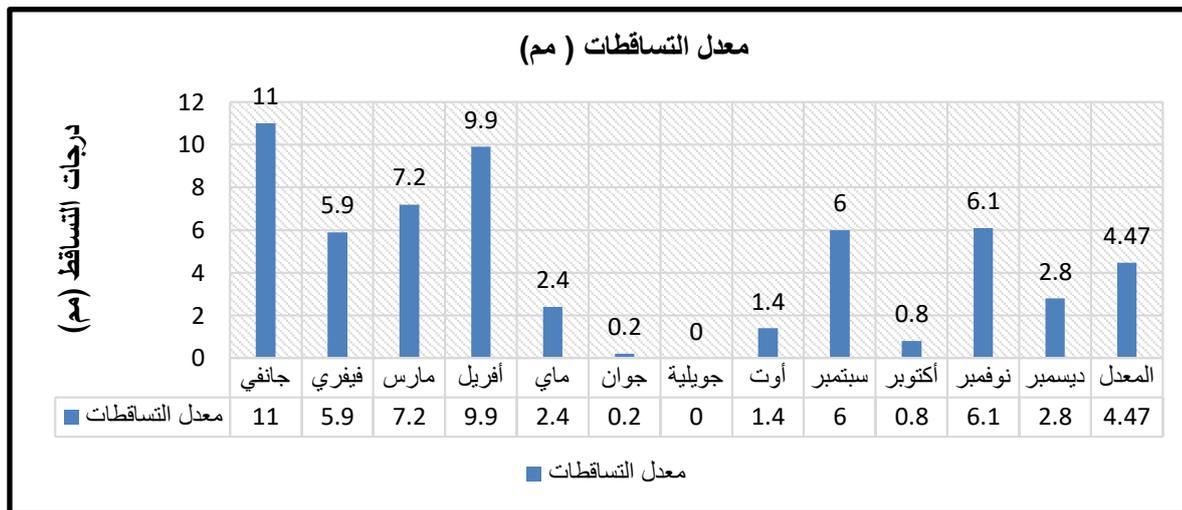
### III-3-2-3 التساقطات (الأمطار):

التساقط أحد مراحل الدورة المائية وفيه تعود المياه في حالتها السائلة أو الصلبة من الغلاف الجوي الى سطح الأرض مرة أخرى [13].

إن تساقط الأمطار بصفة غير منتظمة خلال سنة كاملة يعد خاصية من بين خصائص المنطقة، حيث غالبا ما تشهد المدينة تساقطا للأمطار في يوم أو يومين يتجاوز مجموع التساقطات في السنة كاملة وهذا ما تفسره نسبة التساقط في شهر جانفي حيث بلغت الذروة ب 11 مم مقارنة بشهور الأخرى، بإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة مما يعكس عدم فعالية تساقط الأمطار في المنطقة.

الجدول رقم (8): معدل التساقطات 2008-2018 [12]

| الشهر  | التساقطات (مم) | الشهر  | التساقطات (مم) |
|--------|----------------|--------|----------------|
| جانفي  | 11             | جويلية | 0              |
| فيفري  | 5.9            | أوت    | 1.4            |
| مارس   | 7.2            | سبتمبر | 6              |
| أفريل  | 9.9            | أكتوبر | 0.8            |
| ماي    | 2.4            | نوفمبر | 6.1            |
| جوان   | 0.2            | ديسمبر | 2.8            |
| المعدل | 4.47           |        |                |



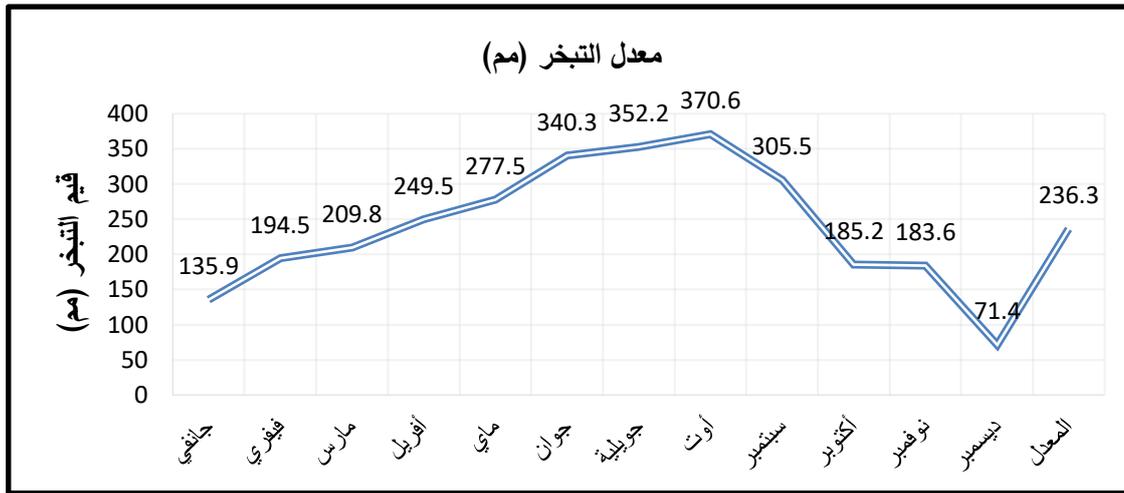
الشكل رقم (8): معدل التساقطات 2008-2018 [12]

### III- 3 - 2 - 4 التبخر:

يعد التبخر أحد أهم العوامل التي لها تأثير كبير بدرجة الحرارة وساعات التشميس اليومي ونسبة التساقط، الاختلاف في المتغيرات الجوية يؤثر على عملية التبخر من شهر لآخر حيث تتجاوز كمية التبخر في شهر جويلية 370 ملم بينما يفوق معدل التبخر في العشرة سنوات المدروسة 230 ملم.

الجدول رقم (9): معدل التبخر 2008-2018 [12]

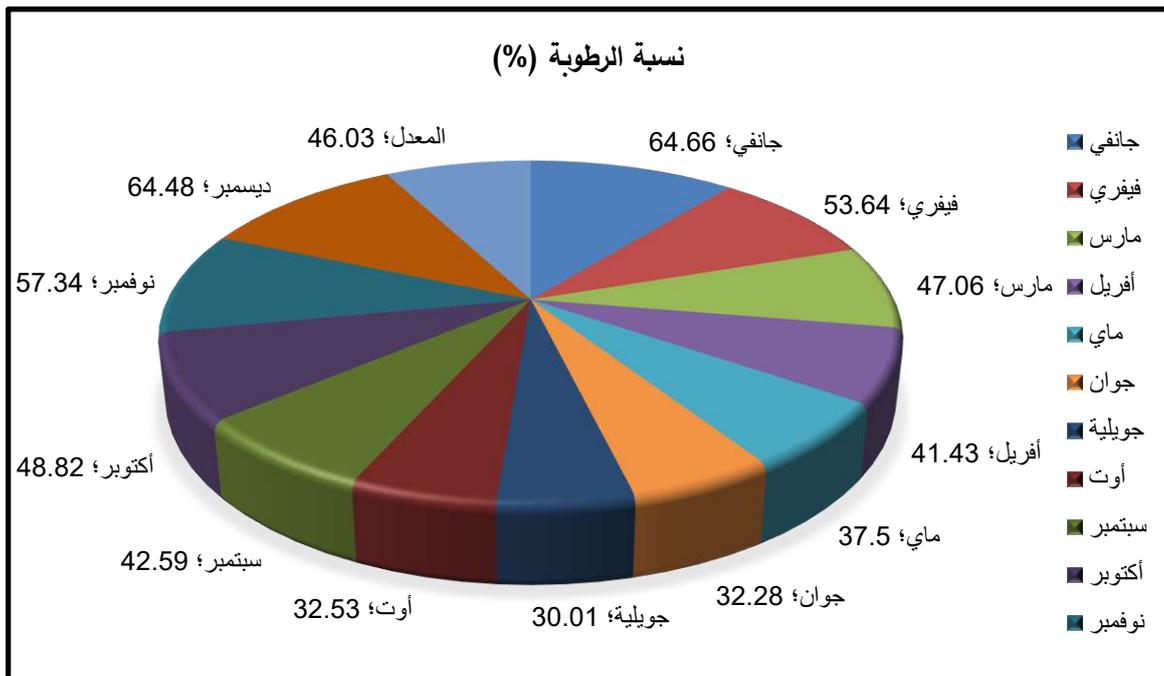
| الشهر  | التبخر (مم) | الشهر  | التبخر (مم) |
|--------|-------------|--------|-------------|
| جانفي  | 135.9       | جويلية | 352.2       |
| فيفري  | 194.5       | أوت    | 370.6       |
| مارس   | 209.8       | سبتمبر | 305.5       |
| أفريل  | 249.5       | أكتوبر | 185.2       |
| ماي    | 277.5       | نوفمبر | 183.6       |
| جوان   | 340.3       | ديسمبر | 71.4        |
| المعدل | 236.30      |        |             |



الشكل رقم (9): معدل التبخر 2008 - 2018 [12]

### III- 3 - 2 - 5 الرطوبة:

تعد الرطوبة الجوية أحد المحركات الأساسية للمناخ وهي تعبر عن كمية بخار الماء الموجود في الهواء، كما أن الرطوبة تتعلق شأنها شأن التبخر تعلقا وثيقا بدرجة الحرارة والرياح والأمطار غير أنها تتغير باستمرار وفقا لارتفاع وانخفاض درجات الحرارة. هذا التغير متعلق بالمعدلات السنوية للإضاءة الشمسية ودرجات الحرارة المتوسطة مما ينجم عنه توزيع غير منتظم للبخار في المناطق المختلفة فوق الأرض [13].



الشكل رقم (10): نسبة الرطوبة 2008 - 2018 [12]

### III- 3 - 2 - 6 الرياح:

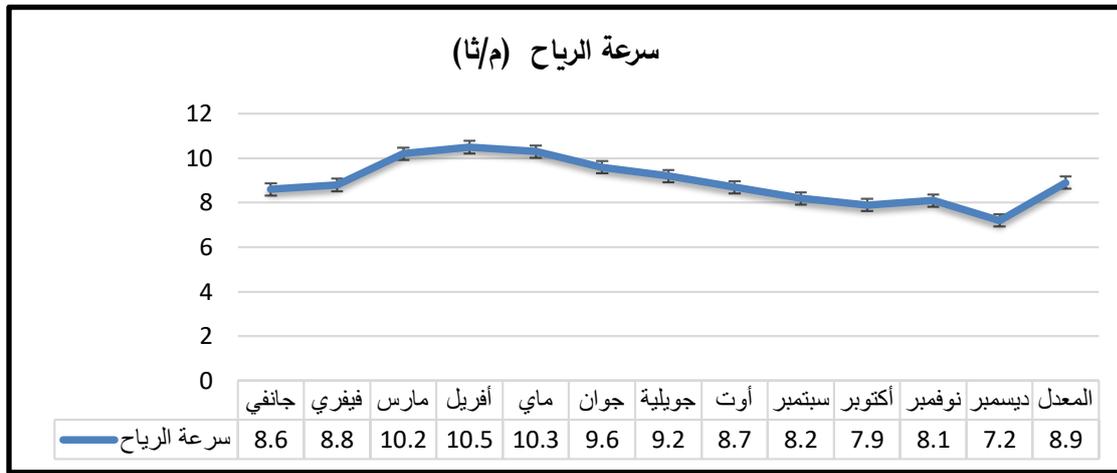
تؤدي الرياح دورها الجيومورفولوجي الهام بالأخص في الأقاليم الجافة والشبه جافة، ولهذا تعتبر دراسة الرياح ووجهتها مهمة جدا نظرا لما ينتج عنها إذ تعمل على تجفيف المناطق الرطبة وتسريع عملية التبخر، وكذلك تعمل على نقل الملوثات والرمال أو ما يعرف بظاهرة التصحر والتي تعتبر من أكبر الأخطار التي تهدد الحياة في المنطقة.

عموما يسود منطقة الدراسة ثلاثة أنواع من الرياح نذكرها على التوالي:

- **الرياح الصحراوية:** رياح تهب في فصل الربيع بالاتجاه الشمال الغربي سرعتها تتراوح ما بين 20 و27 م/ثا، لها تأثير سلبي على حركة المرور وتغمر الواحات الزراعية بالرمال كما تساهم في رفع معدل التبخر.
- **رياح السيروكو:** وهي رياح عادة ما تكون في فصل الصيف من جهة الجنوب، وتتميز هذه الرياح بحرارتها المرتفعة التي تتجاوز 40°م وجفافها الشديد.
- **رياح البحري:** عادة ما تكون في فصل الخريف وتكون محملة بالرطوبة تأخذ اتجاه شرق غرب، لها أثر ايجابي من حيث تلطيف الجو والتقليل من قساوة المناخ السائد في المنطقة.

الجدول رقم (10): سرعة الرياح 2008-2018 [12]

| الشهر  | سرعة الرياح (م/ثا) | الشهر  | سرعة الرياح (م/ثا) |
|--------|--------------------|--------|--------------------|
| جانفي  | 8.6                | جويلية | 9.2                |
| فيفري  | 8.8                | أوت    | 8.7                |
| مارس   | 10.2               | سبتمبر | 8.2                |
| أفريل  | 10.5               | أكتوبر | 7.9                |
| ماي    | 10.3               | نوفمبر | 8.1                |
| جوان   | 9.6                | ديسمبر | 7.2                |
| المعدل | 8.90               |        |                    |



الشكل رقم (11): سرعة الرياح 2008-2018 [12]

### III - 4 - دراسة مؤشرات التلوث البيئي في التربة والماء والهواء لمنطقة الدراسة:

بدأ الاهتمام العالمي بدراسة التلوث بالمعادن الثقيلة بازدياد نتيجة للزيادة الهائلة في حجم الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية من جهة وارتفاع تركيز هذه المعادن في التربة والماء والهواء من جهة أخرى [14].

بالرغم من ان الصناعة تحتل موقعا رئيسيا في اقتصاد المجتمعات الحديثة فقد كانت وما استلزمه من ثورات تكنولوجية متتالية السبب الأول في تهديد التوازن البيئي من خلال التلوث الذي تقرزه الصناعة، ففي المقابل النقلة الهامة التي نتجت عن الثورة التكنولوجية والدخول في طور عصر الصناعة التي استنزفت الموارد الطبيعية واختلت الموازين الدقيقة للبنية الطبيعية وهددت صحة وسلامة الانسان [15].

إن التلوث بالمعادن الثقيلة أصبح مشكلة عالمية إذ أنها تعد من الملوثات غير العضوية ذات الطبيعة غير قابلة للتحلل وكثيرا ما تتراكم بمستويات متزايدة مما يؤدي أو يسبب تأثيرات حيوية ضارة [16]. ينتشر التلوث بالمعادن الثقيلة في كل مكان من بيتنا وينتج من النشاطات البشرية المتنوعة، كمخلفات المصانع والتعدين والصناعة والطلاء والسيارات، وطبيعيًا من تجوية صخور القشرة الأرضية [17].

### III - 4 - 1 مؤشرات التلوث البيئي في التربة:

يعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة السامة أو ما يعرف بالفلزات من أخطر ملوثات التربة حيث يؤدي الى تغيير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لها ومن ثم حدوث اختلال في التوازن الحيوي، غير أنها تعتبر ضرورية للحياة لكن بتراكيز قليلة كما هو الحال بنسبة للنكل والكاديوم والزنك والنحاس والرصاص والكروم، الكوبالت وهذا يجعل منها أحد أهم المشكلات البيئية الأكثر خطورة في العالم [18].

يمكن القول أن تربة نظيفة عندما تكون المادة تحت التركيز البيئي في تراكيز متساوية أو أقل من القيمة الموجودة في الطبيعة والذي يستخدم كمرجع ويدعى عادة بالتركيز المرجعي، والتركيز المرجعي هو تركيز العنصر الكلي والذي يتم الحصول عليه من التربة التي لم تتأثر بالنشاط البشري [19]. نظرا لكون التلوث بالعناصر الثقيلة والناتج عن الصناعة بدرجة الأولى من بين أهم المشاكل البيئية التي يعاني منها العالم في

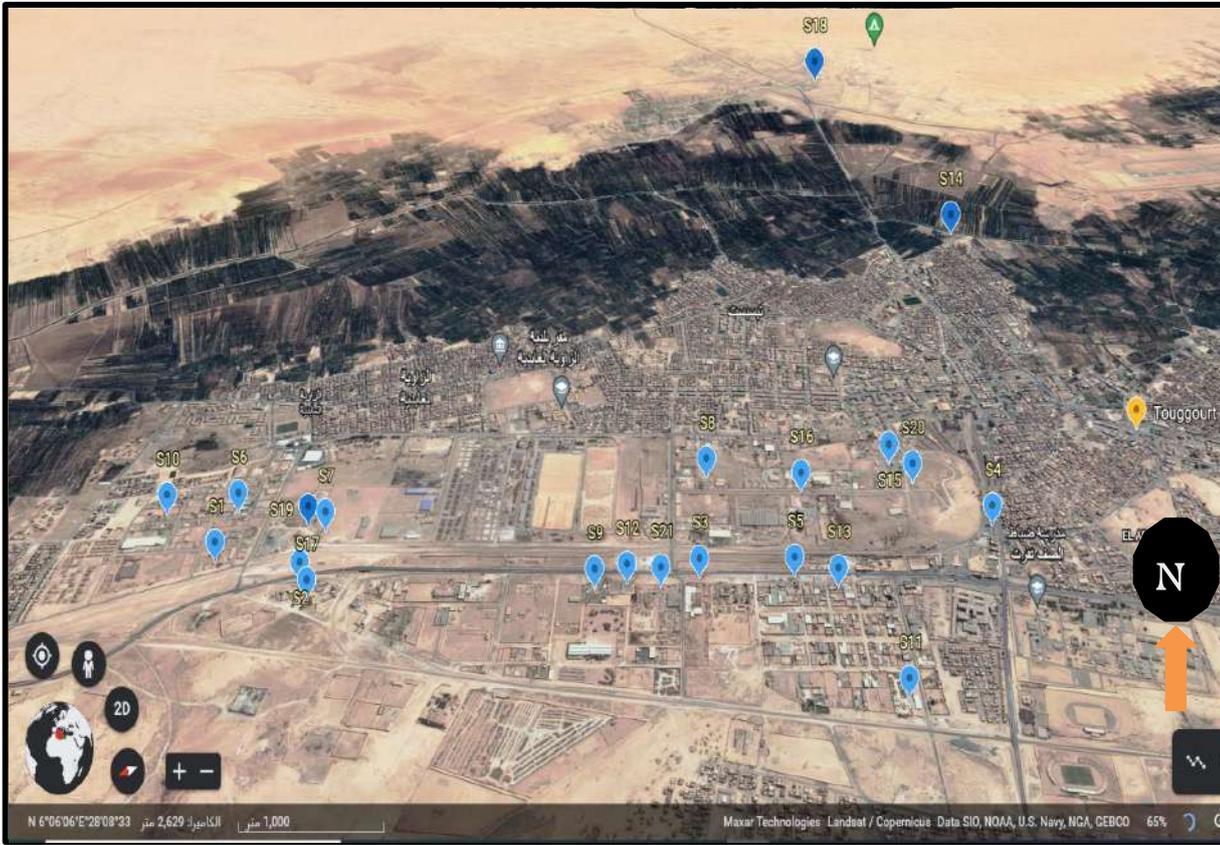
الأونة الأخيرة كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد مصدر تلوث التربة السطحية ببعض بالمعادن الثقيلة من خلال حساب مؤشرات التلوث [20].

### III - 4 - 1 - البروتوكول التجريبي Experimental protocol (الخاص بالتربة)

شمل حيز الدراسة منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقرت وتحديدا تم اختيار 21 موقع (مؤسسة صناعية) من مساحة هذه المنطقة على أن يكون الموقع 22 خارج حيز منطقة الدراسة ويبعد بمسافة 10.4 كلم ممثلا موقع مقارنة (قرية سيدي مهدي) خالية من جميع تأثيرات العمل الصناعي. ويوضح لنا الجدول رقم (1) إحداثيات مواقع المحطات المختارة للدراسة كما يمثل لنا الشكل رقم (01) الخريطة الجغرافية لمنطقة الدراسة.

الجدول (11): إحداثيات مواقع عينات التربة في مدينة تقرت

| رقم العينة | الشمال ( Northing ) | الشرق ( Easting ) |
|------------|---------------------|-------------------|
| S1         | N 33° 85' 67"       | E 6° 43' 89"      |
| S2         | N 33° 82' 77"       | E 6° 36' 61"      |
| S3         | N 33° 13' 45"       | E 5° 60' 86"      |
| S4         | N 33° 65' 55"       | E 6° 35' 37"      |
| S5         | N 33° 81' 57"       | E 6° 36' 49"      |
| S6         | N 33° 74' 23"       | E 6° 35' 89"      |
| S7         | N 33° 82' 35"       | E 6° 48' 49"      |
| S8         | N 33° 16' 87"       | E 5° 59' 23"      |
| S9         | N 33° 75' 67"       | E 6° 35' 45"      |
| S10        | N 33° 10' 47"       | E 6° 35' 95"      |
| S11        | N 33° 72' 59"       | E 6° 32' 60"      |
| S12        | N 33° 75' 52"       | E 6° 55' 81"      |
| S13        | N 33° 73' 91"       | E 6° 35' 38"      |
| S14        | N 33° 55' 64"       | E 6° 36' 57"      |
| S15        | N 33° 76' 18"       | E 6° 40' 50"      |
| S16        | N 33° 85' 39"       | E 6° 43' 77"      |
| S17        | N 33° 76' 46"       | E 6° 34' 19"      |
| S18        | N 33° 12' 89"       | E 5° 59' 20"      |
| S19        | N 33° 10' 20"       | E 6° 49' 94"      |
| S20        | N 33° 59' 18"       | E 6° 40' 49"      |
| S21        | N 33° 71' 05"       | E 5° 31' 27"      |
| S22        | N 33° 40' 10"       | E 6° 50' 20"      |



الصورة (2): الخريطة الجغرافية لمدينة تقرت موضحا عليها مواقع الدراسة [21]

**جمع وتحضير العينات:** جمعت عينات التربة السطحية من 22 موقعا بعد إزالة الأوراق والأعشاب وغيرها من العناصر الغريبة باستخدام مثقب التربة (تم جمع العينات عشوائيا من 5 نقاط مختلفة ثم تم تجميعها معًا لضمان تمثيل الشمولية للعينات).

تم وضع عينات التربة في أكياس بلاستيكية مصنوعة من مادة البولي إيثيلين محكمة الاقفال من أجل نقلها الى المخبر، ومن أجل تحضير هذه العينات للقياسات المخبرية أنجزت الخطوات وفقا لما يلي [22]:  
أولاً: تجفيف عينات التربة في الهواء الطلق لمدة 24 ساعة ثم تطحن في هاون خزفي وبعدها توضع في حاضنة كهربائية تحت درجة حرارة 150°م لمدة 24 ساعة من أجل ثبات الوزن، ثم تمرر هذه العينات على منخل 0.2 ميكرون.

ثانياً: يحضر المحلول الحمضي (الماء الملكي) المتكون من نسبة 1 إلى 3 (حجم واحد من حمض  $HNO_3$  مع ثلاثة أحجام من حمض HCL).

ثالثاً: نضع كتلة تقدر ب 2غ من التربة في دورق ونضيف لها 15 ملل من الماء الملكي ونقوم بتسخينها الى درجة حرارة 120 م° وبعد مرور ساعتين يبرد الخليط حتى الوصول إلى درجة حرارة المخبر.

رابعاً: نقوم بترشيح الخليط باستخدام ورق الترشيح 42 ميكرون ثم نضع الناتج في قارورات بلاستيكية محكمة الإغلاق.

تم تحديد تراكيز العناصر الثقيلة في هذه العينات من التربة باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري SAA Atomic Absorption Spectrometer نوع Perkin Elmer (AA 900T) يشتغل بغاز الأستيلين، تمت هذه الفحوصات في مركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة بسكرة ( C.R.S.T.R.A ) من أجل تحديد تركيز العناصر الثقيلة التالية : الزنك Zn، الحديد Fe، الكوبالت Co، النحاس Cu، الرصاص Pb، المنغنيز Mn.

### تقييم التلوث البيئي لتربة:

تعد التربة احدى مكونات النظام البيئي المهمة وهناك عدة مصادر لتلوثها بالعناصر الثقيلة منها مداخن المعامل وعوادم السيارات ومخلفات المجاري والقمامة والمبيدات والمواد الكيميائية ولهذا تستخدم معايير التلوث العالمية لتقييم مستوى تلوث التربة والرواسب النهرية ولغرض معرفة المدخلات فيما إذا كانت طبيعية أو بشرية [23].

من أجل تقييم مستوى تلوث التربة لمنطقة الدراسة تم استخدام بعض من مؤشرات التلوث مثل عامل التلوث ومعامل الاغناء ومؤشر حمولة التلوث والتي من شأنها تحديد طبيعة التلوث فيما إن كان ناتج عن العامل البشري (الصناعة) أو هو من مصدر طبيعي بحث. يتم إجراء تقييم التلوث المعدني في التربة بشكل عام من خلال مقارنة التراكيز المقاسة لـ PTMS في التربة المختبرة مع قيم الخلفية الجيوكيميائية [24].

### III - 4 - 1 - 2 عامل التلوث (Contamination Factor CF):

يستخدم عامل التلوث لتصنيف مستوى التلوث بالعناصر الثقيلة في عينات التربة وهذا عن طريق قسمة تركيز كل عنصر في التربة على القيمة المرجعية لذلك العنصر [25]. يتم حساب عامل التلوث عن طريق المعادلة التالية:

$$CF = (Cm) \text{ sample} / (Cm)\text{Background} \quad \text{*****} \quad (1)$$

حيث يمثل: (Cm) sample تركيز عنصر معين من التربة.

(Cm)Background: تركيز نفس العنصر في القشرة الأرضية.

ويصنف عامل التلوث إلى أربع حالات على النحو التالي:

الجدول (12): أصناف عامل التلوث (CF) [26]

| الصنف | قيمة عامل التلوث | تصنيف جودة التربة  |
|-------|------------------|--------------------|
| 01    | CF<1             | عامل تركيز منخفض   |
| 02    | 1<CF<3           | عامل تركيز معتدل   |
| 03    | 3<CF<6           | عامل تلوث كبير     |
| 04    | CF>6             | عامل تلوث كبير جدا |

### III - 4 - 1 - 3 عامل الاثراء - الاغناء (Enrichment Factor EF):

وهو أحد الطرق الجيوكيميائية المستخدمة على نطاق واسع لوصف وتقييم التأثيرات البشرية من خلال اجراء دراسات على تراكيز العناصر الثقيلة في نماذج بيئية مختلفة [27].

ان عامل الاثراء يستخدم لتقييم حجم تلوث التربة وهو نسبة وفرة العناصر الملوثة في العينة المدروسة الى نسبتها في عينة المقارنة، وزيادة قيم هذا العامل مرتبطة بزيادة المساهمات البشرية في تلوث التربة [28]. استخدمت المعادلة التالية لحساب عامل الاثراء [29].

$$EF = (C_m/C_{Fe})_{\text{Sample}} / (C_m/C_{Fe})_{\text{Background}} \quad (2)$$

حيث يمثل  $(C_m/C_{Fe})_{\text{Sample}}$ : هي نسبة تركيز العنصر الى تركيز الحديد في نموذج التربة

$(C_m/C_{Fe})_{\text{Background}}$ : هي نفس النسبة المرجعية في القشرة الأرضية.

$C_m$  Sample: التركيز الكلي للعنصر الثقيل في عينة التربة.

$C_{Fe}$  Sample: التركيز الكلي للحديد في عينة التربة.

$C_m$  Background: التركيز الكلي للعنصر الثقيل في القشرة الأرضية.

$C_{Fe}$  Background: التركيز الكلي للحديد في القشرة الأرضية.

تم اقتراح العديد من المعادن لتكون كعنصر مرجعي ولكن حسب دراسة [30]. يعد Fe العنصر المرجعي المعتمد وهذا لكونه الأكثر ثباتا في القشرة الأرضية.

صنفت حالات عامل الاثراء الى خمسة أصناف جاءت على النحو التالي:

الجدول (13): أصناف معامل الاثراء (EF) [31]

| الصنف | قيمة معامل الاغناء | تصنيف جودة التربة      |
|-------|--------------------|------------------------|
| 01    | $EF < 1$           | اغناء منخفض (غير ملوث) |
| 02    | $1 < EF < 3$       | اغناء متوسط            |
| 03    | $5 < EF < 20$      | اغناء مرتفع            |
| 04    | $20 \leq EF < 40$  | اغناء مرتفع جدا        |
| 05    | $EF \geq 40$       | اغناء شديد الارتفاع    |

### III - 4 - 1 - 4 مؤشر حمولة الملوثات: Pollution Load Index - PLI

يمثل مؤشر حمولة الملوثات عدد المرات التي خرجت بها المعادن الثقيلة قيد الدراسة عن الحدود المسموح بها وبذلك يعطي إشارة عن التلوث الكلي بعدة عناصر لمنطقة واحدة فيما إذا كانت ملوثة وغير ملوثة بمجموعة تلك المعادن الثقيلة وبالتالي يعطي صورة واضحة عن مدى سمية العنصر الثقيل في التربة، ان

مؤشر حمولة التلوث قادر على إعطاء تقدير لحالة التلوث بالموقع والإجراءات اللازمة التي ينبغي اتخاذها لحماية البيئة [29]. ولتحديد قيمة مؤشر حمولة التلوث يستوجب علينا تحديد قيمة مؤشر التلوث الأحادي (PI). كما تكمن أهمية استخدام هذا المؤشر في تحديد العنصر الذي يمثل أعلى تهديد لبيئة التربة حسب ما أشارت إليه بعض الدراسات الأخرى [32]. ويعتبر مؤشر التلوث الأحادي ضروريا أيضا لحساب المؤشرات المعقدة الأخرى مثل مؤشر تحميل التلوث، مجموع التلوث (Plsum) ومؤشر التلوث (PINemerow) [33].

ويتم حساب مؤشر (PI) حسب ما أشار اليه [31] وفق المعادلة رقم (3)

$$PI = Cn/GB \quad \text{*****} \quad (3)$$

حيث يمثل **Cn**: محتوى المعادن الثقيلة في التربة.

**GB**: قيمة الخلفية الجغرافية للعنصر في التربة البكر.

وصنف مؤشر التلوث الفردي (PI) الى ثلاثة أصناف جاءت على الشكل التالي:

الجدول (14): أصناف عامل التلوث الأحادي (PI) [34]

| الصنف | قيمة مؤشر التلوث الأحادي | مستويات التلوث |
|-------|--------------------------|----------------|
| 0     | $PI \leq$                | تلوث منخفض     |
| 1     | $1 < PI \leq 3$          | تلوث معتدل     |
| 2     | $PI > 3$                 | تلوث عالي      |

ولحساب مؤشر حمل التلوث PLI في التربة نستخدم المعادلة رقم (4) المدونة أدناه.

$$PLI = (PI_1 + PI_2 + PI_3 + PI_4 + PI_5 + \dots + PI_n)1/n \quad \text{*****} \quad (4)$$

حيث n: تمثل عدد العناصر الثقيلة المدروسة.

وصنفت حالات مؤشر حمولة الملوثات حسب [35] الى ستة مستويات جاءت على الشكل التالي:

الجدول (15): أصناف مؤشر حمولة التلوث (PLI) [35]

| الدرجة | قيمة مؤشر حمولة الملوثات | مستويات التلوث               |
|--------|--------------------------|------------------------------|
| 01     | $1 \geq PLI$             | غير ملوث                     |
| 02     | $2 \geq PLI \geq 1$      | غير ملوث الى ملوث بشكل معتدل |
| 03     | $3 \geq PLI \geq 2$      | ملوث بشكل معتدل              |
| 04     | $4 \geq PLI \geq 3$      | معتدل الى عالي التلوث        |
| 05     | $5 \geq PLI \geq 4$      | تلوث عالي                    |
| 06     | $PLI > 5$                | تلوث عالي جدا                |

## III - 4 - 2 مؤشرات التلوث البيئي للماء .

تعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية على الإطلاق حيث يعتبر الماء عاملا أساسيا تركز عليه حياة الانسان وكافة أنشطته الاجتماعية والاقتصادية في مختلف المجالات وتتميز المياه عن غيرها من الموارد الطبيعية بكون كميتها ثابتة في الكرة الأرضية وتتجدد خلال فترة محددة من الزمن بفضل الدورة الهيدرولوجية [36]. كما أن المياه أحد أهم عوامل التنمية المستدامة لذا فإن الحاجة الماسة لترشيد استخدام المتاح من هذه الموارد المائية وبشكل خاص في الدول العربية والتي تعاني شحا وندرة في هذه الموارد المائية أصبح ضرورة حتمية.

مما لا شك فيه ان لنوعية المياه وسلامتها دورا مهما ومباشرا على صحة المستهلك، اذ يعد الماء ضرورة للحياة ولا سيما عندما تقل مصادر المياه العذبة، فقد أشارت كثير من الدراسات الى الاضرار الناجمة عن تلوث البيئة المائية بالمعادن الثقيلة، التي تتنوع مخاطرها من احداث الطفرات وتسمم الأجنة وتأثيرها على الجهاز العصبي وخفض معدلات النمو والاضطرابات [37].

تتعرض المياه بأشكالها للعديد من الملوثات التي تؤثر على قدرة الانسان لاستخدامها في أغراض مختلفة، فتتعرض المياه أثناء حركتها المختلفة فوق سطح الأرض أو تسربها للعديد من أشكال التلوث، إن هذا التلوث قد يرجع الى حركة الطبيعة ولا دخل للإنسان فيه ولكن هناك مصادر للتلوث سببها الانسان أهمها النفايات المنزلية التي يلقي بها الفرد بإضافة الى النفايات الزراعية الناتجة عن النشاط الزراعي وأيضا النفايات الصناعية الناتجة عن القاء المصانع والمعامل لمخلفاتها الصناعية [38].

من المعروف أن التكهون بالكمية المتدفقة التي تصرف الى مصادر المياه مهمة صعبة اذ أن بعض الشركات الصناعية الصغيرة تقوم بتصريف فضلاتها مباشرة دون أية معالجات أما الشركات الصناعية الكبيرة تكون عادة مسؤولة عن معالجة وتصريف فضلاتها، بغض النظر عن نوع أنظمة المعالجة فان الفضلات السائلة المختلفة بعد عمليات المعالجة تصرف الى مصادر المياه ولكن يجب أن يتم ذلك بشكل مدروس ومخطط من الجهات المسؤولة [39].

## III - 4 - 2 البروتوكول التجريبي Experimental protocol (الخاص بالماء)

تتطلب النشاطات الاقتصادية الحديثة نقل وتخزين مواد تستخدم في التصنيع والمعالجة والبناء وبين انتاجها وتخزينها ونقلها يمكن لهذه المواد أن تجد طريقها الى المياه الجوفية من خلال التسرب أو الانسكاب او التعامل غير الصحيح معها، لا ترتبط المنشآت الصناعية والخدماتية كثيرا بشبكة الصرف الصحي حيث تلقي مخلفاتها مباشرة الى الارض [40].

وعلى هذا الاساس تم اختيار عشرة نقاط لمؤسسات ومصانع تستخدم الماء كعنصر أساسي في عملية (التصنيع - التنظيف) تقع ضمن حيز منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقرت، علما أنها تستغل حفر التفريغ العشوائي (مصب مياه الصرف الصناعي والمنزلي) للتخلص من نفاياتها السائلة بحكم عدم تواجد شبكة الصرف الصحي في جميع نقاط منطقة النشاط الصناعي.

وفي مايلي الجدول رقم (16) يحدد لنا احداثيات مواقع أخذ عينات الماء الموجهة للدراسة.

الجدول (16): إحداثيات مواقع عينات الماء في مدينة تقرت

| رقم العينة | N             | E            |
|------------|---------------|--------------|
| 1          | N 33° 85' 67" | E 6° 43' 89" |
| 2          | N 33° 65' 55" | E 6° 35' 37" |
| 3          | N 33° 81' 57" | E 6° 36' 49' |
| 4          | N 33° 74' 23" | E 6° 35' 89" |
| 5          | N 33° 82' 35" | E 6° 48' 49" |
| 6          | N 33° 16' 87" | E 5° 59' 23" |
| 7          | N 33° 75' 67" | E 6° 35' 45" |
| 8          | N 33° 72' 59" | E 6° 32' 60" |
| 9          | N 33° 73' 91" | E 6° 35' 38" |
| 10         | N 33° 76' 18" | E 6° 40' 50" |

من أجل التحضير الدقيق للعينات تم إتباع الخطوات التالية:

- تم اخذ العينات في قارورات زجاجية عاتمة سعتها 1 لتر.
  - تم ملء القارورات ثلاث مرات من هذه المياه وتفرغها (لضمان تجانس العينة).
  - غلق القارورات بإحكام مباشرة بعد ملئها لتفادي تغير خصائص العينة.
  - كتابة البيانات على كل قارورة (رقم العينة، التاريخ، المصدر).
- تم اجراء التحاليل الفيزيوكيميائية في مخبر الديوان الوطني للتطهير بتقرت ONA.
- أما التحليل الخاص الطلب البيوكيميائي للأوكسجين تم بمركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة بتقرت (CRSTRA)

### III - 4 - 2 - الوسائط الفيزيوكيميائية

من الضروري التحدث عن أسس تحديد نوعية المياه الطبيعية من حيث المواصفات الكيماوية والفيزيائية التي يجب أن تكون ضمن مستويات محددة ومقبولة من حيث مواصفات الضرورية للاستخدام البشري [41].

بالمقابل هناك عوامل معتمدة لتصنيف المياه المستعملة وتحديد درجة تلوثها نذكر منها:

### III - 4 - 2 - 3 درجة الحرارة T (م°):

تعد درجة حرارة الوسط المائي عاملا ذو أهمية بالغة في التوازن الحادث في البيئة المائية وأي تغير يحدث قد يعود لعدة أسباب منها طرح مخلفات صناعية حارة من الصناعات الكيماوية او البترولية الثقيلة،

أو كنتائج ماء التبريد للمحطات الصناعية أو المفاعلات النووية، أو استغلال المياه الساخنة منزليا...، وقد تسبب هذه العوامل في ما يسمى بالتلوث الحراري الذي يرجع سلبا إلى تغيير بعض خواص المياه كالكتافة واللزوجة والتوتر السطحي و انحلال الغازات و خاصة الأوكسجين والتفاعلات الكيميائية و الكيمياء الحيوية، ان التغيير في هاته الخواص تؤثر سلبا عن التنقية الذاتية الطبيعية لإزالة الملوثات [42].

تعد درجة الحرارة من العوامل المهمة المؤثرة في البيئة المائية إذ أن الزيادة في درجة حرارة الأنظمة المائية يؤدي إلى تغيير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية مؤديا إلى حدوث ضرر في ذلك النظام وتتأثر درجة الحرارة في المياه السطحية بالعديد من العوامل منها الموقع بالنسبة لخط العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر والفصل والوقت، ودرجة الحرارة تأثيرا على كمية الأوكسجين المذاب في الماء إذ أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى اختزال ذوبانية الأوكسجين في الماء [43].

### III - 4 - 2 - 4 الأس الهيدروجيني (pH)

الأس الهيدروجيني يعرف على أنه دالة لتركيز شوارد الهيدرونيوم في المحلول ( $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ) ويشير الرقم الهيدروجيني (أو نشاط أيون الهيدروجين) إلى شدة الطبيعة الحمضية أو الأساسية للمحلول ويتم التحكم فيه بواسطة المركبات الكيميائية المذابة والعمليات البيوكيميائية في المحلول، في المياه غير الملوثة الطبيعية يتحكم الأس الهيدروجيني بشكل أساسي بالتوازن بين أيونات ثاني أكسيد الكربون و كربونات وأيونات البيكربونات بالإضافة إلى مركبات طبيعية أخرى حيث يكون بين 6 - 8.5.

يعتبر الأس الهيدروجيني متغيرا مهما في تقييم جودة المياه لأنه يؤثر على العديد من العمليات البيولوجية والكيميائية داخل الجسم المائي وكافة العمليات المرتبطة بإمداد المياه ومعالجتها. من الناحية المثالية ينبغي تحديد الرقم الهيدروجيني في الموقع مباشرة بعد أخذ العينة حيث أن العديد من العوامل الطبيعية يمكن أن تؤثر عليه [44].

### III - 4 - 2 - 5 الناقلية الكهربائية (CE)

تعرف الناقلية الكهربائية (التوصيلية الكهربائية) بأنها مقياس قدرة عينة من الماء على نقل تيار كهربائي وتعتمد هذه القابلية على عدة عوامل منها على سبيل المثال نوع الأيونات ووجودها ودرجة تركيزها الكلية وحركتها وتكافؤها ودرجة حرارة المحلول قيد الفحص، وهي مؤشر عام لجودة المياه وخاصة دالة لكميات الأملاح المنحلة في مياه الصرف الصناعية ومخلفات محطات معالجة المياه والمياه الملوثة، كما تعطى وحدة الناقلية الكهربائية ب  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [45].

الناقلية الكهربائية تعرف على أنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفتين مساحة كل منها 1 سم<sup>2</sup>، تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة وبالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية في الوسط المائي عن فعل طبيعي (طبيعة صخور الحوض أو المجرى المائي) أو بفعل بشري نتيجة مياه الصرف المطروحة ضمن المجرى المائي [46].

الجدول (17): تصنيف جودة المياه حسب الناقلية الكهربائية (ISO 7888) [47]

| التوصيلية الكهربائية ( $\mu\text{S/cm}$ ) | الصفات                            |
|---|-----------------------------------|
| 400 - 50                                  | جودة ممتازة                       |
| 750 - 400                                 | جودة جيدة                         |
| 1500 - 750                                | نوعية متواضعة لكن قابلة للاستعمال |
| أكبر من 1500                              | تمعدن مفرط                        |

### III - 4 - 2 - 6 المواد العالقة (MES)

تمثل الجزء الذي تشكله جميع الجزيئات العضوية (MVS) أو المعدنية (MMS) وتكون غير مذابة من جراء التلوث. فهي تشكل معلمة مهمة تمثل بوضوح درجة التلوث بالنفايات السائلة في المناطق الحضرية أو حتى الصناعية ويتم التعبير عن MES بالعلاقة التالية:  $MES = 30\% MMS + 70\% MVS$  [48]. حيث تمثل كل من: MMS المادة المعدنية المعلقة.

MVS المادة العضوية المعلقة.

تمثل المواد غير الذائبة والموجودة في مياه الصرف وتضم المواد العضوية والمعدنية ويرمز لها ب: MES أي Matière en suspension يعبر عنها ب: ملغ/ل. القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز 35 ملغ/ل لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب المرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 19 أبريل 2006 [49].

تحتوي المياه الطبيعية مواد معلقة أو ما يعرف بالمواد العالقة الناتجة عن التآكل الطبيعي للمجرى المائي، وعن تحليل المواد العضوية ذات الأصل النباتي أو الحيواني. أما المياه السطحية العابرة مجاريها لمناطق سكنية فإنها تحمل مواد معلقة ناتجة عن المخلفات الحضرية والصناعية، ان وجود المادة العالقة في المياه السطحية يقلل من اختراق الضوء للبيئة المائية وبالتالي تتناقص عملية التكاثر فيها [50].

### III - 4 - 2 - 7 الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)

يعرف بأنه مقدار الأوكسجين المستهلك من اجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه، هذه لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة وغير قابلة للتحلل البيولوجي ومثال ذلك المواد السيليلوزية، من أجل أكسدة هذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل ثاني كرومات البوتاسيوم، وبقياس DCO يمكن الحصول على نتائج سريعة كما أن هذه العملية لا تحتاج الى حضن العينات [49].

يسمح هذا القياس بتقدير كمية المركبات القابلة للأكسدة، ولذلك فإنه يستعمل كعامل مقارنة بين ماء مصفى والماء نفسه قبل التصفية لمعرفة فعالية التصفية، ويمثل أيضا احدى دلائل التلوث وخاصة لمياه الصرف الصناعية [50].

تستخدم كمية الأوكسجين الكيميائي المستهلك كمؤشر لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية [51].

### III - 4 - 2 - 8 الطلب البيوكيميائي للأوكسجين ( $DBO_5$ )

إن النفايات الحضرية والصناعية المطروحة في المجرى المائي مصدر مهم للتلوث العضوي في المياه السطحية بما تحتويه من حمولة عالية من المركبات العضوية، غير ان الأحياء الدقيقة في الوسط المائي تقوم بعملية تفكيك لتلك المركبات العضوية الطبيعية أو القادمة مع مياه الصرف، ضمن عملية هامة تسمى التنقية الذاتية (Auto épuration) التي تستهلك الأوكسجين المنحل. لذلك يكون النقص في الأوكسجين المنحل خلال فترة زمنية محددة (24 ساعة أو 5 أيام) دليل على فعالية عملية التنقية الذاتية من جهة ودليلا على التلوث العضوي من جهة أخرى ويسمى الطلب الحيوي الكيميائي للأوكسجين.

يحدث التفاعل الحيوي الكيميائي عبر مرحلتين أساسيتين: تتعلق المرحلة الأولى بتحويل المركبات الكربونية وهي تبدأ فوراً وتنتهي خلال فترة لا تتجاوز 20 يوماً في درجة 20 مئوية، حيث تتحول في هذه المرحلة كافة المركبات الكربونية القابلة للتحلل الحيوي غاز ثنائي أكسيد الكربون وماء. أما المرحلة الثانية تبدأ بعد عشرة أيام في حالة وجود البكتيريا والمواد الخاضعة للتحويل وتخص هذه المرحلة المركبات الأزوتية وتستمر فترة طويلة ونعبر عن استهلاك الأوكسجين خلال خمسة أيام في وسط معزول عن الهواء وفي الدرجة 20 مئوية بالطلب الحيوي الكيميائي على الأوكسجين ورمزه  $DBO_5$  [50].

يمكن تلخيص أهداف قياس الطلب الحيوي الكيميائي على الأوكسجين بالآتي:

- تحديد كمية المواد العضوية الموجودة والقابلة للتحلل.
- معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية.
- تحديد درجة التلوث.

### III - 4 - 2 - 9 شوارد النتريت ( $NO_2^-$ )

تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية بين شوارد النترات وشوارد الامونيوم ضمن عملية الأكسدة والارجاع لهما ولذلك فإن شوارد النترات في الوسط المائي اما تكون ناتجة عن ارجاع شوارد النترات أو أكسدة شوارد الامونيوم وليس هناك مصدر طبيعي مباشر لشوارد النتريت.

أهم مصادر التلوث بالنتريت تتمثل في استخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة ومخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة، توجد أيونات النتريت في التربة وكذا المياه ومجري تصريف مياه المدن وتتكون بصورة أساسية من أكسدة الامونيوم وعمليات تنظيف غازات تحتوي على أكاسيد النتروجين على نسبة مقدرة من النتريت [52].

### III - 4 - 2 - 10 شوارد النترات ( $NO_3^-$ )

تمثل النترات المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأزوتية ولذلك فإن وجودها في المياه الملوثة دليل على سير عملية التنقية الذاتية، ان مصادر النترات في المياه عديدة ومتنوعة منها المصدر الطبيعي نتيجة

انحلال مركبات النترات في المجرى المائي ولكن نسبتها ضعيفة جدا ولا تتعدى (1 مغ/ لتر) وتنتج عن أكسدة البكتيريا للنفايات العضوية الازوتية [50].

إن تحديد تلوث المياه بالنترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للأزوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الازوت [49].

توجد في حالتها الطبيعية وذائبة في التربة، النترات تخترق التربة والمياه الجوفية كما تصرف في المجاري المائية. فقد ظهر في الفترة الأخيرة اهتماما كبيرا بمشكلة تواجد النترات في المياه السطحية والجوفية على حد سواء وذلك بعد أن أثبتت الأبحاث الطبية مضار النترات على الصحة وخاصة الأطفال الرضع [53].

### III - 4 - 2 - 11 شوارد الفوسفات ( $PO_4^{3-}$ )

الفوسفات مركب معدني يحتوي على ايون رابع أكسيد الفسفور ( $PO_4^{3-}$ ) رقمه الذري 15 ووزنه الذري 30.97 ولا يتواجد في الطبيعة في شكله الذاتي حيث انه سريع التفاعل مع الأوكسجين [54].

تبلغ كمية مركبات الفسفور التي تحملها مياه الصرف الزراعي ومياه الجريان السطحي والمياه الجوفية من المناطق الزراعية الى المسطحات المائية قدرا لا يستهان به، معظم مركبات الفسفور ثابتة من الناحية الكيميائية بنسبة كبيرة أي أنها لا تتفكك بسرعة بل تبقى في التربة والمياه زمنا طويلا. كما تتصف مركبات الفسفور بسميتها لكل من الانسان والحيوان إذا وصل تركيزها في جسم الى حد معين.

تنشأ الفوسفات المنحلة في المياه السطحية من مصدر طبيعي (تفكك المواد الحية، ذوبان الأملاح الفوسفاتية في المياه الجارية، ... الخ) ومصدر صناعي (صناعة الأسمدة، صناعة المنظفات، ...). ومن مصدر زراعي (الأسمدة الفوسفاتية).

تكون شوارد الفوسفات في الماء بصيغ مختلفة تبعا لقيم pH الوسط فالمياه الطبيعية (pH = 5-8) تحوي شوارد الفوسفات أحادية وثنائية الهيدروجين ( $H_2 PO_4^-$ ،  $HPO_4^{--}$ ). تتحلل فوسفات المعادن القلوية بشكل جيد في الماء وتختلف انحلالية المعادن الأخرى بنوعية الشاردة المعدنية [50].

### III - 4 - 2 - 12 الأوكسجين المنحل ( $O_{diss}$ )

الأوكسجين ضروري لجميع أشكال الحياة المائية بما في ذلك الكائنات المسؤولة عن عمليات التنقية الذاتية في المياه الطبيعية وهو جزء أساسي من تقييم نوعية المياه حيث أن الأوكسجين يشارك أو يؤثر في جميع العمليات الكيميائية والبيولوجية داخل المسطحات المائية تقريبا، يمكن استخدام قياس DOC للإشارة الى درجة التلوث من المواد العضوية وتدمير المواد العضوية ومستوى التنقية الذاتية للمياه [55].

يعتبر الأوكسجين المنحل أحد أهم العوامل التي تصف جودة المياه بكافة أنواعها (مياه الشرب، المياه الطبيعية، مياه الصرف، ... الخ)، في حالة محطات معالجة مياه الصرف الصحي فإن المعلومات الخاصة بتركيز الأوكسجين المذاب في مياه الصرف الصحي في نقاط مختلفة من مراحل التنقية امرا ضروريا للتحكم في عمليات النترة ونزع النتروجين [56].

يعد الأوكسجين المنحل في الماء عاملا أساسيا في استمرار الحياة في الوسط المائي، إضافة الى دوره في عملية التنقية الذاتية للوسط المائي وينحل في الماء نتيجة عملية التبادل بين الطور الغازي (الهواء) والطور السائل (الماء) ويتأثر هذا التبادل بعدة عوامل هي: الضغط الجوي والضغط البخاري ودرجة الحرارة وملوحة المياه. ونظرا لعدم تغير العامل الأول بشكل ملحوظ وارتباط العامل الثاني بدرجة الحرارة فإن العاملين الأخيرين يحددان الكمية المنحلة من الأوكسجين في الماء [50].

في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة قامت الجزائر بفرض معايير من خلال تحديد قيم الحد الأقصى لمعايير صرف نفايات الوحدات الصناعية السائلة وهذا طبقا للقرار الوزاري المؤرخ في 25 شعبان عام 1433 الموافق 15 جويلية 2012.

**الجدول رقم (18): معايير الحد الأقصى للنفايات السائلة الصناعية [57]**

| المقاييس                                       | القيمة القصوى |
|--|---------------|
| درجة الحرارة                                   | 30° C         |
| pH   | 8.5 – 6.5     |
| المواد العالقة MES                             | 30 mg/l       |
| الطلب البيو كيميائي للأوكسجين DBO <sub>5</sub> | 30 mg/l       |
| الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  | 90 mg/l       |
| الازوت   | 30 mg/l       |
| الفوسفات PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>         | 02 mg/l       |
| الزنك  | 10 mg/l       |
| الكروم   | 01 mg/l       |
| المنظفات                                       | 01 mg/l       |
| الزيوت و الدهون                                | 20 mg/l       |
| الأوكسجين المنحل Oxy.diss                      | 5-2 mg/l      |
| النترت NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>            | 0.1 mg/l      |

**III - 4 - 2 - 13 العكارة:**

التعكر هو أحد العوامل الفيزيائية الوصفية للماء فهو يعيق تغلغل الضوء في الماء بسبب وجود جسيمات صلبة فيه مثل الطين والغرين وحبوب السيليكا والمواد العضوية [58].  
تتناسب العكارة عكسيا مع شفافية المياه فهي إلى حد بعيد تمثل عامل التلوث الذي يشير إلى وجود مواد عضوية أو معدنية في شكلها الغروي العالق في مياه الصرف الصحي [59].

عكارة الماء ناتجة عن وجود مواد صلبة في المعلق تقلل من شفافيتها، يعبر عن كمية المواد العالقة (كائنات حية دقيقة، الطحالب، الجزيئات العضوية الكبيرة) التي تسبب تعكر الماء بوحدة فورمازين (FTU) أو وحدة القياس الكلي (NTU) [60].

### III- 4 - 3 مؤشرات التلوث البيئي للهواء

على غرار معايير جودة التربة يمتلك الهواء أيضا معايير تحدد النسبة الأعلى للمواد والملوثات المسموح بتواجدها داخل الهواء، حيث يتعرض الهواء الخارجي للكثير من المواد المتطايرة والغازات التي تقوم على تلويثه وتغيير صفاته.

فإذا سلمنا بأن تلوث الهواء هو تغير في نسبة مكوناتها الطبيعية، من عناصر غازية وصلبة وسائلة ناتجة عن مصادر طبيعية وأنشطة بشرية، سواء بالزيادة أو النقصان وتؤدي الى تأثيرات ضارة مباشرة وغير مباشرة بشكل عام في مكونات النظام البيئي ولتحديد التغيرات في تركيب الهواء فمن الضروري معرفة التركيب الطبيعي للهواء كما هو في الجدول الآتي.

الجدول رقم (19): التركيب الطبيعي للهواء [61]

| اسم المركب         | الرمز           | التركيز الطبيعي % |
|--------------------|-----------------|-------------------|
| النتروجين          | N <sub>2</sub>  | 78.10             |
| الأوكسجين          | O <sub>2</sub>  | 20.93             |
| ثاني أكسيد الكربون | CO <sub>2</sub> | 0.03              |
| الأرغون            | Ar              | 0.93              |
| النيون             | Ne              | 0.00              |
| الهيليوم           | He              | 0.00              |
| الكريبتون          | Kr              | 0.00              |
| الهيدروجين         | H <sub>2</sub>  | 0.00              |
| الأوزون            | O <sub>3</sub>  | 0.00              |
| اكسنون             | Xe              | 0.00              |

وعليه المواد المضافة الى التركيب الطبيعي للهواء تسمى ملوثات ومنها: أكاسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>)، أكاسيد النتروجين (NO - NO<sub>2</sub>)، أكاسيد الكربون (CO<sub>x</sub>)، الهيدروكربونات (HC)، الغبار والعوالق (TSP)، الأوزون (O<sub>3</sub>).

يعد التلوث من المشاكل المعقدة التي تعاني منها البيئة في الوقت الحاضر نتيجة تحرر العديد من الغازات والأبخرة وأدخنة المحروقات والمواد الكيميائية الناتجة من الفعاليات الصناعية، ولا بد من الإشارة الى وجود بعض العناصر الثقيلة (Heavy Metals) ومنها السامة في الهواء، اذ تختلف تراكيزها في الهواء اعتمادا

على طبيعة المنطقة، اذ تقاس بأجزاء المليون ( ppm ) أو أجزاء البليون ( ppb ) ولبعض هذه العناصر أهمية في العمليات الفسلجية و الأنزيمية للكائنات الحية ولكن تصبح سامة وقاتلة عند زيادة تراكيزها عن الحدود المسموح بها في الطبيعة [62].

ان اخطر الملوثات الجوية على صحة الانسان هي الملوثات البشرية لطبيعتها الكيميائية الخطيرة ويزداد تركيزها في مناطقها المصدرية والقريبة منها المتمثلة في المدن الكبرى ومناطق المعامل و المصانع و المزدحمة بالسكان و الوضع الطبوغرافي للمدن اثرا مهما في شدة تركيز الملوثات الناتجة منها، وتشغل ستة غازات نحو 99.98% من حجم الهواء وهي (النتروجين والأوزون والاكسجين وبخار الماء و الارغون و ثاني أوكسيد الكربون) وبعض الغازات نسبتها قليلة جدا الا أنها ذات أهمية خاصة كغاز الأوزون الذي يمتص الجزء الأعظم من الأشعة الشمسية فوق البنفسجية.

لقد أعطي موضوع التلوث الهوائي اهتماما كبيرا من قبل سائر دول العالم لأهمية الهواء في استمرارية الحياة لاسيما إذا علمنا أن رئة كل جسم بشري تستقبل يوميا حوالي 15 كغم من الهواء الجوي في حين لا يمتص الجسم سوى 2.5 كغم من الماء وأقل من 1.5 كغم من الطعام.

ان تلوث الهواء دليل على احتوائه على مواد غريبة أو من مواده نفسها ولكن بنسب تزيد عن الحد الأعظم لتواجدها وان زيادتها هذه تصاحب بمؤشرات سلبية في البيئة الجغرافية [63].

### III - 4 - 3 - 1 البروتوكول التجريبي Experimental protocol (الخاص بالهواء):

هناك العديد من الطرق لتحديد المركبات الملوثة للهواء على غرار:

#### الطريقة النشطة Active Method:

حيث تستعمل فيها مضخة لالتقاط الجسيمات المتواجدة في الهواء بواسطة عملية الادمصاص وتختلف سرعة التدفق على حسب المركبات المراد دراستها وتكون مدة التعرض قصيرة تقدر ب ساعة الى أربعة وعشرون ساعة أثناء أخذ العينات [64].

تعتمد طرق أخذ العينات على تمرير الهواء المحيط من خلال مرشحات مسامية مختارة وتكون المرشحات المستخدمة بشكل عام اما مرشحات ألياف الزجاج (Microfiber glass filter) أو ألياف الكوارتز (Quartz fiber filter) والتي تكون مثبتة على رأس المضخة [65].

#### الطريقة السلبية Passive Method:

استخدام العينات السلبية لقياس التعرض البشري لملوثات الهواء، ويعود تاريخها الى 1980 حيث كان ياناغيساوا ونيشيمورا من بين أول من طور العينة السلبية وهذا بتقدير تعرض شخص لأكسيد النترينك وثاني أكسيد النتروجين في الهواء الداخلي، يعتمد معدل أخذ العينات هذا على ثلاثة معاملات وهي المركب الماص وتركيزه ووقت أخذ العينات وأخيراً درجة الحرارة المحيطة أثناء أخذ العينات [66].

هناك نوعان رئيسيان من العينات السلبية: الأنايبب والأحواض المحورية.

تستعمل لتحديد متوسط تركيز المركبات المتواجدة في الهواء بواسطة خاصية الانتشار (Diffusion) حيث تلتصق في مواقع خاصة بها في العينات المعرضة في الهواء وهذا على حسب مدة التعرض، يمكن أن

تؤثر سرعة الرياح والرطوبة النسبية ودرجة الحرارة على كفاءة تجميع المركبات الموجودة في الهواء وبالتالي يجب أخذ هذه العوامل بعين الاعتبار .

يتم أخذ العينات داخل سرير فحم حيوي والجهاز مكون من حوض زجاجي مغلق من قاعدته ومحيط من الأعلى بمادة بلاستيكية ومجهزة بغطاء مصنوع من الألماس (الجسم الماص) موضوع في أعلى الأنبوب في داخل حلقة اينوكس [67].

#### ✚ الطريقة المباشرة:

حسب التعريف الفيزيائي يتم فيها أخذ القياسات بوحدات الاجهزة المستخدمة في القياس حسب الطلب مثل (قياس الطول، الوزن، السرعة، الضغط... الخ).

أجهزة استشعار الغازات الكيميائية هي أكثر أجهزة استشعار استخداما في التعرف على الأنواع الغازية في بيئة غازية معقدة [68].

في هذه الدراسة تم استخدام جهاز استشعار يعتمد تشغله على ظاهرة فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية تجعل من الممكن تحويل كمية فيزيائية كيميائية الى إشارة كهربائية بشكل عام حيث يحول تركيز أنواع الغازات في البيئة الى تباين في جهد التيار الكهربائي وهذا عن طريق طبقة حساسة ونظام توصيل اين تتفاعل هذه الطبقة مع بيئتها الغازية والتي بدورها تعدل خصائصها الفيزيائية ( التباين في التوصيل، اختلاف في الكتلة " ميكرومتر"، اختلاف في شدة الإضاءة) ليتم بعدها ترجمة هذا التحويل في الخصائص الفيزيائية الى إشارة كهربائية تظهر في شكل قيم عددية [69].

أخذت القياسات من خمسة مراكز صناعية متفرقة تعمل بنظام المداومة مقسمة على ثلاث فترات هي:

**الفترة الأولى:** من الساعة السادسة صباحا الى غاية الساعة الثانية زوالا.

**الفترة الثانية:** من الساعة الثانية زوالا الى غاية الساعة العاشرة ليلا.

**الفترة الثالثة:** من الساعة العاشرة ليلا الى غاية الساعة السادسة صباحا.

كما دامت عملية أخذ القياسات لمدة شهر بالتداول.

### III - 4 - 3 - 2 غاز ثاني أكسيد الكربون:

ثنائي أكسيد الكربون (أو ما يعرف بالاسم الشائع ثاني أكسيد الكربون) هو مركب كيميائي من الأكسجين والكربون له الصيغة الكيميائية (CO<sub>2</sub>) عند ظروف الضغط والحرارة القياسيتين، وله صفة حمضية كما أنه سهل الانحلال في الماء [70].

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون أحد مكونات الهواء الطبيعي اذ يبلغ التركيز الاعتيادي لغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء 0.03 % من حجم الهواء أي ما يعادل ( 320 Ppm ) فيما يتراوح تركيزه في الهواء الطلق للمناطق الريفية من ( 300 - 350 Ppm )، في حين يزيد مستوى تركيزه في المدن و المناطق الحضرية على ( 400 Ppm ) ويعتبر مضر بالصحة اذا ما وصل تركيزه الى 350 Ppm ولمدة ساعة

واحدة في حين يشعر الانسان بالصداع و الفتور وغثيان و صعوبة في التنفس، كما يقضي على الانسان نهائيا اذا ما وصل تركيزه الى ( 1000 Ppm ) [71].

ينتج هذا الغاز من عمليات حرق الوقود الأحفوري ( فحم، بترول، غاز طبيعي ) أو أي مادة عضوية أخرى كالخشب، ويؤكد العلماء أن كمية هذا الغاز أخذت في تزايد مع بداية الثورة الصناعية وذلك بسبب الكميات الهائلة من الوقود التي تحرقها وتستهلكها المنشآت الصناعية ومحطات القوى الكهربائية و محركات السيارات ووسائل النقل و المواصلات المختلفة التي باحتراقها تؤدي الى استهلاك الاوكسجين و اطلاق ثاني أكسيد الكربون بكميات كبيرة أكبر بكثير مما يمكن للغطاء النباتي استهلاكه وأكبر من قدرة مياه البحار و المحيطات على امتصاصه إضافة الى تزايد أعداد السكان و الثروة الحيوانية في العالم [72].

يتميز هذا الغاز بتغير نسبته في الهواء وبصورة دورية ويعد من الغازات التي تتغير كميًا حسب ظروف وعوامل معينة وهذا ما يقلل من أثره الا أن خطورته تكمن في زيادة تركيزه بما يفوق معدلاته الطبيعية (0.03%) حجما من الهواء مما يؤدي الى مساهمة هذا الغاز في ارتفاع درجة حرارة الأرض وهو ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري أو تأثيرات البيت الزجاجي وترتبط نسبته ارتباطا وثيقا بنسبة الأوكسجين فكما زادت نسبة الأوكسجين تقل نسبة ثاني أكسيد الكربون وبالعكس [73].

### III - 4 - 3 - المركبات العضوية المتطايرة TVOC:

المركبات العضوية المتطايرة عبارة عن مواد كيميائية عضوية تحتوي جميعها على عنصر الكربون وهي أيضا مركبات تحتوي على عنصري الهيدروجين والكربون وغالبا ما تكون مرتبطة بعناصر الهالوجين التي تتطاير بكل سهولة وتعتبر هذه المركبات العضوية التي تتواجد في الماء والهواء والتربة من الملوثات، حيث لا تتوفر فيها خصائص ما يجعل التعرف عليها من الأمور الصعبة عدا أنه ليس لها رائحة ولا طعم مميزين. والمركبات العضوية المتطايرة (VOC) هي مركبات سهلة التطاير ولها ضغط بخاري علي في درجة حرارة الغرفة بحيث تتبخر بكمية كبيرة وتدخل الغلاف الجوي تحت الظروف العادية وتترسب نتيجة التفاعلات الفوتو كيميائية.

الصناعة مصدر كبير للمركبات العضوية المتطايرة فالتسريبات التي تنطلق من خزانات البترول وتسريب البترول الذي يحدث مصادفة والقاء النفايات السامة بطريقة غير قانونية كلها تجلب هذه المواد الى امدادات المياه، كميات كبيرة من المركبات العضوية المتطايرة تنتج عن عمليات الاحتراق غير كامل للمحروقات المتواجدة في السيارات، وقد تبين أن المركبات العضوية المتطايرة تسهم بشكل كبير في تكوين طبقة الأوزون وتلويث الهواء الذي بدوره يشكل خطرا على حياة الانسان. ان طبقة الأوزون القريبة من الكرة الأرضية مضرّة للإنسان بخلاف الطبقة العليا وهي عبارة عن غاز شديد التفاعل حيث يؤثر على وضيفة الرئتين الطبيعية [74].

تعد المركبات العضوية الطيارة من بين الملوثات الخطيرة التي توجد في الهواء الطلق، وفي هذا المجال عادة ما يتم تقسيم هذه المركبات الى أنواع مختلفة من المركبات المثانية (CH<sub>4</sub>) والمركبات غير المثانية (NMVOCs) ويعد الميثان أحد الغازات الدفيئة شديدة الفعالية، حيث يساهم في زيادة ظاهرة الاحتباس

الحراري على سطح الأرض. أما المركبات المتطايرة الأخرى من الهيدروكربونات VOCs فهي تعد أيضا من الغازات الدفيئة المؤثرة ويرجع ذلك الى الدور الذي تلعبه في تكوين الأوزون وزيادة فترة بقاء غاز الميثان في الغلاف الجوي وذلك على الرغم من أن تأثير هذه الغازات يخلف وفقا لنوعية الهواء في المنطقة المحيطة ومن المركبات العضوية المتطايرة غير الميثالية NMVOCs بعض المركبات ذات الرائحة النفاذة مثل البنزين و التولوين و الزيلين، و التي يعتقد أنها من المواد المسببة للسرطان حيث قد يؤدي التعرض طويل المدى لمثل هذه المركبات الى الإصابة بسرطان الدم، أما أحادي و ثلاثي البوتاديين فهو يعد من المركبات الخطيرة الأخرى التي عادة ما تصاحب الاستخدامات الصناعية [75].

### III - 4 - 3 - 4 الفورمالدهيد HCHO:

الفورمالديهايد (رقم سجل المستخلصات الكيميائية: 0-00-50) يسمى أيضًا الميثانال أو الفورمالديهايد غاز عديم اللون مزعج للغاية. إنه موجود في كل مكان تقريبًا في البيئة. إنه يأتي من المصادر الطبيعية والمصادر المرتبطة بالنشاط البشري. هذا الغاز عديم اللون، ذو رائحة نفاذة وخانقة، تظهر في جميع دورات تدهور المادة العضوية (ترميد النفايات، إحتراق الوقود والتدخين). كما يتم إنتاج الفورمالديهايد كيميائيًا عن طريق الأكسدة الحفزية للميثانول (أو كحول الميثيل) والتي يمكن أن تكون تستخدم في صناعات مختلفة. بالإضافة إلى ذلك يتبلر الفورمالديهايد بسهولة خاصة عند البرودة مما يؤدي إلى تكوين مركبات صلبة هذا ما يفسر أهميتها صناعيا، كما أن المحاليل المائية للفورمالدهايد تسمى بالفورمول هذه المحاليل شديدة الاشتعال ويمكن أن تشكل مخاليط متفجرة [76].

### III - 4 - 3 - 5 مؤشر جودة الهواء Air index

يقدم مقياس مؤشر جودة الهواء معلومات عن نوعية الهواء وكمية الملوثات الأساسية فيه لمنطقة معينة، بحيث يحسب مؤشر نوعية الهواء وفقا لتراكيز هذه الملوثات فيه ويتم حسابه من أعلى تركيز للملوثات الخمسة وهي أول أكسيد الكربون (CO)، ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>)، ثاني أكسيد النيتروجين (NO<sub>2</sub>)، ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>)، الأوزون (O<sub>3</sub>)، المواد الجسيمية ذات القطر الأقل من 10 ميكرون PM10 2.5 ميكرون PM2.5.

تتطلب بيانات جودة الهواء الكثير من التحليلات المعقدة التي يصعب فهمها من قبل أفراد الجمهور ونظرا لأهمية معرفة الجمهور بجودة الهواء في منطقة ما فقد تم الاتفاق على مؤشر لجودة الهواء يعتمد على التدرج اللوني ويسهل فهمه من قبل عامة الجمهور.

يظهر في هذا المؤشر جودة الهواء (AQI) اليومي اللون وقيمة جودة الهواء والملوثات السائدة التي تؤثر على جودة الهواء، يضم مؤشر جودة الهواء من 0 الى 500 درجة وتمثل الدرجة 500 أعلى قيمة أي هواء أكثر تلوثا وتهديدا أكبر للصحة وكلما نقصت القيمة دلت على هواء أكثر نقاء وأقل تهديدا لصحة الإنسان [77].



High-precision instruments

الصورة (3): جهاز قياس جودة الهواء

الجدول رقم (20): تصنيفات مؤشرات جودة الهواء [78]

| بيان تحذيري   | الاثار الصحية   | مستوى تلوث الهواء         | IQA       |
|---|---|---------------------------|-----------|
| لا شيء.   | تعتبر جودة الهواء مرضية كما أن تلوث الهواء لا يشكل خطر يذكر   | جيد                       | 50-0      |
| يجب على الأطفال و البالغين النشطين و الأشخاص الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي مثل الربو أن يحدوا من الجهد في الهواء الطلق لفترات طويلة. | جودة هواء مقبولة ومع ذلك فبالنسبة لبعض الملوثات قد تكون هناك قلق صحي معتدل لعدد قليل جدا من الأشخاص الذين لديهم حساسية غير عادية لتلوث الهواء | معتدل                     | 51 - 100  |
| ينبغي على الأطفال و البالغين النشطين و الأشخاص الذين يعانون من أمراض في الجهاز التنفسي مثل الربو أن يحدوا                                   | قد يواجه أعضاء المجموعات الحساسة آثارا صحية من غير المحتمل أن يتأثر بها عامة الناس  | غير صحي للمجموعات الحساسة | 101 - 150 |

|  |  |                |              |
|--|--|----------------|--------------|
| من أي عمل مجهد طويل في الهواء الطلق.   |  |                |              |
| يجب على الأطفال و البالغين النشطين و الأشخاص الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي مثل الربو تجنب الاطالة في الهواء الطلق لفترات طويلة ، يجب على أي شخص اخر وخاصة الأطفال الحد من المجهود الخارجي الطويل. | قد يعاني معظم الناس من الآثار الجانبية التي تؤثر على الصحة ، أما الأفراد الذين لديهم وضع صحي حساس فقد يعانون من مشاكل صحية خطيرة | غير صحي        | 151 -<br>200 |
| يجب على الأطفال والبالغين النشطين والأشخاص الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي مثل الربو تجنب كل مجهود بالخارج، يجب على أي شخص اخر وخاصة الأطفال الحد من الجهد بالخارج.                                 | تحذيرات صحية لظروف الطوارئ من المرجح أن يتأثر جميع السكان  | غير صحي للغاية | 201 -<br>300 |
| يجب على الجميع تجنب كل جهد خارجي   | تنبه صحي : قد يعاني الجميع من آثار أكثر خطورة  | خطير           | 301 -<br>500 |

### المراجع:

- [1] الحاج ابن الدين الأغواطي، رحلة الأغواطي في شمال افريقيا والسودان الدرعية، المعرفة الدولية للنشر والتوزيع، الجزائر، 2011، ص 100.
- [2] محمد الطاهر عبد الجواد، عاصمة وادي ريغ تقرت أيام بني جلاب، أعمال الملتقى التاريخي الثالث حول فترة حكم بني جلاب بمنطقة وادي ريغ، أيام 23-24 أبريل، منشورات جمعية الوفاء للشهيد، تقرت، 1998.
- [3] عبد الحميد ابراهيم قادري، التعريف بواد ريغ، ط1، منشورات جمعية الوفاء للشهيد، تقرت، الآمال للطباعة، الجزائر، 1999، ص 4.
- [4] خليفة عبد القادر، تحولات البنى الاجتماعية وعلاقتها بالمجال العمراني في مدن الصحراء الجزائرية " دراسة سوسيو - أنثروبولوجية لمدينة تقرت (وادي ريغ)، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة محمد خيضر بسكرة، 2011، ص 194.
- [5] Daniel Pelligra, Système de relations nomades; Régions de Touggourt- Alger, Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle en sociologie, France 1978-1979.
- [6] المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لمدينة تقرت لسنة 2014.
- [7] Microsoft – Encarta – 2006. Microsoft – Corporation.
- [8] جريدة افاق اليومية الوطنية، العدد 7604، تاريخ الاصدار 31-03-2022، ص 11.
- [9] KOUZMINE. Y, (2003). L'espace saharien algérien : dynamiques démographiques et migratoires", Mémoire de maîtrise, Université de Franche-Comté.

- [10] M.C. NSSON; J. VALLET ; M. Rouvillois BRIGOL " Oasis du Sahara algérien" Institut géographique national, Paris, 1973.
- [11] خالد سليم فجال، العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة، الدار الثقافة للنشر، مصر، 2002، ص 11.
- [12] المكتب الوطني للأرصاد الجوية بمحطة تقرت 2019.
- [13] محمد إبراهيم محمد شرف، جغرافية المناخ والبيئة، جامعة الإسكندرية، مصر، 2005، ص 41، 42.
- [14] FANG, T.H., LIN, C.L. Dissolved and particulate trace metals and their partitioning in a hypoxic estuary: Tanshui estuary in northern Taiwan Estuaries, 2002, VOL. 25, p. 598.
- [15] الطاهر جمعات، التأثيرات البيئية للمناطق الصناعية، مجلة دراسات العدد الاقتصادي، المجلد الاول، العدد 2، 2010، ص 93.
- [16] Jain, V. K, studies on effect of cadmium on the growth pattern of phaseolus aurius varieties, Absi. I. Bot. Conf. JIBS. 1978, p 57.
- [17] TAIWO, I. E. Heavy metal bioaccumulation and biomarkers of oxidative stress in the wild African tiger frog, Hoplobatrachus occipitalis, African Journal of Environmental Science and Technology Nigeria, 2014, Vol. 8, N°. 1, p 6.
- [18] Zheljaskov, V.; and N. E. Nielsen. Effect of heavy metals on peppermint and cornmint. Plant Soil, 1998, p 59.
- [19] Shayley H., Mc Bride M, and Harrison E, Sources and Impacts of Contaminants in Soils cornell Waste Management Institute, 2009 p 1.
- [20] Victoria A, Cobbina S.J, Dampare S.B, and Duwiejuah A.B, Heavy Metals Concentration in Road Dust in the Bolgatanga Municipality, Ghana, Journal of Environment Pollution and Human Health, Vol. 2, N°. 4, p 74.
- [21] IMAGE, CNES ASTRIUM. 2014. google earth
- [22] N., M. Varea, J. Gil-Moltó, E. Yubero, and J. Nicolás (2011) The Influence of Meteorology on Particulate Matter Concentrations at an Urban Mediterranean Location. Water, Air, & Soil Pollution 215: 365–72. 10.1007/s11270-010-0484-z.
- [23] الجبوري دينا عبد الرزاق عباس، دراسة المعايير الكمية المختلفة للتلوث بعناصر الكاديوم والرصاص والزنك والنيكل لترب ونباتات جوانب الطرق في محافظة بابل، جامعة بغداد، العراق، 2016.
- [24] K.K., S. Nayek, M. Gope, A.K. Rai, and R. Saha (2020) Sources evaluation, ecological and health risk assessment of potential toxic metals (PTMs) in surface soils of an industrial area, India. Environmental Geochemistry and Health 10.1007/s10653-020-00517-2.
- [25] Chandrasekaran, A., R. Ravisankar, N. Harikrishnan, K.K. Satapathy, M.V.R. Prasad, et al. (2015) Multivariate statistical analysis of heavy metal concentration in soils of Yelagiri Hills, Tamilnadu, India – Spectroscopical approach. Spectrochim. Acta A 137: 589–600. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.08.093>.

- [26] Liu, W.-h., J.-z. Zhao, Z.-y. Ouyang, L. Söderlund, and G.-h. Liu (2005) Impacts of sewage irrigation on heavy metal distribution and contamination in Beijing, China. *Environ. Int.* 31: 805–12. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.05.042>.
- [27] Galuszka A and Migaszewski Z.M., (2011) “Geochemical background – an environmental perspective” *MINERALOGIA*, 42, N° 1: 7–17. DOI: 10.2478/v10002-011-0002-y.
- [28] أحمد كريم عباس، تقييم معايير التلوث بالرصاص والنيكل والكاديوم المتسبب من المخلفات الصناعية لمعمرلي الفرات للمواد الكيميائية وأسمنت السدة في ترب زراعية في محافظة بابل، *المجلة العراقية لعلوم التربية*، المجلد 18، العدد 1، 2018، ص 44.
- [29] محمود فاضل عبد، حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، *مجلة جامعة كركوك*، المجلد 12، العدد 3، العراق، 2017، ص7.
- [30] Alahabadi. A and Malvandi. H. 2018. Contamination and ecological risk assessment of heavy metals and metalloids in surface sediments of the Tajan River, Iran. *Marine Pollution Bulletin.* 133 : 741–749.
- [31] منصور عويدات سالم، علي عمران الزرقعة، تقييم الاثار البيئية الناتجة عن انتشار الانشطة الصناعية المختلفة ومحطات الوقود بالمنطقة الشمالية الغربية للساحل الممتدة من تاجوراء شرقا حتى الماية غربا وجنوبا حتى قصر بن غشير والعريزية، المجلد 21، العدد 1، جامعة سبها، ليبيا، 2022، ص 64.
- [32] Chen. H., Teng. Y., Lu. S., Wang. Y and Wang. J. 2015. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. *Sci. of the Total Environ.* 512.
- [33] Qing. X, Yutong. Z and Shenggao. L. 2015. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxic. and Environ. Saf.* 120: 377–385.
- [34] Sorakon. Suwanmanon, Ki In Kim, Evaluating Pollution Indexes using Heavy Metal Concentrations in Agricultural Soils around Industrial Complexes in the Jeon–Nam Regions of Korea, *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer.* 2020, p 446.
- [35] Luo Y, Rao J, Jia Q (2022), Heavy metal pollution and environmental risks in the water of Rongna River caused by natural AMD around Tiegelongnan copper deposit, Northern Tibet, China, *a. PLoS ONE* 17(4): e0266700. [10.1371/journal.pone.0266700](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266700). p5.
- [36] منتظر فاضل البطاط، تلوث المياه في العراق واثاره البيئية، جامعة القادسية، المجلد 11 العدد 4، العراق، 2009، ص 122.
- [37] فؤاد علي سلمان، مقارنة تراكيز بعض الملوثات في مياه الشرب المستجرة من نبع السن والمياه المعبأة، *مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية*، المجلد 37، العدد 2، 2015، ص 3.
- [38] حجازي محمد أحمد الدعاجنه، مشكلات تلوث المياه في الضفة الغربية – فلسطين، *المجلة المغاربية للدراسات التاريخية والاجتماعية*، جامعة سيدي بلعباس، المجلد 12، العدد 2، 2020، ص 2.

- [39] وصال فخري حسن، أثار المتدفقات الصناعية في تلويث المياه القريبة من نقاط التصريف في محافظة البصرة - العراق، مجلة أبحاث البصرة، العدد 37، الجزء الأول، 2011، ص 21.
- [40] أحمد سيد البيلي، المخاطر البيئية العالمية واطواع البيئة العربية - الاحتباس الحراري - ثقب الأوزون، دار الكتاب الحديث، القاهرة، 2009، ص 40.
- [41] عماد محمد ذياب الحفيظ، البيئة، حمايتها وتلوثها، مخاطرها، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2005، ص 97.
- [42] سراوي مبروك، استخدام الطين المحلي من منطقة تقرت في تنقية مياه الصرف الصحي أداة التنقية والظروف المثلى، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح، 2020، ص 40.
- [43] محمد كاظم خوين القيصر، دراسة التأثير البيئي لتصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية، جامعة القادسية، العراق، 2012، ص 27.
- [44] A.L. Ahmad, et al, Residual oil and suspended solid removal using natural adsorbents chitosan, bentonite and activated carbon: A comparative study, Chemical Engineering Journal, V 108, pp 179-185, (2005).
- [45] E. Levlin, Conductivity measurements for controlling municipal wastewater treatment Polish-Swedish-Ukrainian Seminar, Utron, pp51-62 , (2007).
- [46] Didier G. la pollution des milieux aquatique, technique et documentation Lavoisier, Paris;1995.
- [47] DOUINAT Oukacha, Application du Modèle de Complexation de Surface pour l'élimination de polluants, Thèse Doctorat en Sciences, Université Abdel Hamid Ibn Badis - Mostaganem, p12, 2021.
- [48] Metahri Mohammed Said, élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes cas de la step est de la ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat 2012.
- [49] العابد إبراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، مذكرة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ص، 12، 13.
- [50] ناصر الحايك، مدخل الى كيمياء الماء " تلوث - معالجة - تحليل"، منشور المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجية، الجمهورية العربية السورية، 2017، ص، 100، 103، 106، 107، 109، 430.
- [51] نجاة المبارك عون، دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والبيولوجية في مياه الصرف المعالجة بمحطة المجمع الفندقية "دار تليل" لتحديد مدى وملأمتها لري المسطحات الخضراء، مجلة حوليات العلوم الزراعية بمشتر، صبراتة - ليبيا، مجلد 57 ( 1 )، 2019، ص 229.
- [52] قمر محمد قمر، دراسة بعض الايونات الذائبة والمعادن الثقيلة لمياه الشرب بالدائرة الثانية لمدينة انجمينا، تشاد، المجلد الخمسون، العدد التاسع، الجزء الرابع، سبتمبر 2021، ص 380.
- [53] زايدى هودة، دراسة تقييمية لتركيز المعادن الثقيلة في بعض مصادر المياه في أم البواقي وتأثيرها على النظام البيئي، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة العربي بن مهدي أم البواقي، 2019، ص 83.
- [54] هبة أحمد عبد الدايم، صناعة الفوسفات دوليا ومحليا، بنك الاستثمار القومي قطاع الاستثمار والموارد، العدد السادس، المجلد السادس، 2019، ص 5.

- [55] S. Eturki, et al; Treatment of rural wastewater by infiltration percolation process using sand-clay fortified By pebbles Desalination and Water Treatment, pp 49, 65-73, (2012).
- [56] Shivkumar S. Prajapati, et al, Removal of Phosphate Using Red Mud: An Environmentally Hazardous Waste By-Product of Alumina Industry, Hindawi Publishing Corporation Advances in Physical Chemistry, Volume 2016,pp4 , (2016).
- [57] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد، 41 المؤرخ في 25 شعبان 1433 الموافق ل 15 جويلية.
- [58] Rodier J., (2009). Analyse des eaux : l'eau naturelle, l'eau résiduaire, l'eau de mer. 9<sup>ème</sup> Edition Dunod, Paris, p 1526.
- [59] BENDIDA Ali, Assainissement, Polycopié Pédagogique, Faculté de Technologie, Université TAHRI Mohamed, Béchar, p5, 2020.
- [60] Mamine N., Grara N., Khaldi F.2019. The use of macrophyte typha latifolia filters in the treatment of wastewaters of medjerda river, in Souk-Ahras city (north-east Algeria). Biology.
- [61] كرار محمد جهاد، أريج خيري عثمان، أثر الأنشطة البشرية ودورها في تلوث هواء البيئة الحضرية في محافظة ذي قار، مجلة جامعة بابل، المجلد 29، العدد 10، 2021، ص 138.
- [62] بدر جدوع احمد المعموري، تأثير بعض ملوثات الهواء (الدقائق العالقة والرصاص) على صحة الانسان، جامعة بغداد، العراق، المجلد 27 (2)، 2016، ص 455.
- [63] ميسون طه محمود، ظاهرة تلوث الهواء الجوي وأثرها الصحي على الانسان، مجلة الآداب، العدد 116، 2016، ص، 549، 550.
- [64] INERIS Exposition par inhalation au Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène (BETX) dans l'air N°INERIS-DRC -04-56770-AIRE-n°1056-IZD21/12/2004 ,6.
- [65] Martyna Kuske, Jacques Nicolas, Les pollutions dans l'air à l'intérieur des bâtiments, Diagnostic Incidences sur la santé, Fondation Universitaire Luxembourgeoise,
- [66] Houssein Eddine FATHALLAH, Conception d'un système temps-réel de surveillance de l'exposition aux polluants de l'air intérieur: Application au formaldéhyde, thèse de Doctorat, Université de Lorraine, France, p 6, 2016.
- [67] Bertoni, G., Tappa, Bertuccio, L, Parmagnani, F, (2002). Air monitoring of volatile aromatic compounds by means of long-term exposure diffusive samplers, p 92.
- [68] Permuy A, et al; Capteurs à semi-conducteurs, Techniques de l'ingénieur, 1994, Vol. 420, p 360.
- [69] Zaher Al Barakeh. Suivi de pollution atmosphérique par système multi-capteurs - méthode mixte de classification et de détermination d'un indice de pollution... .. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2012. Français. NNT : 2012EMSE 0677 HAL, open science. p32.
- [70] Audi J., et al; Ricin poisoning-a comprehensive review. JAMA 2005, p 294.
- [71] عباس زعير، محسن الميرياني، التحليل المكاني لتلوث الهواء والتربة والضوضاء في مصفى نفط ذي قار، مجلة كلية التربية للعلوم الانسانية، المجلد 7، العدد 2، 2018، ص 415.

- [72] أحمد حمود السعدي، اسراء طالب الربيعي، التحليل المكاني لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في هواء مدينة المسيب، جامعة كربلاء، العراق، المجلد 4، العدد 11، 2021، ص 49.
- [73] كاظم عبد الوهاب الاسدي، شاكر عبد عايد، التباين الزمني والمكاني لتراكيز الغازات الملوثة للهواء محافظة بابل، عدد خاص بمؤتمر جامعة البصرة، 2012، ص 378.
- [74] أحمد أحمد السروي، المركبات العضوية المتطايرة والبيئة، منظمة المجتمع العلمي العربي، 2012.
- [75] وائل عبود، عباس كوثر، تركيز غازات CO<sub>2</sub>-NO-SO<sub>2</sub>-CO في هواء مدينة الديوانية وعلاقتها بمعامل انتاج الطابوق شمال غرب مدينة الديوانية، جامعة القادسية، 2019.
- [76] Le point de connaissances sur ED 5032, Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Paris, 3<sup>ème</sup> édition, 2008.
- [77] الدليل الارشادي لمؤشر جودة هواء، وزارة التغير المناخي والبيئة، الامارات العربية المتحدة، 2018، ص 3.
- [78] OMS, [aqicn.org/faq/2015-03-20/a-comparison-of-worldwide-air-quality-scales-part-1/](https://aqicn.org/faq/2015-03-20/a-comparison-of-worldwide-air-quality-scales-part-1/) Le 25/02/2023, à 14:35.

## الفصل الرابع

نظام الإدارة البيئية ايزو 14001

## IV - 1 التعريف بمؤسسة نפטال

إن الجزائر من بين الدول التي تسعى جاهدة إلى تطوير وتنمية اقتصادها ومن أجل هذا فهي تعتمد بقوة على قطاع المحروقات، فمداخيل الجزائر من العملة الصعبة والتي تمثل حوالي 97 % من الدخل الوطني يساهم فيها قطاع المحروقات بجزء كبير كونه قطاع استراتيجي وحيوي ومن أهم المؤسسات الوطنية التي تساهم بفعالية في تحريك هذا القطاع وتميمته نجد شركة نפטال التي تعد الرائدة على المستوى الوطني في مجال تخزين، نقل وتوزيع المنتجات البترولية ومشتقاتها.

تاريخيا بعد استقلال الجزائر كان نشاط تخزين وتوزيع المحروقات من مهام مؤسسة سوناطراك إلا أن أصدر مرسوم رقم 101/80 في 6 أفريل 1980 الذي يقضى بإنشاء المؤسسة الوطنية لتكرير وتوزيع المنتجات البترولية (ERDP)، حيث بدأت المؤسسة نشاطها في الفاتح من جانفي 1982 واهتمت بصناعة وتكرير وتوزيع المنتجات البترولية عدلت وقسمت فيما بعد وفق المرسوم 189/87 في 25 أوت 1987 إلى المؤسستين وطنيتين:

**الأولى:** مؤسسة مختصة في تصفية وتكرير البترول NAFTAC

**الثانية:** مؤسسة مختصة في توزيع وتسويق المنتجات البترولية ومشتقاتها على المستوى التراب الوطني تحت علامة (NAFTAL) وعرفت على الصعيد الوطني والدولي باسم المؤسسة الوطنية لتسويق وتوزيع المنتجات البترولية.

ويتكون اسم نפטال (NAFTAL) من شقين هما: -

**NAFT-** مصطلح ويعني النفط

**AL -** اختصار لكلمة الجزائر ALGERIE

يقدر رأس مال مؤسسة نפטال ب 15.650.000.000.00 دج.

يقع المقر الرئيسي للمؤسسة في الشراكة الجزائر العاصمة ورمزها يتكون من 5 خطوط تمثل فروع مؤسسة نפטال وهي فرع الوقود، فرع الغاز المميع، فرع الزيت، فرع الزيوت والعجلات وأخيرا فرع الشراكة والنشاطات الدولية.

## IV - 2 لمحة عن المنظمة الدولية للمواصفات والمقاييس (الايزو)

تأسست المنظمة الدولية للمواصفة والمقاييس ISO عام 1946 في أعقاب الحرب العالمية الثانية [1] وتتخذ الآن مدينة جنيف مقرا دائما لها [2] وتضم أكثر من 90 دولة وهي منظمة غير حكومية وليست عضوا في الأمم المتحدة [3] تقوم منظمة ISO بوضع مجموعة من المقاييس في كافة مجالات الاتصالات وكذلك تطوير المعايير اللازمة لمنح مختلف أنواع هذه الشهادات [4] وقد عملت المنظمة الدولية للتقييس من خلال إصدارها لتلك المواصفات العالمية على توفير لغة مشتركة بين المتعاقدين والإدارة لتسهيل التبادل التجاري الدولي [5] وتؤدي المنظمة الدولية لتقييس مهامها عن طريق اللجان الفنية والتي يهدف إنشائها إلى إعداد مستويات المواصفات العالمية قبل إصدارها على شكل مسودات ومن ثم إصدارها بشكل نهائي [6]

#### IV - 3 وضعية نظام الإدارة البيئية ISO 14001 في مؤسسة نפטال تقرت

بيانات مركز الزفت نפטال تقرت: يقع مركز الزفت نפטال تقرت في المنطقة الصناعية بنقرت طريق بسكرة (الطريق الوطني رقم 3)، يحده شمالا شركة حفر الآبار جبالي ويحده جنوبا محطة التزويد بالوقود نפטال رقم 34 ويحده غربا مصنع استرجاع وتحويل الحديد، يتربع على مساحة كلية تقدر ب 10683 متر مربع، تقدر المساحة المبنية منها 2600 متر مربع، كما أنه المسافة بين محل الدراسة واقرب كتلة سكانية تقدر بحوالي واحد كلم، يتمثل النشاط الأساسي لهذا المركز في تسويق وتخزين الزفت الخام وتصنيع مشتقات الزفت (الزفت المستحلب بأنواعه: 1/0، 250/150، 600/400). وهذا وفقا لرخصة الاستغلال المقدمة من طرف مديرية البيئة لولاية ورقلة والمتضمنة بسماع استغلال المكان المحدد جغرافيا بصفة دائمة بشرط التقيد بنفس النشاط المذكور في طلب رخصة الاستغلال (تسويق - تخزين - تصنيع مشتقات الزفت)، هذا نظرا للقيمة التي يقدمها هذا المركز من الناحية الاقتصادية والاجتماعية.

#### IV - 4 الآثار البيئية المترتبة عن ممارسة مركز الزفت لنشاطه:

##### IV - 4 - 1 التأثير على جودة التربة:

لا يؤثر النشاط الممارس في الموقع على نوعية التربة في حالة العمل بطريقة عادية (عدم وجود أي تسرب للزفت أو الكيزوران في الأرض). وعليه لا وجود لتلوث التربة.

##### الجدول رقم (21): التأثيرات على جودة التربة [7]

| محددات تقدير التأثير | حالة العمل في ظروف عادية   | حالة وقوع تسرب في الأرض    |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| الطبيعة              | وجود تأثير على جودة التربة | وجود تأثير على جودة التربة |
| درجة التأثير         | ضعيفة                      | متوسطة - كبيرة             |
| سرعة التأثير         | -                          | معتبرة - كبيرة جدا         |
| مساحة التأثير        | محدودة                     | غير محدودة                 |
| معيار التأثير        | صغير                       | نسبي - معتبر               |
| إمكانية المعالجة     | غير ممكنة                  | غير ممكنة                  |
| قيمة التأثير         | مهملة                      | بالغة الأهمية              |
| المدة                | غير محددة                  | غير محدودة                 |

##### IV - 4 - 2 التأثير على جودة المياه:

لا يوجد مصدر مباشر لصرف المياه الملوثة من صهاريج التخزين أو وحدة الإنتاج الى شبكة الصرف الصحي وهذا لوجود مصفاة كحاجز بين مكان تجمع مياه الصرف الصناعي وقنوات الصرف الصحي،

بإضافة الى كون طبيعة نشاط المركز لا تعتمد على الماء وعلى هذا الأساس تم الاعتماد على الجدول الموالي لدراسة مدى تأثير الاستعمال العادي وغير العادي لنشاط المركز.

الجدول رقم (22): التأثيرات على جودة المياه [7]

| محددات تقدير التأثير | حالة العمل في ظروف عادية      | حالة وقوع تسرب في الأرض       |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| الطبيعة              | وجود تأثير على المياه الجوفية | وجود تأثير على المياه الجوفية |
| درجة التأثير         | متوسطة                        | كبيرة                         |
| سرعة التأثير         | معتبرة                        | كبيرة                         |
| حجم التأثير          | معتبر                         | كبير جدا                      |
| معيار التأثير        | محسوس                         | معتبر                         |
| إمكانية المعالجة     | ممكنة                         | ممكنة                         |
| قيمة التأثير         | محسوسة                        | بالغة الأهمية                 |
| المدة                | غير محدودة                    | غير محدودة                    |

#### IV - 4 - 3 التأثير على جودة الهواء:

تعتبر عملية التسخين مرحلة أساسية في عملية شحن وتفريغ الزيت الخام، بإضافة الى تصنيع مشتقات الزيت (الزفت المستحلب) التي تحوي نسبة معينة من الكيروسان والمعروف بتخره في الجو وعلى هذا الأساس تكون هناك الانبعاثات غازية بصفة مستمرة من خلال المداخن أو ما شبه ذلك وتتمثل هذه الانبعاثات في المركبات الغازية المتطايرة (VOC).

قد يتسبب حدوث تسرب كبير للزفت الخام أو الكيروسان في انتشار واسع للمركبات العضوية المتطايرة عن طريق التبخر خاصة في فترات الطقس الحار (الطقس السائد في المنطقة)، وعليه تعتمد شدة التأثير على حجم التسرب من حيث مدى اتساعه ومدة تعرض الحرارة.

الجدول رقم (23): التأثيرات على جودة الهواء [7]

| محددات تقدير التأثير | حالة العمل في ظروف عادية    | حالة وقوع تسرب في الأرض         |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| الطبيعة              | وجود تأثير على نوعية الهواء | وجود تأثير حاد على نوعية الهواء |
| درجة التأثير         | متوسطة                      | كبيرة                           |
| سرعة التأثير         | معتبرة ( حسب حالة الطقس )   | كبيرة                           |
| حجم التأثير          | معتبر ( حسب حالة الطقس )    | كبير جدا                        |
| معيار التأثير        | مقبول                       | معتبر                           |
| إمكانية المعالجة     | ممكنة                       | ممكنة                           |
| قيمة التأثير         | منخفضة - مقبولة             | بالغة الأهمية                   |
| المدة                | غير محدودة                  | غير محدودة                      |

## IV - 5 مراحل حصول مؤسسة نفضال على شهادة ISO 14001

ان مؤسسة نفضال بصفتها شركة رائدة في توزيع وتسويق المنتجات البترولية على مستوى السوق المحلي، تعمل على رفاهية موظفيها وشركائها. فالسياسة العامة لفرع الزفت والتي تتوافق مع سياسة نفضال ككل وكذلك مجمع سونطراك تعتمد على مبدأ " KAIZEN " أو ما يعرف ب " التحسين المستمر " تعمل مؤسسة نفضال على تبني نظام الإدارة البيئية انطلاقاً من انشاء خليتين على مستوى المديرية العامة على أن يكون قسم فرعي يمثل هذين الخليتين في كل مركز أو وحدة تابعة لمؤسسة نفضال، الأولى S.H.E والتي تعرف ب (hygiène, sécurité, environnement) والثانية E.S.Q وتعني ( qualité, environnement, sécurité)، حيث إبتدء من سنة 2000 تعمل المؤسسة مع الوزارة المكلفة بالبيئة على تفعيل برنامج وطني يهتم بالبيئة انطلاقاً من مبادئ تحقيق التنمية المستدامة. وسعياً لتطبيق مبدأ التحسين المستمر أنشأت المديرية المركزية نظام جديد يضم الوقاية والأمن والبيئة والجودة حدد باسم "HSEQ" يسهر على تسييره وتطبيقه إطارات من المديرية العامة [8].

## المواصفة الدولية ايزو 14001 في مؤسسة نفضال فرع الزفت تقرت:

تحصلت المؤسسة الاقتصادية نفضال على المواصفة الدولية ايزو 14001 اصدار 2004 بتاريخ 02 أبريل 2012 وهذا لمدة صلاحية حددت بثلاثة سنوات من طرف مكتب (Vinçotte international Algérie) التابع للمنظمة العالمية ISO والتي يقع مقرها الرئيسي في بلجيكا، حيث توفر أكثر من 130 خدمة متخصصة في مجال التفتيش و الرقابة و اصدار الشهادات وكذلك التحليل و الاختبار، حيث استفادت مؤسسة نفضال في هذا الشأن من عمل فيما يخص النوعية، السلامة، حماية البيئة والاستدامة بكل حياد وموضوعية. وتتمثل هذه الخدمات في التقييس، تقييم المطابقة، المراجعة البيئية، استشارات والتكوين، كما أن تاريخ انقضاء صلاحيتها كان في 01 أبريل 2015 لكن ولحرص مؤسسة نفضال على مطابقتها للمعايير الدولية قامت بتجديد اعتماد هذه المواصفة من طرف نفس المكتب بتاريخ 12 مارس 2015. وكان ذلك بعد اتباع الخطوات التالية:

- تحديد إجراءات التشغيل الضرورية وتعليمات العمل الواجب اتباعها لنظام HSEQ في دليل استعمال (MANUEL).
- تحديد تسلسل وتفاعل العمليات وفق مخططات بيانية.
- تحديد طرق ووسائل التي تضمن التنفيذ السليم والكفاء مع توثيقها في بطاقات تعريفية للعمليات (Fiche d'identification des processus).
- ضمان توفر المعلومات الضرورية لحسن سير العمل ومراقبة العمليات.
- تنفيذ المراجعة البيئية واتخاذ الإجراءات التصحيحية.
- اتباع الإجراءات الازمة لقيام بعملية التحسين المستمر (Amelioration Continue).
- الاستجابة للمتطلبات القانونية المتعلقة بحماية البيئة والتي لها علاقة بنشاط المؤسسة.
- التحكم في تسيير الوثائق والسجلات.

تدريب العمال وتطوير قدراتهم ومؤهلاتهم [9]

## IV - 6 مكاسب تطبيق نظام الإدارة البيئية ISO 14001 نسخة 2015 (أ) المكاسب الاقتصادية:

تعزيز الميزة التنافسية وزيادة فرص كسب المشاريع وكذا حصد مكانة في السوق الوطنية والدولية. تحقيق مداخيل أخرى من بيع مخلفات الصناعة لشركة الوطنية لجمع النفايات (ENR) وإعادة التكرير والرسكلة.

تخفيض متطلبات النشاط من المواد الأولية والطاقة وعليه تحسين الرقابة على التكاليف (الزيادة في رقم الأعمال).

خفض أعباء النقل والتخزين، فضلا عن تخفيض التعويضات القانونية نظير الأضرار البيئية. تطوير قنوات الاتصال بين الشركة والجهات الحكومية المختصة قصد تحسين صورة الشركة وأدائها البيئي مما يزيد من سمعتها.

## (ب) المكاسب البيئية:

حماية الأنظمة البيئية والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية حيث يقوم المركز خلال دورات بتحديد نسب استهلاك المواد والطاقة لوحدة الإنتاج والصيانة.

تقليل من كمية النفايات وبالتالي نقل المخاطر الناجمة عن الانبعاثات ويؤدي ذلك الى تحسين صحة الانسان في العمل والمجتمع.

الاسهام ولو بجزء صغير في مشكلة الاحتباس الحراري وحماية طبقة الأوزون التي أصبحت تهدد مستقبل الأجيال القادمة.

منع التلوث وحماية البيئة وذلك من خلال معالجة المركز للمياه الملوثة قبل صرفها لتجنب تلويثها للمياه الجوفية وللتربة، وإدارة النفايات.

تحسين الأداء في النواحي البيئية ودفع العاملين للتعرف على المتطلبات البيئية وتحسين قدراتهم على الأداء الصناعي البيئي وتدريبهم واثبات دورهم الكبير في حماية البيئة.

الاهتمام الجدي من المؤسسات لدراسة دورة حياة منتجاتهم وتقييم تأثيراتها البيئية والسعي لجعلها أكثر صداقة للبيئة.

## (ج) المكاسب إدارية:

زيادة الوعي البيئي للعمال بإشراكهم في تطبيق نظام الإدارة البيئية وهذا عن طريق التكوين المستمر والدورات التحسيسية في الجوانب البيئية وتعريفهم بآثار السلبية الواجب إصلاحها والإيجابية المكتسبة.

توسيع نطاق المسؤولية البيئية في جميع نقاط المركز من أجل الحفاظ على هذا المكسب عن طريق الخطاب وتقيد العمال بتطبيق التعليمات البيئية.

زيادة رضا العاملين حيث أن اشراك العاملين في تنفيذ متطلبات الإدارة البيئية يزيد من وعيهم بأهمية الشأن البيئي ويرفع من معنوياتهم مما ينعكس اجابا على المردود العملي.

تعرف العمال الجدد على الأعمال المطلوبة منهم بسرعة بفضل التوثيق الواضح للمسؤوليات والإصلاحات. تشجيع التعاون والتنسيق بين مختلف مصالح المؤسسة والعمل على تحقيق هدف واحد يتمثل في التحسين المستمر.

الاستفادة من مراجعة الإدارة لأنظمة البيئية داخليا كألية إدارية متميزة تسهم في أداء المؤسسة.

### المراجع باللغة الأجنبية:

- [1] مهدي السمراي، إدارة الجودة الشاملة في القطاعين الإنتاجي والخدمي، دار جرير للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2007، ص 377.
- [2] سوسن شاكر مجيد، محمد عواد الزيادات، إدارة الجودة الشاملة، تطبيقات في الصناعة والتعليم، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، 2007، ص 90.
- [3] حسين عبد العال محمد، الاتجاهات الحديثة في إدارة الجودة والمواصفات القياسية (الايزو) 9014-9000 وأهم التعديلات التي أدخلت عليها، دار الفكر الجامعي، مصر، 2007، ص 90.
- [4] محفوظ أحمد جودة، إدارة الجودة الشاملة في أجهزة الشرطة العامة، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، القاهرة، مصر، 2006، ص 237.
- [5] أحمد محمد غنيم، إدارة الجودة الشاملة، المكتبة العصرية للنشر، الطبعة الثانية، مصر، 2008-2009، ص 66.
- [6] إياد عبد الله شعبان، إدارة الجودة الشاملة، مدخل نظري وعلمي نحو ترسيخ ثقافة الجودة وتطبيق معايير، دار زهران للنشر، الطبعة الأولى، 2009، ص 226.
- [7] نموذج خاص بالمراجعة البيئية لمركز الزيت تقرر.
- [8] مجدوب بحوصي، الياس سليمان، زكريا نفاح، نظام الإدارة البيئية ISO 14001 في مؤسسة نفضال، المجلد 5، العدد 2، جامعة طاهري محمد، بشار، 2014.
- [9] مدني بن شهرة، بطيب عبد الوهاب، تطبيق نظام الإدارة البيئية في المؤسسة الاقتصادية نفضال طبقا للمواصفة الدولية ISO 14001، المركز الجامعي عين تيموشنت، 2017.

# الفصل الخامس

## نتائج ومناقشة

V نتائج ومناقشة:

1 - 1 نتائج جزء التربة

1 - 1 - 1 نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في التربة:

تمت مقارنة التوزيع المكاني لتركيز كل من ( Mn, Fe, Co ,Cu ,Pb, Zn ) لعينات التربة السطحية المأخوذة من منطقة الدراسة بخلفيتها للقيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر وهذا حسب المرسوم التنفيذي رقم 06-138 المؤرخ بتاريخ 15 أفريل 2006 في الجريدة الرسمية الجدول رقم (26)، حيث كان متوسط تركيز كل من عناصر المنغنيز 5.431 مغ/مل، الحديد 8.457 مغ/مل، الكوبالت 0.627 مغ/مل، النحاس 0.666 مغ/مل، الرصاص 2.182 مغ/مل، لزنك 16.003 مغ/مل. من الملاحظ أنه باستثناء النحاس والكوبالت تراكيز المعادن الأخرى تجاوزت القيم الحدية وهذا ما يعني وجود تلوث لتربة المنطقة الصناعية لمدينة نقرت مستمد من المدخلات الطبيعية والأنشطة البشرية (الصناعة بدرجة أولى) ومن أجل تحديد ومعرفة مصدر هذه المعادن الثقيلة يتطلب منا حساب بعض مؤشرات التلوث والمعبر عنها بعامل التلوث CF ومؤشر حمولة التلوث PLI، عامل الاغناء EF.

جدول (24): قيم تراكيز المعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة

| العناصر             |        |       |       |       |       | الموقع |
|---------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| mg kg <sup>-1</sup> |        |       |       |       |       |        |
| Zn                  | Fe     | Co    | Cu    | Pb    | Mn    |        |
| 11.820              | 7.823  | 0.447 | 0.506 | 2.025 | 7.365 | S1     |
| 4.206               | 3.463  | 0.470 | 0.500 | 0.950 | 3.856 | S2     |
| 6.225               | 3.757  | 0.384 | 0.445 | 0.562 | 3.862 | S3     |
| 14.76               | 6.283  | 0.636 | 0.645 | 2.937 | 7.467 | S4     |
| 24.86               | 80.250 | 2.777 | 2.881 | 0.817 | 6.041 | S5     |
| 22.50               | 6.908  | 0.538 | 0.703 | 0.875 | 7.044 | S6     |
| 52.49               | 5.235  | 0.499 | 0.573 | 4.084 | 5.392 | S7     |
| 9.205               | 2.338  | 0.285 | 0.260 | 0.667 | 2.254 | S8     |
| 11.06               | 4.779  | 0.508 | 0.487 | 1.534 | 3.300 | S9     |
| 8.572               | 2.237  | 0.426 | 0.292 | 0.917 | 1.212 | S10    |
| 41.84               | 19.740 | 1.011 | 0.866 | 6.134 | 25.96 | S11    |
| 42.37               | 5.302  | 0.350 | 1.394 | 6.920 | 3.068 | S12    |
| 16.42               | 2.967  | 0.338 | 0.286 | 2.171 | 3.821 | S13    |
| 5.222               | 4.455  | 0.370 | 0.319 | 1.138 | 1.416 | S14    |
| 9.011               | 3.187  | 0.367 | 0.579 | 3.118 | 3.848 | S15    |
| 5.620               | 2.879  | 0.377 | 0.348 | 1.151 | 3.464 | S16    |
| 22.330              | 8.245  | 0.926 | 1.059 | 3.033 | 9.276 | S17    |
| 8.480               | 0.770  | 0.746 | 0.372 | 3.430 | 2.106 | S18    |
| 18.390              | 7.304  | 0.846 | 1.115 | 2.788 | 8.549 | S19    |
| 14.070              | 3.956  | 0.419 | 0.559 | 0.981 | 7.170 | S20    |
| 2.499               | 3.577  | 0.315 | 0.419 | 1.013 | 2.956 | S21    |
| 0.133               | 0.599  | 0.760 | 0.040 | 0.748 | 0.056 | S22    |

جدول (25): القيم الحدية للعناصر المقارنة

| Zn             | Fe               | Co                | Cu             | Pb                | Mn             | تركيز المعادن الثقيلة في القشرة الأرضية مغ/كغ |
|----------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|---|
| *70            | *50              | *10               | *55            | *14               | *900           | قيمة حد العتبة مغ/كغ                          |
| **2            | **1              | **2               | **1            | **0.5             | **1            | منظمة الصحة العالمية (WHO)                    |
| 5 <sup>c</sup> | 0.3 <sup>c</sup> | 0.01 <sup>c</sup> | 2 <sup>c</sup> | 0.01 <sup>b</sup> | 2 <sup>a</sup> |   |

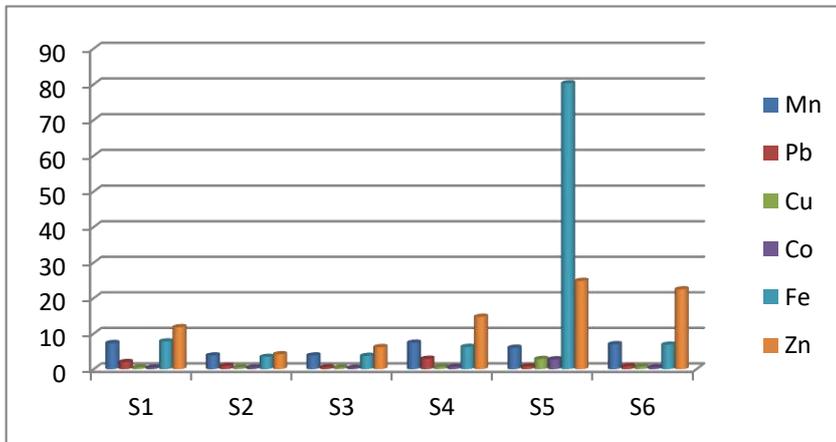
\* محمود فاضل عبد، حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، مجلة جامعة كركوك كلية العلوم، المجلد 12، العدد 3، العراق، 2017، ص 11.

\*\* الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية 2006.

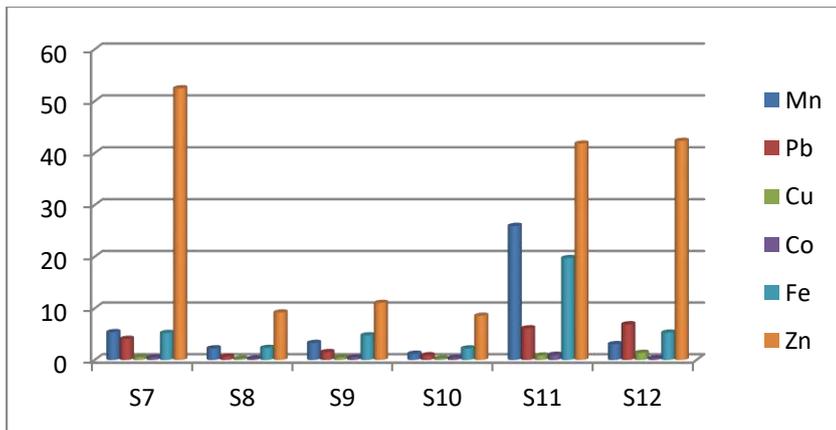
**a:** Olumuyiwa O. Okedeyi & Simiso Dube & Omotayo R. Awofolu & Mathew M. Nindi, Assessing the enrichment of heavy metals in surface soil and plant (*Digitaria eriantha*) around coal-fired power plants in South Africa, *Environ Sci Pollut Res* (2014) 21:4686–4696 DOI 10.1007/s11356-013-2432-

**b:** Ghazala Yaqub, Arooj Khan, Muhammad Zishan Ahmad, and Umadia Irshad, Determination of Concentration of Heavy Metals in Fruits, Vegetables, Groundwater, and Soil Samples of the Cement Industry and Nearby Communities and Assessment of Associated Health Risks, *Hindawi Journal of Food Quality* Volume 2021, Article ID 3354867.

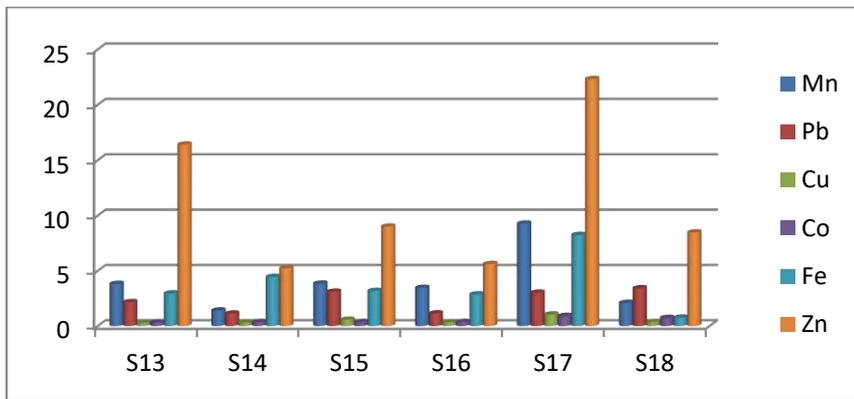
**c:** David Sylvester Kacholi, Minati Sahu, Levels and Health Risk Assessment of Heavy Metals in Soil, Water, and Vegetables of Dar es Salaam, Tanzania, *Hindawi Journal of Chemistry* Volume 2018, Article ID 1402674.



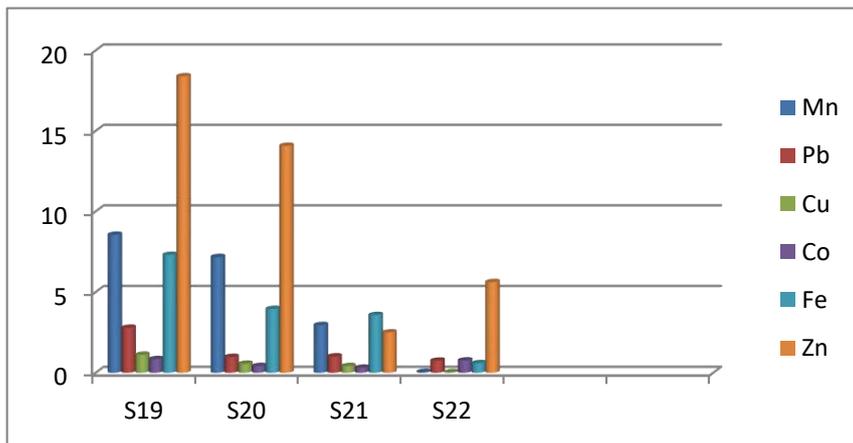
الشكل رقم (12): تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S1 إلى S6.



الشكل رقم (13): تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S7 إلى S12.



الشكل رقم (14): تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S13 إلى S18.



الشكل رقم (15): تمثيل بياني لقيم تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التربة من S19 إلى S22.

جدول (26): القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر [1]

| العنصر               | القيم الحدية القصوى مغ/كغ |
|----------------------|---------------------------|
| ألومنيوم             | 5                         |
| الكاديوم             | 0.1                       |
| الكروم ثلاثي التكافؤ | 2                         |
| الكروم سداسي التكافؤ | 0.1                       |
| النحاس               | 1                         |
| الكوبالت             | 2                         |
| الحديد               | 1                         |
| الزئبق               | 0.01                      |
| المنغنيز             | 1                         |
| النيكل               | 2                         |
| الرصاص               | 0.5                       |
| الزنك                | 2                         |

V - 1 - 2 نتائج عامل التلوث (CF):

يستخدم عامل التلوث على نطاق واسع لرصد مدى التلوث بالمعادن الثقيلة ويستخدم لتقييم درجة التأثير كنتيجة للنشاط البشري، كما يمكن استخدامه للتمييز بين أصل المعادن سواء كان ذلك من الأنشطة البشرية أو من النواتج الطبيعية [2].

إن عامل التلوث يعبر عن مقدار تلوث التربة بأي معدن من المعادن الثقيلة كما يشير إلى مستوى التلوث الحاصل بفعل التأثير البشري Anthropogenic لتربة معينة [3].

يعرض لنا الجدول رقم (25) قيم عامل التلوث للمعادن الثقيلة لعينات التربة التي تم جمعها من منطقة الدراسة حيث تراوح عامل التلوث بها ما بين 0.029 بالنسبة لـ Mn و 1.605 بالنسبة لـ Fe، في المقابل كانت قيم معدل عامل التلوث محصورة بين 0.005 - 0.228 وهذا لعنصري المنغنيز والزنك، وعليه جاء الترتيب عامل التلوث على النحو الموالي  $CF_{Zn} < CF_{Fe} < CF_{Pd} < CF_{Co} < CF_{Cu}$ ، كما كانت أعلى قيمة لعامل التلوث لعنصر الرصاص على الراجح تعود للانبعاثات الناتجة عن المركبات أو المخلفات النفطية، كما كانت أدنى قيمة لعنصر المنغنيز لكونه عنصر ثابت في القشرة الأرضية [4].

ومن هذا المنطلق تظهر لنا قيم CF في مجملها ضمن فئة عامل تركيز منخفض أي أقل من الواحد حسب التصنيف المشار إليه في الجدول رقم (12) من الفصل الثالث.

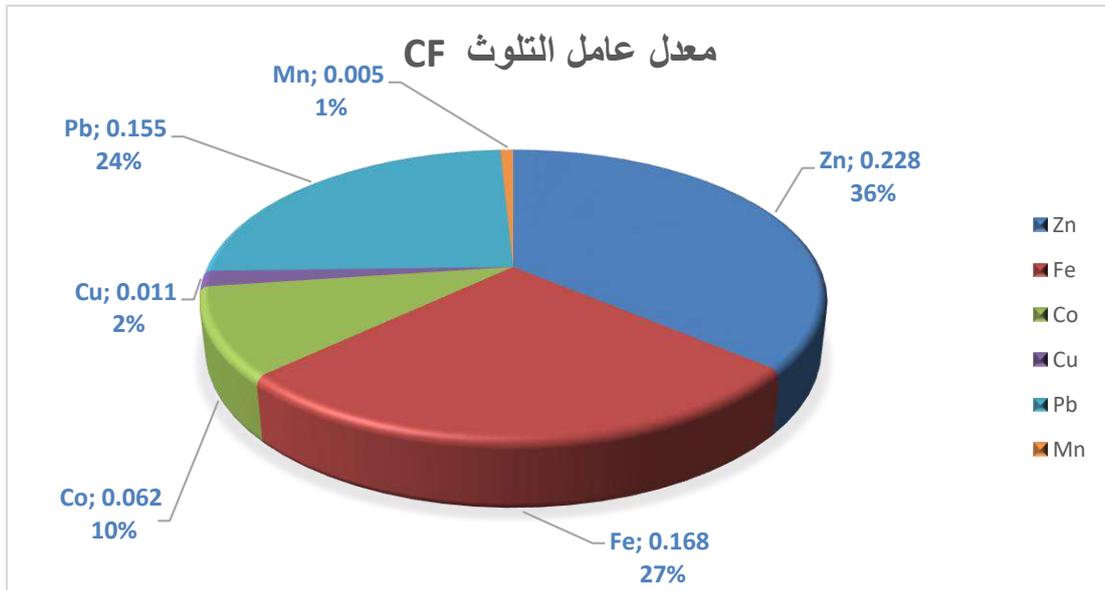
وهذا ما يرجح على أن العناصر الثقيلة الموجودة في تربة منطقة الدراسة قد اشتقت بشكل رئيسي من صخور القشرة الأرضية [5].

جدول (27): قيم مدى ومعدل عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة

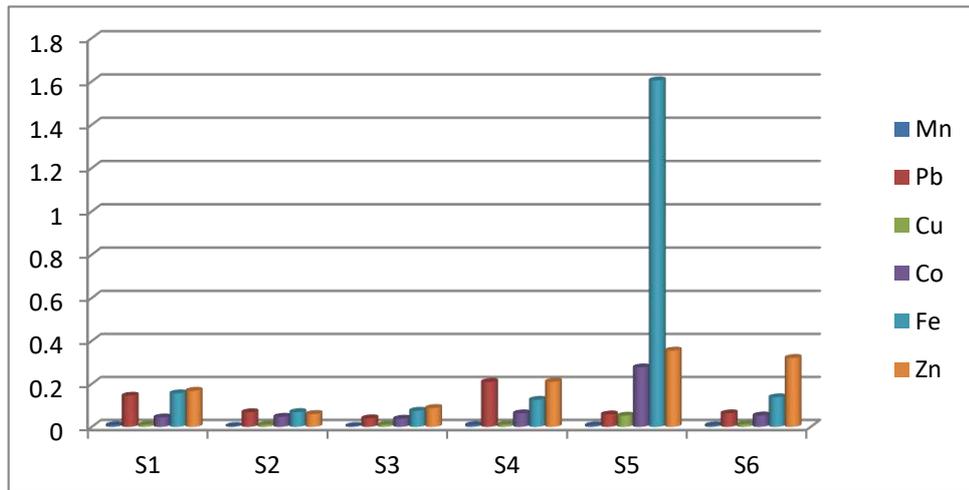
| العنصر | قيمة عامل التلوث |        | التصنيف جودة التربة |
|--------|------------------|--------|---------------------|
|        | المدى            | المعدل |                     |
| Zn     | 0.749 - 0.001    | 0.228  | عامل تركيز منخفض    |
| Fe     | 1.605 - 0.011    | 0.168  | عامل تركيز منخفض    |
| Co     | 0.277 - 0.028    | 0.062  | عامل تركيز منخفض    |
| Cu     | 0.052 - 0.000    | 0.011  | عامل تركيز منخفض    |
| Pb     | 0.494 - 0.040    | 0.155  | عامل تركيز منخفض    |
| Mn     | 0.029 - 0.000    | 0.005  | عامل تركيز منخفض    |

جدول (28) : قيم عامل التلوث CF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة

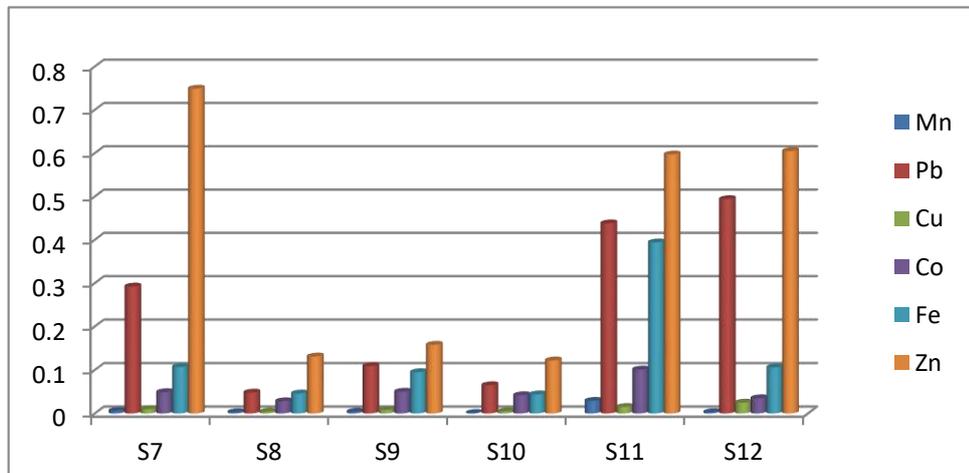
| المعادن الثقيلة |       |       |       |       |       |            |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Zn              | Fe    | Co    | Cu    | Pb    | Mn    | الموقع     |
| 0.168           | 0.156 | 0.044 | 0.010 | 0.145 | 0.008 | <b>S1</b>  |
| 0.060           | 0.069 | 0.047 | 0.010 | 0.068 | 0.004 | <b>S2</b>  |
| 0.088           | 0.075 | 0.038 | 0.010 | 0.040 | 0.004 | <b>S3</b>  |
| 0.210           | 0.126 | 0.063 | 0.011 | 0.209 | 0.008 | <b>S4</b>  |
| 0.355           | 1.605 | 0.277 | 0.052 | 0.058 | 0.007 | <b>S5</b>  |
| 0.321           | 0.138 | 0.053 | 0.012 | 0.063 | 0.007 | <b>S6</b>  |
| 0.749           | 0.107 | 0.049 | 0.010 | 0.292 | 0.006 | <b>S7</b>  |
| 0.131           | 0.046 | 0.028 | 0.004 | 0.048 | 0.003 | <b>S8</b>  |
| 0.158           | 0.095 | 0.050 | 0.008 | 0.109 | 0.004 | <b>S9</b>  |
| 0.122           | 0.044 | 0.042 | 0.005 | 0.065 | 0.001 | <b>S10</b> |
| 0.597           | 0.394 | 0.101 | 0.015 | 0.438 | 0.029 | <b>S11</b> |
| 0.605           | 0.106 | 0.035 | 0.025 | 0.494 | 0.003 | <b>S12</b> |
| 0.234           | 0.059 | 0.033 | 0.005 | 0.155 | 0.004 | <b>S13</b> |
| 0.075           | 0.089 | 0.037 | 0.006 | 0.081 | 0.002 | <b>S14</b> |
| 0.128           | 0.063 | 0.036 | 0.011 | 0.222 | 0.004 | <b>S15</b> |
| 0.080           | 0.057 | 0.037 | 0.006 | 0.082 | 0.004 | <b>S16</b> |
| 0.319           | 0.165 | 0.092 | 0.019 | 0.216 | 0.010 | <b>S17</b> |
| 0.121           | 0.015 | 0.074 | 0.007 | 0.245 | 0.002 | <b>S18</b> |
| 0.262           | 0.146 | 0.084 | 0.020 | 0.199 | 0.009 | <b>S19</b> |
| 0.201           | 0.079 | 0.041 | 0.010 | 0.070 | 0.007 | <b>S20</b> |
| 0.035           | 0.071 | 0.031 | 0.007 | 0.072 | 0.003 | <b>S21</b> |
| 0.001           | 0.011 | 0.076 | 0     | 0.053 | 0     | <b>S22</b> |



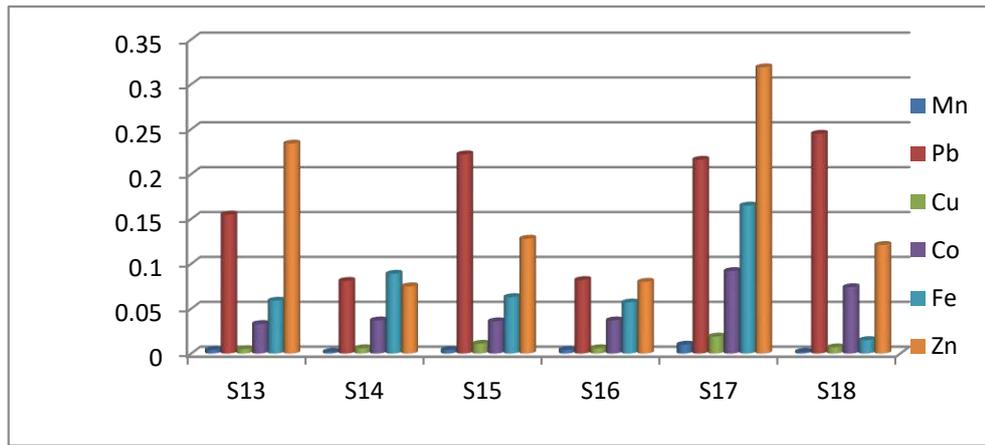
الشكل رقم (16): تمثيل بياني لمعدل عامل التلوث



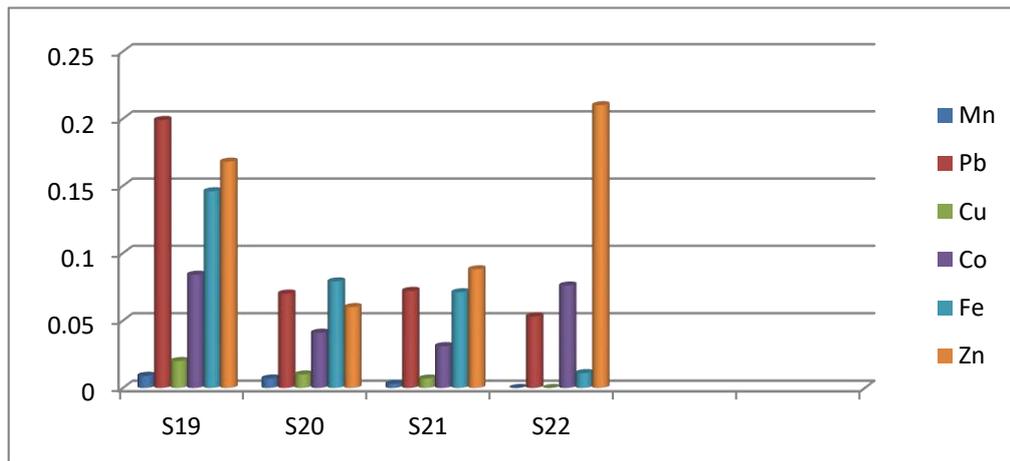
الشكل رقم (17): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن في التربة من S1 إلى S6.



الشكل رقم (18): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن في التربة من S7 إلى S12.



الشكل رقم (19): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن في التربة من S13 إلى S18.



الشكل رقم (20): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث CF للمعادن في التربة من S19 إلى S22.

### 3 - 1 - V نتائج معامل الاغناء (EF):

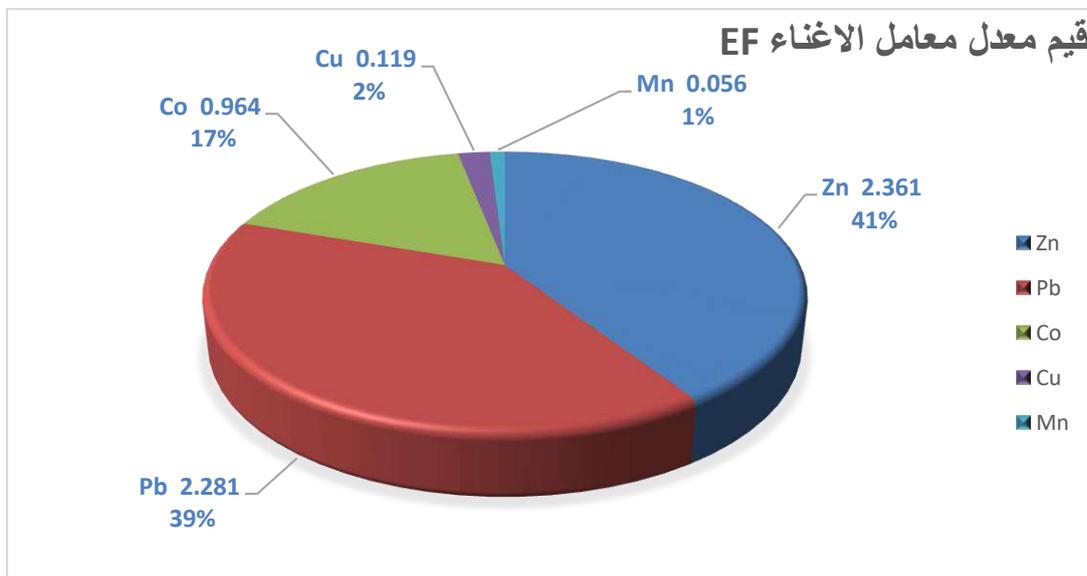
يستخدم عامل الاغناء لتقييم مدى وجود وشدة ترسب الملوثات بشرية المنشأ على التربة السطحية، إضافة الى إمكانية استخدامه لتحديد المنشأ المحتمل للمعادن الثقيلة [6]. كما أن عامل الاغناء طريقة مناسبة للتمييز بين مصادر وفرة المعادن الثقيلة في التربة سواء كانت مصادرها طبيعية أو بشرية [7]. غالباً ما تستخدم العناصر Si، K، Sr، Ti، Al، Fe كعناصر مرجعية في تحديد عامل الاغناء وهذا كون هذه العناصر تتميز بقلة تباين منخفض [8].

إن قيم عامل الاغناء التي تتراوح بين 0.05 - 1.5 تشير إلى وجود المعادن الثقيلة نتيجة للعمليات الطبيعية الجيولوجية في الغالب، بينما تشير قيم عامل الاغناء الأكبر من 1.5 إلى أن المصدر المحتمل للمعادن الثقيلة يكون بفعل التأثيرات البشرية المختلفة. تم حساب عامل الاغناء للمعادن الثقيلة المدروسة وتم اختيار معدن Fe كمعدن مرجعي، يبين الجدول رقم 29 الحد الأدنى والحد الأقصى ومعدل قيم (EF). تراوحت قيم عامل الاغناء EF لكل من Mn، Cu، Co، Pb، Zn في تربة منطقة الدراسة بين:

0.152 – 0.004، 0.439 – 0.033، 6.344 – 0.173، 15.909 – 0.036، 7.866 – 0.159 على التوالي وعليه كانت على الترتيب التالي  $Zn < Pb < Co < Cu < Mn$ ، وبلغ معدلها 2.361، 2.281، 0.964، 0.119، 0.056 وهذا باعتبار نفس الترتيب السابق. من خلال النتائج المدونة في الجدول رقم 29 نلاحظ أن قيم معدل EF لكل من معدن المنغنيز والنحاس والكوبالت  $EF < 1$  مما يدل على أن عامل الاغناء لهذه المعادن المدروسة يقع ضمن فئة الاغناء غير ملوث وفقا للتصنيف المذكور في الجدول (25)، مما يمكن اعتبار مصدره الأساسي المدخلات الجيولوجيا، غير أنه هناك تلوث متوسط  $1 < EF < 3$  لتربة السطحية بمعدني الرصاص والزنك مما يرجح أن مصدر هذين المعدنين هو مدخلات الأنشطة الصناعية المختلفة لاسيما النفطية منها بإضافة الى النشاط المتعلق بالحركة المرورية علما بأن منطقة الدراسة تقع بمحاذاة الطريق الوطني رقم 3. وبشكل عام تتدرج قيم الاغناء المعادن الثقيلة لتربة السطحية لمنطقة الدراسة ضمن فئة الاغناء المنخفض وهذا لعدم وجود صناعات ثقيلة معتبرة بهذه المنطقة.

جدول (29): قيم مدى ومعدل معامل الاغناء EF للمعادن في التربة

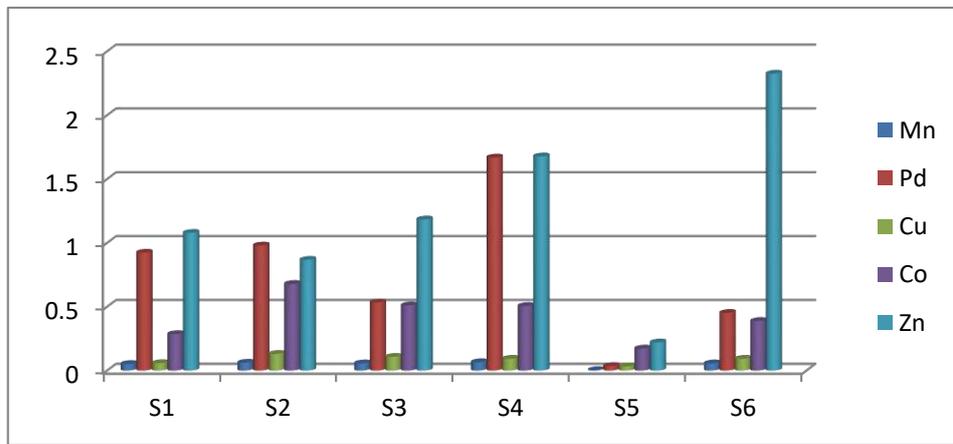
| التصنيف جودة التربة | قيمة معامل الاغناء EF |                | العنصر |
|---------------------|-----------------------|----------------|--------|
|                     | المعدل                | المدى          |        |
| اغناء منخفض         | 0.056                 | 0.152 – 0.004  | Mn     |
| اغناء متوسط         | 2.281                 | 15.909 – 0.036 | Pb     |
| اغناء منخفض         | 0.119                 | 0.439 – 0.033  | Cu     |
| اغناء منخفض         | 0.964                 | 6.344 – 0.173  | Co     |
| اغناء متوسط         | 2.361                 | 7.866 – 0.159  | Zn     |



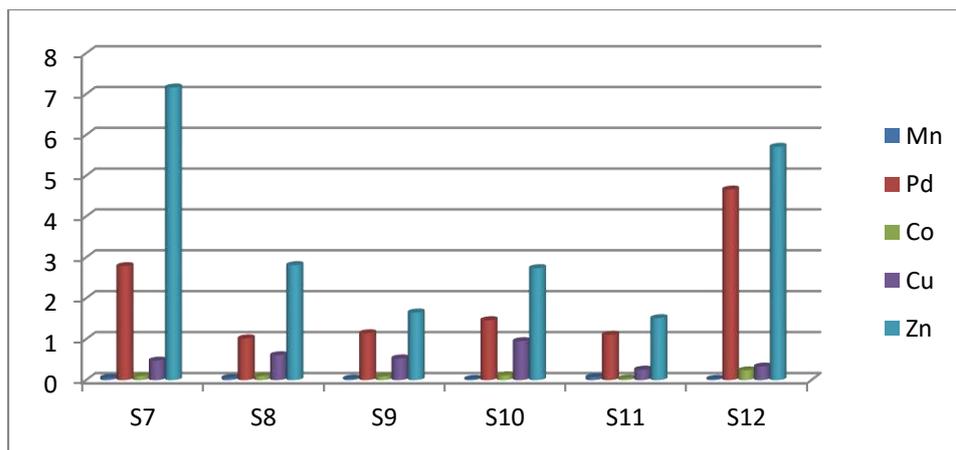
الشكل رقم (21): تمثيل بياني لمعدل عامل الاغناء EF للمعادن الثقيلة في التربة

جدول (30): قيم معامل الاغناء EF للمعادن في التربة

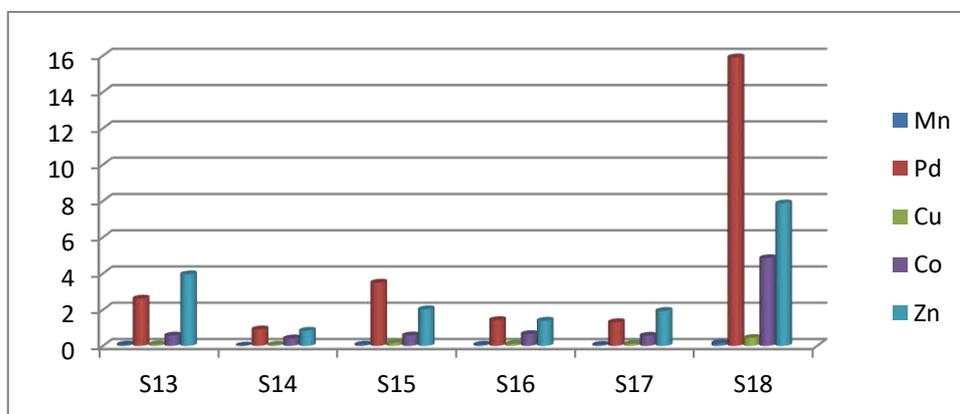
| المعادن |       |       |        |       |            |
|---------|-------|-------|--------|-------|------------|
| Zn      | Co    | Cu    | Pb     | Mn    | الموقع     |
| 1.079   | 0.286 | 0.059 | 0.924  | 0.052 | <b>S1</b>  |
| 0.868   | 0.679 | 0.131 | 0.980  | 0.062 | <b>S2</b>  |
| 1.184   | 0.511 | 0.108 | 0.534  | 0.057 | <b>S3</b>  |
| 1.678   | 0.506 | 0.093 | 1.669  | 0.066 | <b>S4</b>  |
| 0.221   | 0.173 | 0.033 | 0.036  | 0.004 | <b>S5</b>  |
| 2.326   | 0.389 | 0.093 | 0.452  | 0.057 | <b>S6</b>  |
| 7.162   | 0.477 | 0.100 | 2.786  | 0.057 | <b>S7</b>  |
| 2.812   | 0.609 | 0.101 | 1.019  | 0.054 | <b>S8</b>  |
| 1.653   | 0.531 | 0.093 | 1.146  | 0.038 | <b>S9</b>  |
| 2.737   | 0.952 | 0.119 | 1.464  | 0.030 | <b>S10</b> |
| 1.514   | 0.256 | 0.040 | 1.110  | 0.073 | <b>S11</b> |
| 5.708   | 0.330 | 0.239 | 4.661  | 0.032 | <b>S12</b> |
| 3.953   | 0.570 | 0.088 | 2.613  | 0.072 | <b>S13</b> |
| 0.837   | 0.415 | 0.065 | 0.912  | 0.018 | <b>S14</b> |
| 2.020   | 0.576 | 0.165 | 3.494  | 0.067 | <b>S15</b> |
| 1.394   | 0.655 | 0.110 | 1.428  | 0.067 | <b>S16</b> |
| 1.935   | 0.562 | 0.117 | 1.314  | 0.063 | <b>S17</b> |
| 7.866   | 4.844 | 0.439 | 15.909 | 0.152 | <b>S18</b> |
| 1.798   | 0.579 | 0.139 | 1.363  | 0.065 | <b>S19</b> |
| 2.540   | 0.530 | 0.128 | 0.886  | 0.101 | <b>S20</b> |
| 0.499   | 0.440 | 0.106 | 1.011  | 0.046 | <b>S21</b> |
| 0.159   | 6.344 | 0.061 | 4.460  | 0.005 | <b>S22</b> |



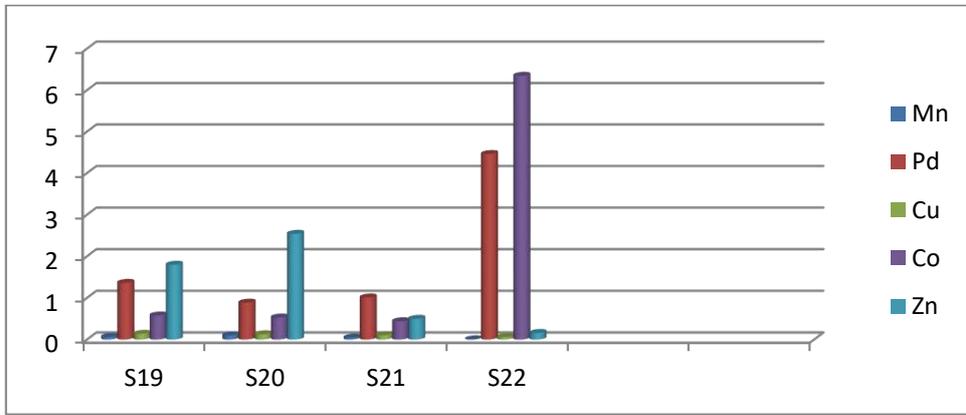
الشكل رقم (22): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن في التربة من S1 إلى S6 .



الشكل رقم (23): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن في التربة من S7 إلى S12.



الشكل رقم (24): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن في التربة من S13 إلى S18.



الشكل رقم (25): تمثيل بياني لقيم عامل التلوث EF للمعادن في التربة من S19 إلى S22.

### V - 1 - 4 نتائج مؤشر حمولة الملوثات (PLI):

للحصول على قيمة مؤشر حمولة الملوثات يستوجب علينا حساب قيم مؤشر التلوث الأحادي وهذا راجع للعلاقة التي تربط بينهما.

على اعتبار أن مؤشر حمل التلوث وسيلة مفيدة يستخدم عادة لتقييم درجة التلوث في التربة، كما أنه يعتبر وسيلة سهلة لتقدير مدى التدهور الحاصل لحالة التربة نتيجة لتراكم المعادن الثقيلة بها [9].

غالبًا ما يتم استخدام مؤشر التلوث Nemerow لتقييم حالة التلوث بالمعادن الثقيلة على وجه العموم ويتم استخدام مؤشر التلوث الأحادي لتقييم مستوى التلوث لمعدن ثقيل واحد.

يتم حساب مؤشر التلوث الأحادي للمعادن الثقيلة في عينات التربة كما ذكره حسب العلاقة الموضح في المعادلة (3) المشار إليها في الفصل الثالث.

لا يعكس مؤشر التلوث الأحادي درجة التلوث للمعادن الثقيلة أحادية العامل فحسب بل يصف أيضًا التلوث الشامل للعديد من المعادن الثقيلة، بالإضافة إلى ذلك فإنه يسلط الضوء على تأثير وتأثير الملوث صاحب أكبر مؤشر تلوث على جودة البيئة. يستخدم هذا المؤشر حاليًا بشكل متكرر لأنه طريقة شاملة لتقييم الجودة البيئية [10].

يستخدم مؤشر التلوث الأحادي (PI) بشكل شائع لتقييم جودة التربة [11].

بتطبيق العلاقة رقم (4) والمشار إليها في الفصل الثالث يمكننا حساب قيم (PLI).

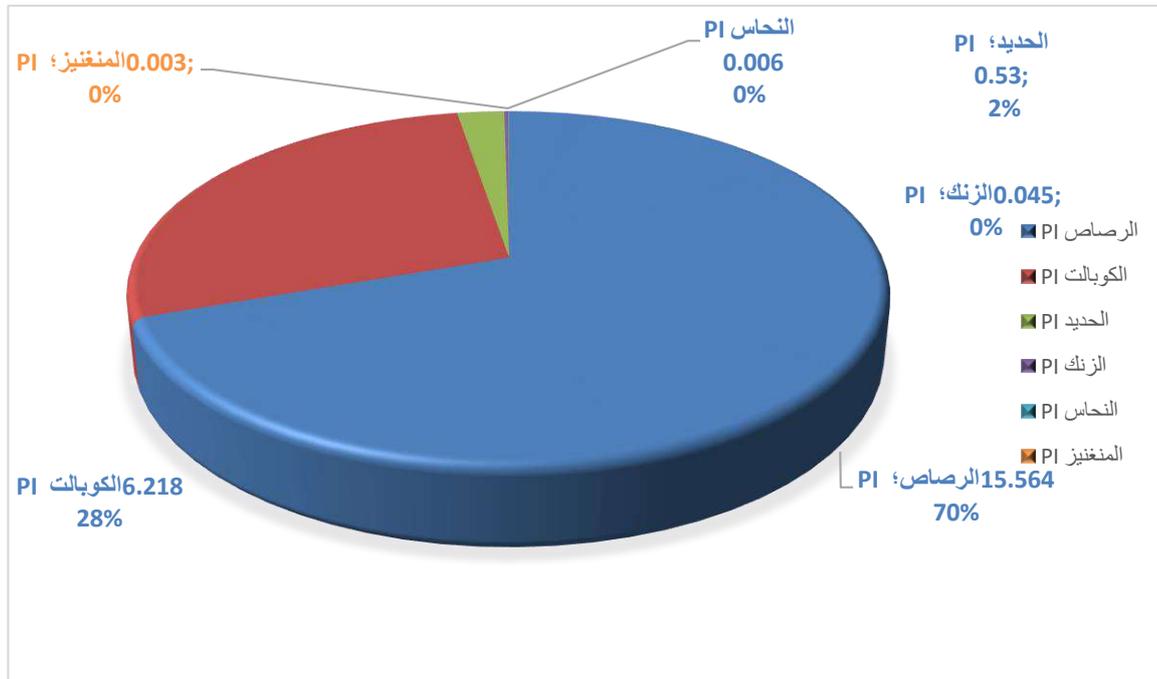
وجاءت نتائج هذا الأخير في الجدول رقم (31):

جدول (31): قيم مؤشر التلوث الأحادي (PI) و مؤشر حمولة التلوث (PLI) للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة (مغ/ كغ).

| Index | PI    |       |        |       |        |       | العينة |
|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
|       | Zn    | Fe    | Co     | Cu    | Pb     | Mn    |        |
| PLI   |       |       |        |       |        |       |        |
| 1.636 | 0.033 | 0.520 | 4.400  | 0.005 | 14.500 | 0.004 | S1     |
| 1.505 | 0.012 | 0.230 | 4.700  | 0.005 | 6.800  | 0.002 | S2     |
| 1.414 | 0.017 | 0.250 | 3.800  | 0.005 | 4.000  | 0.002 | S3     |
| 1.735 | 0.042 | 0.410 | 6.300  | 0.005 | 20.900 | 0.004 | S4     |
| 1.836 | 0.071 | 5.350 | 27.700 | 0.026 | 5.800  | 0.003 | S5     |
| 1.513 | 0.064 | 0.460 | 5.300  | 0.006 | 6.300  | 0.003 | S6     |
| 1.801 | 0.149 | 0.356 | 4.900  | 0.005 | 29.200 | 0.003 | S7     |
| 1.405 | 0.026 | 0.153 | 2.800  | 0.002 | 4.800  | 0.001 | S8     |
| 1.588 | 0.031 | 0.316 | 5.000  | 0.004 | 10.900 | 0.002 | S9     |
| 1.486 | 0.024 | 0.146 | 4.200  | 0.002 | 6.500  | 0.000 | S10    |
| 1.946 | 0.119 | 1.313 | 10.100 | 0.007 | 43.800 | 0.014 | S11    |
| 1.935 | 0.121 | 0.353 | 3.500  | 0.012 | 49.400 | 0.001 | S12    |
| 1.631 | 0.046 | 0.196 | 3.300  | 0.002 | 15.500 | 0.002 | S13    |
| 1.512 | 0.015 | 0.296 | 3.700  | 0.003 | 8.100  | 0.001 | S14    |
| 1.717 | 0.025 | 0.210 | 3.600  | 0.005 | 22.200 | 0.002 | S15    |
| 1.512 | 0.016 | 0.190 | 3.700  | 0.003 | 8.200  | 0.002 | S16    |
| 1.772 | 0.063 | 0.550 | 9.200  | 0.009 | 21.600 | 0.005 | S17    |
| 1.777 | 0.024 | 0.050 | 7.400  | 0.003 | 24.500 | 0.001 | S18    |
| 1.743 | 0.052 | 0.146 | 8.400  | 0.010 | 19.900 | 0.004 | S19    |
| 1.493 | 0.040 | 0.079 | 4.100  | 0.005 | 7.000  | 0.003 | S20    |
| 1.474 | 0.007 | 0.071 | 3.100  | 0.007 | 7.200  | 0.001 | S21    |
| 1.529 | 0.000 | 0.011 | 7.600  | 0.000 | 5.300  | 0.000 | S22    |

جدول (32): الدراسة الإحصائية الوصفية لقيم مؤشر التلوث (PI) و (PLI).

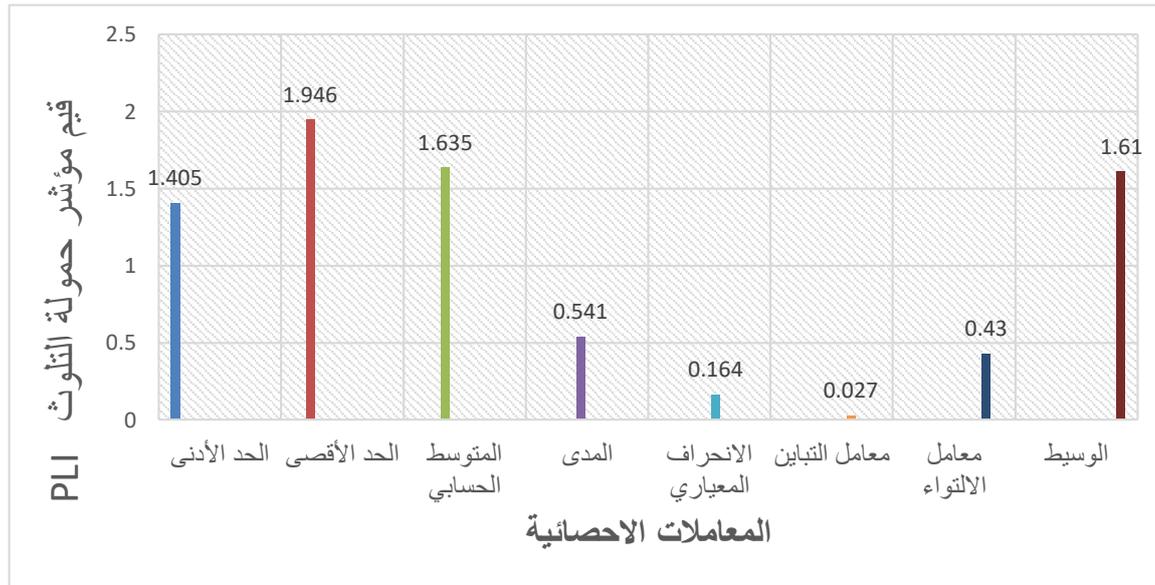
| Index | Zn             | Fe    | Co     | Cu    | Pb     | Mn    | الوصف الإحصائي    |
|-------|----------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------------------|
| PLI   | ----- PI ----- |       |        |       |        |       |                   |
| 1.405 | 0.000          | 0.011 | 2.800  | 0.000 | 4.00   | 0.000 | الحد الأدنى       |
| 1.946 | 0.149          | 5.35  | 27.700 | 0.026 | 49.40  | 0.014 | الحد الأقصى       |
| 1.635 | 0.045          | 0.530 | 6.218  | 0.006 | 15.564 | 0.003 | المتوسط الحسابي   |
| 0.541 | 0.149          | 5.339 | 24.900 | 0.026 | 45.40  | 0.014 | المدى             |
| 0.164 | 0.039          | 1.110 | 5.230  | 0.005 | 12.549 | 0.003 | الانحراف المعياري |
| 0.027 | 0.002          | 1.232 | 27.354 | 0.000 | 157.47 | 0.000 | معامل التباين     |
| 0.430 | 1.436          | 4.277 | 3.589  | 2.809 | 1.487  | 3.133 | معامل الالتواء    |
| 1.610 | 0.032          | 0.240 | 4.550  | 0.005 | 9.550  | 0.002 | الوسيط            |



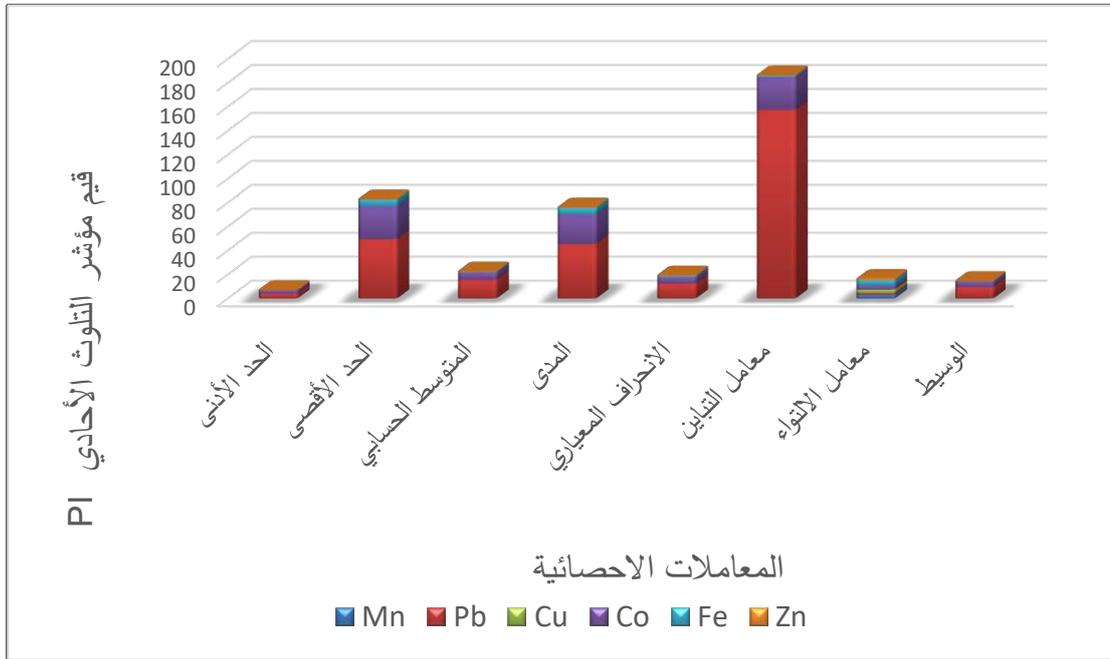
الشكل رقم (26): تمثيل بياني لقيم المتوسط الحسابي مؤشر التلوث الأحادي (PI) للمعادن الثقيلة في التربة

من خلال قيم مؤشر التلوث الأحادي (PI) المدرجة في الجدول رقم (31) وباعتماد على الدراسة الإحصائية الوصفية المسجلة في الجدول رقم (32) يتبين لنا أن قيم PI تراوحت بين 0.00 - 49.40 بينما كان ترتيبها حسب قيم المتوسط الحسابي على النحو الموالي.  $Pb > Co > Fe > Zn > Cu > Mn$ . كما تشير النتائج الى وجود (تلوث عالي جدا) أي ضمن الصنف الثاني  $PI > 3$  لكل من معدني الرصاص والكوبالت بقيمتي 15.564، 6.218 على الترتيب وهذا ما يوافق النتائج المتحصل عليها بالنسبة لمعامل الإغناء EF حيث من الراجح أن يكون هذا التلوث ناشئ عن حركة المرور بدرجة الأولى بإضافة الى النشاط الصناعي المقام في هذه المنطقة، بالمقابل كانت قيم مؤشر التلوث الأحادي لكل من معدن الحديد والزنك والنحاس والمنغنيز ضمن درجة الصفر أي  $PI \geq 1$  مما يشير الى عدم تلوث تربة منطقة الدراسة بهذه المعادن.

أما بالنسبة لنتائج معامل حمولة التلوث (PLI) فكانت بين حد أي ب 1.405 و حد أقصى ب 1.946 ومتوسط حسابي يقدر ب 1.635 أي في مجملها ضمن الدرجة الثانية والمعبر عنها ب  $PLI \geq 2$  (غير ملوث الى ملوث بشكل معتدل) وهذا لجميع المواقع وفقا لتصنيف المذكور في الجدول رقم (15) في الفصل الثالث، وهذا ما تفسره قيم الانحراف المعياري (عدم الخروج عن القيم المحددة) ومعامل التباين التي لم تتجاوز الواحد إشارة الى عدم وجود اختلاف في توزيع تركيز هذه المعادن الثقيلة وترجيح أن وجود هذه المعادن في تربة منطقة الدراسة يرجع الى تركيبة الجيولوجية للأرض أي بفعل طبيعي.



الشكل رقم (27): تمثيل بياني يوضح الدراسة الإحصائية لمؤشر حمولة التلوث PLI



الشكل رقم (28): بياني يوضح الدراسة الاحصائية لمؤشر التلوث الأحادي PI

### الخلاصة:

أجريت هذه الدراسة لتقدير تراكيز بعض المعادن الثقيلة وكذلك تحديد بعض المؤشرات البيئية التي تقيم مستوى التلوث البيئي في عينات التربة السطحية التي تم جمعها من منطقة الدراسة، حيث أشارت نتائج متوسط تركيز المعادن الثقيلة المدروسة  $Mn, Fe, Zn, Cu, Pb, Co$  في عينات التربة تباين ملحوظ حسب كل معدن على حدى وهذا مقارنة بالقيم المسموح بها في بلدنا (الجريدة الرسمية الجزائرية) وكذا منظمة الصحة العالمية.

واستنادا الى مؤشرات التلوث البيئي من عامل التلوث (CF) ومعامل الاغناء (EF) ومؤشر التلوث الأحادي (PI) ومؤشر حمولة التلوث (PLI) بينت النتائج أن جميع المواقع التي اخذت منها العينات كانت غير ملوثة الى ملوثة بشكل معتدل بدرجات مختلفة، حيث أشار عامل التلوث الى عدم وجود أي تلوث في جميع نقاط أخذ عينات التربة، كم أظهرت قيم معامل الاغناء أن معدني الرصاص والزنك لهما اغناء متوسط، في حين بقية المعادن الأخرى تعتبر غير ملوثة، في حين دل مؤشر التلوث الأحادي على وجود تلوث عالي جدا بنظر الى التباين الكبير بين قيمتي متوسط كل من معدن الرصاص والكوبالت مقارنة بتوزيع تراكيز المعادن الأخرى وعليه الراجح أنهما من مصدر بشري أي صناعي، وحسب نتائج مؤشر حمولة التلوث فإنه يوجد وفرة في تركيز معظم المعادن الثقيلة المدروسة مما يدل على أن الصناعة (العامل البشري) و العامل الجيولوجي (الطبيعي) لهما أثر ملحوظ في تربة منطقة الدراسة.

أثبتت دراسات سابقة في هذا المجال الى أنه لا يوجد طريقة منهجية لتوزيع المعادن الثقيلة في التربة، كما يعود التباين والاختلاف الموجودين في توزيع هذه المعادن في التربة الى عدة عوامل منها البنية

البيولوجية، الأنشطة الزراعية والأنشطة الصناعية المختلفة وخاصة الثقيلة منها، طرق التخلص من النفايات، وجود وتطبيق فعلي لأنظمة حماية البيئة.

## 2 - V نتائج جزء الماء

الخواص الفيزيوكيميائية لعينات المياه المستعملة لنقاط منطقة الدراسة:

الجدول رقم (33): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 1)

| وحدة القياس             | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (1) |
|-------------------------|---------|--|----------------|
|                         | 7.24    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l                    | 523     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l                    | 168     | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l                    | 2.57    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l                    | 0.102   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l                    | 57.7    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l                    | 6.24    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 5.87    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$      | 24.50   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)                   | 81.032  | العكارة  |                |
| mg/l                    | 0       | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (34): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 2)

| وحدة القياس             | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (2) |
|-------------------------|---------|--|----------------|
|                         | 11.45   | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l                    | 161     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l                    | 760     | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l                    | 4.77    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l                    | 0.219   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l                    | 0.806   | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l                    | 6.78    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 5.62    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$      | 24.40   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)                   | 80.344  | العكارة  |                |
| mg/l                    | 0       | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (35): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 3)

| وحدة القياس        | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (3) |
|--------------------|---------|--|----------------|
|                    | 8.62    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l               | 791     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l               | 859     | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l               | 15.60   | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l               | 0.559   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l               | 3.51    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l               | 0.47    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S/cm}$   | 4.01    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$ | 24.40   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)              | 79.144  | العكارة  |                |
| mg/l               | 500     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (36): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 4)

| وحدة القياس        | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (4) |
|--------------------|---------|--|----------------|
|                    | 7.40    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l               | 554     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l               | 5859    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l               | 0.608   | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l               | 0.051   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l               | 34      | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l               | 7.76    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S/cm}$   | 6.10    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$ | 19.90   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)              | 46.435  | العكارة  |                |
| mg/l               | 0       | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (37): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 5)

| وحدة القياس             | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (5) |
|-------------------------|---------|--|----------------|
|                         | 7.31    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l                    | 500     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l                    | 1115    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l                    | 2.01    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l                    | 0.093   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l                    | 27.90   | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l                    | 0.90    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 9.81    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$      | 23.50   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)                   | 76.179  | العكارة  |                |
| mg/l                    | 200     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (38): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 6)

| وحدة القياس             | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (6) |
|-------------------------|---------|--|----------------|
|                         | 7.24    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l                    | 70      | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l                    | 1293    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l                    | 5.73    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l                    | 0.056   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l                    | 2.26    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l                    | 8.16    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 11.43   | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$      | 20.30   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)                   | 63.508  | العكارة  |                |
| mg/l                    | 0       | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (39): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 7)

| وحدة القياس      | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (7) |
|------------------|---------|--|----------------|
|                  | 7.32    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l             | 459     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l             | 1064    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l             | 16      | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l             | 1.39    | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l             | 1.69    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l             | 0.63    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S/cm}$ | 10.22   | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^\circ\text{C}$ | 23.80   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)            | 76.420  | العكارة  |                |
| mg/l             | 100     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (40): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 8)

| وحدة القياس      | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (8) |
|------------------|---------|--|----------------|
|                  | 7.48    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l             | 762     | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l             | 1144    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l             | 5.93    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l             | 0.075   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l             | 1.62    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l             | 0.99    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S/cm}$ | 4.97    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^\circ\text{C}$ | 23.10   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)            | 67.253  | العكارة  |                |
| mg/l             | 100     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (41): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 9)

| وحدة القياس        | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (9) |
|--------------------|---------|--|----------------|
|                    | 7.25    | الأس الهيدروجيني pH                            |                |
| mg/l               | 1392    | المواد العالقة MES                             |                |
| mg/l               | 2606    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                |
| mg/l               | 2.98    | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                |
| mg/l               | 0.214   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                |
| mg/l               | 2.83    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                |
| mg/l               | 3.57    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                |
| $\mu\text{S/cm}$   | 8.41    | الناقلية الكهربائية CE                         |                |
| $^{\circ}\text{C}$ | 20.30   | درجة الحرارة                                   |                |
| (NTU)              | 62.953  | العكارة  |                |
| mg/l               | 200     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                |

الجدول رقم (42): الوسائط الفيزيوكيميائية لعينة المياه الصرف الصناعي (العينة رقم 10)

| وحدة القياس        | النتيجة | العنصر المراد قياسه                            | العينة رقم (10) |
|--------------------|---------|--|-----------------|
|                    | 7.39    | الأس الهيدروجيني pH                            |                 |
| mg/l               | 810     | المواد العالقة MES                             |                 |
| mg/l               | 1195    | الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO                  |                 |
| mg/l               | 22.90   | كمية النترات $\text{NO}_3^-$                   |                 |
| mg/l               | 0.141   | كمية النتريت $\text{NO}_2^-$                   |                 |
| mg/l               | 4.23    | كمية الأرتوفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$           |                 |
| mg/l               | 2.77    | كمية الأوكسجين المنحل $\text{O}_{\text{diss}}$ |                 |
| $\mu\text{S/cm}$   | 11.22   | الناقلية الكهربائية CE                         |                 |
| $^{\circ}\text{C}$ | 20.30   | درجة الحرارة                                   |                 |
| (NTU)              | 66.178  | العكارة  |                 |
| mg/l               | 100     | الطلب البيوكيميائي للأوكسجين $\text{DBO}_5$    |                 |

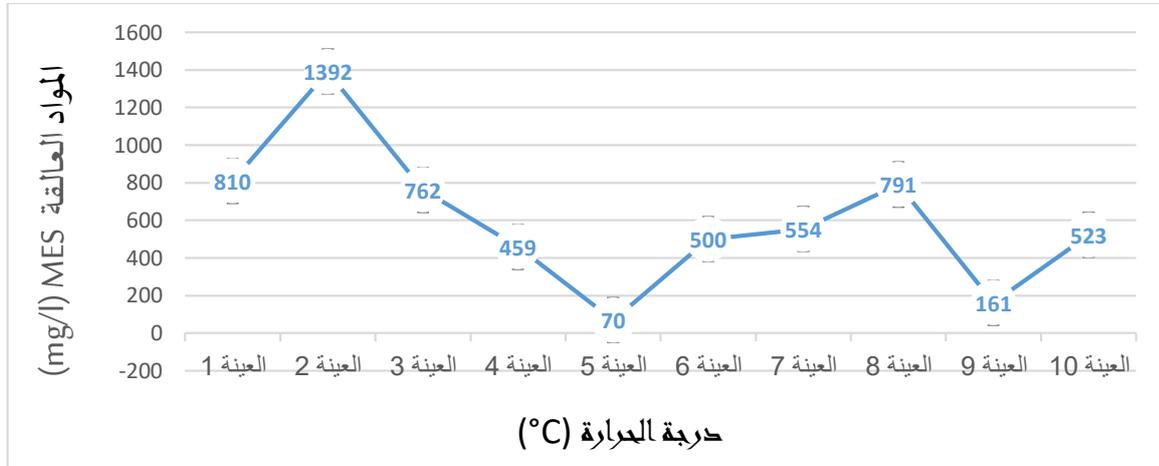
الجدول رقم (43): الدراسة الإحصائية الوصفية للوسائط الفيزيوكيميائية لعينات مياه الصرف الصناعي لمنطقة الدراسة

| الوسائط الفيزيوكيميائية |             |       |                  |                   |                               |                              |                              |           |          |        | الوصف<br>الإحصائي    |
|-------------------------|-------------|-------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|----------|--------|----------------------|
| درجة الحرارة            | العكارة     | CE    | DBO <sub>5</sub> | O <sub>diss</sub> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | DCO       | MES      | pH     |                      |
| °C                      | NTU         | µS/cm | ----- mg/l ----- |                   |                               |                              |                              |           |          |        |                      |
| 22.43                   | 69.945      | 7.77  | 120              | 3.827             | 13.65                         | 0.29                         | 7.91                         | 1606.30   | 602.20   | 7.87   | المتوسط<br>الحسابي   |
| 23.3                    | 71.716      | 7.26  | 100              | 3.17              | 3.17                          | 0.122                        | 5.25                         | 1129.50   | 538.50   | 7.355  | الوسيط               |
| 24.4                    | 46.435      | 4.01  | 0                | 0.47              | 0.806                         | 0.051                        | 0.608                        | 168.00    | 70.00    | 7.240  | المنوال              |
| 4.60                    | 34.597      | 7.42  | 500              | 7.69              | 56.89                         | 1.339                        | 22.292                       | 5691.00   | 1322.00  | 4.210  | المدى                |
| 2.012                   | 10.857      | 2.766 | 154.91           | 3.128             | 19.58                         | 0.415                        | 7.519                        | 1613.99   | 372.02   | 1.324  | الانحراف<br>المعياري |
| 4.047                   | 117.88<br>3 | 7.625 | 24000            | 9.786             | 383.19                        | 0.172                        | 56.53                        | 2604972.9 | 138398.6 | 1.753  | التباين              |
| 8.969                   | 15.523      | 35.6  | 129.10           | 81.743            | 143.36                        | 142.993                      | 95.054                       | 100.48    | 61.777   | 16.823 | معامل<br>الاختلاف    |
| 0.340                   | -1.074      | 0.117 | 1.829            | 0.283             | 1.60                          | 2.524                        | 1.123                        | 2.426     | 0.732    | 2.690  | الالتواء             |
| 19.9                    | 46.435      | 4.01  | 0                | 0.470             | 0.806                         | 0.0051                       | 0.608                        | 168       | 70.00    | 7.24   | أصغر قيمة            |
| 24.50                   | 81.032      | 11.43 | 500              | 8.16              | 57.70                         | 1.390                        | 22.90                        | 5859      | 1392.00  | 11.45  | أكبر قيمة            |

تعد درجة الحرارة واحدة من أهم العوامل المؤثرة في البيئة المائية لأن معظم العوامل الفيزيائية والكيميائية تعتمد على درجة الحرارة في تغيراتها وكذلك درجة تأثيرها على الأحياء المائية وخصائص الوسط المائي من حيث الملوحة والناقلية الكهربائية وذوبان المركبات المختلفة ومستوى الأوكسجين المذاب والتغير في قيم الأس الهيدروجيني وثاني أكسيد الكربون ومستويات التحلل العضوي وغيرها من المتغيرات [12].

### V - 2 - 1 نتائج المواد العالقة MES

تظهر النتائج المتحصل عليها والمبينة في الشكل (32) أن قيم المواد العالقة MES في جميع عينات مياه الصرف الصناعي قيد الدراسة تتراوح بين 70-1392 مغ/ل، أي تفوق الى حد كبير جدا القيم المسموح بها في الجريدة الرسمية الجزائرية والمقدرة ب 30مغ/ل حسب التصنيف المدرج في الجدول رقم (18) من الفصل الثالث، مما يدل على وجود تلوث لهذه المياه بمواد عضوية ومعدنية غير ذائبة ناتجة عن مخلفات طبيعية وصناعية من المرجح جدا أن تكون من مصدر صناعي بالنظر الى قيمها المرتفعة جدا، قد تؤثر تركيزات عالية من المواد الصلبة الذائبة سلبًا على مياه المعالجة و استخداماتها إذا لم تعالج جيدا [13].



الشكل رقم (29): التمثيل البياني لتغيرات المواد العالقة MES بدلالة درجة الحرارة

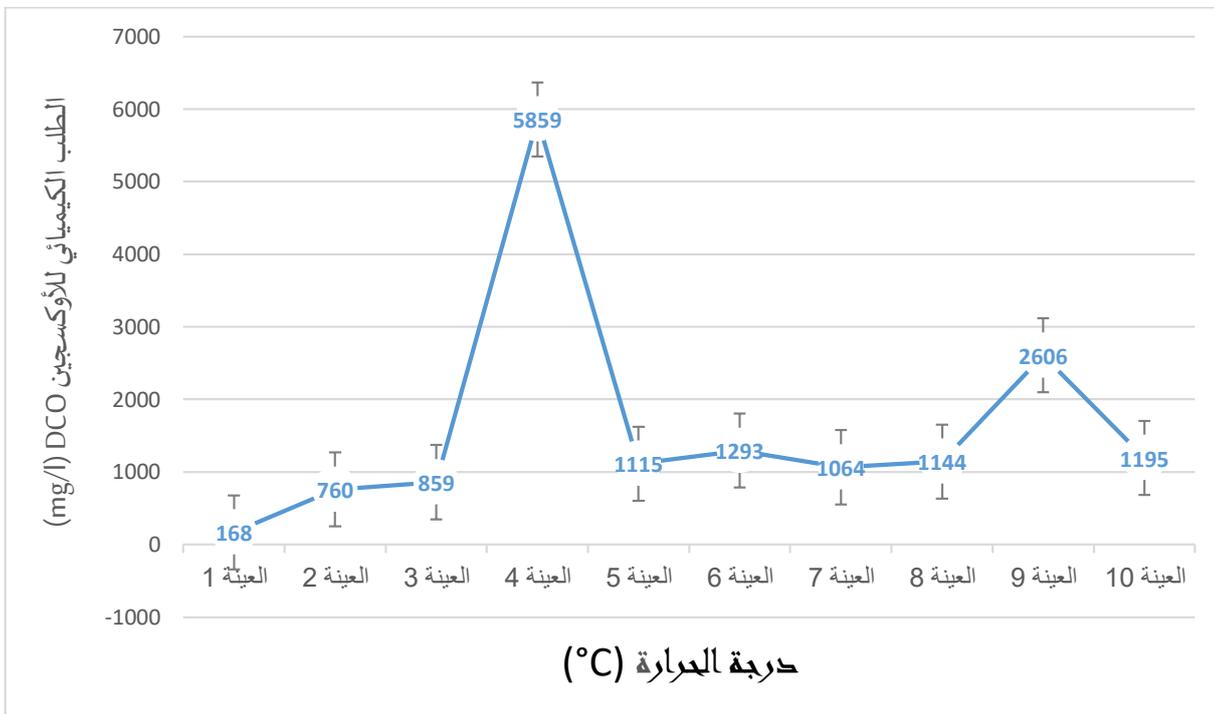
### V - 2 - 2 نتائج الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO:

إن قيمة DCO تزودنا بمقياس الأوكسجين المكافئ من المادة العضوية الموجودة في عينة الماء التي تكون قابلة للأكسدة تحت ظروف الاختبار، وهو مقياس مهم وسريع لتوصيف المسطح المائي وعموما DCO أعلى دائما من DBO5 لأن مركبات كثيرة يمكن أن تتأكسد كيميائيا مما أن تتأكسد بيولوجيا [14]. يستخدم مؤشر DCO ليعطي فكرة عن قيمة مؤشر DBO لأن فحص DBO يستغرق وقتا طويلا يصل الى خمسة أيام على الأقل حتى نعرف النتيجة بينما يحتاج قياس DCO لعينة ما ساعتين ونصف على الأكثر، تقدر قيمة DCO وسطيا لمياه الصرف الصحي المدنية عند استخدام مؤكسد ديكرومات البوتاسيوم حوالي ( 600 مغ/ل) أما بالنسبة لمياه الصرف الصناعية فقد تصل لعدة الاف [15]. باعتماد على الدراسة الإحصائية (الجدول رقم (43)) يتبين لنا أن المتوسط الحسابي لقيم الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO

قدرت ب 1606.30مغ/ل وهي قيمة كبيرة جدا تعود الى التراكيز العالية من المواد العضوية والمركبات اللاعضوية المختزلة المصرفة مع مطروحات المصانع التي تستهلك الأوكسجين الذائب [16]. وحسب تصنيف (Swedish EPI,2000) [17]. والموضح في الجدول رقم (44) تصنف عينات المياه المستعملة لمنطقة الدراسة ضمن المياه ذات التلوث العالي جدا أي  $DCO < 16 \text{ mg/l}$ . ومن خلال ما سبق ذكره فإنه من الراجح أن تكون هذه العينات ملوثة بمواد ذات مصدر صناعي.

الجدول رقم (44): تصنيف المياه اعتمادا على الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO

| مستويات التلوث | DCO (mg/l) |
|----------------|------------|
| واطي           | 4-8        |
| متوسط          | 8-12       |
| عالي           | 12-16      |
| عالي جدا       | < 16       |



الشكل رقم (30): التمثيل البياني لتغيرات الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO بدلالة درجة الحرارة

V - 2 - 3 نتائج الطلب البيوكيميائي للأوكسجين  $DBO_5$ :

يشير الأوكسجين الحيوي المستهلك الى كمية الأوكسجين المذاب الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لتحويل المواد العضوية الى طاقة في عينة مخففة من المياه العادمة محفوظة عند درجة حرارة الغرفة لمدة خمسة أيام، إضافة الى أنها تدخل هذه القيم كعامل مهم في تصميم محطات المعالجة للمياه العادمة وتحديد مدى تلوث المصادر المائية [18]. وهو يعبر عن كمية الأوكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحليل المادة العضوية مع استهلاك الأوكسجين المنحل، حيث يتم تقدير كمية الأوكسجين المفقود بحساب  $DBO_5$  فكلما زاد الطلب البيوكيميائي  $DBO_5$  كانت نسبة المواد العضوية كبيرة ومنه زيادة في نسبة تلوث المياه، حيث يبلغ معدل  $DBO_5$  في المياه المستعملة المنزلية ما بين (500mg/l) - (150)[19].

من خلال النتائج الموضحة في الجدول رقم (43) يتضح أن معدلات استهلاك الأوكسجين (البيوكيميائي  $DBO_5$  -) في جميع عينات مياه الصرف الصناعي لمنطقة الدراسة تتراوح بين 0 - 500 mg  $O_2$ /l، حيث قدرت في العينات (1-2-4-6) بقيمة 0 mg  $O_2$ /l، بينما في العينات (7-8-10) كانت 100 mg  $O_2$ /l، في حين جاءت في العينات (5-9) 200 mg  $O_2$ /l، وكأقصى قيمة في العينة رقم 3 أين سجلت 500 mg  $O_2$ /l مما يدل على وجود اختلاف كبير في توزيع تراكيز العناصر الملوثة لعينات مياه منطقة الدراسة وهذا ما يتوافق مع قيمة التباين المعتبرة في الدراسة الاحصائية (الجدول رقم 43).

وحسب الجدول رقم (45) [20]. فان قيمة المتوسط الحسابي لهذه المياه قيد الدراسة تصنف ضمن الحالة الرابعة أي  $100 < DBO_5 < 400$  مما يدعونا أن نرجح على أن هذا التلوث من مصادر صناعية بإضافة الى المنشأ الطبيعي.

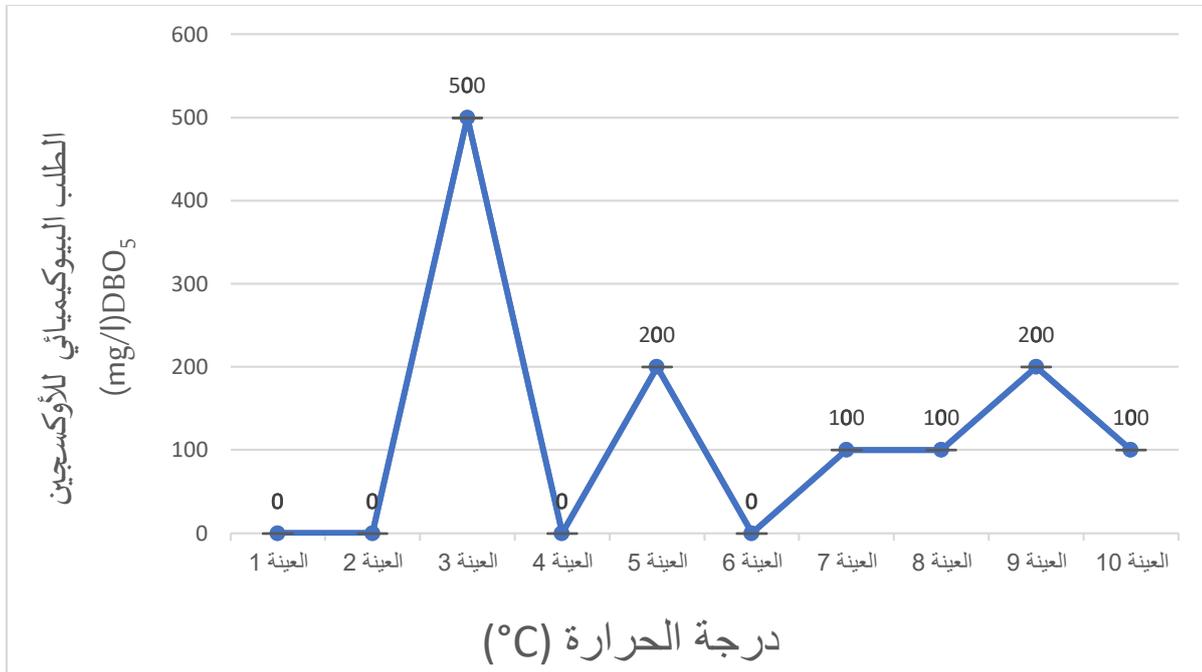
الجدول رقم (45): حالة المياه حسب قيمة الطلب البيوكيميائي للأوكسجين  $DBO_5$

| الحالة (نوع المياه)          | $DBO_5$ (mg/l d' $O_2$ ) |
|------------------------------|--------------------------|
| مياه طبيعية نقية وحية        | $DBO_5 < 1$              |
| مياه ملوثة قليلا             | $1 < DBO_5 < 3$          |
| مياه ملوثة (مياه صرف صحي)    | $100 < DBO_5 < 400$      |
| مياه محطة معالجة الصرف الصحي | $20 < DBO_5 < 30$        |

في الغالب فإن نسبة (DCO) الى ( $DBO_5$ ) تعادل (1.5 - 2.0) في مياه الصرف التي تحتوي على مواد تتحلل بيولوجيا مثل الأغذية، أما مياه الصرف ذات النسب ( $DCO/DBO_5$ ) أعلى من 3 فانه يمكن اعتبار

أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل وغالبا ما يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات [18].

تقدر نسبة المتوسط الحسابي ل (DCO/DBO<sub>5</sub>) 13.385 وهي قيمة كبيرة جدا مقارنة بالمجال المصنف ضمن (1.5 - 2.0) للمياه الصرف الصحي، أي أكبر من 3 مما يدل على تلوث هذه المياه بمواد غير قابلة للتحلل بيولوجيا ويرجح أن تكون مواد معدنية ثقيلة (المعادن الثقيلة) الناتجة عن نشاط صناعي.

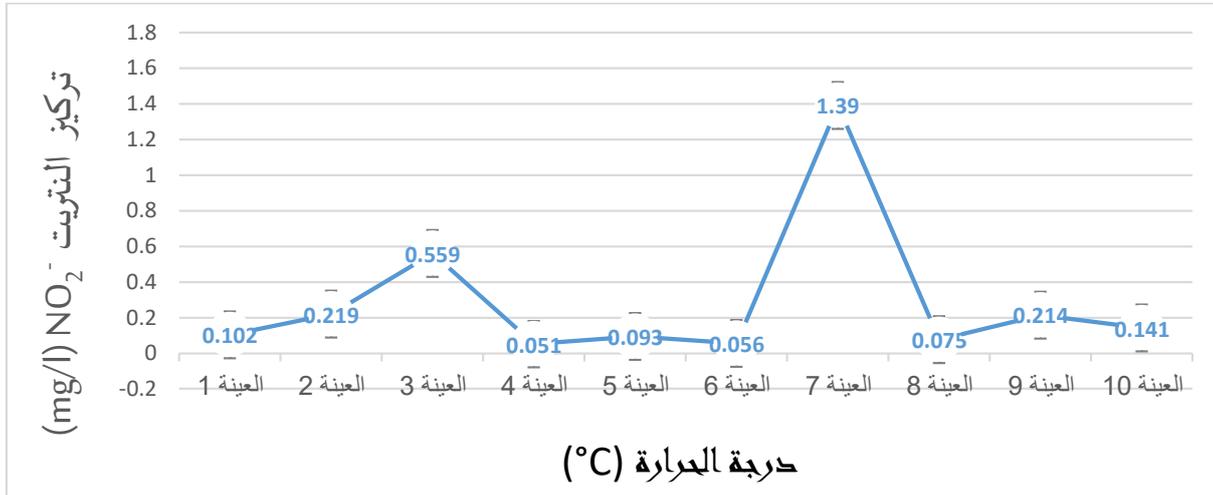


الشكل رقم (31): التمثيل البياني لتغيرات الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO<sub>5</sub> بدلالة درجة الحرارة

#### V - 2 - 4 نتائج تركيز النترت NO<sub>2</sub><sup>-</sup>:

أهم مصادر التلوث بالنترت تتمثل في استخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة ومخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة، كما يتكون النترت من خلال اختزال النترات في الهواء بواسطة البكتيريا [21].

من خلال النتائج المسجلة والممثلة في الشكل رقم (35) يتضح لنا أن هناك تباين في تركيز النترت لمياه منطقة الدراسة حيث سجلت أعلى قيمة لتركيز NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 1.390 مغ /ل بينما سجلت أقل قيمة 0.005 مغ /ل وباعتماد على الدراسة الإحصائية حسب الجدول رقم (43) نجد أن قيمة المتوسط الحسابي تقدر ب 0.29 مغ/ل وهي قيمة تفوق الحدود المسموح بها حسب المنظمة العالمية للصحة (WHO، 1993) و المقدر ب [ 0.10 - 0.00 ] مغ /ل، وحسب دراسة [22]. فإن وجود النترت في المياه بتركيز خارج المجال المسموح به يحط من جودة المياه ويمكن أن يؤثر على صحة الانسان، وعلى هذا الأساس يمكننا أن نصف مياه منطقة الدراسة بالمياه الملوثة ونرجح عامل التلوث هذا الى النشاط الصناعي.

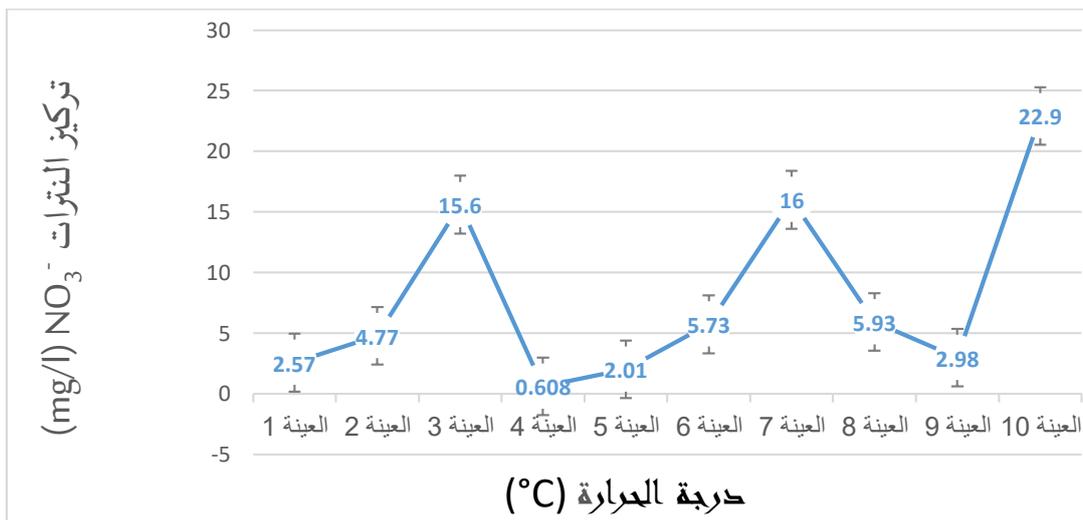


الشكل رقم (32): التمثيل البياني لتغيرات تركيز النترت NO<sub>2</sub><sup>-</sup> بدلالة درجة الحرارة

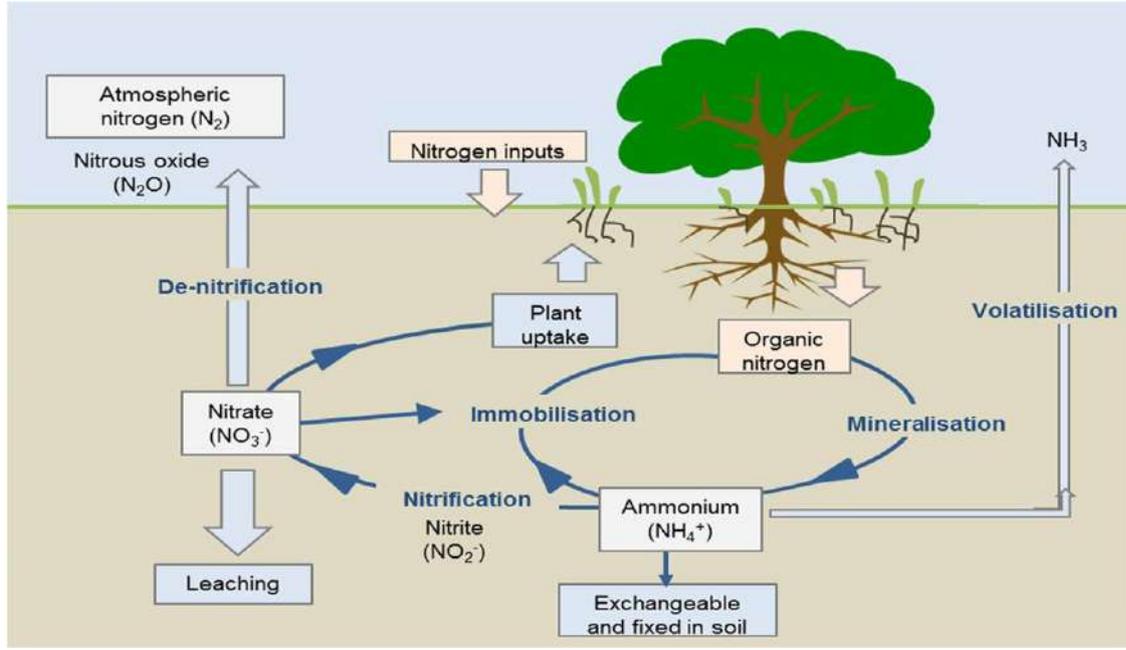
### V - 2 - 5 نتائج تركيز النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:

النترات صورة من صور النتروجين وتعتبر مركبات النترات مكونات غذائية وأسمدة، فالنترات التي لا تستخدمها النباتات يمكن تتراكم في التربة وتتحرك بسهولة خلالها ومع هطول الأمطار ومياه الري تتحرك النترات وتجد طريقها الى المياه السطحية والجوفية والنترات لها قابلية للذوبان في الماء [21].

أظهرت النتائج المسجلة لتراكيز أيونات النترات والمعبر عنها بالتمثيل البياني رقم (33) مستويات تراوحت ما بين 0.608 مغ/ل كأصغر قيمة و 22.9 مغ/ل كأقصى حد، كما حددت قيمة المتوسط الحسابي ب 7.91 مغ/ل، من الملاحظ تبعا للدراسة الإحصائية أن هذه القيم لم تتجاوز القيم الحدية المسموح بها و المقدرة ب (50 مغ/ل) من طرف المنظمة العالمية للصحة، غير أن تحديد تلوث المياه بالنترات عملية صعبة نتيجة تحولات الأزوت المستمرة وهذا ضمن دورة الأزوت المبينة في الشكل رقم (34) والتي تعتبر كدليل على كفاءة عملية التنقية الذاتية للمياه لأنها تعد المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأروتيية [23].



الشكل رقم (33): التمثيل البياني لتغيرات تركيز النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup> بدلالة درجة الحرارة



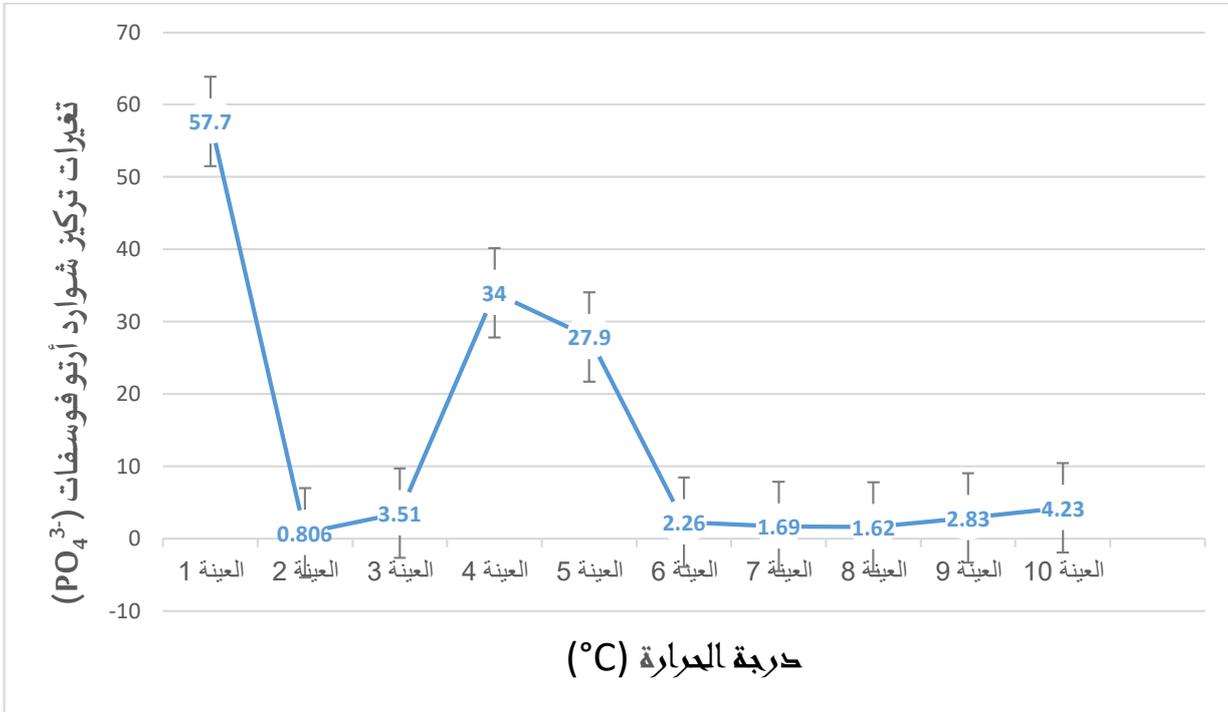
الشكل رقم (34): دورة الأزوت في الطبيعة [24]

### V - 2 - 6 نتائج تراكيز شوارد أرتو فوسفات (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>):

إن مصدر الفوسفات الملوثة للمياه المطروحة يعود الى كثرة استعمال مساحيق التنظيف الغنية بمتعدد الفوسفات وأكثرها شيوعا هو ثلاثي متعدد فوسفات الصوديوم، حيث يستهلك الكثير من خلال عمليات التنظيف اليومية، كذلك تقوم الأحياء المجهرية بإرجاعها الى حالتها البسيطة وهي (الأورثوفوسفيت) التي يمكن استهلاكها [25].

إجمالي الفسفور هو مجموع الفوسفور العضوي والفوسفور المعدني أو بمعنى آخر هو كل الفوسفور الموجود في عينة على شكل مركبات الفوسفات أو الفوسفور العضوي كما أن وجود الفوسفور في المخلفات السائلة يأتي بشكل رئيسي من المنظفات والأسمدة وتحلل المادة العضوية [20].

غير أن الفوسفور المعدني المكون أساسا من فوسفات الأورثو (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) يأتي ما يقرب نصف الفوسفور من تصريفات البشر من الإجمالي الموجود في مياه الصرف الصحي الحضري [26].



الشكل رقم (35): التمثيل البياني لتغيرات تركيز شوارد أرتوفوسفات ( $PO_4^{3-}$ ) بدلالة درجة الحرارة

يعتبر الفوسفات من المغذيات للطحالب والنباتات المائية وبوجود النترات خاصة يعملان على زيادة نمو الهائمات النباتية ويعد الفسفور من الناحية البيئية من أهم العوامل الحرجة في بقاء الدورة البايوكيميائية وهذه الأهمية الكبيرة نابعة من كون الفسفور عنصرا حياثيا هاما في أجهزة انتقال الطاقة في الخلية ويوجد عادة بكميات صغيرة جدا [27].

من خلال الدراسة الاحصائية (الجدول رقم 43) يتبين أن أعلى قيمة لأيون  $PO_4^{3-}$  مقدرة ب 57.70 مغ/ل في حين كانت أقل قيمة 0.806 مغ/ل وعند مقارنة معدل تركيز أيونات الفوسفات المطروحة في عينات المياه المستعملة لمنطقة الدراسة والبالغة (13.65 مغ/ل) تبين أنها تفوق الى حد كبير القيم المسموح بها لصرف نفايات الوحدات الصناعية السائلة (2 مغ/ل) الجدول رقم (18). هذا التباين المسجل يعود الى تفاوت في تركيز الفوسفور الكلي المطروح في المياه المستعملة حسب طبيعة نشاط كل مؤسسة، وعليه فإن عينات المياه للدراسة الحالية تعد ملوثة بالفسفور.

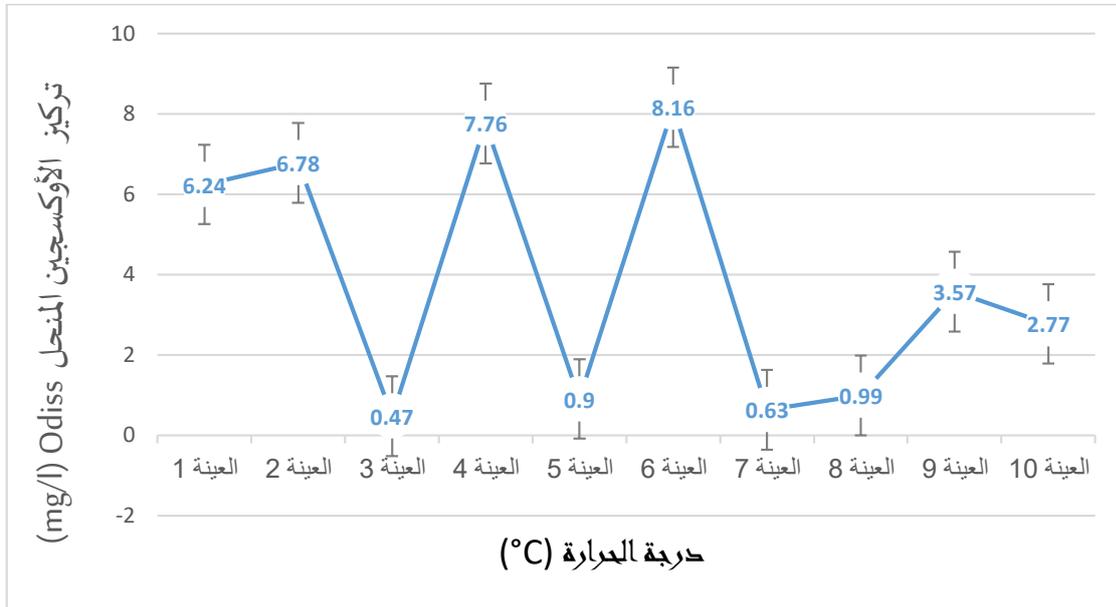
## V - 2 - 7 نتائج تركيز الأوكسجين المنحل ( $O_{diss}$ ):

الأوكسجين المذاب ضروري في عملية تنفس الأحياء من جهة ومنع الروائح الكريهة من جهة، كما له دور مهم في عملية التنقية الذاتية لأن في غيابه يحدث ما يعرف بالتحلل اللاهوائي وينجم عنه غازات ومركبات ضارة [27].

من خلال النتائج المبينة في الشكل البياني رقم (36) نلاحظ تذبذب في تركيز الأوكسجين المنحل حيث سجلت أقصى قيمة 8.16 مغ/ل بينما سجلت أقل قيمة 0.47 مغ/ل في حين كانت قيمة المتوسط الحسابي 3.827 مغ/ل حسب الدراسة الإحصائية، واستنادا الى [28].

لا يمكن تفسير هذا التذبذب وانخفاض القيم المسجلة (الأقل من 1) الى بوجود وفرة للمواد العضوية ووجود نشاط بكتيري من قبل الكائنات الحية الدقيقة التي تستهلك الأوكسجين المذاب في عملية تحليل أو اختزال للمواد العضوية.

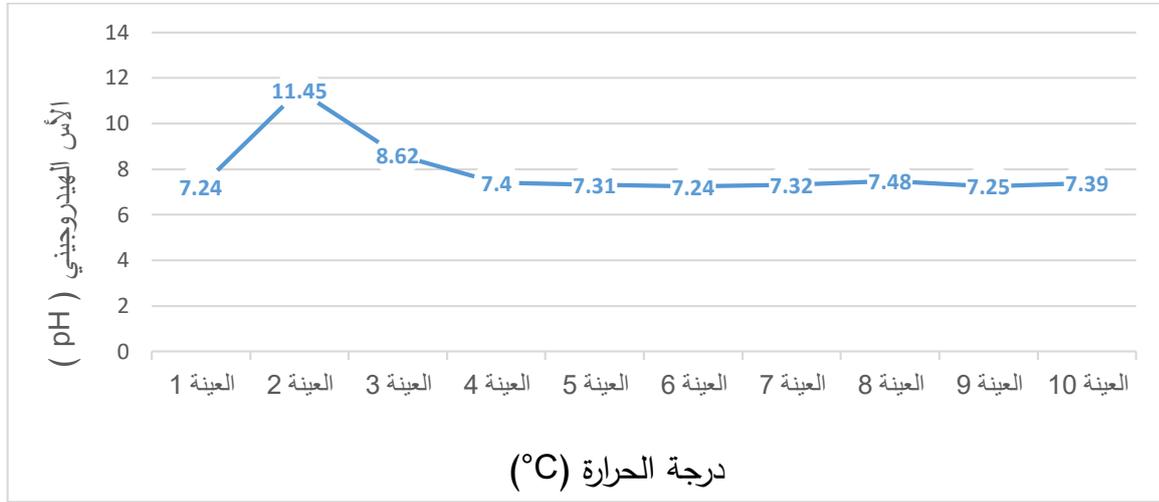
وعلى العموم يعتبر تركيز الأوكسجين المنحل مقبولة بالمقارنة مع المحددات المذكورة في الجريدة الرسمية والتي تحدد معايير الحد الأقصى للنفايات السائلة الصناعية (الجدول رقم 1 من الفصل الثالث) في بعض نقاط منطقة الدراسة.



الشكل رقم (36): التمثيل البياني لتغيرات تركيز الأوكسجين ( $O_{diss}$ ) بدلالة درجة الحرارة

### V - 2 - 8 الأس الهيدروجيني (pH):

هو أحد أهم المتغيرات التي تعطي انعكاسا للعديد من العمليات الكيميائية والحياتية وتؤثر في توزيع الأحياء، تتأثر قيمة الأس الهيدروجيني بصورة رئيسة بنوعية الغازات المذابة في المياه فضلا عن أنواع الأيونات السالبة والموجبة الموجودة، كما تكون قيمته مؤشرا لوجود توازن ثنائي أكسيد الكربون الحر والكاربونات والبيكربونات، وهي دليل لصلاحية البيئة المائية للحياة. إن الانخفاض في قيمة الأس الهيدروجيني يؤدي إلى تحول المحيط المائي من متعادل وقاعدي مخفف في المياه الطبيعية غير الملوثة إلى محيط حامضي مخفف وملوث [29].



الشكل رقم (37): التمثيل البياني لتغيرات قيمة الأس الهيدروجيني (pH) بدلالة درجة الحرارة

يوضح التمثيل البياني أعلاه أن قيم الأس الهيدروجيني عموماً لم تتجاوز المحددات وفق المعايير الجزائرية وكذا وكالة حماية البيئة الأمريكية للمياه العادمة والمقدرة بـ 6.5 - 8.5 حسب [27]. ما عدا قيمة واحدة مقدرة بـ 11.45، وعليه من الراجح ميل قيم الأس الهيدروجيني إلى الوسط القاعدي يعود إلى النشاط البكتيري المكثف الموجود في عينات مياه منطقة الدراسة أين كان استهلاك كبير للأوكسجين والذي يصاحبه إنتاج كميات معتبرة من غاز ثاني أكسيد الكربون [30]. وهذا التفسير يتوافق مع تحليل النتائج المتحصل عليها للطلب الكيميائي للأوكسجين.

## V - 2 - 9 العكارة:

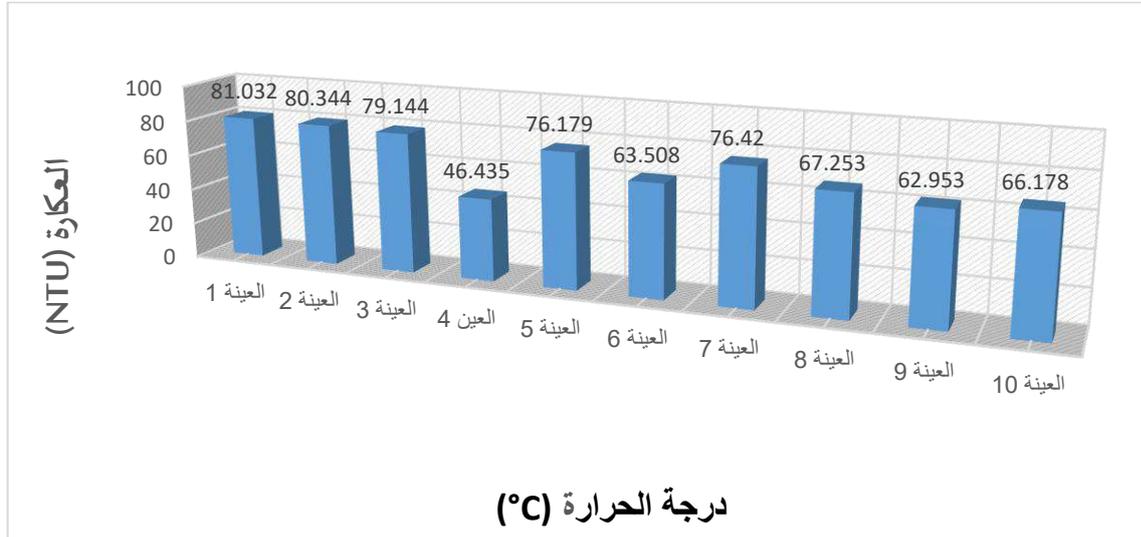
العكارة هي مقياس للوضوح النسبي أو عتامة الماء، كما أنه ليس قياساً مباشراً للمواد الصلبة العالقة بل هو مقياس عام لتأثيرها في نشر وامتصاص شعاع الضوء.

ان مصادر وطبيعة التعكر متنوعة ومعقدة وتتأثر بها الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكرو بيولوجية للمياه وهذا حسب أبعاد وحجم الجسيمات (0.001 - 1.0 ميكرو متر) إلى أقطار 100 ميكرو متر في المياه الطبيعية، تكون الجسيمات بشكل رئيسي من تجوية الصخور والتربة وتأتي أيضاً من مساهمات الأنشطة البشرية مثل (تصريف المياه العادمة) والطين والطيني غير العضوي والمواد العضوية الطبيعية (المواد النباتية والحيوانية المتحللة) وهي الجسيمات الأكثر شيوعاً في المياه [31].

العكارة التي تزيد عن 5 NTU في مياه الشرب ستحد من تدمير القولونيات حتى في وجود الكلور بالإضافة إلى الجسيمات المعلقة يمكن أن يؤدي إلى مذاقات ورائحة كريهة [32].

أوضحت نتائج عامل العكارة تباين محسوس بين القيم المسجلة والقيمة الحدية لمياه الصرف الصحي (50 NTU) [33]. حيث كانت القيمة الدنيا والقيمة القصوى على التوالي 46.435 - 81.032 NTU كما سجلت قيمة المتوسط الحسابي بـ 69.945 NTU وهي تجاوزت القيم الحدية المحددة في الجريدة الرسمية الجزائرية. وعليه حسب [34]. يرجع انخفاض شفافية المياه بسبب وجود مواد غير منحلّة، كما يكشف

التعكر العالي في المياه عن تسرب الحديد أو الألمنيوم أو المنغنيز بسبب أكسدة الشبكة [35]. علما بان منطقة الدراسة لا توجد بها شبكة الصرف الصحي مما يرجح وجود هذه المعادن من المخلفات الصناعية. بإضافة الى ذلك ارتفاع هذه القيم يؤدي الى تعزيز تثبيت وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة مما يجعل جودتها البكتريولوجية مشبوهة [36]. ان مجموعة الظواهر من ترسب المواد، وظاهرة الانسداد، وامتصاص المواد على الجزيئات والنقل في البيئة ... إلخ ينتج عن تأثيرها الرئيسي عكر الماء، وبالتالي تقليل إشعاع الضوء الضروري للنمو الجيد للنباتات في قاع المياه هذا هو التعكر، في الواقع إنه عامل بيئي مهم يمكن أن يكون مؤشراً على جودة المياه [37].



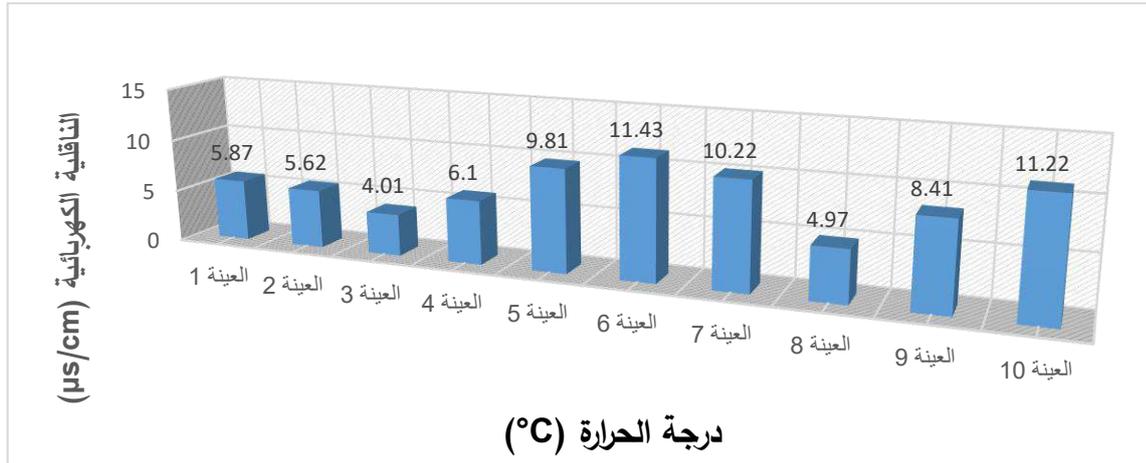
الشكل رقم (38): التمثيل البياني لتغيرات العكارة بدلالة درجة الحرارة

### V - 2 - 10 الناقلية الكهربائية CE:

ربما يكون قياس الناقلية الكهربائية من أكثر الأمور وأبسطها غير أنه عاملا مهما للتحكم في جودة مياه الصرف الصحي، من جهة ومن زاوية أخرى تعبر الناقلية الكهربائية عن القيمة العددية التي تشير الى قابلية الماء على نقل التيار الكهربائي وتعتمد هذه الخاصية على تركيز ونوعية الأيونات الموجودة في الوسط وعلى درجة حرارة الماء [27].

وفقا للشكل رقم (39) نلاحظ أن الناقلية الكهربائية تسجل تباين واضح في نتائج مياه عينات الدراسة بين نقطة وأخرى حيث كانت ممثلة في قيمتين حديتين القيمة القصوى 11.43 ميكرو سيمنس / سم وقيمة دنيا 4.01 ميكرو سيمنس / سم، واستنادا للدراسة الإحصائية فكان المتوسط الحسابي CE 7.77 ميكرو سيمنس / سم وعليه عند مقارنة هذه القيم المتحصل عليها بالمعايير الجزائرية المسموح بها للسقي والمقدرة ب (3 ميكرو سيمنس / سم) [38]. نلاحظ الفارق الإيجابي الكبير مما يدل على تشبع هذه المياه بالأملاح الذائبة فيها والتي تعد مصدر للأيونات السالبة والموجبة [39]. أما التصنيف العالمي في تقييم جودة المياه فإنه يشترط أن تكون قيمة CE أقل من  $(10^{-6} * 0.7)$  ميكرو سيمنس وعندما تكون أكبر من (3 ديسيسيمنز م<sup>-1</sup>) فإنها غير صالحة للسقي [40]. يعود هذا الارتفاع للناقلية الكهربائية الى عدة عوامل منها قد تكون

مياه العينات المدروسة مياه صرف لوحدات صناعية أو عملية التبخر للمياه بحكم درجة حرارة المنطقة مما يزيد في تركيز الأملاح فيها [41]. أو نتيجة تحول المواد العضوية الى مواد معدنية [42].



الشكل رقم (39): التمثيل البياني لتغيرات الناقلية الكهربائية (CE) بدلالة درجة الحرارة

### الخلاصة:

تعد مياه الصرف الصناعي من بين أخطر مصادر تلوث المياه الجوفية والسطحية على حد سواء، إذ تشمل الكثير من المخلفات الصناعية الملوثة كالصناعة الكيماوية والتعدين والصناعة التحويلية وغيرها مواد سامة وأصبغ وحوامض وقواعد مما يجعلها تحتاج الى أضعاف مضاعفة ما تحتاجه نفايات مياه الصرف المنزلي من أوكسجين بإضافة الى وقت وطرق معالجتها والاستفادة منها في عمليات السقي. تماشياً مع هذا الطرح كان الهدف من هذه الدراسة الميدانية هو تقييم مدى اسهام المنشآت الصناعية المتواجدة ضمن حيز منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقرت في تلوث مصادر المياه، وفي هذا الإطار أظهرت النتائج المتحصل عليها توافق في مجمل قيم الوسائط الفيزيوكيميائية لمياه عينات منطقة الدراسة من ناحية تجاوز القيم الحدية للمعايير المنصوص عليها في الجريدة الرسمية الجزائرية (JORADP، 2012) وكذا المحددات العالمية والممثلة بالمنظمة العالمية للصحة (WHO)، كما تجدر بنا الإشارة الى وجود اختلافات بين قيم الوسيط الواحد لكل من (العكارة،  $O_{diss}$ ، CE،  $DBO_5$ ، MES، DCO، pH،  $NO_3^-$ ،  $NO_2^-$ ،  $PO_4^{3-}$ ) وهذا حسب الدراسة الإحصائية اين نجد معامل الاختلاف كبير جدا مما يدل على التباين الموجود في تراكيز عينات الدراسة، وعلى هذا الأساس يمكننا القول أن هناك تلوث في البيئة المائية في منطقة النشاط الصناعي قيد الدراسة وبما أن جل العينات كانت لمياه الصرف الصناعي للوحدات الصناعية على اختلاف طبيعة نشاطها يجعلنا نرجح أن السبب الرئيسي لهذا التلوث هو الجانب البشري أي الصناعة دون أن نهمل الجانب الطبيعي والبيولوجي والذي يخرج عن المقبول في بعض الأحيان.

### 3 - V نتائج جزء الهواء

يتم تعريف تلوث الهواء من خلال وجود الغازات والجسيمات التي لها آثار ضارة لجميع الكائنات الحية دون تمييز (البشر والحيوانات والنباتات والبيئة الطبيعية) ومع ذلك السيطرة على تلوث الغلاف الجوي يتطلب قبل كل شيء تصنيف الملوثات المختلفة وتحديد مصادرها وكذا تطور تركيزها في الزمان والمكان [43]. في سياق تلوث الهواء يتم تحديد الملوثات بشكل عام من خلال تركيبة كيميائية في الواقع مثل:  $NO_x$ ،  $CO$ ،  $O_3$ ،  $COV_s$  (المركبات العضوية المتطايرة)،  $HAP_s$  (الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات) الخ... [44].

### 1 - 3 - V نتائج تركيز ملوثات الهواء المقاسة ( $CO_2 - TVOC - HCHO$ )

يركز هذا العمل على فئة الملوثات التي يتم تحديدها على أساس الأبعاد وبالتالي على خاصية فيزيائية وليست كيميائية يتم تضمين هذه المجموعة تحت مصطلح عام بالإنجليزية  $PM_{10}$  " Particulate Matter " هذا هو مصطلح الجسيمات أو الجسيمات المعلقة والتي يتم تطبيقها لتمثيل فئة معينة من الملوثات وهي مجموعة من الأجسام المجهرية صلبة أو سائلة تظل معلقة في الهواء [45].

الجدول رقم (46): نتائج تركيز ملوثات الهواء في منطقة الدراسة

| -----PPM-----  |                 |       |      |        | مكان موضع الجهاز  | المحطة رقم |
|----------------|-----------------|-------|------|--------|-------------------|------------|
| الحالة البيئية | القيمة المتوسطة | HCHO  | TVOC | $CO_2$ |                   |            |
| هواء ملوث      | 1055            | 1.097 | 8017 | 4215   | داخل وحدة الانتاج | (1)        |
| هواء ملوث      | 916             | 0.915 | 6341 | 3657   | خارج وحدة الانتاج |            |
| هواء مقبول     | 0.012           | 0.091 | 638  | 633    | داخل إدارة المركز |            |
| هواء ملوث      | 1102            | 1.147 | 7562 | 8358   | داخل وحدة الانتاج | (2)        |
| هواء ملوث      | 1759            | 1.015 | 6718 | 7028   | خارج وحدة الانتاج |            |
| هواء مقبول     | 1.109           | 0.016 | 518  | 585    | داخل إدارة المركز |            |
| هواء ملوث      | 1280            | 1.512 | 8456 | 5114   | داخل وحدة الانتاج | (3)        |
| هواء ملوث      | 1340            | 0.852 | 6613 | 4645   | خارج وحدة الانتاج |            |
| هواء مقبول     | 1.469           | 0.058 | 206  | 775    | داخل إدارة المركز |            |
| هواء ملوث      | 1480            | 1.609 | 9697 | 5914   | داخل وحدة الانتاج | (4)        |
| هواء ملوث      | 937             | 0.188 | 7912 | 3247   | خارج وحدة الانتاج |            |
| هواء مقبول     | 0.805           | 0.042 | 347  | 425    | داخل إدارة المركز |            |
| هواء ملوث      | 2718            | 1.308 | 4985 | 9416   | داخل وحدة الانتاج | (5)        |
| هواء ملوث      | 1674            | 0.142 | 3506 | 5803   | خارج وحدة الانتاج |            |
| هواء مقبول     | 1.139           | 0.034 | 288  | 601    | داخل إدارة المركز |            |

تم اختيار خمسة محطات مختلفة (مراكز ومؤسسات ذات طابع صناعي مختلف) حيث تمثل النقطة الأولى داخل وحدات الإنتاج والنقطة الثانية خارج وحدات الإنتاج والنقطة الثالثة داخل إدارة المركز. غالبًا ما يتم التمييز بين تلوث الهواء على المستوى المحلي والتلوث على المستوى الإقليمي والتلوث على المستوى العالمي على أساس المصادر الأولية لإنتاج هذه الملوثات، حيث يمثل الشكل الأول التلوث الناتج عن مصادر قريبة مثل المنشآت الصناعية والمركبات الكيميائية، أكثر ما يميز هذا النوع ملوثات أكاسيد النيتروجين (NOx)، ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>)، المركبات العضوية المتطايرة (VOC)، أول أكسيد الكربون (CO)، الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) و المعادن، كما يمثل الشكل الثاني التلوث الناتج عن ظواهر فيزيائية وكيميائية أكثر أو أقل تعقيدًا في أصل التكوين يصطلح تسميتها بالملوثات "الثانوية" للغلاف الجوي، على أن يكون الشكل الأخير من التلوث متعلق بالمواد المتورطة في ظاهرة تغير المناخ (غازات الاحتباس الحراري) [46].

وعلى هذا الأساس أصبح من الضروري تحديد مستوى أو شكل التلوث وكذا إحصاء ملوثات الهواء على اختلاف طبيعتها وتفاعلاتها مع الجزيئات الأخرى، الجدول الموالي يحدد لنا العمر الافتراضي لبعض ملوثات الغلاف الجوي.

الجدول رقم (47): الدراسة الإحصائية لملوثات الهواء الجوي لعينات منطقة الدراسة

| -----PPM-----   |       |         |                 |                   |
|-----------------|-------|---------|-----------------|-------------------|
| القيمة المتوسطة | HCHO  | TVOC    | CO <sub>2</sub> |                   |
| 951.036         | 0.668 | 4786.60 | 4027.7          | المتوسط الحسابي   |
| 1055            | 0.852 | 6341    | 4215            | الوسيط            |
| 0.012           | 0.016 | 206     | 425.00          | المنوال           |
| 2717.98         | 1.593 | 9419    | 8991            | المدى             |
| 818.78          | 0.602 | 3515.75 | 2982            | الانحراف المعياري |
| 670407          | 0.362 | 12360   | 8894138         | التباين           |
| 86.094          | 90.01 | 73.450  | 74.044          | معامل الاختلاف    |
| 0.357           | 1.723 | 0.295-  | 0.238           | الالتواء          |
| 0.012           | 0.016 | 206.00  | 425.00          | أصغر قيمة         |
| 2718            | 1.609 | 9697.00 | 9416            | أكبر قيمة         |

الجدول رقم (48): العمر الإرشادي لبعض المواد الملوثة في الغلاف الجوي [47]

| المادة                               | مدة تواجد الملوثات في الجو |
|--------------------------------------|----------------------------|
| الميثان CH <sub>4</sub>              | عام                        |
| أحادي أكسيد الكربون CO               | شهر                        |
| ثاني أكسيد الكبريت SO <sub>2</sub>   | من أيام الى شهور           |
| الأوزون                              | بضعة أيام                  |
| الجسيمات العضوية المتطايرة VOC       | من ساعات الى أيام          |
| الجسيمات العالقة ذات قطر بين 1-10 µm | من دقائق الى أيام          |
| الجسيمات العالقة ذات قطر أقل من 1 µm | من أيام الى أسابيع         |

### 2 - 3 - V نتائج تركيز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>

ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> هو مركب طبيعي من مكونات الغلاف الجوي حيث يختلف تركيزه من حوالي 0.03 الى 0.06% (حجم/حجم أي 300 الى 600 جزء في المليون أو 0.2 الى 0.4 سم زئبق)، كما أنه مادة داخلية يصنعها الجسم عن طريق التنفس الخلوي تستخدم هذه المادة على نطاق واسع في الصناعة وخاصة في الإنتاج الزراعي للحفظ والتبريد وكذلك لبعض التطبيقات [48].

على اعتبار أن ثاني أكسيد الكربون هو غاز عديم الرائحة واللون وغير قابل للاشتعال في درجة حرارة الغلاف الجوي والضغط في الظروف العادية غير أنه غاز أثقل من الهواء حيث تبلغ كثافته حوالي مرة ونصف من كثافة الهواء، إضافة الى ذلك يعتبر غاز مستقر وغير نشيط نسبيا على الرغم من أنه يتفاعل مع الماء لتكوين حمض ثاني أكسيد الكربون (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)، كما له حرية الانتشار بسهولة نظرا لحجمه الجزيئي الصغير من خلال الأغشية البيولوجية وينوب بسهولة في المحاليل المائية بما في ذلك سوائل الجسم [49]. كشفت النتائج المقدمة في هذه الدراسة عن سلوك تركيز ثاني أكسيد الكربون الشهري حيث سجلت في مجملها قيم قصوى، يعود هذا الارتفاع في تركيز CO<sub>2</sub> الى ظروف الأحوال الجوية في هذه المنطقة من ارتفاع درجة الحرارة ونقص هبوب الرياح التي بدورها تخفف من قوة انبعاثات الغلاف الجوي وهذا ما تفسره قيم CO<sub>2</sub> المرتفعة داخل وحدات الإنتاج اين نجد كثافة وانتشار واسع للغازات مقارنة بمناطق خارج وحدات الإنتاج اين تكون بنسب أقل ثم يليها انخفاض محسوس في الحيز الخاص بإدارة المصنع اين يكون تأثير هذه الغازات قليل بحكم بعد وعزل الإدارة عن وحدة الإنتاج.

بشكل عام واعتمادا على الدراسة الإحصائية الجدول رقم (27) فإن محتوى تركيز ثاني أكسيد الكربون يفوق القيم المسموح بها بالنظر الى المعيار الأوروبي NBN EN 13779 الذي يقترح 1000 جزء من المليون كحد أقصى [50]. وهذا ما يوضحه الجدول الموالي:

الجدول رقم (49): تصنيف النظام الأوروبي لمستويات CO<sub>2</sub>

| المعيار الأوروبي NBN EN 13779  |                                    |                 |
|--|------------------------------------|-----------------|
| القيمة الافتراضية  | الحد الأقصى لمستوى CO <sub>2</sub> | فئة جودة الهواء |
| ppm 350  | أقل من 400 ppm                     | جودة ممتازة     |
| ppm 500  | 400 - 600 ppm                      | جودة متوسطة     |
| ppm 800  | 600 - 1000 ppm                     | جودة معتدلة     |
| ppm 1200   | أكبر من 1000 ppm                   | جودة منخفضة     |
| تتطلب لوائح EPB (European Polar Board) (المجلس القطبي الأوروبي) جودة هواء "معتدلة" على الأقل. لذلك يجب ألا يتجاوز مستوى ثاني أكسيد الكربون 1000 جزء في المليون |                                    |                 |

### 3 - 3 - V نتائج تركيز المركبات العضوية المتطايرة TVOC

تشمل المركبات العضوية المتطايرة العديد من المواد التي تنتمي إلى عائلات كيميائية مختلفة ولها خصائص عدة أهمها أن هذه المركبات من عائلة الأوزون مما يساهم في التلوث بالأكسدة الضوئية، بالإضافة إلى ذلك تساهم بعض المركبات العضوية المتطايرة في استعادة طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي من الغازات الدفيئة.

بينما يمكن أن تتبع المركبات العضوية المتطايرة بشكل طبيعي من الغطاء النباتي في حين نجد أن الأنشطة البشرية من صناعة ونقل وغيرها تساهم بشكل كبير في انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة. تم تحديد طريقة لترتيب الملوثات وفقاً لتأثيراتها الصحية المحتملة وحسب مؤشر التصنيف يأخذ هذا المؤشر بعين الاعتبار المخاطر الصحية المحتملة المرتبطة بالتعرض الحاد وكذلك المخاطر المرتبطة بالتعرض المزمن بالإضافة إلى ذلك ولمراعاة خصوصية مشكلة الهواء الداخلي تم أيضاً أخذ مؤشر التردد الداخلي الذي يوضح التكرار الذي توجد به المواد في الهواء الداخلي في الاعتبار وبالتالي كلما زاد التأثير الصحي المحتمل لمادة ما وكلما زاد تواتر وجودها في الهواء الداخلي زاد المؤشر المخصص لها لذلك جعل هذا المؤشر مقياس ترتيب المواد فيما بينها.

على المستوى الدولي تم أيضاً العمل على تصنيف الملوثات الداخلية حيث قامت وكالة حماية البيئة الأمريكية بتصنيف المواد الكيميائية الموجودة في البيئات الداخلية، الطريقة التي تم تنفيذها كان لها العديد من أوجه التشابه مع النهج الذي اعتمده OQAI (Observatoire de la qualité de l'air intérieur) [51].

الجدول رقم (50): المصادر البشرية من ملوثات الهواء الرئيسية [51]

| المصدر   | ملوثات الهواء  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 % صناعي</li> <li>• 10 % تدفئة المباني والاقامات السكنية</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ثاني أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 % وسائل النقل البري</li> <li>• 25 % صناعي</li> <li>• 5 % تدفئة المباني و الاقامات السكنية</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ثاني أكسيد النيتروجين (NO<sub>2</sub>)</li> <li>(انخفاض بمقدار 40 % لكل 15 عام)</li> </ul>      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 % تدفئة المباني والاقامات السكنية</li> <li>• 30 % وسائل النقل البري</li> <li>• 30 % صناعي</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• أول أكسيد الكربون (CO)</li> <li>(انخفاض بمقدار 75 % لكل 15 عام)</li> </ul>                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ملوث ثانوي ناتج عن التحول الكيميائي الضوئي لبعض الملوثات في وجود الاشعاع الشمسي</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• الأوزون (O<sub>3</sub>) (مضاعف لمدة 15 عام)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 - 30 % قطاع المباني والاقامات السكنية</li> <li>• 15% وسائل النقل البري</li> <li>• 30% صناعي</li> <li>• 30 - 40 % قطاع زراعي</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• الجسيمات العالقة (استقرار أو زيادة مستويات الغبار)</li> </ul>                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• وسائل النقل البري</li> <li>• الصناعة</li> <li>• استخدام المذيبات</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• مركبات عضوية متطايرة (VOC)</li> <li>(انخفاض بمقدار 80 % من البنزين الناتج عن الوقود)</li> </ul> |

من خلال النتائج المسجلة في الجدول رقم (46) نجد أن هناك تباين في تركيز المركبات العضوية المتطايرة في هواء منطقة الدراسة حيث كان أكبر تركيز لهذه المركبات داخل وحدات الإنتاج 9697 PPM ثم يليه هواء خارج وحدات الإنتاج 6218 PPM الى أن يسجل قيمة 399 PPM داخل إدارة المصنع، بما أن العمر الارشادي للجسيمات العضوية يدوم من ساعات الى أيام [47].

نلاحظ أن التراكيز المقاسة في منطقة الدراسة تفوق القيمة الحدية البالغة 1000 PPM في داخل وخارج وحدات الإنتاج غير أن التراكيز المقاسة في إدارة هذه المصانع يمكن اعتبارها مقبولة كون عمر هذه المركبات في الهواء قصير، لهذا نرجح الزيادة المعتبرة في تراكيز VOC الى حركة النشاط الصناعي. غير أن هناك العديد من الميادين تعد من المصادر الرئيسية للمركبات العضوية المتطايرة على سبيل المثال دهون الطلاء بأنواعها، التدخين...الخ.

## V - 3 - 4 نتائج تركيز الفورمالدهيد HCHO:

الفورمالدهيد (HCHO) مركب كربونيلي وهو الأكثر وفرة في الغلاف الجوي، كما أنه منتج عالي الإنتاجية لأكسدة جميع المركبات العضوية المتطايرة الأولية (VOCs) المنبعثة من المصادر الطبيعية والبشرية عن طريق جذور الهيدروكسيل (OH)، إن المصادر المهمة لـ HCHO هي الانبعاثات المباشرة من حرق الكتلة الحيوية والعمليات الصناعية واحتراق الوقود الأحفوري، ومع ذلك فإن أكسدة المركبات العضوية المتطايرة غير الميثانية المنبعثة من المصادر الحيوية (مثل الأيزوبرين) أو البشرية (مثل البيوتين) هي التي تتحكم في التباين المكاني لـ HCHO على نطاق عالمي [52].

الفورمالدهيد الغازي (HCHO) هو مؤشر وسيط وحساس لأكسدة المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) التي تدفع إلى إنتاج الأوزون التروبوسفيري [53].

هناك مصدران رئيسيان لانبعاث الفورمالديهايد في المركبات الخشبية غير الهيكلية وهما المواد اللاصقة والخشب، المواد اللاصقة معروفة جيداً وقد بُذلت جهود كبيرة لتقليل محتواها من الفورمالدهيد ومع ذلك لم يحظ انبعاث الفورمالدهيد من الخشب باهتمام كبير ولم يتم فهمه تماماً [54].

تظهر النتائج الواردة في الجدول (46) أن قيم تراكيز الفورمالدهيد تفوق القيم المسموح بها حسب منظمة الاتحاد الأوروبي والمحدد بقيمة 0.3 ppm كمتوسط للتعرض المهني للفورمالدهيد [55]. وهذا بنسبة للحالتين داخل وحدة الإنتاج وخارج وحدة الإنتاج لجميع محطات أخذ العينات، أما فيما يخص حالات الهواء داخل إدارة المراكز فكانت جلها ضمن المجال المسموح به أي أقل من 0.3 جزء من المليون، وبالاعتماد على الدراسة الإحصائية وتحديد المتوسط الحسابي والمقدر بـ 0.668 جزء من المليون يمكننا القول بأن الهواء الجوي لمنطقة الدراسة ملوث بغاز HCHO على الرغم من أنه يزفر البشر تركيز من الفورمالدهيد أثناء عملية التنفس تقدر ما بين 0.001 إلى 0.01 ملغرام لكل متر مكعب من الهواء حسب منظمة الصحة العالمية [55]. وهذا ما يوضح لنا خطورة التعرض المستمر للعامل لهذا الغاز المضر للإنسان والملوث للبيئة، استناداً إلى ما سبق نلاحظ أن القيم داخل إدارة المركز لم تتجاوز الحدود المسموح بها، بينما القيم المأخوذة من داخل وخارج وحدات الإنتاج تفوق بنسب كبيرة المعايير المحددة وهذا ما يرجح القول بأن الزيادة المعتبرة لتراكيز الفورمالدهيد في الهواء الجوي لمنطقة الدراسة سببه النشاط الصناعي.

## الخلاصة:

تعتبر المركبات العضوية المتطايرة (VOC) مكوناً رئيسياً في الغلاف الجوي فهي تلعب دوراً كبيراً في قدرة الأكسدة في الغلاف الجوي وتشكل أوزون التروبوسفير عند الأكسدة بعد ذلك يكون لها تأثيرات صحية ومناخية كبيرة ومن المهم معرفة مصادرها في الغلاف الجوي.

المركبات العضوية المتطايرة المؤكسدة شديدة التفاعل في الغلاف الجوي ولا تزال هناك اختلافات كبيرة في تقدير محدداتها كمثل هذه المركبات العضوية المتطايرة بمرور الوقت [56].

تضم المركبات العضوية المتطايرة مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية العضوية المنبعثة كالغازات من مواد صلبة وسوائل اذ تشكل آثار صحية خطيرة على البشر، تعتمد طبيعة ومدى هذه الآثار على مستويات تركيز هذه المركبات ومدة تعرضها [57].

من خلال النتائج المسجلة لعينات الهواء في منطقة الدراسة والممثلة بتركيز كل من غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ )، وغازات المركبات العضوية المتطايرة (TVOC)، بالإضافة الى تركيز الفورمالدهيد (HCHO) يتبين بأن تركيز هذه الغازات يفوق العتبة الحدية في نطاقي داخل وخارج وحدات الإنتاج (التصنيع) الا أن التراكيز داخل الإدارة مقبولة باعتبارها نطاق مغلق وبعيد عن وحدات الإنتاج، وعلى هذا الحد يمكننا القول بأن هواء منطقة الدراسة ملوث كما نرجح سبب هذا الأخير الى النشاط الصناعي.

من المهم فهم سلوك المركبات العضوية المتطايرة في البيئة قبل العلاج الفعال ومن ثم استخدام تقنيات معالجة مختلفة لإزالة وتفكيك المركبات العضوية المتطايرة من المياه الملوثة والهواء ووسط التربة [58]

## المراجع:

- [1] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الصادرة بتاريخ 5 جمادي الأول 1428 الموافق ل 22 مايو سنة 2007، العدد 34.
- [2] منصور عويدات سالم، على عمران الزرقفة، تقييم الآثار البيئية الناتجة عن انتشار الأنشطة الصناعية المختلفة ومحطات الوقود بالمنطقة الشمالية الغربية للساحل الممتدة من تاجوراء شرقا حتى الماية غربا وجنوبا حتى قصر بن غشير والعزيفية. مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية، جامعة سبها، ليبيا، المجلد 21، العدد 1، 2022، ص 64.
- [3] أحمد كريم عباس، حامد حسين رجب الجبوري، تقييم معايير التلوث بالرصاص والنيكل والكاديوم المتسبب من المخلفات الصناعية لمعملي الفرات للمواد الكيميائية وأسمنت السدة في ترب زراعية في محافظة بابل، المجلة العراقية لعلوم التربية، المجلد 18، العدد 1، 2018، ص 48.
- [4] محمود فاضل عبد، لفته سلمان كاظم، لفته سلمان كاظم، حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، مجلة جامعة كركوك، كلية العلوم، المجلد 12، العدد 3، العراق، 2017.
- [5] Szefer, P., Glasby, G.P., Szefer, K., Pempkowiak, J., and Kaliszan, R. (1996). "Heavy metal pollution in superficial sediments from the southern Baltic Sea off Poland". *Journal of Environmental and Health*. 31A, 2723 – 2754.
- [6] Abdullah, M. Z., Louis, V.C and Abas, M.T. 2015. Metal pollution and ecological risk assessment of Balok River sediment, Pahang Malaysia. *Am. J. Environ. Eng.* 5: 1–7.
- [7] Malvandi, H. 2017. Preliminary evaluation of heavy metal contamination in the ZarrinGol River sediments, Iran. *Mar. Pollut. Bull.* 117: 547 – 553.
- [8] – Han, Y, Du, P, Cao, J and Posmentier, E. S. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China. *Sci Total Environ.* 355: 176 – 86.
- [9] Islam, M. S., Ahmed, M. K, Habibullah–Al–Mamun, M and Masunaga. S. 2015. Potential ecological risk of hazardous elements in different land–use urban soils of Bangladesh. *Sci. Total Environ.* 512 – 513: 9 – 102.
- [10] Luo, Y.; Rao, J.; Jia, Q., (2022). Heavy metal pollution and environmental risks in the water of Rongna River caused by natural AMD around Tiegelongnan copper deposit, Northern Tibet, China. *PLoS ONE*, 17(4): e0266700. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.026670](https://doi.org/10.1371/journal.pone.026670).
- [11] Youning.Hu, Dexiung. wang. Heavy metal contamination of urban topsoils in a typical region of Loess Plateau, China. 2014.*Journal of Soils and Sediments* 14(5):928–935– 933.

- [12] عقيل عباس حمد الشريفي، التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة، جامعة كربلاء، العراق، 2014، ص 68.
- [13] S. Muttamara. Wastewater characteristics, Resources, Conservation and Recycling vol 16, pp147 , (1996).
- [14] كامل كاظم فهد، دراسة تركيز العناصر الثقيلة للمياه السطحية والجوفية في مياه جنوب العراق، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية، المجلد 4، العدد 2، العراق، 2015، ص 268.
- [15] محمد قمر أحمد المصطفى، دراسة تأثير نسبة قيمة الأوكسجين الكيميائي المطلوب (COD) إلى قيمة الأوكسجين الحيوي المطلوب (BOD) في كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص، جامعة البعث، سورية، 2019.
- [16] حسين، فالح حسن، (2000) "الواقع البيئي لمحافظة بابل عام 2000"، الندوة العلمية الأولى عن التلوث البيئي لمحافظة بابل، جامعة بابل، ص 5.
- [17] Swedish Environmental Protection Agency, 2000: Metals in Lakes and Water Courses.
- [18] نجاة المبروك عون، سهام المبروك عون، دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والبيولوجية في مياه الصرف المعالجة بمحطة المجمع الفندقية " دار تليل" لتحديد مدى وملاءمتها لري المسطحات الخضراء، جامعة طرابلس - ليبيا، مجلد 57، العدد 1، 2019. ص 233.
- [19] عباس كمرشو، (2017)، استعمال كربون منشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمر دقلة نور) في معالجة المياه المستعملة الحضرية (دراسة مقارنة)، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرياح، ورقلة.
- [21] قمر أحمد قمر، دراسة بعض الأيونات الذائبة والمعادن الثقيلة لمياه الشرب بالدائرة الثانية لمدينة أنجمينا، مجلة العلوم البيئية، المجلد الخمسون، العدد التاسع، جامعة عين الشمس، 2021، ص 380.
- [22] Ghazali D, Zaid A. (2013): Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain salama-jerri (région de Meknès –Maroc). Larhyss journal, n° 12, janvier 2013, p. 25.
- [23] سراوي مبروك، استخدام الطين المحلي من منطقة تقرت في تنقية مياه الصرف الصحي أداة التنقية والظروف المثلى، أطروحة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرياح، 2020، ص 47.
- [24] Miriam R. Aczel. Earth and its resources, Centre for Environmental Policy, Imperial College London, London, United Kingdom, 2021, p6.
- [25] صبحي عبد الستار حسن واخرون، تقييم كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصناعي في شركة واسط العامة للصناعات النسيجية، مجلة التربة، جامعة واسط، العراق، 2017، ص 585.

[26] Baumont S., Camard J. P. et Lefranc A. (2009). Réutilisation des eaux usées épurées risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), 222p.

[27] يحيى داود المشهداني، مصطفى عامر ذنون، دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الخارجة من محطة معالجة مصفى الكسك، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، جامعة الموصل، العراق، العدد 10-22، 2017، ص، 80، 81، 82.

[28] A. Toumi, A. Reggam, H. Alayat, M. Houhamdi, Caractérisation physico-chimique des eaux de l'écosystème lacustre: cas du Lac des Oiseaux (Extrême NE- Algérien), J. Mater. Environ. Sci. 7 (1) (2016) 139-147, p 141.

[29] اسيا فاضل عبد الله المنصور، التلوث العضوي - الأدلة النوعية للمياه، جامعة البصرة، العراق، ص 4.

[30] Zobeidi Ammar, Epuration des eaux usées par lagunage aéré en zone aride – cas de la région d'el-oued paramètres influents et choix des conditions optimales, Thèse de Doctorat, Université d'Ouargla, 2017.

[31] Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada Document technique La turbidité, 2013, p12.

[32] Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005).، L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8<sup>ème</sup> édition, 1383p.

[33] JORA., 2011 – (Journal Officiel de la République Algérienne) Décret exécutif n° 11- 125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers, Alger, 7-25p.

[34] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., 2009 – L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod, 1579p.

[35] JEAN L.C, 2002 – La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche, Direction de l'espace rural et de la forêt, 22p

[36] OMS., 2004 – Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3<sup>ème</sup> éd, Vol 1. Directives, Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p.

[37] Nadia Morin.al, Paramètres chimiques de l'eau et rejets industriels, Open Edition Books, Presses universitaires de Franche-Comté, 2017.

[38] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الصادرة بتاريخ الأحد 25 شعبان 1433، الموافق ل 15 جويلية 2012، العدد 41

[39] لشاوي، عماد جاسم محمود، تأثير التدفقات الحارة لمحيطات توليد الطاقة الحرارية على كثافة الأحياء المائية في محافظة البصرة، جامعة البصرة، 1999.

[40] عبد الحكيم دحام حسين، دراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية لمياه نهر الفرات والآبار والعيون في مدينتي هيت والرمادي ومدى صلاحيتها لأغراض الري، جامعة الانبار، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد 8، العدد 4، 2010، ص 71.

[41] Boutayeb M., Bouzidi M., Fekhaoui M. Bulletin de l'Institut Scientifique. Section sciences de la Vie. n° 34 (2). Rabat ; 2012.

[42] العابد إبراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، مذكرة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ص 75.

[43] Rachid Laref, Etude d'un système à base de microcapteurs de gaz pour le suivi et la cartographie de la pollution atmosphérique, Thèse de doctorat université de Lorraine, France, 2020, p 14

[44] Blin, C., Higuët, I., Petit, P., & Brahy, V. (2007). Les particules en suspension dans l'air. Retrieved August 13, 2020, from Rapport Etat environnement Wallonie 2006–2007 website: <http://airquality.issep.be/WebAirQuality/MicroParticules.aspx>

[45] AWAC, & ISSeP. (2017). Réseaux de surveillance de la Qualité de l'Air – Rapport 2017. Retrieved from <http://airquality.issep.be/WebAirQuality/RapportAnnuel.aspx>

[46] SCHÜTZ M. (1995). Environnement et pollution Comment mesurer ? Comment réagir ? Ed : Publitronec, Nieppe, 253 p.

[47] BELHADJ Hanane, Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen Xanthoria parietina (L.) bio-accumulateur d'éléments traces métalliques dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel Abbes (Algérie occidentale) , Thèse de doctorat, université de Sidi Bel Abbes, 2015, p 24.

[48] Concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur et effets sur la santé, de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Anses, France, 2013, p228.

[49] Harper, H.A., Rodwell, V.M. et Mayes, P.A. (1979) Review of Physiological Chemistry, 17<sup>th</sup> Edition. Large Medical Publishers, Los Altos, Californie 1985.

[50] Séminaire Smart Governance – Compte-rendu et présentations juin 2022.

- [51] Ennabaouia Hanene BenMansour, Caractérisation de la pollution atmosphérique par la bioindication, Thèse de doctorat, université de Sidi Bel Abbes, 2021, p10.
- [52] Dorothee Grange, Les composés organiques volatils (COV), Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, Décembre 2007.
- [53] Hossain Mohammed Syedul Hoque, Sudo, Kengo, et al, Multi-axis differential optical absorption spectroscopy (MAX-DOAS) observations of formaldehyde and nitrogen dioxide at three sites in Asia and comparison with the global chemistry transport model CHASER, Atmospheric Chemistry and Physics, journal of the European Geosciences Union, Katlenburg-Lindau, Vol. 22, N° 18, (2022).
- [54] Lui, K.H. ; Ho, Steven Sai Hang, Seasonal behavior of carbonyls and source characterization of formaldehyde (HCHO) in ambient air, Atmospheric environment, 2017, Vol.152.
- [55] Mohammad Tasooji, Novel Liquid Extraction Method for Detecting Native-wood Formaldehyde. Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State, USA, 2014.
- [56] Hegstad, Maria, Industry Claims Host Of Scientific Flaws In Draft Formaldehyde Assessment, ÉditeurInside Washington Publishers, Proquest, 2022, p2
- [57] Radheshyam Yadav and Puneeta Pandey, A Review on Volatile Organic Compounds (VOCs) as Environmental Pollutants: Fate and Distribution, International Journal of Plant and Environment Vol. 4, No. 2, India (July, 2018).
- [58] Suthersan, S.S.1999.In-well air stripping, oxidation, and adsorption.US.Patent No. 6.007,274. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

الخلاصة العامة

مما لا شك فيه أن مشكلة التلوث البيئي قضية الإنسان المعاصر لاسيما وأنها شكلت خطرا يهدد الجنس البشري بالزوال وظهرت هذه المشكلة نتيجة التقدم الصناعي و الزيادة في عمليات التصنيع دون مراعاة النتائج السلبية لنفايات الناتجة عنها، واستنادا لهذا حاولنا في هذه الأطروحة والموسومة تحت عنوان " المساهمة في دراسة بعض مؤشرات التلوث البيئي للمنطقة الصناعية بتقريت جنوب شرق الجزائر " دراسة إشكالية شملت العديد من ميادين البحث العلمي والتي تكمن في التلوث بالمخلفات الصناعية ومدى تأثيرها على مكونات البيئة الطبيعية من تربة وماء وهواء، كما أن هذه الظاهرة لم تعد تقتصر على الدول الصناعية فحسب بل تعدت الى أبعد من ذلك لتشمل كل مناطق العالم مما استوجب علينا إيجاد حلول من أجل حماية البيئة والمحافظة عليها سعيا منا لتحقيق مبدأ التنمية المستدامة، وعلى هذا الأساس جاء هذا العمل ليجسد دراسة ميدانية لعينة من المناطق الصناعية التي تزخر بها الجزائر وأخص بذكر منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقريت.

ومن أجل انجاز هذا العمل الميداني انتهجنا المراحل التالية حيث تضمنت المرحلة الأولى إحصاء وتصنيف المؤسسات والشركات ومراكز التصنيع التابعة الى منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقريت كل حسب طبيعة نشاطه، حيث تم اختيار 21 منشأة مختلفة اعتمدت كنقاط أخذ عينات التربة كما تم اختيار عشر نقاط منها لتمثل نقاط عينات مياه الصرف الصناعي، في حين إختارنا خمسة محطات لرصد وقياس عينات الهواء. كمرحلة ثانية قمنا بحساب قيم بعض مؤشرات التلوث البيئي في التربة وهذا انطلاقا من قياس تراكيز العناصر الثقيلة فيها، كما تمت دراسة الخواص الفيزيوكيميائية لعينات مياه الصرف الصناعي لمنطقة الدراسة، أما فيما يخص جزء الهواء فأخذت القياسات بالطريقة المباشرة أي القراءة على الجهاز. من خلال القياسات التي أجريت في كل من مخبر تثمين وترقية الموارد الصحراوية (VPRS) ومركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة (بسكرة - تقريت) (CRSTRA)، ومخبر الديوان الوطني لتطهير بتقريت (ONA) من أجل الكشف عن الملوثات وتحديد طبيعة منشأها في كل من التربة والماء. وتجسيديا لهذه المراحل تم تحديد بعض الملوثات وهذا باستخدام مؤشرات التلوث البيئي و المعبر عنها بكل من عامل التلوث (CF): Zn 0.228، Fe 0.168، Co 0.062، Cu 0.011، Pb 0.155، Mn 0.05. معامل الاغناء (EF): Zn 2.361، Co 0.964، Cu 0.119، Pb 2.281، Mn 0.056. عامل التلوث الأحادي (PI): Zn 0.045، Co 6.218، Cu 0.006، Pb 15.564، Mn 0.003، Fe 0.530. عامل حمولة التلوث (PLI): 1.635. وهذا بالنسبة لجزء التربة.

أما لجزء الماء فكانت قيم المتوسط الحسابي لكل من الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO 1129.50 مغ/ل و الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO<sub>5</sub> 120 مغ/ل، تركيز الأوكسجين المنحل O<sub>diss</sub> 3.827 مغ/ل، المواد العالقة MES 602.20 مغ/ل، تركيز الأرتوفوسفات Po<sub>4</sub><sup>3-</sup> 13.65 مغ/ل، العكارة .NTU 69.945.

كما كانت نتائج المتوسط الحسابي لقياسات الهواء على النحو التالي: غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  ppm 4027.7، مجموع تراكيز المركبات العضوية المتطايرة **TVOC** ppm 4.787، الفورمالدهيد **HCHO** ppm 0.668. وعلى هذا الأساس أشارت هذه النتائج في مجملها الى وجود تلوث بيئي في منطقة النشاط الصناعي لمدينة تقرت يرجح سببه الى المخلفات الصناعية الناتجة عن كل نشاط صناعي بالإضافة الى التلوث طبيعي المنشأ.

غير أن دراسة نظام الإدارة البيئية ايزو 14001 والمطبق من طرف مركز الزيت نفضال تقرت أظهر نتائج توافق القيم الحدية المنصوص عليها في الجريدة الرسمية وطنيا وكذا القوانين الدولية لحماية البيئة والمحافظة عليها، كما يمكن اعتماده كحل من الحلول المقترحة من أجل التقليل من التدهور البيئي المسلط على مكونات البيئة الطبيعية من ماء وتربة وهواء.

### أفاق مستقبلية:

- ★ توسيع مجال الدراسة ليشمل جميع نقاط النشاط الصناعي لدوائر الولاية.
- ★ انشاء قاعدة بيانات إحصائية للملوثات البيئية حسب طبيعة نشاط كل منشأة.
- ★ تطبيق نظام الإدارة البيئية ايزو 14001 في المؤسسات الصناعية وتقييم النتائج.

الملاحق

صور بعض الأجهزة المستخدمة في تحضير عينات التربة في المختبر



الصورة (4): تحضير عينات التربة داخل المختبر



الصورة (6): منخل التدرج الحبيبي

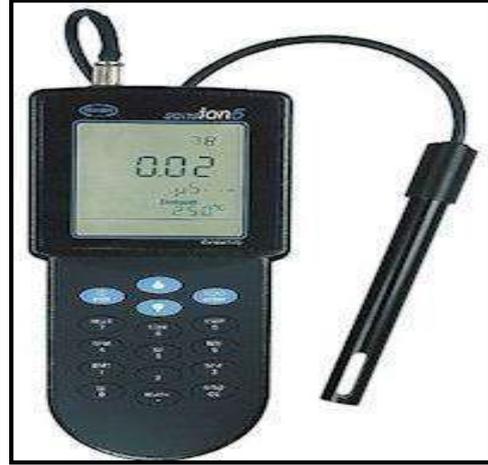


الصورة (5): ميزان الكتروني حساس

صور بعض الأجهزة المستخدمة في قياس عينات الماء في المخبر



الصورة (8): جهاز قياس الأوكسجين المنحل



الصورة (7): جهاز قياس الناقلية الكهربائية



الصورة (10): الأدوات المستعملة في قياس  $DBO_5$



الصورة (9): حاضنة  $DBO_5$

بعض صور قياس جودة الهواء داخل وخارج وحدات الانتاج



الصورة (12): قياس العينات داخل ادارة المؤسسة



الصورة (11): قياس العينات داخل وحدة الإنتاج

السياسة البيئية لمؤسسة نفطال



## Déclaration de la Politique Santé, Sécurité, Environnement, Qualité et Engagement Sociétal

Evoluant dans un contexte en perpétuelle mutation, caractérisé par un marché de libre concurrence d'une part, et d'exigences de plus en plus accrues des parties intéressées en matière de santé, de sécurité, d'environnement, de qualité et d'engagement sociétal d'autre part, NAFTAL projette de se lancer dans un ambitieux challenge afin de se positionner en grande entreprise prospère.

NAFTAL veut s'illustrer en garantissant en continu:

- La préservation de la santé, la sécurité des personnes et des biens, ainsi que la protection de l'environnement;
- La prise de conscience de chacun et à tous les niveaux de l'organisation de son rôle et responsabilité personnels dans la prévention des accidents et incidents, de la préservation de la santé des travailleurs et de l'environnement;
- La mise à disposition de ses clients des produits et services associés répondant à leurs exigences et attentes;
- La conformité aux exigences réglementaires et légales des activités et des installations;
- L'instauration d'un climat serein apportant épanouissement à la ressource humaine en ayant le souci permanent de la propulser vers la réactivité, la créativité et l'excellence;
- La contribution au développement durable des communautés environnantes et même au-delà, dans les domaines économique, humain et social, qui doit se traduire par son engagement sociétal et sa volonté d'instaurer un dialogue transparent et constructif avec toutes les parties prenantes.

En effet, que d'efforts ont été consentis, de compétences et d'intelligences avérées d'hommes et de femmes qui se sont succédés et se sont exprimés sur le terrain depuis sa création, NAFTAL a besoin de s'affirmer en tant que tel.

Désormais, NAFTAL lance de nouveaux défis louables et initie un important programme de développement et de modernisation à l'horizon 2030, résultant d'un large consensus issu des travaux du brainstorming organisé autour du thème « Pour un développement durable et soutenable »

Les principaux axes stratégiques de développement s'articulent autour de :

- La maîtrise des risques inhérents au fonctionnement des activités en matière de sécurité, de santé, d'environnement et de management, ainsi que pour tout projet de développement;
- Le développement des infrastructures de stockage et le réseau transport par canalisation Carburants et GPL;
- Le développement et la modernisation du réseau stations-services ainsi que les centres Lubrifiants/Pneumatiques;
- Le développement et la diversification des activités hors filière;
- Le développement et la promotion des carburants propres GPL/C, GNC et GNL Marin;
- La sélection de partenaires répondant aux exigences de notre système de Management en matière de santé, de sécurité, d'environnement, de qualité et d'engagement sociétal;
- La mise en place d'une organisation adaptée permettant la promotion des activités à forte valeur ajoutée;
- La valorisation de la ressource humaine par une gestion de carrière fondée sur les valeurs de reconnaissance des compétences, d'équité et de motivation;
- La mise en place d'une démarche marketing orientée client;
- La refonte des systèmes d'information pour répondre aux besoins de notre projet de développement et de modernisation;
- L'optimisation et la rationalisation de nos ressources financières, notamment par la réduction des charges et la maîtrise des coûts.

Pour l'accomplissement de ce Projet d'Entreprise et l'atteinte des objectifs assignés, je demande à tous l'engagement dans ce cap tracé, de l'intérioriser en principe directeur et que cela transparaît dans les gestes de chacun et au quotidien.

Je demande à tout un chacun d'adopter en outil de management, notre système entreprise en matière de santé, de sécurité, d'environnement, de qualité et d'engagement sociétal et d'éradiquer tout autre système de gestion en parallèle.

Chaque responsable dans son activité est garant de la mise en oeuvre, de l'efficacité et de la pérennité de notre système Entreprise. Son efficacité est le reflet de l'évaluation des performances de tout le collectif et des efforts consentis dans la définition d'actions de progrès.

R. NADEL  
Le Président Directeur Général

07 Novembre 2017



شهادة المطابقة البيئية لمؤسسة نפטال

# CERTIFICAT

EN ISO 14001 : 2004

Système de Management de l'Environnement

**AIB-VINÇOTTE  
INTERNATIONAL sa,**  
Bruxelles - Belgique

Il est certifié que

**NAFTAL SPA Branche Carburants**

situa

**Aéroport Houari Boumedienne BP 70  
Dar El Beida - ALGER  
Algérie**

a établi et tient à jour un système environnemental conforme aux exigences de la norme  
EN ISO 14001 : 2004 "Systèmes de Management de l'Environnement" pour :

**Stockage, Transport et Distribution des carburants terre, aviation et marine;  
Commercialisation des carburants et lubrifiants aviations et marines ;  
Exploitation et maintenance des installations de stockage des carburants.  
Gestion et maintenance des véhicules de transport et de distribution.  
Armement et maintenance des navires ravitailleurs (barges) ;  
Conception et réalisation des infrastructures de stockage et de transport par canalisation  
des carburants**

Le présent certificat est basé sur le résultat d'un audit environnemental, documenté dans le rapport  
d'audit **RA12034-21F**

Numéro du certificat: 12 EMS 536  
Date de délivrance le: 7 mai 2012  
Ce certificat expire le: 6 mai 2015

Les informations complémentaires concernant le périmètre de ce certificat et l'application des exigences  
de EN ISO 14001 : 2004 peuvent être obtenues auprès du titulaire de ce certificat

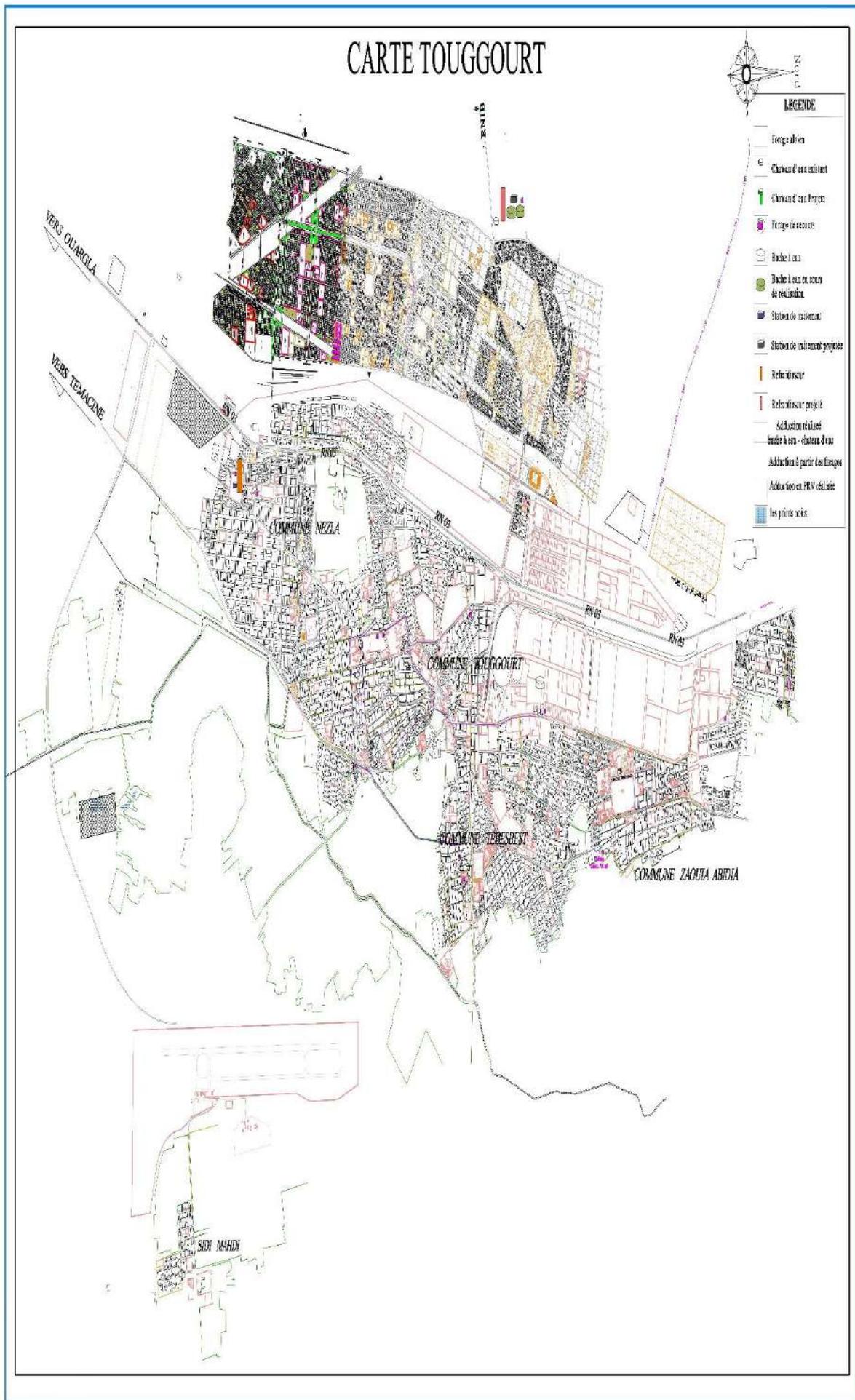
Le présent certificat est octroyé moyennant respect du Règlement Général Aib-Vincotte International sa.



Au nom de l'organisme de certification:

Ir. Paul Olivier  
Président de la Commission de Certification

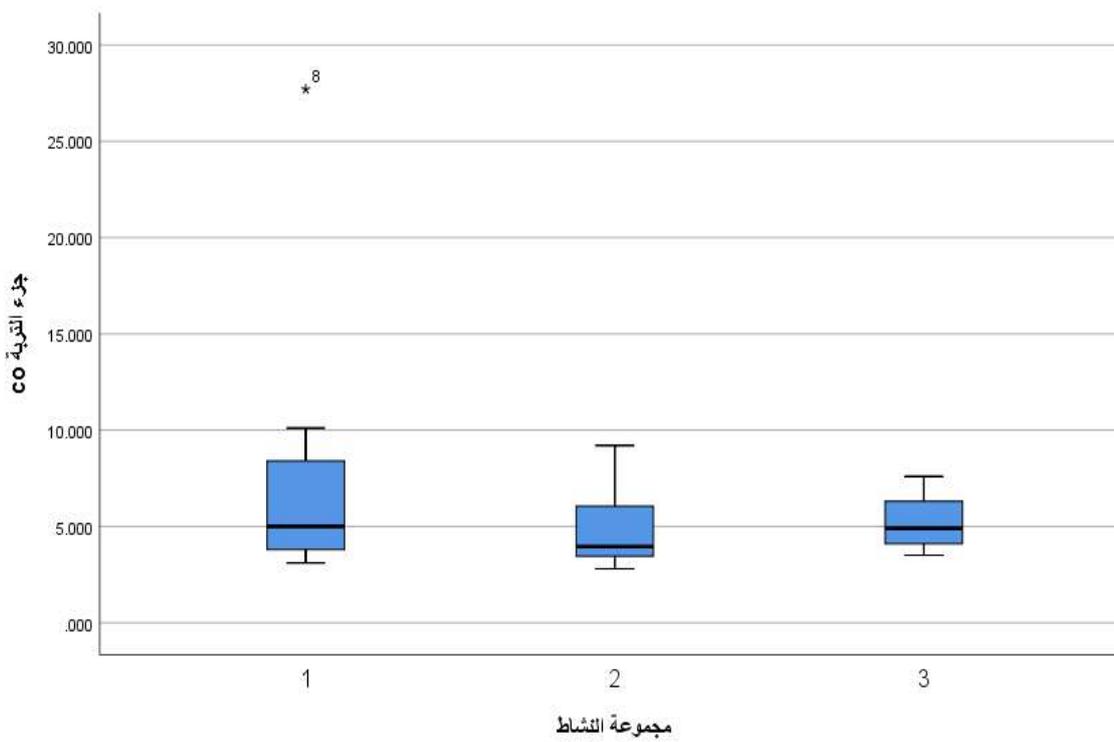
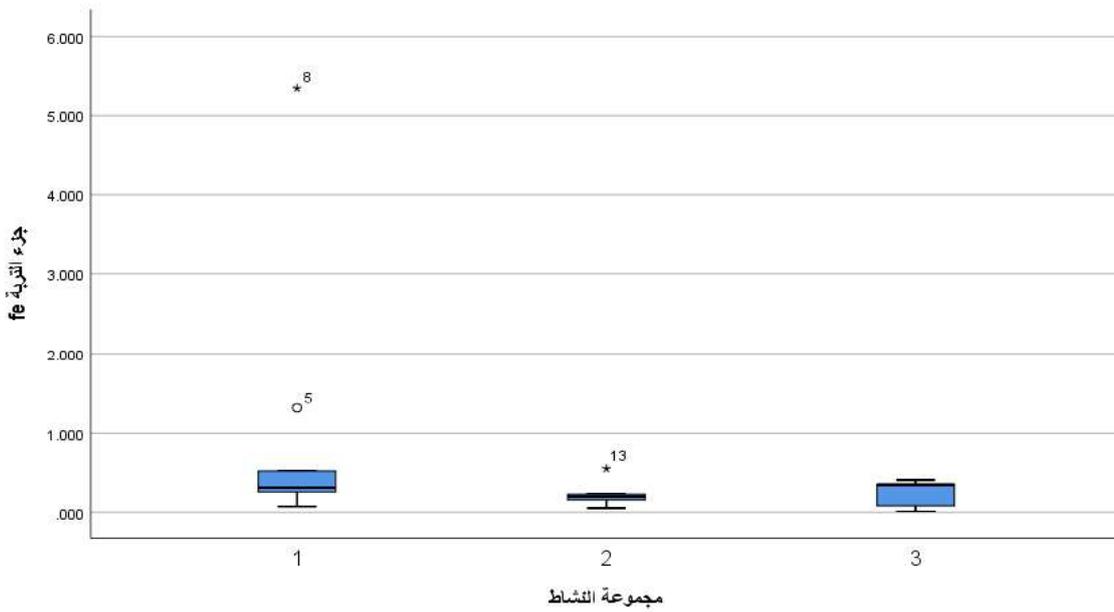


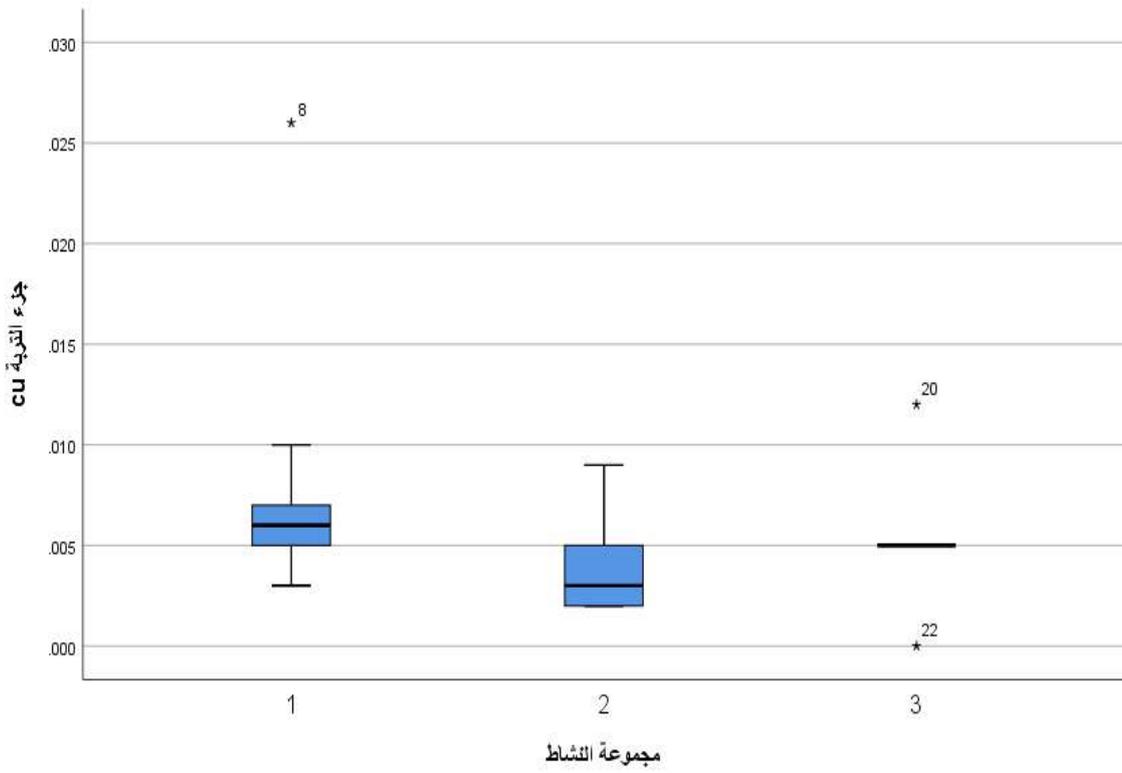
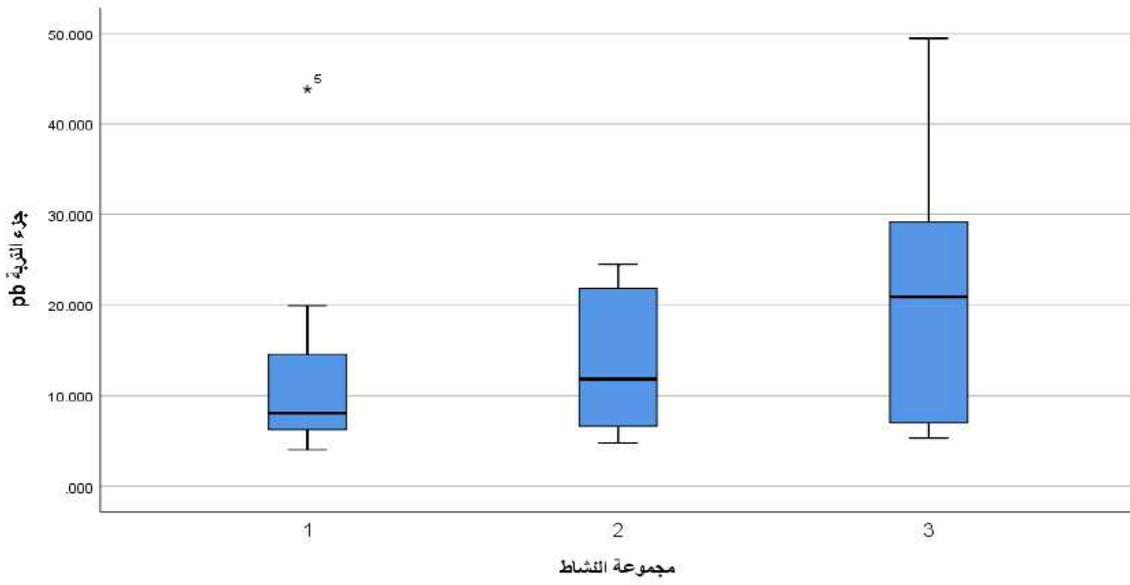


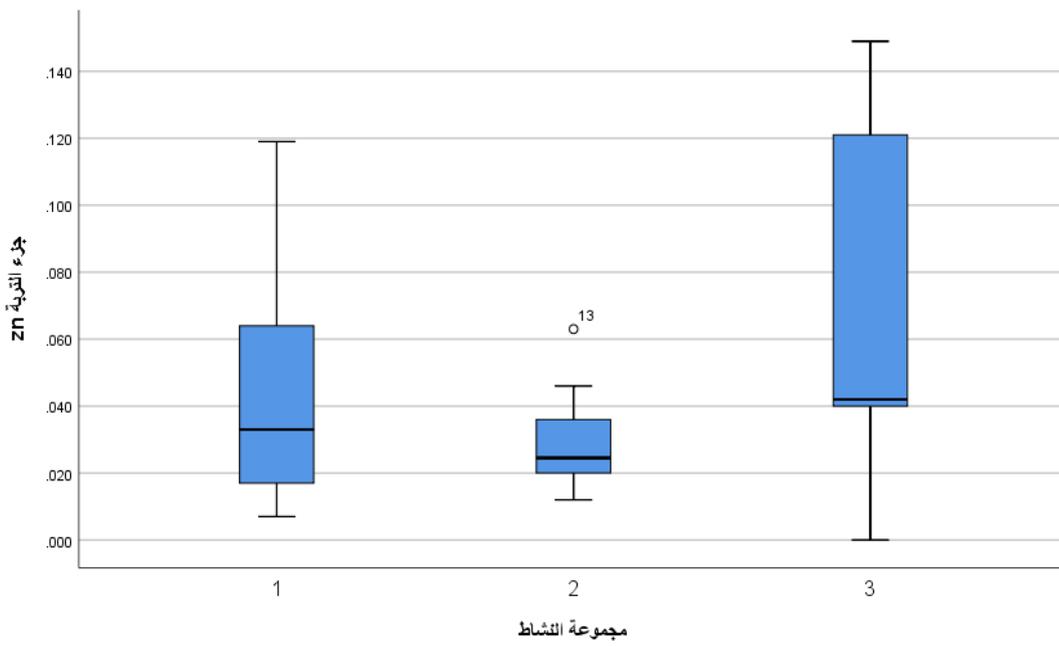
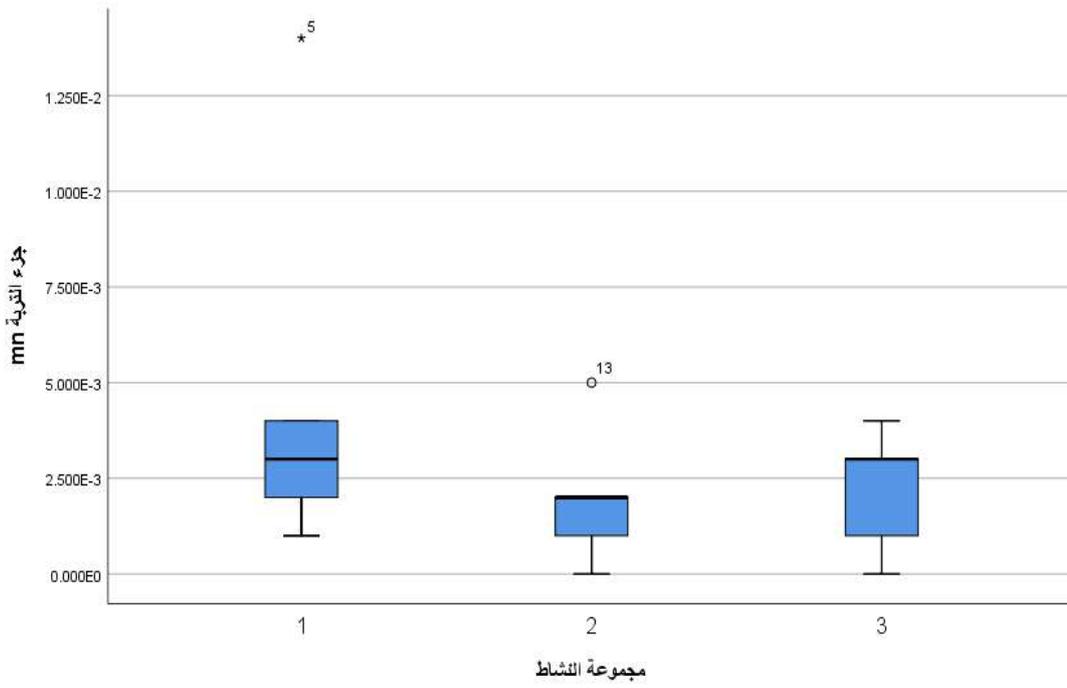
المصدر: مكتب الدراسات التقنية واد ريف تقرت

```

EXAMINE VARIABLES=PLI Zn Fe Co Pb Cu Mn BY GA
/PLOT BOXPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.
    
```







## DECRETS

### **Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.**

-----

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

#### **Décrète :**

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

#### SECTION 1

##### **DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES**

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

#### SECTION 2

##### **DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS**

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

#### SECTION 3

##### **DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS**

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Ouél 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

| N° | PARAMETRES                          | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|----|-------------------------------------|-------|-----------------|--|
| 1  | Température                         | °C    | 30              | 30   |
| 2  | PH                                  | -     | 6,5 - 8,5       | 6,5 - 8,5  |
| 3  | MES                                 | mg/l  | 35              | 40   |
| 4  | Azote Kjeldahl                      | "     | 30              | 40   |
| 5  | Phosphore total                     | "     | 10              | 15   |
| 6  | DCO                                 | "     | 120             | 130  |
| 7  | DBO5                                | "     | 35              | 40   |
| 8  | Aluminium                           | "     | 3               | 5  |
| 9  | Substances toxiques bioaccumulables | "     | 0,005           | 0,01   |
| 10 | Cyanures                            | "     | 0,1             | 0,15   |
| 11 | Fluor et composés                   | "     | 15              | 20   |
| 12 | Indice de phénols                   | "     | 0,3             | 0,5  |
| 13 | Hydrocarbures totaux                | "     | 10              | 15   |
| 14 | Huiles et graisses                  | "     | 20              | 30   |
| 15 | Cadmium                             | "     | 0,2             | 0,25   |
| 16 | Cuivre total                        | "     | 0,5             | 1  |
| 17 | Mercuré total                       | "     | 0,01            | 0,05   |
| 18 | Plomb total                         | "     | 0,5             | 0,75   |
| 19 | Chrome Total                        | "     | 0,5             | 0,75   |
| 20 | Etain total                         | "     | 2               | 2,5  |
| 21 | Manganèse                           | "     | 1               | 1,5  |
| 22 | Nickel total                        | "     | 0,5             | 0,75   |
| 23 | Zinc total                          | "     | 3               | 5  |
| 24 | Fer                                 | "     | 3               | 5  |
| 25 | Composés organiques chlorés         | "     | 5               | 7  |

**PH** : Potentiel d'hydrogène  
**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**MES** : Matière en suspension

## ANNEXE II

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITEES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS  
LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

## 1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

## a - Abattoirs et transformation de la viande :

| PARAMETRES         | UNITE                 | VALEURS LIMITEES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|--------------------|-----------------------|------------------|--|
| Volume /quantité   | m3/t carcasse traitée | 6                | 8  |
| PH                 | -                     | 5,5 - 8,5        | 6-9  |
| DBO <sub>5</sub>   | g/t                   | 250              | 300  |
| DCO                | "                     | 800              | 1 000  |
| Matière décantable | "                     | 200              | 250  |

## b - Sucrierie :

| PARAMETRES         | UNITE | VALEURS LIMITEES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|--------------------|-------|------------------|--|
| Température        | °C    | 30               | 30   |
| PH                 | -     | 6-9              | 6-9  |
| DBO <sub>5</sub>   | mg/l  | 200              | 400  |
| DCO                | "     | 200              | 250  |
| MES                | "     | 300              | 350  |
| Huiles et graisses | "     | 5                | 10   |

## c - Levurerie :

| PARAMETRES       | UNITE | VALEURS LIMITEES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|------------------|-------|------------------|--|
| Température      | °C    | 30               | 35   |
| PH               | -     | 5,5 - 8,5        | 6,5 - 8,5  |
| DBO <sub>5</sub> | mg/l  | 100              | 120  |
| DCO              | "     | 7 000            | 8 000  |
| MES              | "     | 30               | 50   |

## d - Brasserie :

| PARAMETRES       | UNITE               | VALEURS LIMITEES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|------------------|---------------------|------------------|--|
| Température      | °C                  | 30               | 30   |
| PH               | -                   | 5,5 - 8,5        | 9 - 10,5   |
| DBO <sub>5</sub> | g/t de malt produit | 250              | 300  |
| DCO              | "                   | 700              | 750  |
| MES              | "                   | 250              | 300  |

PH : Potentiel d'hydrogène  
 DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
 DCO : Demande chimique en oxygène  
 MES : Matière en suspension

**e - Corps Gras :**

| PARAMETRES       | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|------------------|-------|-----------------|---|
| Température      | °C    | 30              | 30  |
| PH               | -     | 5,5 - 8,5       | 6-9   |
| DBO <sub>5</sub> | g/t   | 200             | 250   |
| DCO              | "     | 700             | 800   |
| MES              | "     | 150             | 200   |

**2 - Industrie de l'Energie :**

**a - Raffinage de pétrole :**

| PARAMETRES         | UNITE             | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|--------------------|-------------------|-----------------|---|
| Débit d'eau        | m <sup>3</sup> /t | 1               | 1,2   |
| Température        | °C                | 30              | 35  |
| PH                 | -                 | 5,5 - 8,5       | 5,5 - 8,5   |
| DBO <sub>5</sub>   | g/t               | 25              | 30  |
| DCO                | "                 | 100             | 120   |
| MES                | "                 | 25              | 30  |
| Azote total        | "                 | 20              | 25  |
| Huiles et graisses | mg/l              | 15              | 20  |
| Phénol             | g/t               | 0,25            | 0,5   |
| Hydrocarbures      | g/t               | 5               | 10  |
| Plomb              | mg/l              | 0,5             | 1   |
| Chrome 3+          | "                 | 0,05            | 0,3   |
| Chrome 6+          | "                 | 0,1             | 0,5   |

**b - Cokéfaction :**

| PARAMETRES                              | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|---|-------|-----------------|---|
| DBO <sub>5</sub>                        | mg/l  | 30              | 40  |
| DCO                                     | "     | 120             | 200   |
| Phosphores                              | "     | 2               | 2   |
| Cyanures                                | "     | 0,1             | 0,1   |
| Composés d'Azote                        | "     | 35              | 40  |
| Indice Phénols                          | "     | 0,3             | 0,5   |
| Benzène, Toluène, Xylène                | "     | 0,08            | 0,1   |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques | "     | 0,08            | 0,1   |
| Sulfure                                 | "     | 0,08            | 0,1   |
| Substances filtrables                   | "     | 40              | 50  |

**PH** : Potentiel d'hydrogène  
**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**MES** : Matière en suspension

**3 - Industrie mécanique :**

| PARAMETRES    | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|---------------|-------|-----------------|---|
| Température   | °C    | 30              | 30  |
| PH            | -     | 5,5- 8,5        | 5,5- 8,5  |
| DCO           | mg/l  | 300             | 350   |
| Cyanure       | "     | 0,1             | 0,15  |
| Cuivre        | "     | 0,7             | 1   |
| Nickel        | "     | 0,7             | 1   |
| Zinc          | "     | 2,5             | 3   |
| Plomb         | "     | 0,7             | 1   |
| Cadmium       | "     | 0,5             | 1   |
| Hydrocarbures | "     | 15              | 20  |
| Phénol        | "     | 0,5             | 1   |
| Métaux totaux | "     | 20              | 25  |

**4 - Industrie de transformation des métaux :**

| PARAMETRES | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|------------|-------|-----------------|---|
| Cuivre     | mg/l  | 1.5             | 2   |
| Nickel     | "     | 2               | 2,5   |
| Chrome     | "     | 1,5             | 2   |
| Fer        | "     | 5               | 7,5   |
| Aluminium  | "     | 5               | 7,5   |

**5 - Industrie de minerais non métallique :****a - Céramique :**

| PARAMETRES         | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|--------------------|-------|-----------------|---|
| Température        | °C    | 30              | 30  |
| PH                 | -     | 5,5 - 8,5       | 5,5 - 8,5   |
| DCO                | mg/l  | 80              | 120   |
| Matière décantable | "     | 0,5             | 1   |
| Plomb              | "     | 0,5             | 1   |
| Cadmium            | "     | 0,07            | 0,2   |

**b - Verre :**

| PARAMETRES  | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES |
|-------------|-------|-----------------|--|
| Température | °C    | 30              | 30   |
| PH          | -     | 5,5 - 8,5       | 5,5 - 8,5  |
| DCO         | mg/l  | 80              | 120  |
| MES         | "     | 0,3             | 0,5  |
| Plomb       | "     | 0,5             | 1  |
| Cadmium     | "     | 0,07            | 0,2  |
| Chrome      | "     | 0,1             | 0,1  |
| Cobalt      | "     | 0,1             | 0,1  |
| Cuivre      | "     | 0,1             | 0,3  |
| Nickel      | "     | 0,1             | 0,5  |
| Zinc        | "     | 2               | 5  |

**PH** : Potentiel d'hydrogène  
**DCO** : Demande chimique en oxygène  
**MES** : Matière en suspension

**c - Ciment, plâtre et chaux :**

| PARAMETRES         | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|--------------------|-------|-----------------|---|
| Température        | °C    | 30              | 30  |
| PH                 | -     | 5,5 - 8,5       | 5,5 - 8,5   |
| DCO                | mg/l  | 80              | 120   |
| Matière décantable | "     | 0,5             | 1   |
| Plomb              | "     | 0,5             | 1   |
| Cadmium            | "     | 0,07            | 0,2   |
| Chrome             | "     | 0,1             | 0,1   |
| Cobalt             | "     | 0,1             | 0,1   |
| Cuivre             | "     | 0,1             | 0,3   |
| Nickel             | "     | 0,1             | 0,5   |
| Zinc               | "     | 2               | 5   |

**6 - Industrie de textile :**

| PARAMETRES           | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS |
|----------------------|-------|-----------------|---|
| Température          | °C    | 30              | 35  |
| PH                   | -     | 6,5-8,5         | 6-9   |
| DBO <sub>5</sub>     | mg/l  | 150             | 200   |
| DCO                  | "     | 250             | 300   |
| Matière décantable   | "     | 0,4             | 0,5   |
| Matière non dissoute | "     | 30              | 40  |
| Oxydabilité          | "     | 100             | 120   |
| Permanganate         | "     | 20              | 25  |

**7 - Industrie de tannerie et mégisserie :**

| PARAMETRES       | UNITE | VALEURS LIMITES | TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES |
|------------------|-------|-----------------|--|
| DBO <sub>5</sub> | mg/l  | 350             | 400  |
| DCO              | "     | 850             | 1000   |
| MES              | "     | 400             | 500  |
| Chrome total     | "     | 3               | 4  |

**PH** : Potentiel d'hydrogène**DBO<sub>5</sub>** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours**DCO** : Demande chimique en oxygène**MES** : Matière en suspension

## DECISIONS INDIVIDUELLES

**Décret présidentiel du 2 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 1er avril 2006 mettant fin à des fonctions au titre de l'administration centrale de l'ex-ministre délégué auprès du Chef du Gouvernement, chargé de la participation et de la promotion des investissements.**

-----

Par décret présidentiel du 2 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 1er avril 2006, il est mis fin, au titre de l'administration centrale de l'ex-ministre délégué auprès du Chef du Gouvernement, chargé de la participation et de la promotion des investissements, aux fonctions suivantes exercées par Mmes et MM. :

### A - Appelés à exercer d'autres fonctions :

- 1 – Si-Mokrane Arab, chef de cabinet ;
- 2 – Seloua Skander, directrice d'études auprès du chef de la division des études et de la synthèse ;
- 3 – Mohamed Bacha, directeur d'études, chargé de la direction des participations minoritaires et de l'action spécifique ;
- 4 – Noureddine Houyou, chargé d'études et de synthèse ;
- 5 – Abdel-Ouahid Hamitou, chargé d'études et de synthèse ;
- 6 – Hadjira Derradji épouse Touahmi, chargée d'études et de synthèse ;
- 7 – Yasmina Metidji, chargée d'études et de synthèse ;
- 8 – Walid Yagoubi, sous-directeur du personnel et de la formation ;
- 9 – Mohammed Hannache, chargé d'études et de synthèse ;
- 10 – Messaoud Benoumechiara, sous-directeur des moyens généraux ;
- 11 – Mohammed Salah Aouadi, directeur d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;
- 12 – Mohamed Ould Mohammedi, chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;
- 13 – Hamoud Benhamdine, chef de la division des études et de la synthèse ;
- 14 – Nacer Bekkouche, directeur d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;
- 15 – Hocine Bendiff, chef d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

16 – Ali Tarafi, directeur d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

17 – Abdelkader Filouane, directeur d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

18 – Hocine Haddouche, chef d'études auprès du chef de la division des études et de la synthèse ;

19 – Ouardia Sid Ali épouse Koudil, chef d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

20 – Djouher Hamdini épouse Haddi, chef d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

21 – Dalila Ouiddir épouse Lazirou, sous-directrice de l'informatique, de la documentation et des archives ;

22 – Yassina Mehdi épouse Mechrouh, directrice d'études auprès du chef de la division des études et de la synthèse ;

23 – Lynda Firouz Maouche épouse Lahlali, chef d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

24 – Youb-Nouri Malti, chef d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

25 – Mohamed Stiti, directeur d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

26 – Ihene Belamri épouse Terki, chef d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

27 – Fatma Zohra Benazouaou épouse Dehane, chef d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement ;

28 – Rachid Chinoune, chef d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

29 – Samia Lekkam, chef d'études auprès du chef de la division des relations avec les entreprises publiques économiques ;

30 – Ali Saci, chef d'études auprès du chef de la division des études et de la synthèse ;

31 – Aïcha Hafida Mahieddine épouse Mouissat, directrice d'études auprès du chef de la division de la promotion de l'investissement.

### B - Pour suppression de structure :

32 – Yacine Sassi, chef de la division de la promotion de l'investissement, à compter du 7 septembre 2005.



# Study of Some Indicators of Environmental Pollution of Surface Soil for the City of Touggourt (Southeast Algeria)

A. Benarabi\*†, M. S. Nili\*\* and A. Douadi\*\*\*

\*VPRS Laboratory, Faculty of Mathematics and Material Science, Kasdi Merbah University, Ouargla 30000, Algeria

\*\*Laboratory of Biodiversity and Biotechnology Applications in the Agricultural Field, Faculty of Natural and Life Sciences, Echahid Hamma Lakhdar University, El-Oued 39000, Algeria

\*\*\*Pollution & Waste Treatment Laboratory, Faculty of Mathematics and Material Science, Kasdi Merbah University, Ouargla 30000, Algeria

†Corresponding author. A. Benarabi; abdelkrim.benarabi@gmail.com

Nat. Env. & Poll. Tech.  
Website: [www.neptjournal.com](http://www.neptjournal.com)

Received: 03-12-2020

Revised: 02-04-2021

Accepted: 11-04-2021

## Key Words:

Potentially toxic metals  
Contaminated soil  
Pollution indicators  
Touggourt city

## ABSTRACT

Soil is contaminated with various potentially harmful metals (PTMs). Therefore, the adequate protection of soil from contamination is imperative, as the soil is regarded as the primary cradle for living and environmental balance. Accordingly, the purpose of this study was to assess the contamination level by PTMs in Touggourt city, where soil samples have been collected randomly from 18 sites. These sites included manufacturing companies and institutions belonging to the industrial region of Touggourt city. The concentrations of six PTMs - zinc (Zn), iron (Fe), cobalt (Co), copper (Cu), lead (Pb) and manganese (Mn) were assessed using the atomic absorption spectrophotometer (AAS) instrument as well as the application of the modern pollution indices such as CF (Contamination Factor), PLI (Pollution Load Index) and EF (Enrichment Factor). The highest values of contamination factor (CF) for Zn, Fe, Co, Cu, and Pb were 0.605, 1.605, 0.277, 0.05, 0.438, and 0.01, respectively, and the highest value of pollution load index (PLI) was 0.139, while the results of enrichment factor (EF) for the Zn, Mn, Co, Cu and Pb metals were 2.608, 0.060, 0.740, 0.122, and 2.358, respectively. According to these pollution indices, the results of this study have indicated that human effects or industrial wastes and traffic, in particular, were the sources of heavy metal contaminating the studied region.

## INTRODUCTION

The massive increase in the volume of pollutants as a result of human activities on the one hand, and the increased level of potentially toxic metals (PTMs) in soil, water, and air, on the other hand, has sparked a worldwide interest in studying these toxic metals (Fang & Lin 2002, Woitke et al. 2003, Santos et al. 2002, Adamo et al. 2005). PTMs pollution has become a worldwide problem because these metals are considered non-organic pollutants with non-degradable nature, so they persist for long times and mostly accumulate in high levels in the environment, which leads to harmful effects (Ayangbenro & Babalola 2017).

PTMs are considered one of the most dangerous soil pollutants, which lead to the change in some of the soil physicochemical properties. However, some of these metals are essentially important for life but in low concentrations, which makes it one of the most serious ecological problems at all (Zheljazkov & Nielsen 1996, Adamo et al. 2018). Therefore, we consider the soil polluted when it contains high concentrations of the PTMs, regardless of the different sources of

such metals, as it becomes toxic for humans, plants, and animals (Wuana & Okieimen 2011, Dehghani et al. 2017).

Soil is considered clean when the concentration of the PTMs is below the environmental level with a value similar to or lower the value naturally present. The background value is the total metal concentration obtained from soil, which is not affected by human activities (Silva et al. 2019).

Accordingly, many researchers and those interested in the environmental pollution field emphasized the necessity of assessing the pollution level of the non-agricultural area's soil with PTMs (Kelly et al. 1996, Chen et al. 1997, Manta et al. 2002).

Based on the fact that PTMs pollution originating mainly from industrial activities is considered one of the most serious problems that the world suffering from in the last few decades, the purpose of this study was, therefore, to investigate the source of topsoil contamination with some PTMs in Touggourt city by measuring some of the pollution indices, such as Contamination Factor (CF) (Victoria et al. 2014), Pollution Load Index (PLI) (Gong et al. 2008) and

Enrichment Factor (EF). The latter is considered a potent indicator for distinguishing and detecting whether the source of heavy metal pollution is anthropogenic or natural (Ozkan et al. 2012).

Tougourt city is located in the north Algerian Sahara. It is also a part Valley and known as the Upper Oued Righ. Tougourt city is characterized by having a central location, in which it lies at the junction between two national roads; N3 and N16 that connect many cities (Boulghobra et al. 2016). Accordingly, Tougourt city witnessed massive human movements throughout history and rapid expansion of urbanization and industrialization over the last decades. The Tougourt area is about 404 km<sup>2</sup>, equivalent to 0.25 % of the state area. According to the 2019/2020 census, Tougourt district has a population of 200,007.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

Tougourt, the capital of Oued Righ that literally means “gateway” as the historians called it because of the

importance of its geographical location, which makes it a transit point and commercial center. Far away about 650 km from the capital Algiers between longitudes 5°59'20" and 6°48'49" east of the Greenwich meridian and between two latitudes 33°12'89" and 33°85'67" north of the equator. It is 65-80 m above sea level (Daniel 1978).

In addition, the topography of the region and its suburbs is characterized by its diversity in terms of soil and vegetation as well as numerous sand dunes that surround it from east to west. It is interspersed with salt plains and some barren mud hills (Abdelhamid 1999).

Besides the agricultural land use in Tougourt, there are a lot of economic activities going on, such as oil and natural gas industries and others (Fig. 1). Hence, there are many anthropogenic sites and activities, such as fuel filling stations, factories, waste dumpsites, cars, markets, etc.

### Samples Collection, Preparation, and Analysis

Surface soil samples were collected from 18 sites after removing leaves, grasses, and other strange items at a depth of 0-10 cm using a soil auger. Table 1 provides the geographic

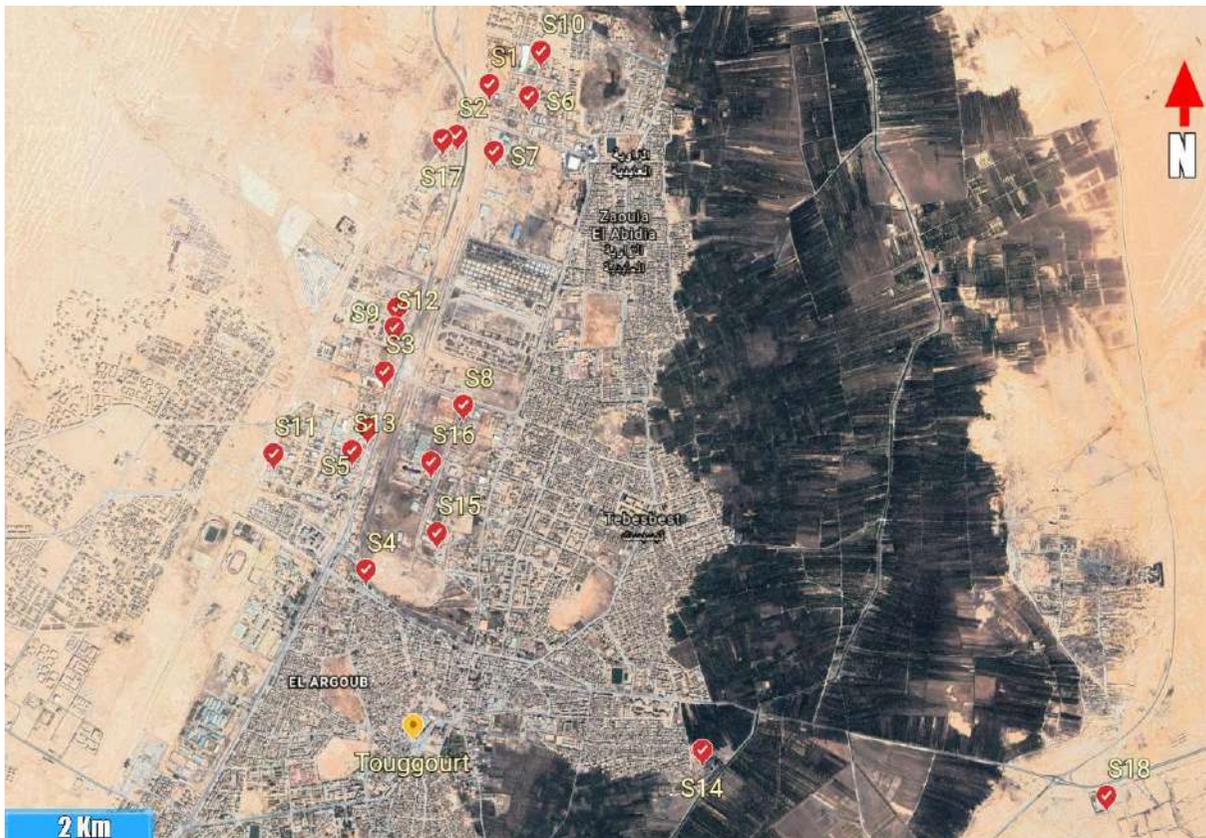


Fig. 1: Map of Tougourt city showing the locations of the sampling sites.

coordinates of sampling sites, while Fig. 1 represents the map of the study area with sampling sites on it. At each site, the samples were collected at random from 5 different points and then bulked together to ensure the representativeness and adequacy of samples. Bulked soil samples were placed on clean polyethylene plastic bags and sent to the lab for analysis. Standards were used for analysis according to the method used by Gee and Bauder (Galindo et al. 2011). First, the samples were air-dried, ground, kept in an electronic oven at 120°C for 24 h until the weight stabilized and sieved through a 0.2  $\mu$  sieve. Second, the samples were digested with acidic aqua regia solution (prepared from HCl and HNO<sub>3</sub> in ratio 1:3), where 2 g of the soil were weighted into a clean bottle. 15 mL of aqua regia were measured and added to the bottle, then the mixture was heated at a temperature of 120°C for 2 h, and then cooled at room temperature. Third, the mixture was filtered through 42  $\mu$  filter paper and kept in sealed plastic bottles (NOMA 2019). The concentrations of PTMs in these samples were detected using a flame atomic absorption spectrophotometer working with acetylene gas (Perkin Elmer, AA 900T). All tests for measuring the concentration of the following PTMS: Zn, Co, Fe, Cu, Pb and Mn were done in the Center for Scientific and Technical Research on Arid Regions (CRSTRA), Biskra (Algeria).

Table 1: Sampling sites names and geographic coordinates.

| Sampling site (s) | Longitude    | Latitude      |
|-------------------|--------------|---------------|
| S1                | E 6° 43' 89" | N 33° 85' 67" |
| S2                | E 6° 36' 61" | N 33° 82' 77" |
| S3                | E 5° 60' 86" | N 33° 13' 45" |
| S4                | E 6° 35' 37" | N 33° 65' 55" |
| S5                | E 6° 36' 49" | N 33° 81' 57" |
| S6                | E 6° 35' 89" | N 33° 74' 23" |
| S7                | E 6° 48' 49" | N 33° 82' 35" |
| S8                | E 5° 59' 23" | N 33° 16' 87" |
| S9                | E 6° 35' 45" | N 33° 75' 67" |
| S10               | E 6° 35' 95" | N 33° 10' 47" |
| S11               | E 6° 32' 60" | N 33° 72' 59" |
| S12               | E 6° 55' 81" | N 33° 75' 52" |
| S13               | E 6° 35' 38" | N 33° 73' 91" |
| S14               | E 6° 36' 57" | N 33° 55' 64" |
| S15               | E 6° 40' 50" | N 33° 76' 18" |
| S16               | E 6° 43' 77" | N 33° 85' 39" |
| S17               | E 6° 34' 19" | N 33° 76' 46" |
| S18               | E 5° 59' 20" | N 33° 12' 89" |

## Pollution Indices

Assessment of the metal contamination in the soil is generally carried out by comparing the measured concentrations of PTMs in the tested soil with the geochemical background values (Pobi et al. 2020). The reference value used in the present study is based on the average continental crust of worldwide soils (Kabata-Pendias et al. 2007). Some pollution indices were used in this study, such as Contamination factor (CF), Enrichment factor (EF), and Pollution Load Index (PLI), which can determine the degree of PTMs contamination in Touggourt industrial soils and whether the source of pollution is anthropogenic or natural (Keshav & Rama 2016).

### Contamination Factor (CF)

The contamination factor is used to categorize the metals pollution degree in the study area. This factor can be computed using Equation (1):

$$CF = (C_m)_{\text{sample}} / (C_m)_{\text{background}} \quad \dots(1)$$

In the above equation, the “(cm) sample” refers to the concentration of specific metal in the soil, while “(cm) Background” refers to the geochemical background reference value of the same metal (Chandrasekaran et al. 2015, Liu et al. 2005). As shown in the table below, the contamination factor was divided into four categories (Table 2).

### Enrichment Factor (EF)

The enrichment factor is considered one of the geochemical indices used for the assessment of anthropogenic pollution (Gafuszka & Migaszewski 2011). It can be computed from Equation (2):

$$CF = (C_m)_{\text{sample}} / (C_m)_{\text{background}} \quad \dots(2)$$

Where  $(C_m / C_{\text{ref}})_{\text{Sample}}$  is the ratio of heavy metal to the reference metal concentration in the same sample and  $(C_m / C_{\text{ref}})_{\text{background}}$  is the ratio of the heavy metal to the reference metal concentration in a suitable geometrical background value (Zakir et al. 2008). Many metals have been proposed to be the potential conservative reference metal and used in literature for the measurement of the enrichment factor, such as Fe, Mn, Aluminum (Al), Scandium (Sc) Manganese (Mn), and others (Schiff & Weisberg 1999, Chen et al. 2020). Among these metals, Fe and Al are the most frequently used ones. The enrichment factor is classified into 5 categories as shown in Table 3.

### Pollution Load Index (PLI)

Pollution load index (PLI) indicator measures the cumulative metal pollution load in the study area and gives a clear picture

about the extent of PTMs toxicity in the tested soil sample through assessment of the contamination status of the soil so that the appropriate procedures for environmental protection could be taken (Hossain et al. 2015). PLI can be computed by using the CF value of every metal (Usero et al. 2000). This index is expressed by Equation (3):

$$PLI = (CF_1 * CF_2 * CF_3 * \dots * CF_n) \dots (3)$$

Where n represents the number of metals. Parker et al. (2008) classified the Pollution Load Index (PLI) into 7 categories as shown in Table 4.

### Statistical Analysis

Results obtained from all samples were subjected to descriptive (mean, standard deviation, and ranges) statistics.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Assessment of Level of Soil Contamination

The concentrations of PTMs in the surface soil samples taken from the study area are shown in Table 5. The spatial distribution of PTMs (Zn, Mn, Pb, Cu, Co, and Cu) from the industrial region in Touggourt were compared with their geochemical background reference level. These results indicate the variation in the average concentration of the tested PTMs, where the highest average concentration for Zn was  $17.61 \text{ mg.ml}^{-1}$ ,  $9.48 \text{ mg.ml}^{-1}$  for Fe,  $5.6 \text{ mg.ml}^{-1}$  for Mn,  $2.36 \text{ mg.ml}^{-1}$  for Pb,  $0.7 \text{ mg.ml}^{-1}$  for Cu and  $0.64 \text{ mg.ml}^{-1}$  for Co. Except for copper and cobalt, the average concentrations of the tested PTMs in the study area exceed their threshold limit values (TLV) in Algeria (OJPDRA 2006).

This contamination is a result of the solid, liquid, and gaseous wastes from the various industrial facilities within the study area that are derived from natural and anthropogenic inputs. For a better assessment of the anthropogenic inputs, computing of some pollution indices represented by the Contamination factor (CF), Pollution Load Index (PLI), and Enrichment factor (EF) is required.

### Contamination Factor (CF)

The contamination factor expresses the level of soil

Table 2: Categories of contamination factor (CF).

| Class   | CF value   | Category                          |
|---------|------------|-----------------------------------|
| Class 1 | CF < 1     | Low contamination factor          |
| Class 2 | 1 < CF < 3 | Moderate contamination factor     |
| Class 3 | 3 < CF < 6 | Considerable contamination factor |
| Class 4 | CF > 6     | Very high contamination factor    |

contamination with any heavy metal and also indicates the level of anthropogenic pollution of specific soil (Adamu et al. 2014). The CF values of metals in various sampling sites are presented in Table 6. From the results shown in Table 7, it can be noticed that the average CF values follow the ascending order of  $Mn < Cu < Co < Pb < Fe < Zn$ , as shown in Table 7. All of these values belong to the low contamination factor category,  $CF < 1$ . This result indicates that the Earth's crust rocks are the main source of these metals (Szefer et al. 2008). The relatively higher CF value in the study area was for ZInc (Zn), which could be a result of the petroleum compounds emissions. In addition, the lowest CF value was for Manganese (Mn), being stable metal in the Earth's crust.

### Pollution Load Index (PLI)

PLI represents the number by which the heavy metal concentration in the soil exceeds its background value and it gives a clear picture of the extent of the heavy metal toxicity in the soil. It also represents the soil contamination in a certain location and it has many definitions, where it has been defined by Hakanson (1980) as the sum of contamination factor values and it has also been defined as the arithmetic mean or the geometric mean of the analyzed pollutants (Mmolawa et al. 2010).

According to the results of PLI shown in Table 8, the PLI values of all soil samples were  $0 < PLI < 1$  and belong to the low contamination category ( $PLI < 1.5$ ). Since the pollution load index value is less than 1.5 (the error correction factor used in classification, Table 4), It does not necessarily mean that there is no intervention of anthropogenic activities in pollution induction. According to Muller (1969), PLI values less than 1.5 indicate that the source of the heavy metal is entirely from natural processes, while values greater than 1.5 suggest that the source is more likely to be anthropogenic. However, these low PLI values will not reflect the non-contamination of the studied soil samples with industrial wastes. In addition, the pollution load index value did not reach higher values because the contamination factor (CF) values of PTMs in the study area are very close to their background values in the reference soil.

Table 3: Categories of enrichment factor (EF).

| Class   | EF value          | Category                         |
|---------|-------------------|----------------------------------|
| Class 1 | $EF < 2$          | Deficiency to minimal enrichment |
| Class 2 | $2 \leq EF < 5$   | Moderate enrichment              |
| Class 3 | $5 \leq EF < 20$  | Significant enrichment           |
| Class 4 | $20 \leq EF < 40$ | Very high enrichment             |
| Class 5 | $EF \geq 40$      | Extremely high enrichment        |

### Enrichment Factor (EF)

The enrichment factor is widely used to confirm the presence and assess the magnification of the anthropogenic contamination of soil with PTMs, i.e. its value determines the degree of contamination (Barkett & Akiun 2018). The results of EF of surface soils are represented in Table 9, where Fe has been chosen as a reference element for calculation. Akoto et al. (2008) illustrated that the EF values range between 0.5-1.5

indicate that the PTMs originate from natural geological processes, while the EF values greater than 1.5 indicate that the sources of the PTMs are anthropogenic processes. The EF values of PTMs in the soil of the study area in the following order  $Mn < Cu < Co < Pb < Zn$  as shown in Table 10

As given in Table 9, a significant enrichment is observed for Zn (at S7, S12, and S18), a moderate enrichment is observed for Zn and Pb (at most of the tested sites), and a

Table 4: Categories of Pollution Load Index (PLI).

| Class   | PLI value          | Category                    |
|---------|--------------------|-----------------------------|
| Class 1 | $PLI < 1.5$        | Clean or very low pollution |
| Class 2 | $1.5 \leq PLI < 2$ | Low pollution               |
| Class 3 | $2 \leq PLI < 4$   | Moderate pollution          |
| Class 4 | $4 \leq PLI < 8$   | Significant pollution       |
| Class 5 | $8 \leq PLI < 16$  | Very high pollution         |
| Class 6 | $16 \leq PLI < 32$ | Extremely high pollution    |
| Class 7 | $PLI \geq 32$      | Excessive pollution         |

Table 5: Average concentration of PTMs in Touggourt industrial soil.

| Sampling site                       | Metal concentration (ppm) |       |       |       |       |        |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                     | Mn                        | Pb    | Cu    | Co    | Fe    | Zn     |
| S1                                  | 7.365                     | 2.025 | 0.506 | 0.447 | 7.823 | 11.820 |
| S2                                  | 3.856                     | 0.950 | 0.500 | 0.470 | 3.463 | 4.206  |
| S3                                  | 3.862                     | 0.562 | 0.445 | 0.384 | 3.757 | 6.225  |
| S4                                  | 7.467                     | 2.937 | 0.645 | 0.636 | 6.283 | 14.76  |
| S5                                  | 6.041                     | 0.817 | 2.881 | 2.777 | 80.25 | 24.86  |
| S6                                  | 7.044                     | 0.875 | 0.703 | 0.538 | 6.908 | 22.50  |
| S7                                  | 5.392                     | 4.084 | 0.573 | 0.499 | 5.235 | 52.49  |
| S8                                  | 2.254                     | 0.667 | 0.260 | 0.285 | 2.338 | 9.205  |
| S9                                  | 3.300                     | 1.534 | 0.487 | 0.508 | 4.779 | 11.06  |
| S10                                 | 1.212                     | 0.917 | 0.292 | 0.426 | 2.237 | 8.572  |
| S11                                 | 25.96                     | 6.134 | 0.866 | 1.011 | 19.74 | 41.84  |
| S12                                 | 3.068                     | 6.920 | 1.394 | 0.350 | 5.302 | 42.37  |
| S13                                 | 3.821                     | 2.171 | 0.286 | 0.338 | 2.967 | 16.42  |
| S14                                 | 1.416                     | 1.138 | 0.319 | 0.370 | 4.455 | 5.222  |
| S15                                 | 3.848                     | 3.118 | 0.579 | 0.367 | 3.187 | 9.011  |
| S16                                 | 3.464                     | 1.151 | 0.348 | 0.377 | 2.879 | 5.620  |
| S17                                 | 9.276                     | 3.033 | 1.059 | 0.926 | 8.245 | 22.330 |
| S18                                 | 2.106                     | 3.430 | 0.372 | 0.746 | 0.770 | 8.480  |
| Background reference level (mg/kg)  | 900                       | 14    | 55    | 10    | 50    | 70     |
| Threshold limit value (TLV) (mg/ml) | 1                         | 0.5   | 1     | 2     | 1     | 2      |

moderate enrichment for Co (at S18). However, the obtained results of EF for remaining PTMs showed very low enrichment ( $EF < 1$ ) in all industrial soils. Soil samples with  $EF > 2$  for a specific metal are considered contaminated with this metal (Zakir et al. 2008). Accordingly, as shown in Table 10, most of the surface soil samples taken from the studied sites are considered contaminated with Pb and Zn, where the highest EF value for Zn was 2.608 (Moderate enrichment), while the highest EF value for Pb was 2.358 (Moderate enrichment). On the other hand, the highest EF values for Cu and Mn were recorded as 0.122 and 0.060, respectively (Deficiency to minimal enrichment) and the highest EF value

for Co was recorded as 0.740 (Significant enrichment). The abundance of Zn and Pb in the soil of the Touggourt industrial region is low, but their higher enrichment suggests that Zn and Pb contamination in the study area is derived from various anthropogenic activities, such as industrial zones, especially the petroleum ones as well as gaseous emissions from traffic (Wang et al. 2017). are more likely to be the source of PTMs in the study area.

Touggourt city is characterized by the presence of high traffic density (cars, trucks, buses, agricultural tractors, motorcycles, etc.), besides the excessive use of brakes due to the irregular dump sites. Zn and Pb are classified as traf-

Table 6: Contamination factor (CF) of PTMs in soil samples of Touggourt industrial area.

| Sampling Site | Metal |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               | Zn    | Fe    | Co    | Cu    | Pb    | Mn    |
| S1            | 0.168 | 0.156 | 0.044 | 0.01  | 0.145 | 0.008 |
| S2            | 0.060 | 0.069 | 0.047 | 0.01  | 0.068 | 0.004 |
| S3            | 0.088 | 0.075 | 0.038 | 0.01  | 0.040 | 0.004 |
| S4            | 0.210 | 0.126 | 0.063 | 0.011 | 0.209 | 0.008 |
| S5            | 0.355 | 1.605 | 0.277 | 0.052 | 0.058 | 0.007 |
| S6            | 0.321 | 0.138 | 0.053 | 0.012 | 0.063 | 0.007 |
| S7            | 0.749 | 0.107 | 0.049 | 0.010 | 0.292 | 0.006 |
| S8            | 0.131 | 0.046 | 0.028 | 0.004 | 0.048 | 0.003 |
| S9            | 0.158 | 0.095 | 0.050 | 0.008 | 0.109 | 0.004 |
| S10           | 0.122 | 0.044 | 0.042 | 0.005 | 0.065 | 0.001 |
| S11           | 0.597 | 0.394 | 0.101 | 0.015 | 0.438 | 0.029 |
| S12           | 0.605 | 0.106 | 0.035 | 0.025 | 0.494 | 0.003 |
| S13           | 0.234 | 0.059 | 0.033 | 0.005 | 0.155 | 0.004 |
| S14           | 0.075 | 0.089 | 0.037 | 0.006 | 0.081 | 0.002 |
| S15           | 0.128 | 0.063 | 0.036 | 0.011 | 0.222 | 0.004 |
| S16           | 0.080 | 0.057 | 0.037 | 0.006 | 0.082 | 0.004 |
| S17           | 0.319 | 0.165 | 0.092 | 0.019 | 0.216 | 0.010 |
| S18           | 0.121 | 0.015 | 0.074 | 0.007 | 0.245 | 0.002 |

Table 7: The average and range of contamination factor (CF) values of PTMs in soil samples of Touggourt industrial area.

| Metal | Contamination factor (CF) value |         | Category                 |
|-------|---------------------------------|---------|--------------------------|
|       | Range                           | Average |                          |
| Zn    | 0.06-0.749                      | 0.244   | Low contamination factor |
| Fe    | 0.015-1.6015                    | 0.189   | //                       |
| Co    | 0.028-0.277                     | 0.059   | //                       |
| Cu    | 0.004-0.052                     | 0.012   | //                       |
| Pb    | 0.040-0.494                     | 0.155   | //                       |
| Mn    | 0.001-0.029                     | 0.006   | //                       |

Table 8: Pollution load index (PLI) of PTMs in soil samples of Touggourt industrial area.

| Sampling site | CF Zn | CF Fe | CF Co | CF Cu | CF Pb | CF Mn | PLI value |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| S1            | 0.168 | 0.156 | 0.044 | 0.010 | 0.145 | 0.008 | 0.055     |
| S2            | 0.060 | 0.069 | 0.047 | 0.010 | 0.068 | 0.004 | 0.033     |
| S3            | 0.088 | 0.075 | 0.038 | 0.010 | 0.040 | 0.004 | 0.031     |
| S4            | 0.210 | 0.123 | 0.063 | 0.011 | 0.209 | 0.008 | 0.063     |
| S5            | 0.355 | 1.605 | 0.277 | 0.052 | 0.058 | 0.007 | 0.133     |
| S6            | 0.321 | 0.138 | 0.053 | 0.012 | 0.063 | 0.007 | 0.054     |
| S7            | 0.749 | 0.107 | 0.049 | 0.010 | 0.292 | 0.006 | 0.071     |
| S8            | 0.131 | 0.046 | 0.028 | 0.004 | 0.048 | 0.003 | 0.025     |
| S9            | 0.158 | 0.095 | 0.050 | 0.008 | 0.109 | 0.004 | 0.042     |
| S10           | 0.122 | 0.044 | 0.042 | 0.005 | 0.065 | 0.001 | 0.024     |
| S11           | 0.597 | 0.394 | 0.101 | 0.015 | 0.438 | 0.029 | 0.139     |
| S12           | 0.605 | 0.106 | 0.035 | 0.025 | 0.494 | 0.003 | 0.074     |
| S13           | 0.234 | 0.059 | 0.033 | 0.005 | 0.155 | 0.004 | 0.038     |
| S14           | 0.075 | 0.089 | 0.037 | 0.006 | 0.081 | 0.002 | 0.029     |
| S15           | 0.128 | 0.063 | 0.036 | 0.011 | 0.222 | 0.004 | 0.043     |
| S16           | 0.080 | 0.057 | 0.037 | 0.006 | 0.082 | 0.004 | 0.030     |
| S17           | 0.319 | 0.165 | 0.092 | 0.019 | 0.216 | 0.010 | 0.085     |
| S18           | 0.121 | 0.015 | 0.074 | 0.007 | 0.245 | 0.002 | 0.032     |

Table 9: Enrichment factor (EF) of PTMs in soil samples of Touggourt industrial area.

| Sampling site | Metal |       |       |       |        |
|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|               | Zn    | Mn    | Co    | Cu    | Pb     |
| S1            | 1.079 | 0.052 | 0.286 | 0.059 | 0.924  |
| S2            | 0.868 | 0.062 | 0.679 | 0.131 | 0.980  |
| S3            | 1.184 | 0.057 | 0.511 | 0.108 | 0.534  |
| S4            | 1.678 | 0.066 | 0.506 | 0.093 | 1.669  |
| S5            | 0.221 | 0.004 | 0.173 | 0.033 | 0.036  |
| S6            | 2.326 | 0.057 | 0.389 | 0.093 | 0.452  |
| S7            | 7.162 | 0.057 | 0.477 | 0.100 | 2.786  |
| S8            | 2.812 | 0.054 | 0.609 | 0.101 | 1.019  |
| S9            | 1.653 | 0.038 | 0.531 | 0.093 | 1.146  |
| S10           | 2.737 | 0.030 | 0.952 | 0.119 | 1.464  |
| S11           | 1.514 | 0.073 | 0.256 | 0.040 | 1.110  |
| S12           | 5.708 | 0.032 | 0.330 | 0.239 | 4.661  |
| S13           | 3.953 | 0.072 | 0.570 | 0.088 | 2.613  |
| S14           | 0.837 | 0.018 | 0.415 | 0.065 | 0.912  |
| S15           | 2.020 | 0.067 | 0.576 | 0.165 | 3.494  |
| S16           | 1.394 | 0.067 | 0.655 | 0.110 | 1.428  |
| S17           | 1.935 | 0.063 | 0.562 | 0.117 | 1.314  |
| S18           | 7.866 | 0.152 | 4.844 | 0.439 | 15.909 |

fic-related metals that are the products of vehicle emission and/or mechanical wear of parts of cars (e.g. brake discs and tires). The EF value of Pb and Zn is found >1 in most of the sampling sites, suggesting that heavy traffic contributes to higher enrichment of Zn and Pb in the study area (Dytlow & Górka-Kostrubiec 2020).

## CONCLUSION

The study area is characterized by a significant number of productive facilities. It is well known that any industrial activity must leave a mark on the environmental resources surrounding it and the topsoil is surely one of the most affected resources by such industrial activities. Therefore, this current study has concluded that the study's soils content of PTMs exceeds the permissible limit, although the contamination factor results fall into the low contamination category, besides the pollution load index results, which need more detailed study. The fact that the pollution index values are in the low range does not imply that there is no contamination; rather, it reflects the high PTMs content in the reference soil, which is extremely near to the PTMs level in the study's soil samples. Hence, the most important conclusion from this study is that the anthropogenic activities are the major sources of the PTMs concentrations in the soil of the study area as shown in the computed pollution indices and this is

Table 10: The average and range of enrichment factor (EF) values of PTMs in soil samples of Touggourt industrial area.

| Metal | Enrichment factor (CF) value |         | Category                         |
|-------|------------------------------|---------|----------------------------------|
|       | Range                        | Average |                                  |
| Zn    | 0.221-7.866                  | 2.608   | Moderate enrichment              |
| Co    | 0.173-4.844                  | 0.740   | Deficiency to minimal enrichment |
| Cu    | 0.040-0.439                  | 0.122   | Deficiency to minimal enrichment |
| Pb    | 0.036-15.909                 | 2.358   | Moderate enrichment              |
| Mn    | 0.004-0.152                  | 0.060   | Deficiency to minimal enrichment |

reflected by the results of the Enrichment Factor, the main factor among the environmental pollution indices, which showed the deterioration in the soil of the study area. Detailed in-depth investigation regarding physicochemical properties of Touggourt industrial soil, bioavailable metal fractions in it, and associated health risks are still required.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank the Algerian Ministry of Higher Education and Scientific Research and General Directorate of Scientific Research and Technological Development (DGRSDT) for their support and providing the necessary facilities to carry out this research.

## REFERENCES

- Abdelhamid, I.Q. 1999. Definition of Oued Righ, In the Publication of El-waffa lIshahid Organization, Touggourt, Elamal for Printing, Oued Souf.
- Abraham, G. and Parker, R. 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki estuary, Auckland, New Zealand. *Environ. Monit. Assess.*, 136: 227-38.
- Adamo, P., Agrelli, D. and Zampella, M. 2018. Chapter 9 - Chemical Speciation to Assess Bioavailability, Bioaccessibility, and Geochemical Forms of Potentially Toxic Metals (PTMs) in Polluted Soils. In De Vivo, B., Belkin, H.E. and Lima, A. (eds), *Environmental Geochemistry* (Second Edition). Elsevier, The Netherlands, pp. 153-94.
- Adamo, P., Arienzo, M., Imperato, M. Naimo, D. and Nardi, M. 2005. Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere*, 61: 800-9. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.04.001>.
- Adamu, S., Mangs, A., Murtala, A. and Lar, U. 2014. Assessment of potentially toxic metals in soil and sediments of the Keana Brinefield in the Middle Benue Trough, Northcentral Nigeria. *Am. J. Environ. Prot.*, 3: 6-12.
- Akoto, O., Bruce, T. and Darko, G. 2008. Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*, 2: 354-359.
- Ayanganbenro, A.S. and Babalola, O.O. 2017. A new strategy for heavy metal polluted environments: A review of microbial biosorbents. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14: 94.
- Barkett, M.O. and Akün, E. 2018. Heavy metal contents of contaminated soils and ecological risk assessment in abandoned copper mine harbor in Yedidalga, Northern Cyprus. *Environ. Earth Sci.*, 77: 378.
- Boulghobra, N., N. Koull, and T. Benzaoui 2016. Four decades period of climatic data for assessing the aeolian hazard in the region of Touggourt (Low Algerian Sahara). *Geographia Technica* 11: 13-22. 10.21163/GT\_2016.111.03.
- Chandrasekaran, A., Ravisankar, R., Harikrishnan, N., Satapathy, K.K. and Prasad, M.V.R. 2015. Multivariate statistical analysis of heavy metal concentration in soils of Yelagiri Hills, Tamilnadu, India: Spectroscopical approach. *Spectrochim. Acta. A*, 137: 589-600.
- Chen, S., Wu, C., Hong, S. and Chen, Q. 2020. Assessment, distribution and regional geochemical baseline of heavy metals in soils of densely populated area: A case study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17: 22-69.
- Chen, T.B., Wong, J.W.C., Zhou, H.Y. and Wong, M.H. 1997. Assessment of trace metal distribution and contamination in surface soils of Hong Kong. *Environ. Pollut.*, 96: 61-8.
- Daniel, P. 1978. Systems of nomadic relations: Touggourt region, Algeria. PhD Thesis, High School of Social Sciences, France.
- Dehghani, S., Moore, F., Keshavarzi, B. and Hale, B.A. 2017. Health risk implications of potentially toxic metals in street dust and surface soil of Tehran, Iran. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 136: 92-103.
- Dytlow, S. and Górka-Kostrubiec, B. 2020. The concentration of heavy metals in street dust: an implication of using different geochemical background data in estimating the level of heavy metal pollution. *Environ. Geochem. Health*, 26: 726-735.
- E, A. The Tomllinson Pollution Load Index Applied to Heavy Metals "Mussel-Watch" Data: A Useful Index to Assess Coastal Pollution. *Sci. Total. Environ.* 1996;187: 19-56.
- Fang, T.H. and Lin, C.L. 2002. Dissolved and particulate trace metals and their partitioning in a hypoxic estuary: The Tanshui Estuary in Northern Taiwan. *Estuaries*, 25: 598-607.
- Galindo, N., M. Varea, J. Gil-Moltó, E. Yubero, and J. Nicolás 2011. The Influence of Meteorology on Particulate Matter Concentrations at an Urban Mediterranean Location. *Water, Air, & Soil Pollution* 215: 365-72. 10.1007/s11270-010-0484-z.
- Gafuszka, A. and Migaszewski, Z. 2011. Geochemical background: An environmental perspective. *Mineralogia*, 42: 7-17.
- Gong, Q., Deng, J., Yunchuan, X., Qingfei, W. and Yang, L. 2008. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment: A case study in Parks of Beijing. *J. China Univ. Geosci.*, 19: 230-241.
- Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control: A sedimentological approach. *Water Res.*, 14: 975-1001.
- Hossain, M.A., Ali, N.M., Islam, M.S. and Hossain, H.M.Z. 2015. Spatial distribution and source apportionment of heavy metals in soils of Gebeng industrial city, Malaysia. *Environ. Earth Sci.*, 73: 115-126.
- Kabata-Pendias, A., Mukherjee, C. and Arun, B. 2007. *Trace Elements from Soil to Human*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Kelly, J., Thornton, I. and Simpson, P.R. 1996. Urban geochemistry: A study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Appl. Geochem.*, 11: 363-70.
- Keshav, K. A. and Rama, K.M. 2016. Distribution, correlation, ecological and health risk assessment of heavy metal contamination in surface

- soils around an industrial area, Hyderabad, India. *Environ. Earth Sci.*, 75: 411.
- Likuku, S., Mmolawa, K. and Gaboutloeloe, G. 2013. Assessment of heavy metal enrichment and degree of contamination around the copper-nickel mine in the Selebi Phikwe region, Eastern Botswana. *Environ. Ecol. Res.*, 1: 32-40.
- Liu, W.H., Zhao, J.Z., Ouyang, Z.Y., Söderlund, L. and Liu, G.H. 2005. Impacts of sewage irrigation on heavy metal distribution and contamination in Beijing, China. *Environ. Int.* 31: 805-12. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.05.042>.
- Manta, D.S., Angelone, M., Bellanca, R. Neri, and M. Sprovieri, M. 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *Science of The Total Environment* 300: 229-43. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00273-5](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00273-5).
- Mmolawa, K., Likuku, S. and Gaboutloeloe, G. 2010. Assessment of heavy metal pollution in soils along major roadside areas in Botswana. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*, 5: 221-239
- Muller, G. 1969. Index of geo accumulation in sediments of the Rhine River. *Geol. J.*, 2: 109-118.
- National Office of Meteorology Algeria (NOMA). 2019. Meteorological Data. Regional Department of Touggourt, Algeria.
- OJPDRA 2006. Official Journal of the People's Democratic Republic of Algeria N° 24 (Executive decree of April 15, 2006)
- Ozkan, E., Bir, E., İzmir, K., Körfez, İ. and Metal, A. 2012. A new assessment of heavy metal contaminations in a eutrophicated bay (Inner Izmir Bay, Turkey). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 12: 135-147.
- Pobi, K.K., Nayek, S., Gope, M., Rai, A.K. and Saha, R. 2020. Sources evaluation, ecological and health risk assessment of potentially toxic metals (PTMs) in surface soils of an industrial area, India. *Environ. Geochem. Health*, 10: 517-522.
- Santos, A., Alonso, E., Callejón, M. and Jiménez, J.C. 2002. Heavy metal content and speciation in groundwater of the Guadiamar river basin. *Chemosphere*, 48: 279-85.
- Schiff, K.C. and Weisberg, S.B. 1999. Iron as a reference element for determining trace metal enrichment in Southern California coastal shelf sediments. *Marine Environ. Res.*, 48: 161-76.
- Silva, Y.J.A.B.D., Cantalice, J.R.B., Singh, V.P., Nascimento, C.W.A.D. and Wilcox, B.P. 2019. Heavy metal concentrations and ecological risk assessment of the suspended sediments of a multi-contaminated Brazilian watershed. *Acta Sci. Agron.*, 41: 132-143
- Szefer, P., Szefer, K., Glasby, G.P., Pempkowiak, J. and Kaliszan, R. 2008. Heavy-metal pollution in surficial sediments from the Southern Baltic Sea off Poland. *J. Environ. Sci. Health*, 31: 2723-2754.
- Usero, U., Garcia, A. and Fraidiás, J. 2000. Quality of the waters and sediments of the Andalusian Coast. In: Sevilla, M. (ed.), *Junta de Andalucía*, 17: 164.
- Victoria, A., S. Cobbina, S. Dampare, and A. Duwiejuah 2014. Heavy Metals Concentration in Road Dust in the Bolgatanga Municipality, Ghana. *Int J Environ Res Public Health*.
- Wang, G., Zhang, S., Xiao, L., Zhong, Q. and Li, L. 2017. Heavy metals in soils from a typical industrial area in Sichuan, China: Spatial distribution, source identification, and ecological risk assessment. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 24: 16618-30.
- Woitke, P., Wellnitz, J., Helm, D., Kube, P. and Lepom, P. 2003. Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. *Chemosphere*, 51: 633-42.
- Wuana, R.A. and Okieimen, F.E. 2011. Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecol.*, 2011: 20.
- Zakir, H., Naotatsu, S. and Kazuo, O. 2008. Geochemical distribution of trace metals and assessment of anthropogenic pollution in sediments of Old Nakagawa River, Tokyo, Japan. *Am. J. Environ. Sci.*, 4: 654-665.
- Zheljzkov, V.D. and Nielsen, N.E. 1996. Effect of heavy metals on peppermint and corn mint. *Plant Soil*, 178: 59-66.

# Evaluation of the Level of Industrial Pollution in the City of Touggourt (Algeria)

Abdelkrim Benarabi<sup>1</sup>, Mohammed el Seghir Nili<sup>2</sup> and Ali Douadi<sup>3</sup>

1. Kasdi Merbah University of Ouargla, Faculty of Mathematics and Material Science, Department of Chemistry, Laboratory VPRS, Algeria
2. Hamma Lakhdar El-Oued University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Biology, Algeria
3. Kasdi Merbah University of Ouargla, Faculty of Mathematics and Material Science, Department of Chemistry, Laboratory PTD, Algeria

\*Corresponding author, Email:

The environment is never spared from the pollution which threatens its elements, in particular the soil, especially if it is in an industrial activity zone. Because of its direct impact on human health and other living organisms, its preservation and protection have, therefore, become everyone's business. In order to confirm it, this study has come to assess the concentration of certain heavy elements, such as cobalt (Co), manganese (Mn) and lead (Pb) in the surface soil of the area of Touggourt industrial activity, using the latest indicators of environmental pollution. The highest contamination factor (CF) values for cobalt, manganese and lead were 0.277, 0.008 and 0.292, respectively. While the enrichment factor (EF) values were 41.79 for cobalt and 50.49 for lead. The maximum value of the pollutant load index (PLI) was recorded as 0.133. According to these pollution indices, the results of this study have indicated that human effects or industrial wastes and traffic in particular were the sources of heavy metal contamination in the studied region.

## KEYWORDS

Pollution indicators, Environmental pollution, Heavy metals, Industrial activity, Touggourt city

## 1. INTRODUCTION

Heavy metal pollution is widely spreading everywhere around us and originates as a result of various human activities, like wastes from factories mining, manufacturing, painting and vehicular emissions and naturally from weathering [1,2]. Heavy metals are considered one of the most dangerous soil pollutants, leading to change in some of the soil's physico-chemical properties and hence the biological imbalance occurs. However, some of these metals are essentially important for life, like nickel, cadmium, zinc, copper, lead, chromium and cobalt. The knowledge of the concentration and distribution of heavy metals in the soil, the mechanism of their absorption by plants, their deposition and accumulation within the soil components has become important. According to the periodic table classifications, there are 38 heavy elements. According to the rate of heavy elements adsorption and deposition in the soil, toxicity occurs mainly through 3 metals, which are copper, nickel and zinc, while soil toxicity with arsenic, cadmium, copper, lead occurs only under very specific conditions. In addition, cadmium and lead are

readily absorbed by the soil so they make their way into the food chain [3].

Recently, the interest in studying the accumulation and deposition of heavy metals in the soil has increased because they have negative consequences on human health and the environment, owing to their toxicity and stability in the environment [4,5]. Soil contamination with heavy elements is mainly due to both natural processes and human activities related to industry, modern agriculture, mining operations and their wastes. Soil contamination with heavy metals is considered a determinant measure of environmental pollution, where the high concentration of those metals could result in many different harms, while the lack of these metals soil could lead to different complications threatening human life, where the lower concentration of Mn and Cu in the soil could be responsible for the heart diseases in human [6]. Heavy metals can be transmitted from the topsoil to the human through digestion of the fine particles of the soil adhered to the hand, especially for children, or through inhalation. They may also be transmitted through direct dermal contact during outdoor activities [7]. Due to the fact that heavy metal pollution originates mainly from industrial activities the purpose of this study was to investigate the source of topsoil contamination with some heavy metals in

**Table 1.** Geographic coordinates of the study area

| Site number (s) | Longitude  | Latitude    |
|-----------------|------------|-------------|
| S 1             | 6°43'89" E | 33°85'67" N |
| S 2             | 6°36'61" E | 33°82'77" N |
| S 3             | 5°60'86" E | 33°13'45" N |
| S 4             | 6°35'37" E | 33°65'55" N |
| S 5             | 6°36'49" E | 33°81'57" N |
| S 6             | 6°35'89" E | 33°74'23" N |
| S 7             | 6°48'49" E | 33°82'35" N |
| S 8             | 5°59'23" E | 33°16'87" N |
| S 9             | 6°35'45" E | 33°75'67" N |
| S 10            | 6°35'95" E | 33°10'47" N |

Touggourt city through measuring some of the pollution indices, such as contamination factor (CF), pollution load index (PLI) and enrichment factor (EF) [8,9]. The latter is considered a potent indicator to distinguish and detect whether the source of heavy metal pollution is anthropogenic or natural [10].

## 2. MATERIAL AND METHOD

### 2.1 Study area

**2.1.1 Historical perspective :** Touggourt is the capital of Oued Righ. Stories about the origin of the name were different; some said that the name of the city refers to the names of the king Tou and the queen Gourt, some of them said that the name refers to a beautiful princess, was living in this area and was called Touggourt and there are others who said that the name is of Berber origin and means the harsh ground [11]. Most of the studies conducted in the region and its surroundings have confirmed that the human presence in the region dates back to the 4th era, quarantine, where the Caspsins tribe lived, who left behind some belongings, such as spearheads, thousands of sharp objects and some polished stones in addition to the presence of a sculpture showing the migration of people from the Nile valley between 2800-5000 BC [12]. Extension of the railway to reach Touggourt in 1914 is considered an outstanding project that transformed the region during the French era, by which the region transformed into a large workshop for colonial projects and petroleum products' transfer after the discovery of petrol in Hassi Messaoud in 1956. There are also unfinished projects, like the south lake, which remained under study [13].

**2.1.2 Geomorphological feature :** The study area is lo-

cated in the northeast region of the Algerian desert, known as the province Oued Righ, about 650 km from the capital Algiers between longitudes 5°59'20" and 6°48'49" east of Greenwich meridian and between two latitudes 33°12'89" and 33°85'67" north of the equator. It is 65-80 m above sea level and located over rectangular depression with dimensions of about 160 km in length and 30-40 km in width. According to some studies, there is a field of about 2000 km<sup>2</sup> that is directly affected by Touggourt city either geographically, environmentally, anthropogenically, economically or socially [14]. The study area is characterized by a continental climate, hot and dry weather with an average temperature of 40°C, thus it is like the rest of desert regions which are characterized by irregular and low rain precipitation that often ends in Chott Melrhir or penetrate the sand and sometimes induces immense floods occurrence, hence environmental and human losses.

### 2.2 Samples collection and preparation

Soil samples were collected from various sites as tabulated in table 1. Soil samples were placed in plastic bags (made of polyethylene) and sent to the laboratory for analysis. As a first step, these samples were dried in the open air for 24 hr, then crushed in an old-fashioned mortar and then placed in an electric heater at a temperature of 150°C for 24 hr until weight stabilizes. These samples were passed on a 0.2 μ sieve. As a second step, the soil samples were digested using an acidic solution (aqua regia) consisting of a ratio of 1:3 (one volume of HCL acid with three volumes of HNO<sub>3</sub>). To, a mass of 2 g of soil in a beaker was 15 mL of royal water added to it and heated at a temperature of 120°C and after 2 hr the mixture was cooled to the : we filter temperature room. As a third step, the mixture was using 42 μ filter paper and then the product was kept into airtight plastic bottles [15]. Heavy metal concentrations were determined in these soil samples using SAA atomic absorption spectrometry.

### 2.3 Assessment of soil contamination level

For assessment of the soil contamination level, some pollution indices were used, such as contamination factor (CF), enrichment factor (EF) and pollution load index (PLI), that can determine whether the source of pollution is anthropogenic or natural.

**2.3.1 Contamination factor :** Contamination factor is used the categorize the metal pollution degree in the study area. This factor can be computed using following equation:

$$CF = (C_{m1}) \text{ sample} / (C_m) \text{ background} \quad \dots(1)$$

**Table 2. Categories of contamination factor**

| Class   | CF value   | Category     |
|---------|------------|--------------|
| Class 1 | CF < 1     | Low          |
| Class 2 | 1 < CF < 3 | Moderate     |
| Class 3 | 3 < CF < 6 | Considerable |
| Class 4 | CF > 6     | Very high    |

**Table 3. Categories of enrichment factor**

| Class   | EF value     | Category              |
|---------|--------------|-----------------------|
| Class 1 | EF < 2       | Deficiency to minimal |
| Class 2 | 2 ≤ EF < 5   | Moderate              |
| Class 3 | 5 ≤ EF < 20  | Significant           |
| Class 4 | 20 ≤ EF < 40 | Very high             |
| Class 5 | EF ≥ 40      | Extremely high        |

**Table 4. Categories of pollution load index**

| Class   | EF value      | Category          |
|---------|---------------|-------------------|
| Class 1 | PLI < 1.5     | Clean or very low |
| Class 2 | 1.5 ≤ PLI < 2 | Low               |
| Class 3 | 2 ≤ PLI < 4   | Moderate          |
| Class 4 | 4 ≤ PLI < 8   | Significant       |
| Class 5 | 8 ≤ PLI < 16  | Very high         |
| Class 6 | 16 ≤ PLI < 32 | Extremely high    |
| Class 7 | PLI ≥ 32      | Excessive         |

Where (cm) sample refers to the concentration of specific metal in the soil, (cm) background is the concentration of the same metal in the reference Earth’s crust

**Table 5. Average monthly values of climate parameters for the year 2019 [24]**

| Month   | Maximum temperature (°C) | Minimum temperature (°C) | Average temperature (°C) | Rain amount (mm) | Maximum wind velocity (m/s) |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| Jan.    | 26.4                     | -0.6                     | 12.9                     | Trace            | Trace                       |
| Feb.    | 27.7                     | 3.2                      | 15.4                     | 0.2              | 0.2                         |
| Mar.    | 34.1                     | 2.4                      | 18.2                     | 3.4              | 3.4                         |
| Apr     | 37.6                     | 8.8                      | 23.2                     | 11.2             | 11.2                        |
| May     | 45.6                     | 9.2                      | 27.4                     | 4.1              | 4.1                         |
| June    | 47.4                     | 18.2                     | 32.8                     | 0                | 0                           |
| July    | 47.6                     | 22.2                     | 34.9                     | 0                | 0                           |
| Aug.    | 44.4                     | 20.6                     | 32.5                     | Trace            | Trace                       |
| Sept.   | 41.7                     | 16.5                     | 29.1                     | 5.4              | 5.4                         |
| Oct.    | 38.8                     | 13                       | 25.9                     | Trace            | Trace                       |
| Nov.    | 30.8                     | 4.9                      | 17.8                     | 3.8              | 3.8                         |
| Dec.    | 21.4                     | 2.7                      | 12.1                     | 5.6              | 5.6                         |
| Average | 36.9                     | 10.1                     | 23.5                     | 2.9              | 2.9                         |

[16]. Liu classified the contamination factor into 4 categories as shown in table 2 [17].

**2.3.2 Enrichment factor :** Enrichment factor is considered one of the geochemical indices used for assessment of anthropogenic pollution [18]. It can be computed from equation 2.

$$EF = (Cm/CMn) \text{ Sample}/(Cm/CMn) \text{ Earth crust} \dots(2)$$

Where (Cm/CMn) sample is the ratio of heavy metal to manganese (Mn) concentration in the same sample, (Cm/CMn) Earth’s crust is the ratio of heavy metal to manganese (Mn) background concentration in the Earth’s crust [19]. Manganese (Mn) has been chosen as a reference metal, being stable metal according to Liu [17]. Sutherland classified the enrichment factor (EF) into 5 categories as shown in table 3 [20].

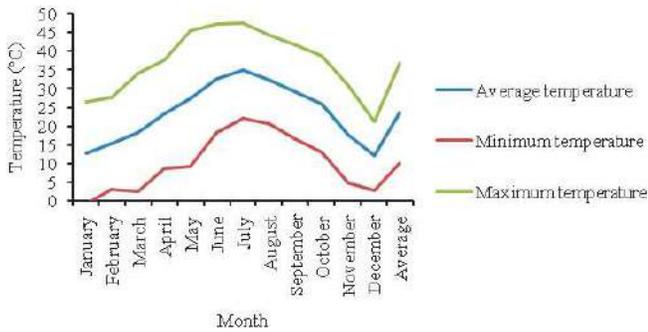
**2.3.3 Pollution load index :** Pollution load index (PLI) indicator gives a clear picture of the extent of heavy metal toxicity in the tested soil sample through assessment of the contamination status of the soil, so that the appropriate procedures for environmental protection could be taken. PLI can be computed by using the CF value of every metal [21, 22]. This index is expressed by the following equation:

$$PLI = (CF1 * CF2 * CF3 * \dots * CFn)^{1/3} \dots(3)$$

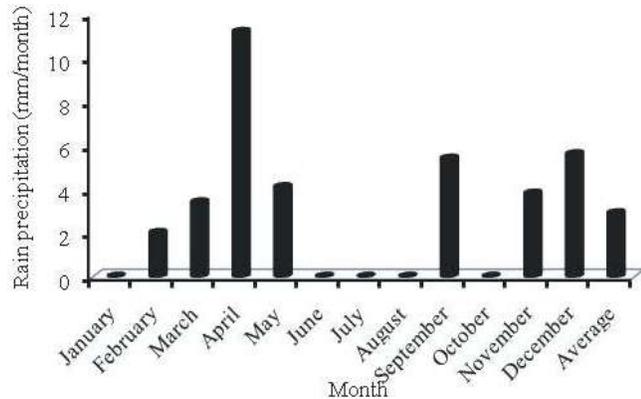
Where n represents the number of metals. Parker et al.[23] classified the Pollution Load Index (PLI) into 7 categories as shown in table 4.

**2.4 Data on climate parameters**

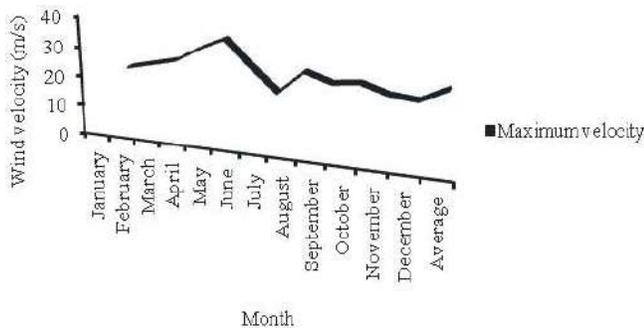
The study of the climate parameters (temperature, rain



**Figure 1a.** Average monthly temperatures in the study area for the year 2019



**Figure 1b.** Average monthly rain precipitation in the study area for the year 2019



**Figure 1c.** Maximum wind velocity in the study area for the year 2019

precipitation, humidity, wind, solar radiation and evaporation) is considered an important factor for determining the status of natural environment and its effect on human life. In addition, these parameters are strongly related to the spread of pollutants, especially the industrial ones and their transfer between the ecosystem elements: soil, water and air and thus the possibility of transport of these pollutants from/to other regions.

**2.4.1 Temperature :** The study area is characterized

by warm winter and nights are somewhat cold, while the summer is characterized by being hot. This could be explained by the great difference in temperatures between winter and summer, where temperature reached its maximum at 47.6°C in July and the average temperature in the same month was 34.9°C. The minimum temperature of -0.6°C was recorded in January as obtained from the National Metrological Center in Touggourt (Table 5 and Figure 1a) [24].

#### 2.4.2 Rain precipitation :

Irregular rainfall is considered one of the features of the region, where the city mostly witnesses rain precipitation in one or two days in the year that exceeds the overall rain precipitation in the whole year. It can be noted that rain precipitation rate reached its maximum at 11 mm in April compared to other months. In addition, the high temperature of the region reflects inadequate rain precipitation (Table 5 and Figure 1b). The wind plays an important geomorphological role especially in arid and semi-arid regions. Therefore, studying the wind and its destination is critically important because of its outcomes, such as drying of wet areas, acceleration of evaporation process and also the transfer of pollutants and sand, known as desertification phenomenon, which is considered one of the most dangerous threats to the life in the region. Generally, there are three dominant types of wind in the study area : sand wind, sirocco wind and sea breeze (Table 5 and Figure 1c).

**2.4.2.1 Sand wind:** It is a north west wind that blows in the spring season and its speed ranges between 20-27 m/s. It negatively affects the traffic, floods the agricultural oases with sand and also contributes to increasing the rate of evaporation.

**2.4.2.2 Sirocco wind:** It is a south wind that usually blows in summer and is characterized by its high temperature that exceeds 50°C and by being dry.

**2.4.2.3 Sea breeze:** It is an east-west wind that blows usually in autumn and is loaded with humidity and it has a positive effect in terms of mitigating the high temperature and the arid nature of the region.

### 3. RESULT AND DISCUSSION

The concentration of heavy metals in the soil samples taken from the study area is listed in table 6.

#### 3.1 Assessment of level of soil contamination

Table 6 shows the results of the total concentration of each tested heavy metal in the topsoil of the study area. These results indicate the variation in the aver-

**Table 6.** Average concentration of heavy metals in the soil samples taken from the study area

| Site   | Mn    | Pb    | Co    |
|--|-------|-------|-------|
| S1   | 7.365 | 2.025 | 0.447 |
| S2   | 3.856 | 0.95  | 0.47  |
| S3   | 3.862 | 0.562 | 0.384 |
| S4   | 7.467 | 2.937 | 0.636 |
| S5   | 6.041 | 0.817 | 2.777 |
| S6   | 7.044 | 0.875 | 0.538 |
| S7   | 5.392 | 4.084 | 0.499 |
| S8   | 2.254 | 0.667 | 0.285 |
| S9   | 3.3   | 1.534 | 0.508 |
| S10  | 1.212 | 0.917 | 0.426 |
| Metals concentration in the Earth's crust [25] | 900   | 14    | 10    |
| Threshold limit values                         | 1     | 0.5   | 2     |

**Table 7.** Contamination factor values of heavy metals in the soil of the study area

| Site     | Metal |             |                          |
|----------|-------|-------------|--------------------------|
|          | Co    | Pb          | Mn                       |
| S1       | 0.044 | 0.145       | 0.008                    |
| S2       | 0.047 | 0.068       | 0.004                    |
| S3       | 0.038 | 0.04        | 0.004                    |
| S4       | 0.063 | 0.209       | 0.008                    |
| S5       | 0.277 | 0.058       | 0.007                    |
| S6       | 0.053 | 0.063       | 0.007                    |
| S7       | 0.049 | 0.292       | 0.006                    |
| S8       | 0.028 | 0.048       | 0.003                    |
| S9       | 0.05  | 0.109       | 0.004                    |
| S10      | 0.042 | 0.065       | 0.001                    |
| Average  | 0.059 | 0.028-0.277 | Low contamination factor |
| Range    | 0.109 | 0.040-0.292 | Low contamination factor |
| Category | 0.005 | 0.001-0.008 | Low contamination factor |

age concentration of the tested heavy metals, where the highest average concentration 4.78 for Mn was mg/mL, 1.54 mg/mL for Pb and 0.69 mg/mL for Co. Except for cobalt, the average concentrations of the tested heavy metals in the study area exceed their threshold limit values (TLV) in Algeria [26]. This contamination is a result of the solid, liquid and gaseous

wastes from the various industrial facilities within the study area that are derived from natural and anthropogenic inputs. For a better assessment of the anthropogenic inputs, computing of some pollution indices represented by contamination factor (CF), pollution load index (PLI) and enrichment factor (EF) is required.

### 3.2 Contamination factor

Contamination factor expresses the level of soil contamination with any heavy metal and also indicates the level of anthropogenic pollution of specific soil [27]. From the results shown in table 7, it can be noticed that CF values take following order :  $CF_{Mn} < CF_{Co} < CF_{Pb}$ . All of these values belong to the low contamination factor category,  $CF < 1$ . This result indicates that the Earth's crust rocks are the main source of these metals [28]. Therefore, the highest CF value in the study area was for lead (Pb) as a result of the petroleum compounds emissions. In addition, the lowest CF value was for manganese (Mn), being stable metal in the Earth's crust (Table 7).

### 3.3 Pollution load index

Pollution load index represents the number by which the heavy metal concentration in the soil exceeds its background value and it gives clear picture of the extent of the heavy metal toxicity in soil [22]. It also represents the soil contamination in a certain location and it has many definitions, where it has been defined by Hakanson as the sum of contamination factor values and it has also been defined as the arithmetic mean or the geometric mean of the analyzed pollutants [5,29]. According to the results of pollution load index (PLI) shown in table 8, the pollution load index values of all soil samples were  $0 < PLI < 1$  and belong to the low contamination category ( $PLI < 1.5$ ). Being the pollution load index value table 4 less than 1.5 (the error correction factor used in classification, does not necessarily mean that there is no intervention of anthropogenic activities in pollution induction. According to Muller, PLI values less than 1.5 indicate that source of the heavy metal is entirely from natural processes, while values greater than 1.5 suggests that the source is more likely to be anthropogenic [30]. However, these low PLI values will not reflect the non-contamination of the studied soil samples with industrial wastes. In addition, the pollution load index value did not reach higher values because the contamination factor (CF) values of heavy metals in the study area are very close to their background values in the reference soil.

### 3.4 Enrichment factor

Enrichment factor (EF) assesses the level of the an-

**Table 8.** Pollution load index values of heavy metals in the soil of the study area

| Site | CF <sub>Co</sub> | CF <sub>Pb</sub> | CF <sub>Mn</sub> | PLI value |
|------|------------------|------------------|------------------|-----------|
| S1   | 0.044            | 0.145            | 0.008            | 0.055     |
| S2   | 0.047            | 0.068            | 0.004            | 0.033     |
| S3   | 0.038            | 0.04             | 0.004            | 0.031     |
| S4   | 0.063            | 0.209            | 0.008            | 0.063     |
| S5   | 0.277            | 0.058            | 0.007            | 0.133     |
| S6   | 0.053            | 0.063            | 0.007            | 0.054     |
| S7   | 0.049            | 0.292            | 0.006            | 0.071     |
| S8   | 0.028            | 0.048            | 0.003            | 0.025     |
| S9   | 0.05             | 0.109            | 0.004            | 0.042     |
| S10  | 0.042            | 0.065            | 0.001            | 0.024     |

**Table 9.** Enrichment factor values of heavy metals in the soil of the study area

| Site     | Co                     | Pb                   |
|----------|------------------------|----------------------|
| S1       | 5.52                   | 18.33                |
| S2       | 11.08                  | 16.42                |
| S3       | 9.04                   | 9.7                  |
| S4       | 7.74                   | 26.22                |
| S5       | 41.79                  | 9.02                 |
| S6       | 6.94                   | 8.28                 |
| S7       | 8.41                   | 50.49                |
| S8       | 11.49                  | 19.73                |
| S9       | 13.99                  | 30.99                |
| S10      | 31.95                  | 50.44                |
| Average  | 5.52-41.79             | 18.13                |
| Range    | 8.28-50.49             | 21.1                 |
| Category | Significant enrichment | Very high enrichment |

thropogenic contamination of soil with heavy metals, that is its value determines the degree of contamination. Akoto has illustrated that the EF values ranging between 0.5-1.5 indicate that the heavy metals originate from natural geological processes, while the EF values greater than 1.5 indicate that the sources of the heavy metals are anthropogenic processes [31]. The EF values of heavy metals in the soil of the study area in the following order are : Co < Pd as shown in table 9. Soil samples with EF > 5 for a specific metal are considered contaminated with this metal [19]. Accordingly, all samples taken from the studied sites are considered contaminated with Co and Pb, where the highest EF value for lead was 50.49 (extremely high

enrichment). Then, the highest EF value for Co was recorded as 41.79 (extremely high enrichment). This suggests that industrial activities, especially petroleum ones as well as gaseous emissions from traffic are more likely to be the source of heavy metals in the study area.

#### 4. CONCLUSION

It should be noted that the study area contains a large number of facilities of an industrial and transformative nature and any industrial activity has negative effects and repercussions on the components of the surrounding environment, such as air, soil and water and accordingly this study concluded that the concentration of heavy metals in the studied soil samples exceeded the permissible values such that the pollution criteria were within a low category of the pollution factor, while assessing the state of the pollution load index requires a more accurate and detailed study and analysis. In contrast, the values of pollution indicators classified within the low category do not explain the absence of pollution in the studied soil, but the high content of soil samples taken as a reference with heavy elements was close to their content in the soil samples concerned for the study. Based on this, it can be concluded from this study is that the concentrations of heavy metals in the soil of the study area, which appeared in the calculations of pollution standards and indicators, were from anthropogenic human activity and this is reflected in the results of the enrichment factor as the main factor in environmental pollution indicators that showed the extent of the deterioration of the soil of the study area that leads to a change in soil's chemical and physical composition.

#### REFERENCES

1. Kaiser, M.F., *et al.* 2006. Heavy metals contamination of a mediterranean coastal ecosystem, Eastern Nile delta, Egypt. In International perspectives on global environmental change, Ed Stephen Young, pp 297-310.
2. Idowu, E., *et al.* 2014. Heavy metal bioaccumulation and biomarkers of oxidative stress in the wild African tiger frog, *Hoplobatrachus occipitalis*. *African J. Env. Sci. Tech.*, 8(1):6-15.
3. Jaishankar, M., *et al.* 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol.*, 7(2):60-72.
4. Likuku, S., K. Mmolawa and G. Gaboutloeloe. Assessment of heavy metal enrichment and degree of contamination around the copper-nickel mine in the Selebi Phikwe region, eastern Botswana. *Env. Ecol. Res.*, 1(2):32-40.
5. Mmolawa, K., S. Likuku and G. Gaboutloeloe. 2010.

- Assessment of heavy metal pollution in soils along major roadside areas in Botswana. *African J. Env. Sci. Tech.*, 5(3):186-196.
6. Jaramillo-Nieves, L.J. and R.B. Finkelman. 2012. Medical geology and environmental geochemistry are closely related disciplines. Introduction. *Env. Geochem. Health.* 34(2):153.
  7. Luo, X.S., S. Yu and K.D. Li. 2011. Distribution, availability and sources of trace metals in different particle size fractions of urban soils in Hong Kong: Implications for assessing the risk to human health. *Env. Poll.*, 159(5):1317-1326.
  8. Victoria, A., *et al.* 2008. Heavy metals concentration in road dust in the Bolgatanga municipality, Ghana. *Int. J. Env. Res. Public Health.* 9.
  9. Gong, Q., *et al.* 2008. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. *J. China Univ. Geosci.*, 19:230-241.
  10. Ozkan, E., *et al.* 2012. A new assessment of heavy metal contaminations in an eutrophicated bay (Inner Izmir Bay, Turkey). *Turkey J. Fish Aquat. Sci.*, 12:135-147.
  11. Abdelgawad, M.T. 1998. Touggourt, the capital of Oued Righ, the third historical forum, the role of Bani Jalab in the Oued Righ region. Publications of Elelwaffa Ilshahid Organization, Touggourt, Ouragla.
  12. Slami, S. 1998. Touggourt (historical view). Modern Inki, Algeria. 13.
  13. Khalifa, A. 2011. Transformations of social structures and their relationship with the urban area in the cities of the Algerian desert; socio-anthropological study of Touggourt (Oued Righ).
  14. Daniel, P. 1978-1979. Systems of nomadic relations; Touggourt region, Algeria. Post Doctoral Study. High School of Social Sciences, France.
  15. Abdelhamid, I.Q. 1999. Definition of Oued Righ. Publication of Elwaffa Ilshahid Organization, Touggourt. Elamal for Printing, Oued Souf.
  16. Chandrasekaran, A., *et al.* 2015. Multivariate statistical analysis of heavy metal concentration in soils of Yelagiri Hills, Tamil Nadu, India – Spectroscopical approach. *Spectrochim Acta A.* 137:589-600.
  17. Liu, W.H., *et al.* 2005. Impacts of sewage irrigation on heavy metal distribution and contamination in Beijing, China. *Env. Int.*, 31(6):805-812.
  18. Galuszka, A. and Z. Migaszewski. 2011. Geochemical background - An environmental perspective. *Mineralogia.* 42:7-17.
  19. Zakir, H., S. Naotatsu and O. Kazuo. 2008. Geochemical distribution of trace metals and assessment of anthropogenic pollution in sediments of old Nakagawa river, Tokyo, Japan. *American J. Env. Sci.*, 4(6) : 654-655.
  20. Sutherland, R.A., *et al.* 2000. Characterization of selected element concentrations and enrichment ratios in background and anthropogenically impacted roadside areas. *Arch. Env. Contam. Toxicol.*, 38(4):428-438.
  21. Usero, U., A. Garcia and J. Fraidias. 2000. In Calidad de lasaguasysedimentos del Litoral Andaluz. In Junta de Andalicia, Consejeria del Medio Ambiente. Ed. Sevilla. pp 164.
  22. Angulo, M. 1996. The tomllinson pollution load index applied to heavy metals 'Mussel-Watch' data: A useful index to assess coastal pollution. *Sci. Total Env.*, 187:19-56.
  23. Abraham, G. and R. Parker. 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki estuary, Auckland, New Zealand. *Env. Monit. Assess.*, 136:227-238.
  24. NOMA. 2019. Meteorological data. Regional Department of Touggourt, National Office of Meteorology, Algeria.
  25. Kabata-Pendias, A. and A.B. Mukherjee. 2007. Trace elements from soil to human. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
  26. Official gazette of Democratic Republic of Algeria. 2006.
  27. Adamu, S., *et al.* 2014. Assessment of potentially toxic metals in soil and sediments of the Keana Brinefield in the Middle Benue Trough, north-central Nigeria. *American J. Env. Prot.*, 3:6-2.
  28. Szefer, P., *et al.* 2008. Heavy-metal pollution in surficial sediments from the Southern Baltic Sea off Poland. *J. Env. Sci. Health A.* 31:2723-2754.
  29. Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control : A sedimentological approach. *Water Res.*, 14(8):975-1001.
  30. Muller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine river. *Geol. J.*, 2:109-118.
  31. Akoto, O., T. Bruce and G. Darko. 2008. Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. *African J. Env. Sci. Tech.*, 2:354-359.