وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء محيط

من إعداد: عبد الرزاق نصيري ولحرش أيمن

بعنوان:

المساهمة في تحديد بعض العناصر الملوثة للتربة باستخدام مؤشرات بعض التلوث البيئي

نوقشت علنا يوم:2024/06/03

أمام اللجنة المناقشة:

هادف الدراجي	أستاذ تعليم عالي	جامعة ورقلة	رئيسا
بالفار محمد لخضر	أستاذ دكتور	جامعة ورقلة	مناقشا
زروقي حياة	أستاذ محاضر أ	جامعة ورقلة	مؤطر
بن عرابي عبد الكريم	دكتور	جامعة ورقلة	مساعد مؤطر

السنة الجامعية: 2024/2023

الإهداء

بسم الله وحده والصلاة والسلام على من لا نبي بعده محمد - صلى الله عليه وسلم-

أهدي تخرجي لأبي الغالي وأمي الغالية، حفظكم الله ورعاكم وجزاكم عنا خيرا، أهديكم تخرجي وأعبر لكم بمشاعري تجاهكم بانتقاء أعذب الكلمات وأرقى العبارات لتليق بمقامكم فما وجدت سوى كلماتي البسيطة من مشاعر صادقة من القلب للقلب أشكركم أبي وأمي من أعماق قلبي ساند تموني ووقفتم بجانبي طيلة حياتي التربوية والتعليمية حتى وصلت بفضل الله ثم أنتم إلى إتمام دراستي الجامعية.

وأهدي تحياتي لجميع من قدم لي المساعدة لإتمام هذا العمل.... "أيمن"

أهدي تخرجي من الجامعة إلى أول من أنتظر هذه اللحظات ليفتخر بي إلى من كان سندي في الحياة أبي والى من حفتني بتراتيل دعواتها الطاهرة وعلمتني الصمود مهما تبدلت الظروف إلى أغلى ما في الوجود أمي وإلى إخوتي وزملائي الذين عشت معهم أجمل لحظات الحياة وأسال من الله أن ينفعني بما تعلمنا،"عبد الرزاق".

شكر وعرفان

بعد شكر الله سبحانه وتعالى على توفيقه لنا لإتمام هذا العمل المتواضع أتقدم بجزيل الشكر إلى الوالدين العزيزين الذي أعانونا وشجعونا على الاستمرار في مسيرة العلم والنجاح.

نتقدم بالشكر الجزيل وفائق التقدير والاحترام إلى الأستاذة الدكتورة زروقي حياة لقبولها الإشراف على هذه المذكرة والتي تابعتنا طول فترة إعداد هذه الدراسة، وأفادتنا بالأفكار والنصائح، وأيضا الدكتور بن عرابي عبد الكريم مساعد مشرف.

كما أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى كل أساتذة قسم

الكيمياء وأعضاء لجنة المناقشة لمن كان فيها رئيسا ومناقشا والذين قبلوا منا هذا العمل المتواضع وتزكيته وعرضه للمناقشة العلنية وأيضا على الملاحظات والتوجيهات المهمة والقيمة المقدمة.

ونتقدم بجزيل الشكر إلى العاملين بمخبر CRAPC على التسهيلات والمساعدات التي قدموها لنا.

وفي الأخير نشكر كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد على إنجاز: وإتمام هذا العمل.

الملخص:

تهدف دراستنا هذه الى تقييم مستوى تركيز العناصر الثقيلة (Cu، Mn، Pb، Zn Cd، Ni)وكذا معرفة جودة التربة السطحية لبعض المناطق الصناعية بالاستناد إلى ثماني عينات مأخوذة من مناطق مختلفة في حاسي مسعود و ورقلة، من سطح التربة، أوضحت نتائج الامتصاص الذري SAA أن معدل تركيز كل من Cd و Ni أقل من 1mg/l0.060mg/l و 0.685mg/l على الترتيب في حين معدل تركيز باقي العناصر Cu، Mn، Pb، Zn كانت كالتالي1.568mg/l، 2.907mg/l، 68.502mg/l، 6.693mg/l مما يدل على وجود تلوث في مناطق الدراسة كون هذه الأخيرة تفوق القيم المسموح بها وطنيا، ومع ذلك فإن تحديد طبيعة انواع التلوث بالاعتماد على حساب مؤشرات التلوث البيئي (CF، EF، PLI) ، حيث أوضحت هناك تباين في نتائج مؤشرات التلوث البيئي كعامل التلوث (CF) أين أشارت نتائجه الى وجود تلوث في المستويات المنخفضة في حين جاءت نتائج معامل الاغناء (EF) ضمن فئة التلوث الكبير لعموم المعادن الثقيلة المدروسة في حين حددت قيم مؤشر التلوث الأحادي (PI) ومؤشر حمولة التلوث (PLI) ضمن أصناف التلوث المعتدل، وعليه نلخص القول بأن التدهور الكبير للبيئة وما نشهده اليوم من مشاكل بيئية متنامية سببه المخلفات الصناعية.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة، التربة، مؤشرات التلوث البيئي، المناطق الصناعية ورقلة حاسي مسعود.

Summary

Our study aims to evaluate the level of concentration of heavy elements (Cu, Mn, Pb, Zn, Cd, Ni), as well as to know the quality of the surface soil of some industrial areas, based on eight samples taken from different areas in HassiMessaoud and Ouargla, from the soil surface. The absorption results showed Atomic SAA that the average concentration of Cd and Ni was less than 0.060mg/l and 0.685mg/l, respectively, while the average concentration of the remaining elements Cu, Mn, Pb, Zn were greater than 1mg/l(1.568, 2.907, 68.502, 6.693) mg/l which indicates the presence of pollution in the study areas, as the latter exceeds the nationally permissible values. However, determining the nature of the types of pollution is based on calculating environmental pollution indicators (CF, EF, PLI), as it has been shown that there is a discrepancy in the results of pollution indicators. Environmental pollution factor (CF), where its results indicated the presence of pollution at low levels, while the results of the enrichment factor (EF) came within the category of major pollution for all heavy metals studied, while the values of the single pollution index (PI) and the pollution load index (PLI) were specified within the categories. Moderate pollution. Therefore, we can summarize by saying that the major deterioration of the environment and the growing environmental problems.

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
الجدول (II.1)	بعض المعادن الثقيلة وبعض مصادرها وتأثيراتها الصحية	18
الجدول (II.2)	الوقت من نصف الحياة البيولوجية لبعض العناصر	21
الجدول (III.1)	القيم القصوى لدرجة الحرارة2005	37
الجدول (III.2)	سرعة الرياح2005	39
الجدول (III.3)	القيم القصوى للرطوبة2005	41
الجدول (III.4)	معدل التساقطات 2005	43
الجدول (III.5)	إحداثيات مواقع عينات التربة في مدينة ورقلة–حاسي مسعود.	45
الجدول (III.6)	الأدوات والمواد المستعملة.	47
الجدول (III.7)	أصناف عامل التلوث.	50
الجدول (III.8)	أصناف عامل الإغناء.	51
الجدول (III.9)	أصناف مؤشر التلوث الفردي PI	52
الجدول (III.10)	أصناف حمولة التلوث.	53
الجدول (IV.1)	تراكيز العناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	57
الجدول (IV.2)	القيم الحدية للعناصر للمقارنة بوحدة mg/kg.	58
الجدول (IV.3)	القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر.	58
الجدول (IV.4)	قيم عامل التلوث للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	60
الجدول (IV.5)	قيم ومدى ومعدل عامل التلوثCF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	60
الجدول (IV.7)	قيم عامل الإغناء للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	63
الجدول (IV.8)	قيم ومدى ومعدل عامل الإغناء EF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	63
جدول (IV.8)	قيم مؤشر حمولة التلوث للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	66

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
الشكل (II.1)	رسم توضيحي لعمليات الانبعاث والامتصاص	31
الشكل (III.1)	القيم القصوى لدرجات الحرارة2005.	38
الشكل (III.2)	سرعة الرياح2005.	40
الشكل (III.3)	نسبة الرطوبة2005.	42
الشكل(III.4)	معدل التساقطات 2005	44
الشكل (III.5)	مخطط تحضير العينات.	49
الشكل (IV.1)	تمثيل بياني يوضح نسب CF في مناطق الدراسة.	59
الشكل (IV.2)	تمثيل بياني لقيم معدل عامل الاغناء EF للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.	62
الشكل (IV.3)	**تمثيل بياني لقيم مؤشر حمولة التلوثPLI للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.**	65

قائمة الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
الصورة (I.1)	أشكال التلوث.	6
الصورة (I.2)	بعض مظاهر تلوث التربة.	8
الصورة (II.1)	بعض المعادن الثقيلة.	15
الصورة (II.2)	العناصر الممكن تحليلها بواسطة الامتصاص الذري.	30
الصورة (II.3)	مكونات جهاز الامتصاص الذري.	32
الصورة (III.1)	موقع الدراسة.	36
الصورة (III.2)	إحدى العينات.	46
الصورة8	عينات محضرة.	48

قائمة المختصرات

اختصار	الدلالة باللاتينية	الدلالة العربية
AFNOR	Association Française de Normalisation	المنظمة الفرنسية للمعايير
CF	Contamination factor	عامل التلوث
Cu	Cuivre	النحاس
Cd	Cadmium	الكادميوم
EF	Enrichment Factor	عامل الإغناء
Eh	Potentiel redox	إمكانية الاكسدة والاختزال
ETM	élément trace métallique	العناصر النزرة المعدنية
HCl	Acide chlorhydrique	حمض الكلوريد
HNO3	Acide nitrique	حمض النتريك
Hg	Mercure	الزئبق
MO	matière organique	المواد العضوية
Mn	Manganèse	المنغنيز
Ni	Nickel	النيكل
pH	potentiel d'hydrogène	الاس الهيدروجيني
PL	Single Load Indicator	مؤشر الحمولة الأحادي
PLI	Pollution Load Index	مؤشر حمولة الملوثات
Pb	Plomb	الرصاص
Zn	Zinc	الزنك
SAA	Spectroscopie d'Absorption Atomique	مطيافية الامتصاص الذري

الفهرس

الإهداء	
شكر وعرفان	
قائمة الجداول	
قائمة الأشكال	
قائمة المختصرات	
الفهرس	
المقدمة العامة	I
المراجع	II
الفصل الأول: بحث توثيقي حول البيئة وتلوث التربة	
1.I. تعريف البيئة	3
2.I.عناصر البيئة	3
1.2.Iالهواء	3
2.2.I. الماء	3
3.2.I. التربة	3
1.3.I. تركيب التربة	4
4.I تعريف التلوث	4
5.I. أنواعه	5
I.1.5 تلوث طبيعي	5
I.2.5 تلوث صناعي	5
I.6 أشكال التلوث	5
I.1.6 تلوث الهواء	5
I.2.6 تلوث الماء	5
I.3.6 تلوث التربة	6
I.7 مصار تلوث التربة	7
I.7.1 أنواع تلوث التربة	7
I.8 تقييم التلوث البيئي للتربة	9
I.8.1عامل التلوث	9

I.8.2 عامل الإغناء	9
I.8.3 مؤشر حمل التلوث الأحادي	10
I.8.4 مؤشر حمولة التلوث	10
الفصل الثاني: المعادن الثقيلة وتأثيراتها على البيئة	
II. المعادن الثقيلة	15
II.1. تعريف المعادن الثقيلة	15
II . 2.1. تصنيف المعادن الثقيلة	15
II.3.1. أصل المعادن الثقيلة	16
II.4.1. سلوك العناصر الثقيلة في التربة	19
II.5.1. الالية السمية للمعادن الثقيلة	20
II .6.1. العوامل المؤثرة على حركة المعادن الثقيلة	22
II.7.1. خصائص المعادن الثقيلة التي تم التطرق إليها في هذه الدراسة	26
II.2 طرق قياس بعض المعادن الثقيلة	30
الفصل الثالث: الطرق والأدوات	
III.1.تعريف المنطقة	36
III.2.المناخ	37
III.3.مواقع جمع العينات	45
III.4. طرق الدراسة	46
III.1.4 كيفية أخذ العينات	46
III.2.4 طريقة تحضير العينات في المختبر	48
III.5. تقييم التلوث البيئي للتربة	50
III.1.5عامل التلوث	50
III.2.5 عامل الإغناء	51
III.3.5 مؤشر حمل التلوث الفردي	51
III.4.5 مؤشر حمولة التلوثPLI	52
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة	
IV.1. نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في التربة	56

IV.2.1. نتائج عامل التلوث	59
IV.3.1 نتائج عامل الإغناء	61
IV.4.1 نتائج مؤشر التلوث	64

مقدمة عامة

المقدمة العامة:

أصبحت قضية البيئة من أهم القضايا التي نالت اهتمام العديد من العلماء والمتخصصين خلال القرن الواحد والعشرين باعتبارها أحد الأركان التي تعتمد عليها التنمية المستدامة في كافة البلدان المتقدمة منها والنامية على حد سواء. وتتعرض البيئة في الوقت الحالي للعديد من المشكلات التي بدأت تظهر آثارها على جميع الكائنات الحية بصورة عامة والمجتمع الحضري بصفة خاصة [1].

تحضى مشكلة التلوث البيئي في وقتنا الحاضر باهتمام كبير ليس فقط على مستوى دول العالم الثالث فحسب بل على مستوى العالم أجمع إذ أصبح الخطر الأكبر الذي يهدد العالم سواء كان صناعيا أم غير صناعي، لأن التلوث يؤثر في كل بلدان العالم ولا توجد حدود تمنعه ومن هنا كان لابد من التصدي لهذا الخطر بموازاة التقدم الحاصل في التكنولوجيا والثورة الحاصلة فيها لكي يبقى الانسان ممارسا لحياته في بيئة آمنة وسلمية [2].

تعد التربة مكونا أساسيا للنظم الإيكولوجية الأرضية إذ تقوم بالعديد من الوظائف المهمة، أهمها العمل كوسيلة نمو للنباتات وتصفية المياه وتخزينها ودعم التنوع البيولوجي، وتدوير المغذيات والعمل كأساس للهياكل المبنية في المناطق الحضرية، إلا أنه الأنشطة البشرية ومع مرور الزمن قد غيرت الكثير من خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية الطبيعية، اذ تتسم المدن بأنها مظنة التلوث حيث تضم مصادر متعددة للتلوث مثل الحركة المرورية للمركبات، وخدمات البنى التحتية للمدينة، والنفايات البلدية، ونفايات المستشفى والصرف الصحي، وعمليات الإنشاء، وورش الصناعات الخفيفة، وورش تصليح المعدات والمركبات، ومحطات الوقود...إلخ[3].

في السنوات الأخيرة، زاد الاهتمام بمشكلة تلوث التربة بالعناصر الثقيلة، حيث يكمن الخطر في وجود أيونات هذه العناصر بتراكيز عالية التي قد تكون سامة للإنسان والكائنات الحية الأخرى. بعض هذه العناصر ضرورية للحياة بتراكيز ضئيلة، لكن عندما تكون تراكيزها مرتفعة في التربة، قد تتسرب إلى المياه السطحية والجوفية، أو

تمتصها النباتات وتنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية. يُعَد تلوث التربة بهذه العناصر، مثل Hg، Cr، Cd، Ni،Fe،Pb،Cu ، من أكبر المشاكل البيئية في الوقت الحاضر، نظرًا لاعتماد الحياة اليومية بشكل كبير على هذه العناصر بمختلف تطبيقاتها [4].

في هذه الدراسة يتم تقدير التركيزات الحرجة لبعض المعادن الثقيلة وتوزيعها في التربة (قاسي طويل بحاسي مسعود، محطة الوقود ورقلة) حيث شملت هذه الدراسة أربعة فصول.

الفصل الأول: البيئة وتلوث التربة.

الفصل الثاني: المعادن الثقيلة وتأثيراتها على البيئية.

الفصل الثالث: الطرق والأدوات المستعملة.

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة.

مراجع المقدمة العامة:

[1] -بو خالفة عبد الكريم، 2020 آليات حماية البيئة في التشريع الجزائري في إطار التنمية المستدامة. مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. المجلد 09 العدد02.ص54.

[2] -علي خليل عبد الكاظم بادي الخفاجي،2016 الكشف عن حالة التلوث لترب ومياه منطقة بحيرة ساوة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير. جامعة المثنى، العراق، ص1.

[3] -عبد الرضا مطر عبد الرضا الهاشمي علي كريم حميد الشمري،2020 التقييم البيئي لتلوث الترب الحضرية بالعناصر الثقيلة في محافظة واسط باستخدام معايير التلوث (Igeo، PLI،CF)، مجلة كلية التربية الأساسية الجامعة المستنصرية. ص366.

[4] -نصير عبد الجبار الساعدي كمال برزان ندا منير ناجي أحمد،2016 التوزيع الجيوكيميائي للعناصر الثقيلة في ترب محافظة واسط. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، مجلد14 العدد 02. العراق، ص27.

الفصل الأول:

البيئة وتلوث التربة.

I.1 تعريف البيئة:

هي الوسط الذي يعيش فيه الإنسان بما يضم الظواهر الطبيعية والبشرية التي يتأثر بها الإنسان ويؤثر فيها [1].

I.2 عناصر البيئة:

I.1.2 الهواء:

الهواء هو عنصر أساسي في البيئة، حيث يشكل الغلاف الجوي الذي يحيط بالكوكب ويُعرف علمياً بـ "الغلاف الجوي". يتألف الهواء من مجموعة متنوعة من الغازات الأساسية التي تدعم الحياة [2].

I.2.2 الماء:

يُعَدُّ أحد المكوِّنات الأساسية للبيئة، حيث يُعَرَّف البيئة بوصفها الأماكن التي تحتوي على تجمعات من المياه المتصلة ببعضها البعض، سواء كان هذا التواصل طبيعيًا أو ناتجًا عن تدخُّلات بشرية. [3].

I.3.2 التربة:

هي الطبقة العليا من القشرة الأرضية، والتي تتكون من جزيئات معدنية ومواد عضوية وماء وهواء وكائنات حية. وتعتبر التربة بيئة حية ومعقدة وديناميكية في تطورها المستمر تحت تأثير عوامل مختلفة مثل المناخ، والتضاريس، والغطاء النباتي، والعمل البشري [4].

I.1.3. تركيب التربة:

أ/ الطبقة السطحية:

تقع هذه الطبقة الرقيقة التي تغلّف سطح الأرض في عمق لا يتجاوز عدة سنتيمترات، وتتكون من مواد عضوية. تُعتبر هذه الطبقة موطنًا لمعظم الكائنات الحية الدقيقة والديدان والحشرات. وبسبب هشاشتها، فهي أكثر عرضة للتأثيرات الضارة والتدهور مقارنة بالطبقات الأخرى [5].

ب/ طبقة تحت التربة:

وهي تقع تحت الطبقة السطحية مباشرة وبها قليل من بقايا الكائنات الحية أي الحيوانات والنباتات عند مقارنتها بالطبقة السطحية [6].

ج/ طبقة الصخرة الأم:

وهي عبارة عن الطبقة الثابتة الأصلية الصلبة والتي تكونت منها التربة وهي أقل عرضة لعوامل تكون التربة مثل الحرارة والرطوبة والرياح بسبب تكوينها الصخري وتختلف حسب نوعية الصخر وتكوينه الجيولوجي [6].

I.4 تعريف التلوث:

التلوث ينشأ من أي خلل في أنظمة الماء أو الهواء أو الغذاء أو التربة، ويؤثر على نحو مباشر أو غير مباشر على الكائنات الحية، ويلحق بها الأضرار، وكذاك على البيئة، وبما بها من ممتلكات اقتصادية، ومما يسبب الخسائر المختلفة [7].

I.5. أنواعه:

I.1.5 تلوث طبيعي:

هو التلوث الذي ينتج عن ظواهر طبيعية مثل الزلازل والبراكين وزحف الكثبان الرملية [8].

I.2.5 تلوث غير طبيعي:

يعرف التلوث الغير طبيعي على انه مجموعة من الآثار السلبية التي يخلفها الإنسان سواء على مستوى المنازل، الزراعة (كالمبيدات والأسمدة)، المنشآت الصناعية..... [9].

I.6 أشكال التلوث:

I.1.6 تلوث الهواء:

هو أي تغير في مكونات الهواء يؤثر سلبا على الإنسان أو أحد عناصر البيئة، ومن الأمثلة على المواد التي تلوث الهواء: أول أكسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والهيدروكربونات، والمركبات العضوية، وجزيئات الغبار [10].

I.2.6 تلوث الماء:

هو أي تغير يؤثر سلبا على الإنسان يقصد بتلوث الماء دخول مواد ضارة بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى الأنهار والبحار والمحيطات والجداول، ومخازن المياه الجوفية مثل الآبار، أو طبقات المياه الجوفية، مما يغير من خصائصها الكيميائية أو البيولوجية أو الفيزيائية [11].

I.3.6 تلوث التربة:

يشمل تلوث التربة تسمم طبقة الأرض الرقيقة الخصبة من سطح الأرض أو تلوثها، أي تلوث الطبقة المنتجة التي تدعم الحياة، وتعد التربة الخصبة موردا مهما جدا، لأنها المكان الذي ينمو فيه معظم الغذاء الذي نحصل عليه، إذ لا يمكن للمزارعين تنمية كميات كافية من المحاصيل من دون التربة المسمدة، وذلك لسد حاجة الناس في العالم إلى الغذاء [12].

الصورة (I.1): أشكال التلوث[13].

ومن أسباب تلوث التربة ما يلي:

- النفايات الصناعية الصلبة التي تتراكم على سطح التربة، وتجعلها غير صالحة للاستخدام.
- امتصاص التربة للمواد الكيميائية التي تدخل في تصنيع الأسمدة، ومبيدات الآفات.
- تسرب النفايات البيولوجية مثل: البول والبراز إلى التربة من خلال نظام الصرف الصحي، أو عن طريق الحفاظات المستعملة التي ترمى في مقالب القمامة.
- تسرب النفط إلى التربة أثناء نقله أول تخزينه.

- اختلاط المطر الحمضي [5].

I.7 مصادر تلوث التربة:

1- مصدر طبيعي:

ينتج التلوث الطبيعي للتربة عن عدة عمليات طبيعية تحدث في البيئة، مثل التصحر والانجراف، بالإضافة إلى النشاط البركاني[14].

2- مصادر بشرية:

تسببها أنشطة الإنسان، سواء كانت أنشطة صناعية، أو انبعاثات الوقود، أو المحروقات في المؤسسات البترولية. يمكن أيضًا أن تكون ناتجة عن تراكم النفايات المحلية أو محطات التنقية، التطور التكنولوجي.....[14].

I.1.7 أنواع ملوثات التربة:

1/ ملوثات عضوية:

تعتبر معظم التلوثات التي تؤثر على التربة ناتجة عن النشاط البشري، وتأتي أساسًا من ثلاث مجموعات رئيسية من الأنشطة الصناعية.

من بين الملوثات الشائعة الموجودة في التربة:

مركبات ثنائي الفينيل متعددة الكلور.(PCBs)

الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات.(PAHs) .

المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) .

الفينولات ومشتقاتها.

مبيدات الآفات.

2/ملوثات غير عضوية:

هي مجموعة من العناصر أو المركبات التي يمكن أن يكون تراكمها مسؤولاً عن تلوث التربة، وعادةً ما تكون غير قابلة للتحلل الحيوي، تراكمية، وسامة عند وجودها بكميات كبيرة. وتشمل الملوثات الدقيقة المعدنية الفلزية وغير الفلزية مثل الكادميوم والكروم والنحاس والزئبق والنيكل والرصاص والسيلينيوم والزنك والزرنيخ والموليبدينوم والكوبالت والبورون والثاليوم [15].

الصورة(I.2): بعض مظاهر تلوث التربة[16].

I.8 تقييم التلوث البيئي للتربة:

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

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 أو هو من مصدر طبيعي بحث [17].

I.1.8 عامل التلوث:

يعرف عامل التلوث Contamination factor (CF) بأنه حصول تركيز للعناصر الثقيلة في التربة أعلى من الوفرة الطبيعية الموجودة في القشرة الأرضية، وهو أداة فعالة لمراقبة التلوث بالعناصر الثقيلة والذي يستخدم لتقييم درجة التلوث كنتيجة للنشاط البشري، كما يمكن استخدامه للتمييز بين أصل العناصر الثقيلة سواء كانت من أصل بشري أو من التأثيرات الطبيعية. يعتمد عامل التلوث في تصنيف مستوى تلوث العناصر الثقيلة في عينات التربة والغبار على قسمة تركيز كل عنصر في التربة أو الغبار على تركيز الوفرة الطبيعية أو الخلفية الطبيعية لذالك العنصر [18].

I.2.8 عامل الإغناء:

وهو أحد الطرق الجيوكيميائية لتقييم التأثيرات البشرية من خلال إجراء دراسات على تراكيز عناصر معدنية في نماذج بيئية مختلفة. [19].

I.3.8 مؤشر حمل التلوث الأحاديPI:

يمثل مؤشر التلوث الأحادي العلاقة بين تركيز المعادن الثقيلة في عينات التربة وتركيزها في عينات التربة المرجعية ، كما يمكن استخدامه أيضا لتحديد العنصر الذي يمثل أعلى تهديد لبيئة التربة[20].

I.4.8 مؤشر حمولة التلوثPLI:

يعتبر مؤشر حمل التلوث وسيلة مفيدة ويستخدم عادة لتقييم درجة التلوث في التربة، كما أنه يعتبر وسيلة سهلة لتقدير مدى التدهور الحاصل لحالة التربة نتيجة تراكم المعادن الثقيلة بها.

قائمة المراجع:

[1] -فدي فؤاد عبد الفتاح سالم، (2018). التلوث البيئي في محافظة القليوبية دارسة ميدانية على مدينتي (طوخ–قليوب). *مجلة كلية الآداب. جامعة الإسكندرية*، 68 (92)، 1-64. ص 909.

[2] -سرور طالبي الملى، 2017 ملتقى آليات حماية البيئة الجزائر العاصمة، مركز جيل البحث العلمي سلسلة كتاب أعمال المؤتمرات، ص 12.

[3] –أحمد حمدها أحمد برادي،2020 الحماية القانونية للبيئة المائية في التشريع الجزائري، مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والإقتصادية،المجلد09. العدد01.ص477.

[5] - سيد عبد النبي، (2019) التلوث البيئي وباء عصر العولمة. وكالة الصحافة العربية، مصر. ص 50ص 179.

[6] - علي أبو راس، (2010) تلوث التربة. دار الفكر العربي للنشر، القاهرة، مصر. صفحة 41

[7] -حمدي أبو النجا، 2012 مخاطر التلوث البيئي (المشكلات – المصادر -التأثيرات المواجهات والتعامل)، الطبعة الأولى، المكتبة الأكاديمية. مصر. ص 19.

[8] -خليف مصطفى غرايبة، 2010 التلوث البيئي مفهومه وأشكاله وكيفية التقليل من خطورته journal of Environnemental Studies، العدد03، جامعة البلقاء التطبيقية. الأردن ص 123.

[9] -رؤى علي مهدي جبار عبد جبيل، 2017 تحليل جغرافي لواقع الانشطة الصناعية الملوثة للهواء في مدينة الحلة وتأثيراتها البيئية، مجلة العلوم الإنسانية كلية التربية للعلوم الإنسانية. المجلد (24)، العدد (01)، العراق. ص 3.

[10] -محمد خالد المفتي، (2011) الطاقات المتجددة وقضايا البيئة. وثيقة إيداع لدى وزارة الثقافة رقم 3253، سوريا. ص137

[11] -شكري إبراهيم الحسن، (2019) مقدمة في علم البيئة ومشكلاتها. دار المعارف للكتب الجامعية، العراق. ص 102.

[12] - محمد عبد الكريم قعدان،(2016) الحياة الخضراء. العبيكان للنشر، السعودية. ص 22.

[13]- جميلة بوبدني المسرح والتنشيط الثقافي بمدرسة لبعير بتادرت إقليم جرسيف، 10 يناير 2019.

https://club-labiyer.blogspot.com/2019/01/blog-post_94.html?m=1

شوهد يوم 2024/05/20.

[16]-دكتور إميلي جرينفيلد،17 أكتوبر2023 نسبة التلوث، تلوث التربة

https://sigmaearth.com/ar/%D8%B7%D8%B1%D9%82-%D8%A7%D9%84%D9%88%D9%82%D8%A7%D9%8A%D8%A9-%D9%85%D9%86-%D8%AA%D9%84%D9%88%D8%AB-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B1%D8%A8%D8%A9/

شوهد يوم 2024/05/20.

[17] -بن عرابي عبد الكريم .2023المساهمة في دراسة بعض مؤشرات التلوث البيئي للمنطقة الصناعية بتقرت(جنوب شرق الجزائر ,Doctoral dissertation) جامعة قاصدي مرباح ورقلة). ص56.

[18] -الشمري، احمد غازي عطية، الجميلي محمود فاضل عبد. (2024). تقييم الخطر البيئي ومؤشرات التلوث بالعناصر الثقيلة لنماذج الغبار في مستشفيي بيجي وصلاح الدين العام في محافظة صلاح الدين، العراق .المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض44-17 . (1)24 .ص22.

[19] - محمود فاضل عبد، 2017 حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، مجلة جامعة كركوك كلية العلوم، المجلد12، العدد3، العراق. ص6-7.

[20] - منصور عويدات سالم علي عمران الزرقة، 2022 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 والعزيزية، مجلة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية المجلد 21 العدد1. ص 64-65.

المراجع أجنبية:

[4] -BENAHMED, M. (2017). *Effet des précipitations sur la distribution du Zn et du Pb issus de retombées atmosphériques dans le sol: Cas de la fonderie de Tiaret (ALFET)* (Doctoral dissertation). page 03.

[14] - Bellagh, K. (2017). *Valorisation d'un sol urbain dans le domaine routier: mobilité des polluants dans les sols traités et/ou compactés* (Doctoral dissertation, Université Paris-Est). page29.

[15] -CHAOUCHE, K. (2020). *Etude saisonnière de la variation du niveau de contamination des sols dans les régions Sahariennes Algériennes (31-33° N ; 4-*

9° E) par les polluants chimiques et microbiologiques. « Géo-référencement des teneurs en polluants » » (Doctorat dissertation, UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA). page13-14.

الفصل الثاني:

المعادن الثقيلة وتأثيراتها على البيئة

II.1 المعادن الثقيلة:

تعرف العناصر الثقيلة بأنها العناصر ذات الوزن الذري أكثر من 5غم/سم^3 , وهو أعلى بخمس مرات من الوزن الذري للماء، ومن بين (90) عنصر موجود بشكل طبيعي، فإن (21) منها ليست عناصر ثقيلة، و (16) منها هي عناصر خفيفة و (53) المتبقية هي عناصر ثقيلة. معظم العناصر الثقيلة هي عناصر انتقالية مع أغلفة غير مشبعة تساعدها على تكوين مركبات معقدة ويعتبر (30) عنصر من العناصر الثقيلة ضروري للحياة والتي تقسم إلى (6) عناصر هيكلية، و (5) عناصر كبيرة، و(19) عنصرا نزرا [1].

الصورة (II.1): بعض المعادن الثقيلة[2].

II.1. 2 تصنيف المعادن الثقيلة:

1/ المعادن الأساسية:

هي عناصر أساسية بكميات ضئيلة للعديد من العمليات الخلوية وتوجد بنسب منخفضة للغاية في الأنسجة البيولوجية، قد يصبح بعضها ساما عند تجاوز التركيز عتبة معينة. هذه هي حالة النحاس (Cu)والزنك (Zn)والحديد (Fe) على سبيل المثال، الزنك (Zn). هو عبارة عن عنصر يشارك في العديد من التفاعلات

الإنزيمية(نازعات الهيدروجين وبروتينات والببتيدات) ويلعب دوً را مهم في عملية التمثيل الغذائي للبروتينات والكربوهيدرات والدهون وتركيب الدم.

2/ المعادن السامة:

هي ملوثات تؤثر سلبا على الكائنات الحية حتى في تركيزات منخفضة، وليس لها تأثير مفيد للخلية. هذه هي حالة الرصاص (Pb)والزئبق (Hg) والكادميوم ((Cd [3].

II.1.3 أصل المعادن الثقيلة:

1/الأصل طبيعي:

تتواجد المعادن الثقيلة بشكل طبيعي في الصخور، وتتفاوت تراكيز هذه المعادن الثقيلة بشكل طبيعي في التربة وفقا لطبيعة الصخور وموقعها وعمرها [4].

2/الأصل بشري:

المصدر الرئيسي للتلوث بالمعادن الثقيلة هو النشاط البشري. ك الانبعاثات الحضرية والصناعية والأنشطة الزراعية والصناعية.

1.2 –التلوث الجوي:

ينتج التلوث الجوي عن الأنشطة الصناعية (انبعاثات المصانع) والحضرية (عوادم السيارات، الخ). يجب التمييز بين الانبعاثات المنتشرة المحمولة جوا من مصادر بعيدة، والمدخلات المحلية الضخمة من مصادر قريبة.

المدخلات المنتشرة تشمل الغبار والهباء الجوي الناتج عن التدفئة ومحركات السيارات. أما المدخلات المحلية الضخمة فهي ناتجة عن الآثار البشرية العرضية المرتبطة بالأنشطة الصناعية دون حماية فعالة ضد التشتت في

البيئة.

– الممارسات الزراعية:

بعض الممارسات الزراعية تؤدي إلى إدخال المعادن الثقيلة إلى التربة. فالمنتجات المستخدمة لتحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، مثل الأسمدة والسماد العضوي والحمأة الناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، غالبًا ما تكون أكثر غنى بالمعادن الثقيلة من التربة الأصلية .

– التلوث الصناعي:

ينتج عن مصانع الإنتاج البشري التي تنتج مواد عضوية ودهونا (الصناعات الغذائية الزراعية)، ومواد كيميائية مختلفة (الصناعات الكيميائية)، ومواد مشعة (محطات الطاقة النووية ومعالجة النفايات المشعة)، والمعادن. تعد المنشآت الصناعية مصدرًا هامًا للتلوث بالزنك والرصاص والكادميوم [4]

الجدول (II.1):بعض المعادن الثقيلة وبعض مصادرها وتأثيراتها الصحية [5].

معدن ثقيل أساسي	تأثيراته الصحية
الحديد	اضطرابات الجهاز الهضمي
الكوبالت	أمراض الدم القلب والأوعية الدموية الغدد الصماء
الزنك	اضطرابات الجهاز الهضمي أداء الكبد بشكل غير طبيعي
النحاس	اضطرابات البطن، واضطرابات النشاط الإيضي
معدن ثقيل غير أساسي	**تأثيراته الصحية**
الرصاص	تأثير خطير على الصحة العقلية (مرض الزهايمر وأمراض الجهاز العصبي)
الكروم	اضطرابات الجهاز التنفسي الجهاز الكلوي والإنجابي
الزرنيخ	منطقة الجلد ذات تأثيرات عالية (السرطان) الدماغ والقلب
الزئبق	التصلب، العمى، الصمم، مشاكل في المعدة، اضطرابات الكلى
الكاديوم	المشاكل المتعلقة بالعظام سرطان البروستات أمراض الرئة مشاكل الكلى

II.4.1 سلوك العناصر الثقيلة في التربة:

✓ التنقل:

تتميز حركة العنصر بقدرته على التحرك بين حجيرات التربة حيث يتم الاحتفاظ به بشكل أقل نشاطا. ترتبط العناصر النادرة المعدنية (ETM) بمكونات التربة التي تتحكم في حركتها. يمكن أن تمتز على مراحل هيدروكسيدات الحديد والألومنيوم والمنغنيز، أو يمكن تصنيفها في الشبكات البلورية للمعادن الأولية والمكونات الثانوية، أو تمتزها على المواد العضوية.

إن توزيع المعادن وأشباه الفلزات في هذه الأجزاء المختلفة من التربة، وكل الأشكال المتاحة لا تشكل بالضرورة مخاطر بيئية. يمكن أن تؤثر التغيرات في الظروف الفيزيائية والكيميائية (الرقم الهيدروجيني، درجة الحرارة، القوة الأيونية، إلخ) بشكل مباشر على حركة العناصر عن طريق التسبب في انتقال المعادن الموجودة في التربة من شكل إلى آخر. تشتمل هذه التغيرات على آليات جيوكيميائية حيوية للتعبئة والتثبيت والنقل. هذه الآليات تعتمد على عمليات الذوبان/الترسيب، والامتزاز/الامتزاز، والتعقيد، والتي تشمل تفاعلات بيولوجية وكيميائية وفيزيائية كيميائية.

فعلياً، تعتمد قابلية تنقل والتوافر البيولوجي للعناصر النادرة المعدنية بشدة على نوعيتها الكيميائية في التربة. فإن التحديد الدقيق للأنواع الكيميائية غالباً ما يكون صعبًا، وفي معظم الحالات مستحيلاً [6].

✓ التوافر البيولوجي:

التوافر البيولوجي يشير إلى قدرة كمية من العنصر الموجود في التربة على أن يمتصه كائن حي. يعتبر التوافر البيولوجي عاملا مهما في تقدير السمية والمخاطر المترتبة عن التلوث، حيث يتغير التوافر البيولوجي للملوثات بمرور الوقت بالتوازن مع تغير السمية. الكمية المتاحة من عنصر ما للنباتات في التربة تتوافق مع التوافر البيولوجي لهذا العنصر، حيث يستطيع النبات المرور وامتصاص العنصر من التربة. في الواقع، يعتبر وجود العناصر الثقيلة في شكل أيوناتها الحرة (Zn^{2+}، Cu^{2+}، Pb^{2+}، Cd^{+2}، ... الخ) هي واحدة من أكثر الأشكال تفاعلية، إلى جانب الأنواع المحايدة والأكثر سهولة في استيعابها من قبل الكائنات الحية [6].

II.1.5 الالية السمية للمعادن الثقيلة:

تعود سمية العناصر الثقيلة إلى سببين هما:

الأول: ترتبط المعادن الثقيلة مع المجموعات الوظيفية في الانزيمات بروابط مستقرة وفي صورة معقدات مما يؤدي إلى تعطيل الجزيئات التي توجه التفاعلات التمثيل الغذائي.

الثاني: تتركز المعادن الثقيلة على غشاء الخلية مما يغير من التركيب البنائي له، ويسبب ذلك إعاقة تبادل الأيونات والمواد العضوية الضرورية في الحياة كالبروتينات والسكريات أو منعها كليا من الانتقال.

.[7]

ويبين الجدول (2) ترتيب تصاعدي نصف العمر البيولوجي للمعادن وفي نهايته يكون الجسم قد تخلص من نصف الكمية الممتصة.

الجدول (II.2): الوقت من نصف الحياة البيولوجية لبعض العناصر [8].

عنصر	الوقت من نصف العمر البيولوجي
Mo	5 أيام
Cu	33-13 يوم
Mn	20-15 يوم
Pb	30-20 يوم في الدم 60-40 يوم في الكلى والنخاع والكبد والدماغ (2-10 سنوات في العظام)
Hg	60-30 يوم (1 عام في المخ)
Cr	2-1 سنوات
Co	15-2 سنة
Zn	3-2 سنوات
Cd	30 يوم في الدم من 30-20 سنة في الكلى

II.1.6 العوامل المؤثرة على حركة المعادن الثقيلة في التربة:

1/الرقم الهيدروجيني:

بشكل عام، تكون العناصر المعدنية أكثر حركية في ظروف حمضية منها في ظروف قلوية: يعزز انخفاض الحموضة حركية العناصر المعدنية على وجه الخصوص عن طريق إذابة الأملاح المعدنية، بينما يؤدي ارتفاع الحموضة إلى تثبيت العناصر المعدنية عن طريق تكوين مركبات غير قابلة للذوبان في التربة الحامضية، تكون معظم مواقع الربط المحتملة مشغولة بالبروتونات، مما يجعل العناصر المعدنية حرة وقابلة للتحرك. على الجانب الآخر، عندما يزداد الرقم الهيدروجيني لتصبح قلوية، تقل المنافسة بين العناصر المعدنية والبروتونات، مما يؤدي إلى تثبيت العناصر المعدنية حيث تحتل العناصر المعدنية المواقع المتاحة للربط. أنه بالنسبة لدرجة الحموضة بين 4 و7.7 فإن قدرة امتصاص الكاديوم للتربة تتضاعف بمقدار 2 أو 3 لكل زيادة بمقدار وحدة واحدة من الأس الهيدروجيني: وبالتالي تقل حركة الكاديوم.

وبالتالي فإن تغيرات الأس الهيدروجيني لها عواقب معقدة ومتعارضة في بعض الأحيان على حركة المعادن الثقيلة [9].

2/إمكانية الأكسدة والاختزال:

يختلف الإمكان الأكسدة-الاختزالية (Eh) للتربة، مما يؤثر بشكل رئيسي على العناصر الرئيسية وبعض العناصر النادرة المعدنية (ETM). يمكن أن تكون تفاعلات الأكسدة-الاختزال لها تأثير كبير على بعض العناصر، التي تختلف سميتها اعتمادًا على شكلها الكيميائي (النوع). تزيد حركية العناصر النادرة المعدنية في ظروف اختزالية، مثل تلك الموجودة في التربة ذات الهواء القليل. على سبيل المثال، في الظروف الاختزالية،

يكون المنغنيز موجودًا في شكل Mn (II)، وهو الشكل الأكثر قابلية للذوبان. في الظروف التأكسدية، يتم أكسدة Mn (II) إلى Mn (III)وMn (IV)، التي توجد أساسًا في هيدروكسيدات وأكاسيد غير قابلة للذوبان، مما يقلل من حركية المنغنيز وفي الظروف الاختزالية، تشمل الآليات المعنية تحويل الأنواع القابلة للذوبان إلى أنواع غازية (نزع النتروجين أو الميثان)، وتذويب مكونات منظومة التربة (مثل أكاسيد المنغنيز والحديد) وتعديل عناصر الانتواع. تتأثر قابلية ذوبان الكادميوم والرصاص والزنك بشكل غير مباشر بالإمكان الأكسدة-الاختزال (Eh) والرقم الهيد روجيني، بشكل خاص من خلال تذويب أكسيد-هيدروكسيدات الحديد والمنغنيز في الظروف الاختزالية. في حالة الحفاظ على الحموضة ثابتة، أظهرت الظروف الاختزالية أنها تؤدي إلى انحلال أكاسيد الحديد-المنغنيز، مما زاد من حركية الكادميوم والرصاص والزنك[9].

3/المواد العضوية:

تلعب المواد العضوية دورًا حاسمًا في توزيع العناصر المعدنية بين المرحلة الصلبة والمرحلة السائلة من التربة من خلال تعقيد العناصر المعدنية. تحتوي المواد العضوية على مجموعات وظيفية مختلفة تمكن من تعقيد العناصر النادرة المعدنية مع المواد الدبالية غير قابلة للذوبان المدمجة في مصفوفة التربة. تعتبر مجموعات الفينول (-OH) أو الكربوكسيلية (-COOH) الأكثر وفرة، ولكن مجموعات أقل وفرة مثل مجموعات الثيول (-SH) أو الأمينات

(-NH2) يمكن أن تلعب أيضًا دورًا هامًا في تعقيد العناصر النادرة المعدنية، يسهم إضافة المواد العضوية إلى التربة في زيادة حركية الكادميوم والزنك الخارجيين عن طريق تكوين معقدات مذابة.

ومع ذلك، قد يؤدي انخفاض محتوى المواد العضوية في التربة إلى زيادة في تراكيز العناصر النادرة المعدنية القابلة للذوبان[9].

4/ الكربونات:

تلعب الكربونات دورًا هامًا جدًا فيما يتعلق بالعناصر النادرة المعدنية، نظرًا لتفاعلها مع الرطوبة السطحية مما يؤدي إلى تكوين مجموعات $-CaOH^0$. يؤدي تفكك هذه المركبات إلى امتزاز العناصر النادرة المعدنية على سطحها. يعد الكالسيت من بين الكربونات التي تمت دراستها بشكل أكبر لقدرتها على تثبيت المعادن، وخاصة الكاتيونات ثنائية التكافؤ.

أظهر دراسة أن امتصاص أيونات المعادن ثنائية التكافؤ يعتمد على تركيز أيونات $Ca2+$ وأن المعادن لها ارتباطات مختلفة بالكالسيت ($Cd>Zn>Mn>Co>Ni>>Ba=Sr$). إن في التربة الحضرية تزداد الزيادة في الرقم الهيدروجيني لوحدة واحدة في ظل ظروف الرقم الهيدروجيني القلوي، وبوجود قيمة منخفضة للقدرة التبادلية للكاتيونات، وقيمة منخفضة للمادة العضوية، وبوجود $CaCO3$، يمكن أن يؤدي إلى ترسيب الكادميوم في شكل كربونات الكادميوم ($CdCO3$)، مما يقلل من ذوبانيته.

يعد الترسيب أو الترسيب المشترك لبعض العناصر النادرة المعدنية مع الكربونات مسؤول أيضًا عن الاحتفاظ بها في التربة[9].

5/ النشاط البيولوجي:

تعقيد الفهم الشامل للظواهر البيولوجية التي تؤثر على قابلية ذوبان المعادن في التربة يعود إلى تعدد العمليات والتفاعلات على جميع المستويات. وتشمل الظواهر الرئيسية التي تؤثر على حركية الملوثات المعدنية:

- الذوبان: ينتج عن إنتاج مركبات حمضية مثل الأحماض الكربوكسيلية والدهنية والنيترية والكبريتية. تقوم بعض البكتيريا ذات التغذية الكيميائية مثل الثيوباسيلوس والليبتوسبيريلوم تؤكسد الحديد والكبريت

الأحادي المختزنين في الكبريتيدات وتنتج حمض الكبريتيك، الذي يمكن أن يذيب السيليكات والفوسفات والأكسيدات والكبريتيدات، وبالتالي إطلاق المعادن الموجودة. كما تفرز الفطريات وجذور النباتات أحماضًا أيضًا لزيادة امتصاصها للمواد الغذائية، أو ببساطة كنفايات استقلابية. يعزز هذا التحميض أيضًا حركية العناصر الأخرى التي لا تعتبر ضرورية لأي استقلاب نباتي.

- عدم الذوبان: هو الظاهرة المعاكسة. وبالرغم من أن عملية التخلص الخارجي للمعادن عن طريق الإفرازات الجذرية لم يتم إثباتها أبدًا، يمكن أن تفرز بعض الأحماض العضوية ذات الكتلة الجزيئية المنخفضة، مثل حمض الأكساليك والستريك والفوماريك، التي تشارك في تركيب العناصر الغذائية في البيئة الخارجية. وبالتالي فإنها تحد من عمليات النقل من خلال عمليات التعقيد.
- التطاير: يعتمد على تأثير بعض الكائنات الدقيقة مباشرةً على درجة أكسدة العنصر المعدني. يحدث هذا في حالات الزئبق والزرنيخ والسيلينيوم. تسمح عملية المثيلة الحيوية بنقل مجموعات الميثيل مباشرةً إلى الذرات، مثل الرصاص والقصدير والزرنيخ، مما يسهل تطايرها في الغلاف الجوي[9].

6/ درجة حرارة:

تعتمد في المقام الأول على الأرصاد الجوية، وبالتالي على المناخ، ولكنها مرتبطة أيضًا بالنشاط البيولوجي وتؤثر بشكل عكسي على تكوين مركبات ذات الروابط غير العضوية، من خلال تغيير نشاط العنصر الموجود في المحلول. تؤثر درجة الحرارة بشكل مباشر على حركية العناصر المعدنية من خلال تحريك توازنات تفاعلات الذوبان – هطول الأمطار والهطول المشترك، وتأثير غير مباشر، من خلال تغيير نسبة الماء في التربة، ودرجة الحموضة أو احتمال الأكسدة (Eh).

إن تأثير درجة الحرارة على قدرة امتصاص للرواسب ليس ملحوظًا ليس كبيرا جدا بين 10 درجة مئوية و30 درجة مئوية. ومن ناحية أخرى، لوحظ انخفاضًا في الامتزاز بين 30 درجة مئوية و40 درجة مئوية، خاصة في حالات النحاس والزنك والكادميوم. ومع ذلك، بالنسبة للرصاص، فإن تأثير درجة الحرارة في هذا النطاق من درجات الحرارة (10 – 40 درجة مئوية) ليست كبيرة[9].

II.7.1 خصائص بعض المعادن الثقيلة التي تم التطرق إليها في هذه الدراسة:

الرصاص Pb:

يتواجد الرصاص في التربة في صور مختلفة منها Pb^{2+} ، $PbHCO_3^+$، $PbOH^+$، $PbSO_4$، Pb $(OH)_2$، $PbCO_3$، PbO، $Pb(PO_4)_2$، $PbO(PO_4)_2$، PbCl+

جذور النباتات تمتص كميات ضئيلة من الرصاص في التربة، وهو ما يؤدي إلى تراكمه في النباتات. ومع ذلك، فإن نقل الرصاص من التربة إلى النبات يعتبر ضئيلاً بالمقارنة مع الترسيب المباشر للرصاص على أجزاء النباتات الهوائية من الغبار الذي يحتوي على الرصاص، خاصة في المناطق الحضرية أو الصناعية أو على طول الطرق الرئيسية. يُعتبر الرصاص مادة سامة للإنسان، وخصوصاً بالنسبة للجنين والأطفال الصغار الذين يكونون أكثر حساسية لتأثيراته السمية العصبية السلوكية، والتي يمكن أن تؤدي إلى تأثيرات ضئيلة أو معدومة على القدرات الإدراكية[10].

الكادميوم Cd:

يتواجد الكادميوم (Cd) في التربة في عدة أشكال كيميائية، منها Cd^{2+}، $CdSO_4$، $CdCl^+$، $CdHCO_3^+$، $CdCO_3$، $Cd(PO_4)_2$،يمكن للكادميوم أن يتراكم بشكل كبير في النباتات، سواء في الجذور أو الأجزاء الهوائية منها. تقلل عمليات التجيير من انتقال الكادميوم إلى النباتات،

حيث يكون الكادميوم أكثر قدرة على الحركة في التربة مقارنةً بالنحاس والرصاص، مما يجعله أكثر توافرًا للنباتات. يُصنف الكادميوم على أنه مادة مسرطنة للإنسان وله تأثيرات سامة وراثية. بالإضافة إلى ذلك، يكون إنتاج الكادميوم البشري الناتج عن الصناعة، بما في ذلك عن طريق الغلاف الجوي واستخدام الأسمدة الفوسفاتية، وراء انتشاره في التربة كمادة ثقيلة[10].

النيكل Ni:

النيكل (Ni) يتواجد في التربة في عدة أشكال كيميائية، منها Ni^{2+} ، $NiSO_4$، $NiHCO_3^+$، $NiCO_3$،تمتص النباتات النيكل بسهولة، ومن المعتقد أن النيكل المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز هو الأكثر توافرًا للنباتات. تمتص الحبوب كمية أكبر بكثير من النيكل عند إضافته إلى التربة مما كانت عليه عندما يكون من أصل جيولوجي. بالرغم من أن النيكل ليس سامًا جدًا للإنسان، إلا أن تأثيراته السامة على النباتات تشمل تباطؤًا في نمو الجذور وانخفاضًا في عدد الحبوب، مما يؤدي إلى انخفاض كبير في إنتاج الحبوب[10].

الزنك Zn:

يتواجد الزنك (Zn) في التربة في عدة أشكال كيميائية، منها Zn^{2+} ، $ZnSO_4$، $ZnHCO^{3}+$، $ZnCO_3$ ، $ZnFe_2O_4$، Zn_2SiO_4 ، $ZnSO_4$، $ZnHCO^{3+}$ ، $ZnCO_3$،$ZnFe_2o_4$ ، $Zn_3(PO_4)_2$،$Zn_3(PO_4)_2Zn^{2+}$ يتوفر الزنك بشكل كبير في النباتات، ويوجد بكميات أكبر في الجذور مقارنة بالأجزاء الهوائية. يقلل التجيير من انتقال الزنك إلى النباتات، وتعتبر الأشكال القابلة للذوبان من الزنك سهلة الامتصاص من قبل النباتات، ويعتمد معدل الامتصاص بشكل كبير على الجنس والنوع والصنف. تنتج المدخلات البشرية للزنك من ثلاث مجموعات رئيسية من الأنشطة، وتشمل:

-التعدين والمصادر الصناعية: مثل معالجة الخام، والتكرير، وغلفنة الحديد، والمزاريب والسقوف، وتصنيع

البطاريات الكهربائية، الفلفل، البلاستيك، المطاط.

-الانتشار الزراعي.

– العديد من الأنشطة الحضرية وحركة المرور على الطرق تطلق الزنك في البيئة: مثل تآكل إطارات السيارات، الأسقف، المزاريب، حرق النفايات المنزلية، وما إلى ذلك[10].

النحاس (Cu):

هو أحد العناصر الأساسية للنباتات والحيوانات، حيث لا يمكن للكائنات الحية النمو بشكل كامل بدونه، ولا يمكن استبداله بأي عنصر آخر؛ حيث يؤثر مباشرة على الكائن الحي وأداء عملية الأيض. يُعتبر النحاس أكثر المعادن الثقيلة قدرة على الحركة، مع تأثيرات ملحوظة على العمليات الجينية. تتضمن الأشكال الكيميائية للنحاس في التربة Cu^{2+} ، $CuOH^{+}$، $Cu\ (OH)_2$، $Cu\ O$، $Cu\ CO_3$، CuO^{2-}، Cu-، O-Fe، Cu-O-Al، Cu-O-Mn يتوزع النحاس في التربة بشكل جيد على طول المظهر الجانبي ويرتبط بشكل تفضيلي بالمواد العضوية وأكاسيد الحديد والمنجنيز والطين. يُستخدم النحاس في العديد من السبائك في علم المعادن، وكمبيدات للفطريات أو مبيدات الطحالب في الزراعة، وفي المعالجات الكيميائية للأسطح، وفي صناعة الدهانات والسيراميك. بالإضافة إلى ذلك، يأتي النحاس عادةً من تآكل أنابيب التوزيع، والنحاس الموجود في الجذور يكون بالكامل في شكل معقد، مع احتمالية حدوث اختراق للجذور في أشكال منفصلة[10].

المنغنيز Mn:

هو عنصر كيميائي يُرمز له بالرمزMn ، وله العدد الذري 25. يتواجد في الطبيعة عادةً في شكل أكاسيد، وهو فلز انتقالي أبيض يشبه الحديد. يذوب المنغنيز بسهولة، لكنه يتأكسد بسرعة. يكون المنغنيز مغناطيسياً حديدياً فقط بعد تعرضه لعملية معالجة محددة. صيغ المنغنيز الأيونية الأكثر شيوعاً بارا مغناطيسية. تتراوح

حالات الأكسدة الشائعة للمنغنيز بين +2 و+3 و+4 و+6 و+7، على الرغم من وجود جميع الحالات بين +1 و+7. في الأنظمة البيولوجية، يتنافس عادةً أيون المنغنيز +Mn2 مع أيون المغنيسيوم .+Mg2 يعتبر المنغنيز في حالته +7 عاملاً مؤكسداً قوياً. يتواجد المنغنيز بشكل طبيعي في أشكال مختلفة في القشرة الأرضية وفي الجو والماء، ويُعتبر ضرورياً للعديد من العمليات الفسيولوجية مثل التمثيل الغذائي ونظام المناعة وتكوين العظام والأنسجة الضامة. [11]

الزئبق Hg:

هو عنصر كيميائي يوجد طبيعياً في القشرة الأرضية ويمكن العثور عليه في المعادن والوقود الصلب والبترول والكتلة الحيوية. يعتبر الزئبق معدناً ثقيلاً يمكن تمييزه من خلال لمعانه الفريد، وهو العنصر الوحيد الذي يظل سائلاً تحت الحالات العادية للضغط ودرجة الحرارة. يُصنف الزئبق عادةً كمادة سامة من الفئة 1 ب، ويؤثر بشكل خاص على الجهاز العصبي المركزي والكلى لدى البشر. يمكن أن يكون الزئبق قاتلاً عندما يتم استنشاقه (H330)، ومستويات الجرعات القاتلة هذه عادةً لا توجد في الهواء المحيط.

تعتبر الأنشطة البشرية مصدراً رئيسياً للزئبق، بما في ذلك احتراق المواد الصلبة والكتلة الحيوية، وإنتاج الكلور، وتعدين المعادن الحديدية وغير الحديدية، وحرق النفايات، وترميد النفايات، وإنتاج البطاريات. ومن المعروف أيضاً أن الزئبق يحدث طبيعياً نتيجة النشاط البركاني وتآكل الصخور.

يتراكم الزئبق في سلاسل الغذاء، وهو سام بشكل خاص للبيئة المائية بشكل مزمن (مصنف H410) وسمية حادة (مصنف H400)[12].

II.2. بعض طرق قياس المعادن الثقيلة:

1/ مطيافية الامتصاص الذري:

الامتصاص الذري Atomic Absorption والذي يعرف اختصارا ب "AA" من الطرق التحليلية المعتمدة على امتصاص أشعة فوق بنفسجية أو مرئية بواسطة ذرات المادة في الحالة الغازية، يتم تحويل العينة إلى ذرات بواسطة بخ محلول العينة إلى اللهب، هذه الذرات المتكونة تمتص أشعة آتية من مصدر مصباح كاتود المجوف يعتبر جهاز الامتصاص الذري أكثر الأجهزة استخداما في المختبرات وفي مجال التحليل الطيفي الذري وذلك بسبب البساطة والحساسية العالية التي تصل إلى جزء في البليون p.p.b .[13].

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

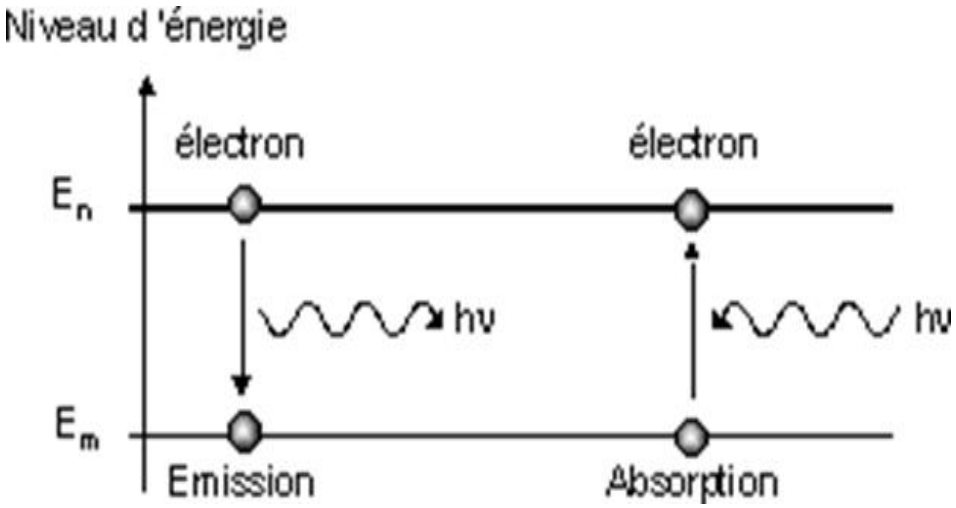
الصورة(II.2): العناصر الممكن تحليلها بواسطة الامتصاص الذري[14].

2/ المبدأ:

الامتصاص الذري للهب هو طريقة تسمح بشكل أساسي بتحديد المعادن في المحلول. تتطلب طريقة التحليل الأولية هذه أن يتم القياس من مادة تحليلية (عنصر سيتم قياسه) يتم تحويلها إلى حالات الذرات الحرة. يتم

تسخين العينة إلى درجة حرارة تتراوح بين 2000 إلى 3000 درجة بحيث يتم تدمير التركيبات الكيميائية التي تدخل فيها العناصر.

يعتمد مطياف الامتصاص الذري على نظرية تقدير كمية الطاقة الذرة، وتختلف طاقتها أثناء مرور أحد إلكتروناتها من مدار إلكتروني إلى آخر[15].



الشكل(II.1): رسم توضيحي لعمليات الانبعاث والامتصاص[15].

3/مكونات جهاز الامتصاص الذري:

يعتمد جهاز الامتصاص الذري على مبدأ امتصاص الذرات للإشعاع على طول موجة محددة يقيس جهاز الامتصاص الذري المعدن في المحاليل السائلة كالماء أو في السوائل العضوية ، يتضمن هذا الجهاز أربعة أجزاء رئيسية هي :

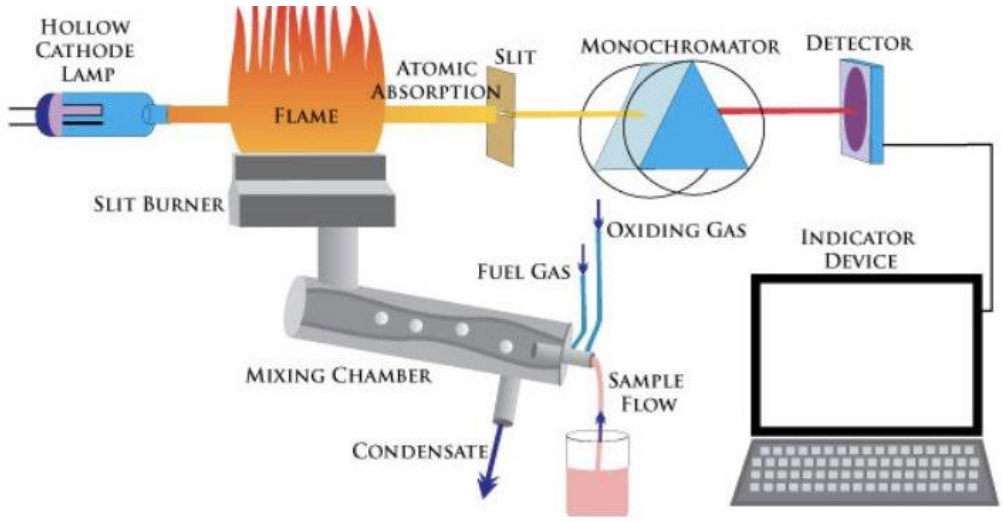
❖ مصدر الضوء(Source of light):

❖ تتم عملية امتصاص الضوء من قبل الذرات عند طول موجة محددة تماما حيث يكون المنابع الضوئية المستخدمة قادرة على إعطاء خط طيفي ذي شدة ضوئية عالية للعنصر المدروس.

❖ منطقة تذرية العينة(Burner for flame): يستعمل اللهب أو فرن غرافيتي.

❖ موحد اللون(Monochromator) : لتحديد موجة الامتصاص الخاصة بالعنصر ومضاعف ضوئي(Photomultiplier).

❖ كاشف لتحويل الضوء إلى خط الكتروني[14].



صورة (II.3): مكونات جهاز الامتصاص الذري[14].

قائمة المراجع:

[1] - باقر جلاب هادي الربيعي، (2021) المعادن الثقيلة وتأثيرها على النبات. الترقيم الدولي ريدمك ج1(978-9922-9402-8-1)، جامعة المثنى –كلية الزراعة. العراق. الطبعة الأولى 2021 الجزء الأول ص 140.

[2]-غنيمي أنيسة، 2020 تحديد بعض المعادن الثقيلة في التربة بطريقة مطيافية الامتصاص الذري SAAلولاية ورقلة وحاسي مسعود، ماستر أكاديمي. جامعة قاصدي مرباح–ورقلة. ص5.

[7] -عصام محمد عبد المنعم أحمد بن إبراهيم التركي، 2012 العناصر الثقيلة مصادرها وأضرارها على البيئة، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية. جامعة القصيم. العراق. ص4.

[13]-طرق التحليل الطيفي تقنية مختبرات كيميائية، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني المملكة العربية السعودية، ص 73.

[14]-زينب سعد اسلام متولي ، استخدام التقنيات النووية والذرية في التحليل العناصري والنظائري، الهيئة العربية للطاقة الذرية تونس 2008.

المراجع الأجنبية:

[3] -Hammadache, Z., Guerrache, S., & Saib, S. (2016). Evaluation Du Transfert Des Métaux Lourds Dans Le Système Sol-Plante (Phragmites austrlis) Dans Le Bassin Versant D'Oued Nil La Région De Jijel.Mémoire de Master. Université M'hamed Bougara, Boumerdes.p3.

[4]-OTMANI Hadjer Epouse SELMANE. (2017).Evaluation de la toxicité de quelques métaux lourds sur le
comportement d'un modèle animal du groupe des
Coelomates (DIPLOM DE Doctorat, UNIVERSITÉBADGI MOKHTAR-ANNABA). Page (7-8).

[5]- Jyothi, N. R. (2020). Heavy metal sources and their effects on human health. Heavy Metals-Their Environmental Impacts and Mitigation. page7.

[6] -Qasim, B. H. (2015). Détermination, spéciation et biodisponibilité des éléments traces métalliques dans les sols contaminés et technosols (Doctoral dissertation, Université d'Orléans). page11-13.

[8] -Sirven, J. B. (2006). Détection de métaux lourds dans les sols par spectroscopie d'émission sur plasma induit par laser (LIBS) (Doctoral dissertation, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I). P39.

[9] -CHAOUCHE, K. (2020). Etude saisonnière de la variation du niveau de contamination des sols dans les régions Sahariennes Algériennes (31-33° N ; 4-9° E) par les polluants chimiques et microbiologiques. « Géo-référencement des teneurs en polluants » (Doctorat dissertation, UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA). page (19-26).

[10]- SORAYA, M. B. (2018). Contribution à l'Etude de la Pollution Métallique du Sol et de la Végétation au Niveau des Décharges publiques non

Contrôlées à Mostaganem (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem).page33-36.

[11] - Sellal, A. H. (2018). Etude de la pollution de Oued K'sob (région de Bordj Bou Arreridj) et de l'effet phyto-accumulateur de Phragmites australis (roseau). Doctorat en Sciences, Université, Ferhat Abbas Sétif 1. Page 20-21.

[12] -Benjamin CUNIASSETara GLASS, 202Métaux lourds, Citepa. Rapport Secten édition, page187.

[15] - Kacimi M. Spectrométrie d'absorption atomique. Université Frères Mentouri Constantine 1 Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire Département Sciences Géologiques.page1.

https://fac.umc.edu.dz/fst/fichiers/Cours%20a%20mettre%20en%20ligne%20Absorption%20atomique%20final%20geo%20m1.pdf.

شوهد يوم 2024/05/11.

الفصل الثالث :

طرق وأدوات الدراسة

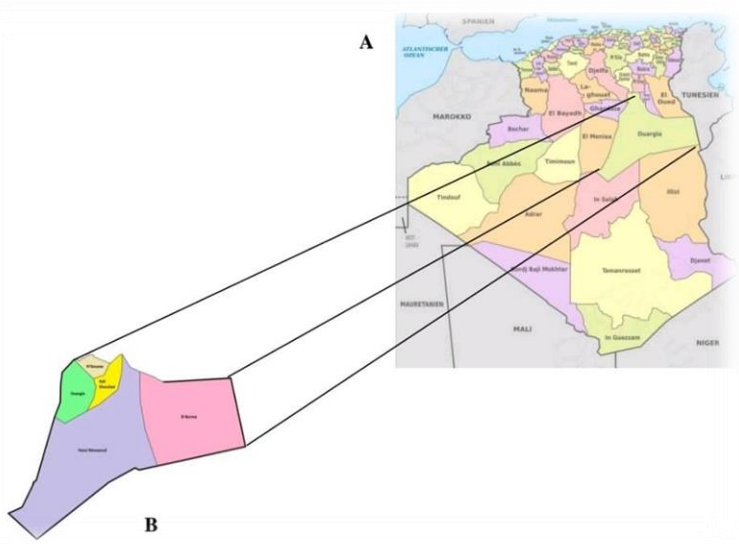
III.1. تقديم منطقة الدراسة:

III-1 تعريف المنطقة:

ولاية ورقلة هي احدى أهم الولايات الجنوب الجزائري لما تحتويه من ثروات هامة، تقع في الجنوب الشرقي من الوطن يبلغ عدد سكانها 382391 نسمة. وتقع مدينة ورقلة تقريباً على شمال خط عرض 32 درجة وشرقاً ب 5 درجات على ارتفاع قدره 135 م على مستوى البحر. تبلغ مساحة ولاية ورقلة حوالي 136787 كم^2.

يحدها: من الشمال: ولايات تقرت، المغير أولاد جلال، الجلفة. ومن الشرق: الجمهورية التونسية.

ومن الغرب: ولاية غرداية، المنيعة والاغواط.



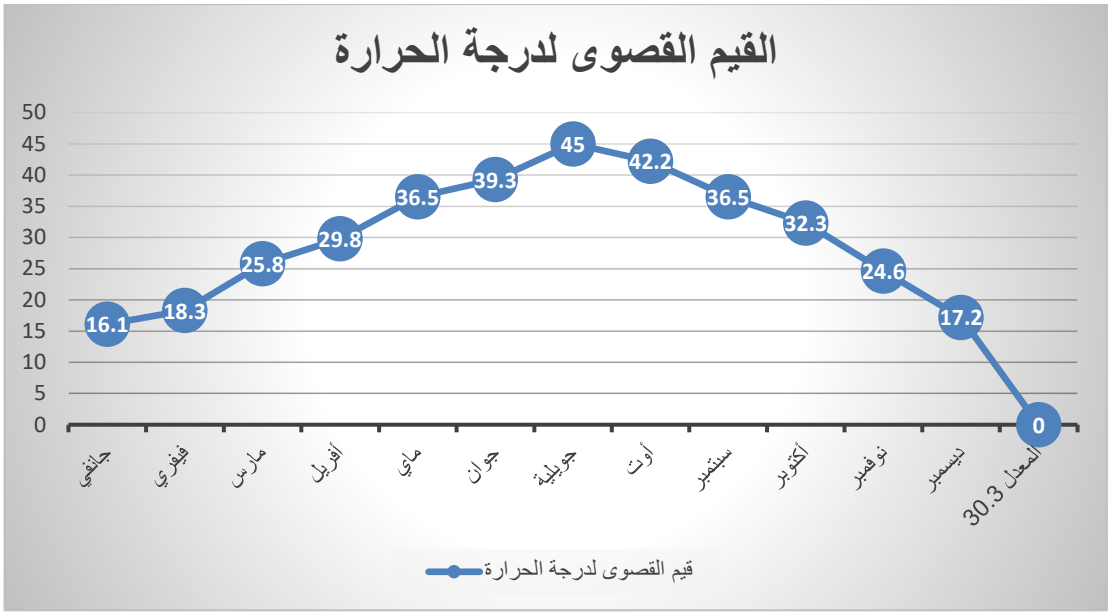
صورة (III.1): موقع الدراسة[2].

III-2 المناخ[3]:

إحصائيات الديوان الوطني للأرصاد الجوية ورقلة(2005).

الجدول (III.1): القيم القصوى لدرجة الحرارة2005.

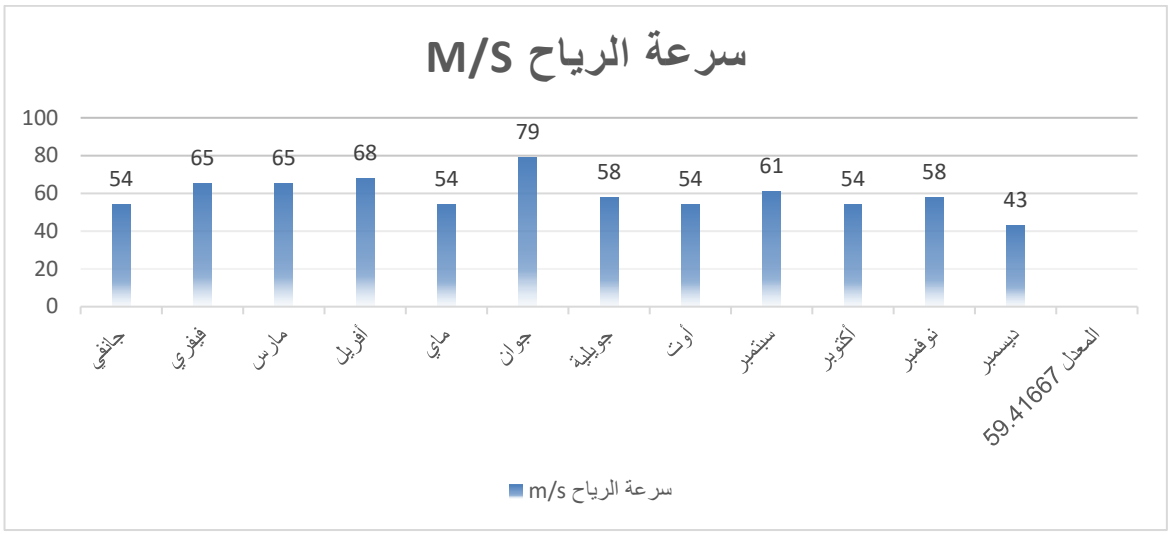
الشهر	قيم القصوى لدرجة الحرارة م
جانفي	16.1
فيفري	18.3
مارس	25.8
أفريل	29.8
ماي	36.5
جوان	39.3
جويلية	45
أوت	42.2
سبتمبر	36.5
أكتوبر	32.3
نوفمبر	24.6
ديسمبر	17.2
المعدل 30.3	



الشكل(III.1): القيم القصوى لدرجات الحرارة2005.

الجدول (III.2): سرعة الرياح2005.

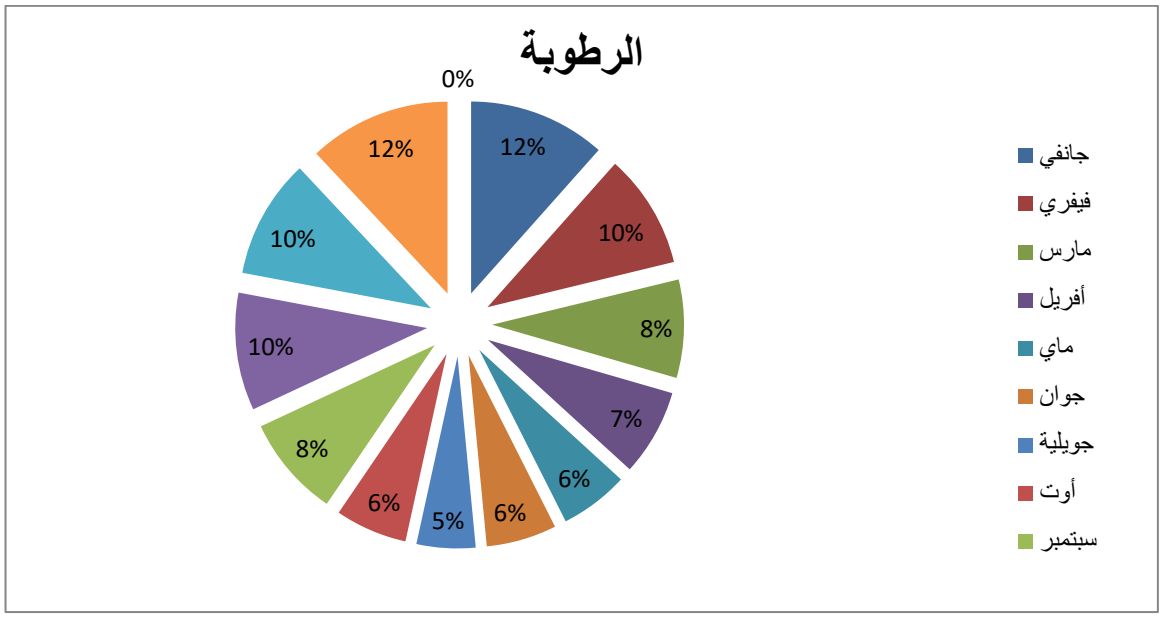
الشهر	سرعة الرياح m/s
جانفي	54
فيفري	65
مارس	65
أفريل	68
ماي	54
جوان	79
جويلية	58
أوت	54
سبتمبر	61
أكتوبر	54
نوفمبر	58
ديسمبر	43
المعدل 59.41667	



الشكل (III.2): سرعة الرياح2005.

الجدول (III.3): القيم القصوى للرطوبة2005.

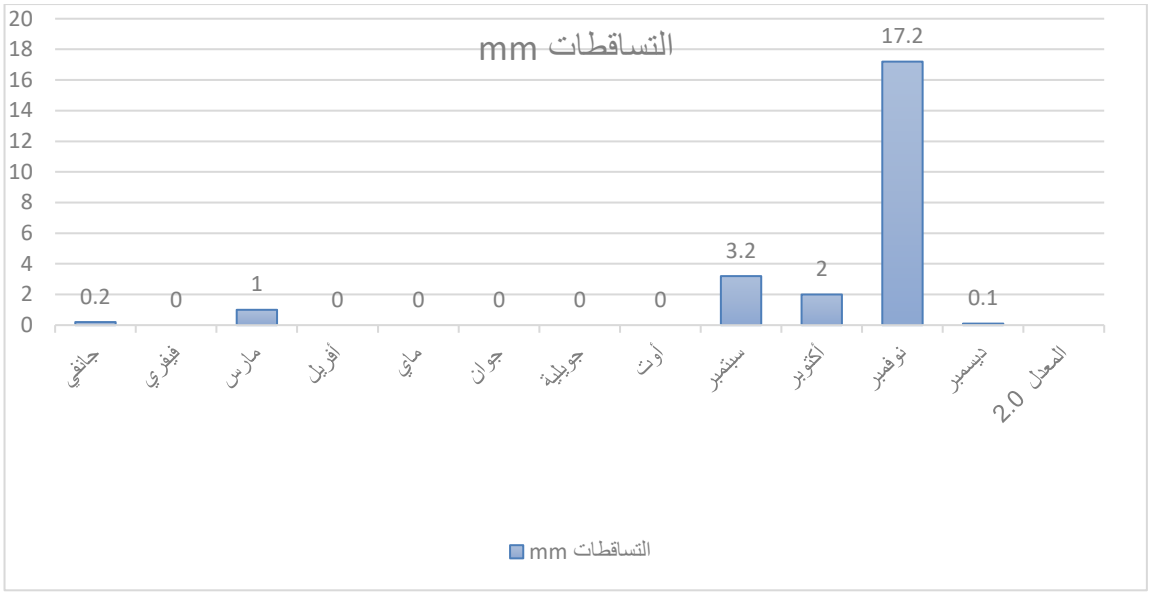
الشهر	الرطوبة
جانفي	84
فيفري	70
مارس	60
أفريل	53
ماي	42
جوان	43
جويلية	36
أوت	44
سبتمبر	62
أكتوبر	72
نوفمبر	73
ديسمبر	87
المعدل 61	



الشكل (III.3): نسبة الرطوبة2005.

الجدول (III.4): معدل التساقطات 2005.

الشهر	التساقطات mm
جانفي	0.2
فيفري	0.0
مارس	1.0
أفريل	0.0
ماي	0.0
جوان	0.0
جويلية	0.0
أوت	0.0
سبتمبر	3.2
أكتوبر	2.0
نوفمبر	17.2
ديسمبر	0.1
المعدل 2.0	



الشكل (III.4): معدل التساقطات 2005.

III.3 مواقع جمع العينات:

قمنا بجمع08عينات من التربة في ولاية ورقلة وبالتحديد في كل من (مدينة حاسي مسعود – مدينة ورقلة)،حيث قمنا بأخذعينتين من مصنع إنتاج البترول بقاسي طويل (حاسي مسعود) وعينتين من مصنع معالجة الغاز بقاسي طويل، وأربع عينات من ولاية ورقلة (محطة الوقود، غسل وتشحيم السيارات، محلات شراء الخردوات، لشركة الجزائرية للإسمنت ورقلة).

الجدول (III.5): إحداثيات مواقع عينات التربة في مدينة ورقلة–حاسي مسعود.

رقم العينة	الشمال(northing)	الشرق (easting)
A	N° 31.916660	E°5.347495
B	N° 31.916323	E° 5.347210
C	N° 31.923877	E° 5.338734
D	N° 31.937613	E° 5.310789
E	N° 30.475100	E°6.479673
F	N° 30.475503	E° 6.477052
G	N° 30.404008	E° 6.546200
H	N° 30.404586	E° 6.545361

حيث تمثل من:

العينةA: محطة الوقود

العينةB:غسل وتشحيم السيارات.

العينةC:محلات شراء الخردوات.

العينةD:الشركة الجزائرية للإسمنت بورقلة

العينة (E الوحدة1) ،(F الوحدة2) : مصنع CPFلمعالجة الغاز بقاسي طويل (حاسي مسعود)

العينة (Gالوحدة1)، (H الوحدة2) : مصنع CPلإنتاج البترول بقاسي طويل (حاسي مسعود)

III.4 طرق الدراسة :

III.4.1. كيفية أخذ العينات:

اختيرت 8 مواقع للنمذجة لجمع العينات التربة السطحية، بعد إزالة الأوراق، الأعشاب والأجسام الغريبة الأخرى.

صورة (III.1): إحدى العينات.

الجدول (III.6): الأدوات والمواد المستعملة.

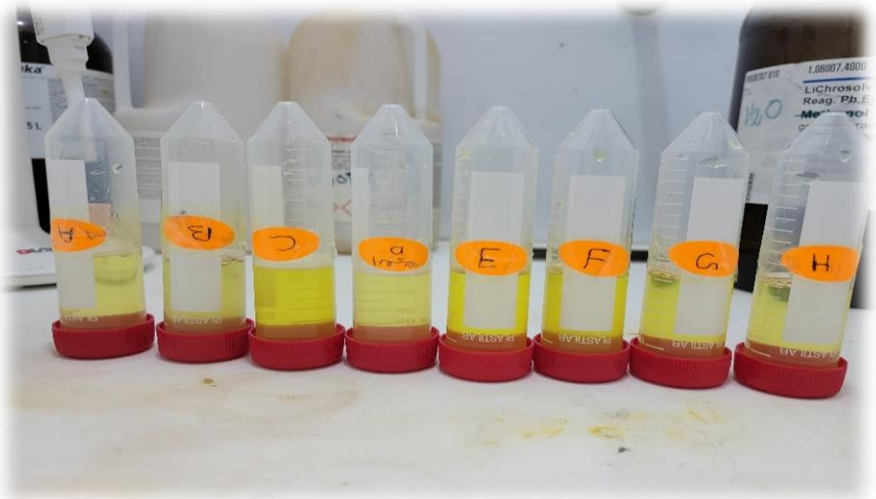
الأدوات المستعملة	المواد المستعملة
أكياس بلاستيكية	محلول حمض النتريك HNO_3
ملعقة	محلول حمض كلوريد HCL
ميزان إلكتروني	ماء مقطر
بيشر	
قمع	
ورق ترشيح	
ماصة عيارية	
إرلينة (**erlenmeyer**)	
اجاصة	
ماصة مدرجة	
مخبار مدرج	
غربال	
سخان كهربائي	
مهراس هاون	

III.2.4. طريقة تحضير العينات في المخبر:

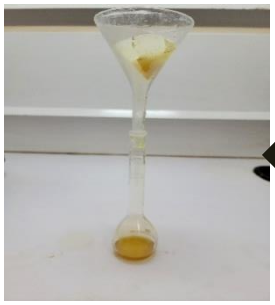
بعد جمع العينات نقوم بتجفيفها في درجة حرارة الغرفة، بعد عملية التجفيف نقوم بطحنها بواسطة مهراس هاون ثم غربلتها بواسطة غربال 1 ما يكرون للتخلص من الشوائب، بعدها نقوم بوزن 2غرام من كل عينة بواسطة ميزان إلكتروني ثم نضعها في دورق مخروطي بعدها نحضر محلول مكون من حمض الكلوريد HCLوحمض النتريك HNO_3 (1:3) على الترتيب.

نسكب 15مل من المحلول المحضر في كل عينة ونضع الدورق على جهاز التسخين في درجة حرارة 120مئوية، بعد مرور ساعتين من التسخين نترك العينات تبرد ثم نقوم بترشيحها بورق الترشيح

45 ما يكرون، ثم نضعها في قارورات بلاستيكية صغيرة مع تسمية كل عينة. ترسل للمختبر لإجراء تحاليل [4].



صورة(8): عينات محضرة.



تجفيف العينات

الغربلة

وزن العينات

-إضافة الماء الملكي

-ترشيح العينات

-التمديد الى 25مل

التحليل بجهاز الامتصاص الذري

الشكل(III.5): مخطط تحضير العينات

III.5. تقييم التلوث البيئي للتربة:

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 أو هو من مصدر طبيعي بحث [5].

III.1.5. عامل التلوث[6]:

ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$CF= (C_m)_{sample} / (C_m)_{Background} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

حيث يمثل: $(Cm)_{sample}$ تركيز عنصر معين من التربة.

$(C_m)_{Background}$ تركيز نفس العنصر في القشرة الأرضية.

ويصنف عامل التلوث إلى أربع حالات على النحو التالي:

الجدول (III.7): أصناف عامل التلوث [6].

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.2.5. عامل الإغناء [4]:

ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$EF= (Cm/C_{Mn})\ sample/\ (Cm/_{Mn})\ Earth's\ crust \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

حيث: $Cm/C_{Mn})\ sample$) هي نسبة تركيز العنصر إلى تركيز المنغنيز في نموذج التربة و $C_m/C_{Mn})\ Earths$ crust) هي نفس النسبة المرجعية في القشرة الأرضية. اختير المنغنيز كعنصر مرجعي لأنه عنصر ثابت ويصنف عامل الإغناء إلى خمس حالات على النحو التالي.

الجدول (III.8) أصناف عامل الإغناء:

الصنف	قيمة عامل الإغناء	تصنيف جودة التربة
01	EF<1	**أدنى إغناء**
02	1<EF<3	**إغناء معتدل**
03	5<EF<20	**إغناء كبير**
04	20≤EF<40	**إغناء عالي جدا**
05	EF≥40	**إغناء عالي للغاية**

III.3.5. مؤشر حمل التلوث الأحادي(PI) [7] :

يعتبر مؤشر التلوث الأحادي (Pi) ضروريا لحساب المؤشرات المعقدة مثل مؤشر حمولة التلوث PLI

ويتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

PLI=Cn/GB *********3

إذ أن:

Cn : محتوى المعادن الثقيلة في التربة

GB : قيمة الخلفية الجغرافية للعنصر في التربة البكر.

ويصنف مؤشر التلوث الفردي PIإلى ثلاث حالات:

الجدول (III.9): أصناف مؤشر التلوث الفردي PI[7].

الصنف	قيمة مؤشر التلوث الأحادي	مستويات التلوث
0	PI≤1	تلوث منخفض
1	1<PI≤3	تلوث معتدل
2	PI> 3	تلوث عالي

III.4.5 مؤشر حمولة التلوثPLI :

ولحساب مؤشر حمل التلوث PLI في التربة نستخدم المعادلة رقم(4):

$$PLI=(Pl_1+Pl_2+Pl_3+Pl_4+Pl_5+....Pl_n)1/n \qquad **********(4)$$

حيثn: تمثل عدد العناصر الثقيلة المدروسة.

وصنفت حالات مؤشر حمولة الملوثات حسب الستة مستويات جاءت على الشكل التالي:

الجدول (III.10): أصناف حمولة التلوث[7].

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

قائمة المراجع:

[1] –مديرية التجارة وترقية الصادرات لولاية ورقلة 2023.

.https://www.dcommerce-ouargla.dz/ar/exe2.php?art=wilaya

شوهد يوم 2024/04/25.

[2]– ويكيبيديا

https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%88%D9%84%D8%A7%D9%8

.A%D8%A9_%D9%88%D8%B1%D9%82%D9%84%D8%A9

شوهد يوم 2024/05/20

[3]–الديوان الوطني للأرصاد الجوية ورقلة إحصائيات 2005.

[4] –محمود فاضل عبد، 2017 حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، مجلة جامعة كركوك كلية العلوم، المجل د12، ال عدد3، العراق. ص6-7.

[5] –بن عرابي عبد الكريم2023 .المساهمة في دراسة بعض مؤشرات التلوث البيئي للمنطقة الصناعية بتقرت(جنوب شرق الجزائرDoctoral dissertation) ،جامعة قاصدي مرباح ورقلة. ص56.

[6] –الشمري، احمد غازي عطية، الجميلي محمود فاضل عبد. (2024). تقييم الخطر البيئي ومؤشرات التلوث بالعناصر الثقيلة لنماذج الغبار في مستشفيي بيجي وصلاح الدين العام في محافظة صلاح الدين، العراق .المجلة العراقية الوطنية لعلوم الارض44-17 .(1)24 ., ص22.

[7]-منصور عويدات سالم علي عمران الزرقة، 2022 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 والعزيزية، مجلة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية المجلد 21 العدد1. ص 64-65.

الفصل الرابع:

النتائج والمناقشة.

IV.1. نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في التربة:

من خلال مقارنة نتائج قيم تراكيز المعادن الثقيلة والمتمثلة في العناصر التالية

(الكادميوم، النحاس، المنغنيز، الرصاص، الزنك، النيكل، الزئبق). لمناطق الدراسة بالقيم الحدية المسموح بها وطنيا وهذا اعتمادا على الجدول المدون في الجريدة الرسمية ضمن المرسوم التنفيذي الصادر بتاريخ 15 أفريل 2006 الجدول رقم (**IV.3**) حيث كان معدل تركيز كل من Cd و Ni أقل من واحد 0.060 مغ/ل و 0.685 مغ/ل على الترتيب في حين معدل تركيز باقي العناصر Cu، Mn، Pb، Zn كانت أكبر من الواحد 1.568، 2.907، 68.502، 6.693 مغ/ل مما يدل على وجود تلوث في مناطق الدراسة H – A كون هذه الأخيرة تفوق القيم المسموح بها وطنيا.

كما سبق الذكر من أجل تحديد نوع التلوث يمكننا الاستعانة ببعض المؤشرات التلوث البيئي كمعامل التلوث **CF**و عامل الاغناء **EF** و مؤشر حمولة التلوث الأحادي **PI** و مؤشر حمولة التلوث **PLI** التي من شأنها تحدد لنا طبيعة المنشأ صناعي (بشري) كان أو طبيعي.

الجدول(IV.1):تراكيز العناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

Ug/l	mg/l						الوحدة
Hg	Ni	Zn	Pb	Mn	Cu	Cd	العنصر الموقع
46.98	4.752	21.42	13.47	11.13	1.19	0.41	A
153.8	1.953	44.39	0.358	8.776	21.29	0.398	B
50.14	10.93	82.68	4144	31.54	80.7	0.696	C
26.61	2.97	27.06	311	17.9	6.079	0.449	D
999.2	9.565	89.2	142.4	51.06	2.918	0.462	E
1004	16.26	174.3	564.6	73.51	5.949	1.038	F
648.2	4.804	68.53	265.5	23.77	6.371	0.442	G
184.8	3.587	27.93	38.86	14.95	0.965	0.554	H

الجدول (IV.2):القيم الحدية للعناصر للمقارنة بوحدة mg/kg.

العنصر	Mn	Pb	Cu	Zn	Ni	Cd
تركيز المعادن الثقيلة في القشرة الأرضية (مع/كغ)	900*	14*	55*	70*	20*	**0.1****
قيمة حد العتبة مع/كغ	1***	0.5***	1***	2***	2***	**0.1*****
AFNOR		100[a]	100[a]	300[a]	50[a]	**2[a]**

جدول (IV.3): القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر

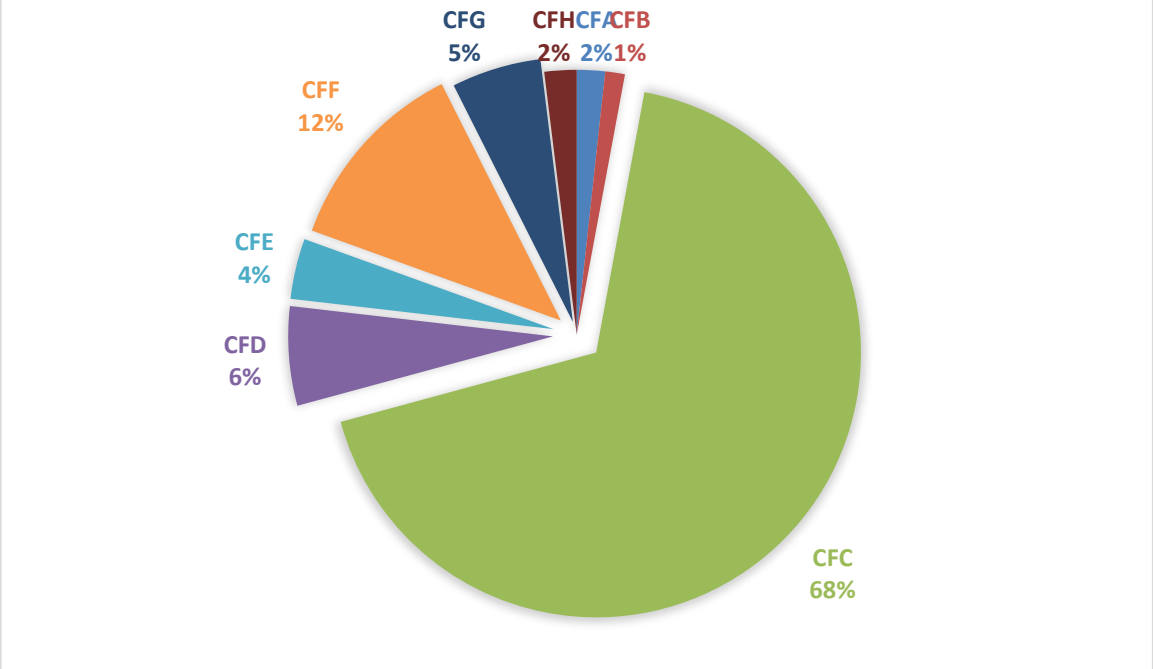
العنصر	القيم الحدية القصوى مع/كغ
ألمنيوم	5
الكاديوم	0.1
الكروم ثلاثي التكافؤ	2
الكروم سداسي التكافؤ	0.1
النحاس	1
الكوبالت	2
الحديد	1
الزئبق	0.01
المنغنيز	1
النيكل	2
الرصاص	0.5
الزنك	2

IV.2.1. نتائج عامل التلوث (CF):

يستخدم عامل التلوث على نطاق واسع لرصد مدى التلوث بالعناصر 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 [5]، من خلال النتائج المدونة في الجدول (IV.5) يتبين لنا أن أكبر قيمة CF للعينات المدروسة حدد بقيمة 5.103 وهذا للعينة C في حين كانت باقي العينات الأخرى بمعدلات أقل من الواحد بين 0.091 و0.901 ومن هنا جاء ترتيب تلوث المناطق المدروسة على النحو التالي:

$$CF_c<CF_f<CF_d<CF_g<CF_e<CF_h<CF_a<CF_b$$

في المقابل هذا الترتيب يتماشى وطبيعة الأنشطة الصناعية المتواجدة في هذه المناطق الصناعية.



الشكل (IV.1):تمثيل بياني يوضح نسب عامل التلوث CF في مناطق الدراسة.

جدول (IV.4): قيم عامل التلوث للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

	المعادن الثقيلة					
الموقع	Cd	Cu	Mn	Pb	Zn	Ni
A	0.410	0.002	0.001	0.100	0.031	0.240
B	0.398	0.038	0.001	0.003	0.100	0.010
C	0.696	0.146	0.004	29.600	0.118	0.054
D	0.449	0.011	0.002	2.221	0.040	0.015
E	0.462	0.005	0.006	1.020	0.127	0.050
F	1.038	0.012	0.010	4.032	0.250	0.100
G	0.442	0.011	0.003	1.896	0.100	0.024
H	0.554	0.002	0.002	0.277	0.040	0.018

جدول (IV.5): قيم ومدى ومعدل عامل التلوثCF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

العينة	المدى	المعدل	تصنيف التربة
A	0.409	0.131	عامل تلوث منخفض
B	0.397	0.091	عامل تلوث منخفض
C	29.596	5.103	عامل تلوث كبير
D	2.219	0.456	عامل تلوث منخفض
E	1.015	0.278	عامل تلوث منخفض
F	4.022	0.907	عامل تلوث منخفض
G	1.893	0.412	عامل تلوث منخفض
H	0.552	0.148	عامل تلوث منخفض

IV.3.1. نتائج عامل الإغناء:

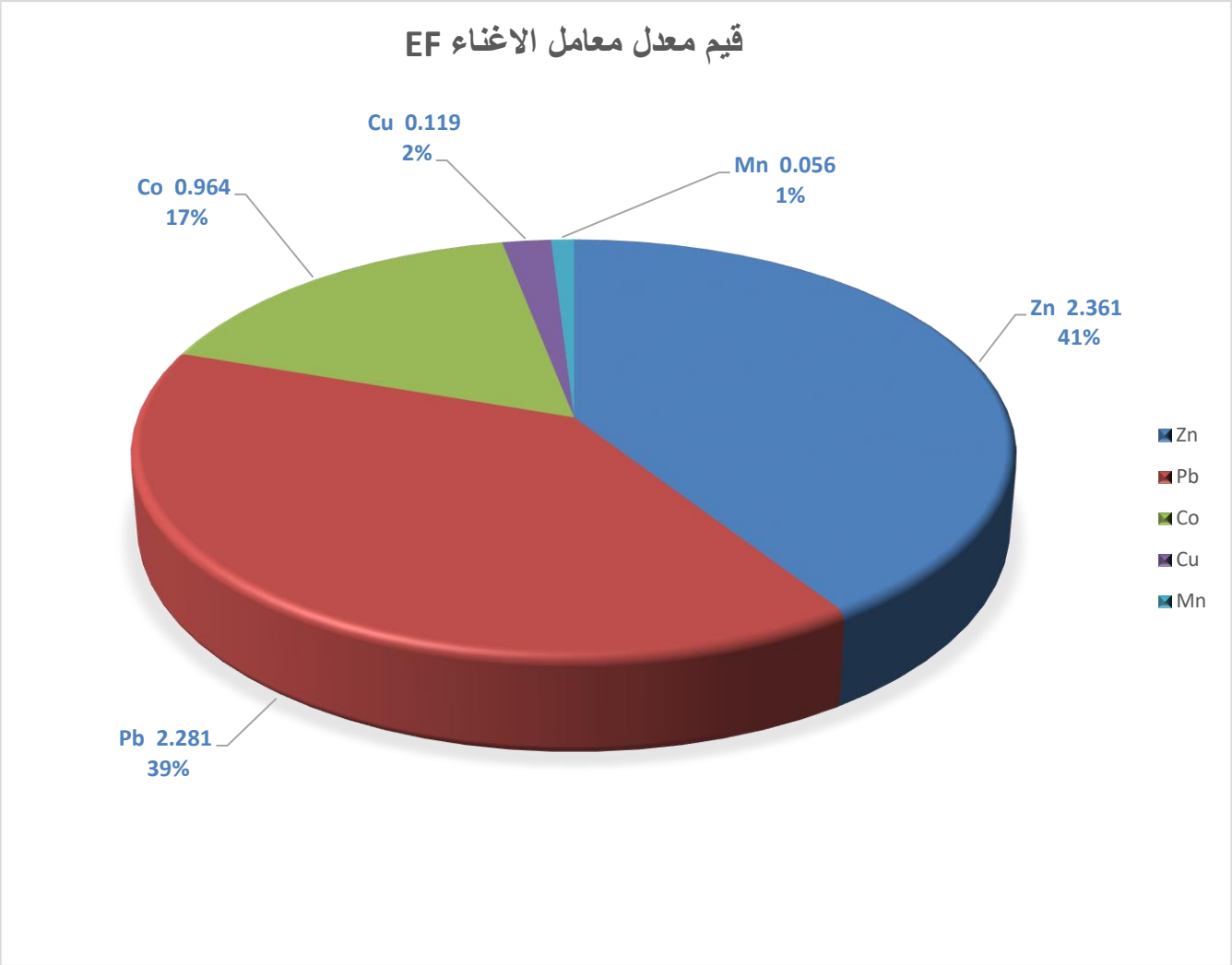
يستخدم عامل الاغناء لتقييم مدى وجود وشدة ترسب الملوثات بشرية المنشأ على التربة السطحية، إضافة الى إمكانية استخدامه لتحديد المنشأ المحتمل للمعادن الثقيلة [6]كما أن عامل الاغناء طريقة مناسبة للتمييز بين مصادر وفرة المعادن الثقيلة في التربة سواء كانت مصادرها طبيعية أو بشرية [7].

تشير قيم عامل الاغناء EF التي تتراوح بين 0.05 – 1.5 الى وجود المعادن الثقيلة نتيجة للعمليات الطبيعية الجيولوجية في الغالب، بينما اذا كانت قيم هذا الأخير تفوق 1.5 فيكون المصدر المحتمل للمعادن الثقيلة بفعل التأثيرات البشرية المختلفة. تم حساب عامل إغناء المعادن الثقيلة المدروسة وتم اختيار Mn كمعدن مرجعي[1] .

من خلال الجدول رقم (IV.7) نلاحظ أن قيم معدل EF تتراوح بين 0.054 كعتبة حدية دنى بنسبة لعنصر Cd في حين كانت العتبة الحدية القصوى 37.932 بنسبة لعنصر Zn، وكان لكل من العناصر الأخرى Cu، Ni، Pb القيم التالية 29.804، 10.837، 7.586 على الترتيب ومن هنا يمكننا اعتماد الترتيب الموالي:

$EF_{Zn} < EF_{Cu} < EF_{Ni} < EF_{Pb} < EF_{Cd}$ بمقارنة هذه القيم بما يقابلها في تصنيف جودة التربة من الجدول (III.8) نجد أن القيم $EF<1$ مما يدل على أن عامل اغناء ضعيف أي ضمن فئة الاغناء غير ملوث . وبالمقابل EF لكل من عنصر النحاس والرصاص الزنك والنيكل أكبر من الواحد أي تصنف ضمن فئة الاغناء الكبير الى اغناء عالي جدا مما يرجح أن يكون هذا التلوث نتيجة للأنشطة الصناعية بنسبة كبيرة بإضافة الى بعض المدخلات الطبيعية الأخرى.

وبالنظر الى عموم النتائج المسجلة يمكن القول بان التربة السطحية لمناطق الدراسة ملوثة بالعناصر الثقيلة ذات المنشأ الصناعي وهذا استنادا لتصنيف المذكور في الجدول (10).



الشكل رقم (IV.2): تمثيل بياني لقيم معدل عامل الاغناء EF للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

جدول (IV.6): قيم عامل الإغناء للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

	المعادن الثقيلة				
الموقع	Cd	Cu	Pb	Zn	Ni
A	0.090	49.416	12.579	62.893	17.969
B	0.114	62.671	15.953	79.763	22.789
C	0.032	14.438	4.439	22.194	06.341
D	0.056	30.726	7.821	39.106	11.173
E	0.020	10.772	2.742	13.709	03.917
F	0.014	7.482	1.905	09.523	02.721
G	0.042	23.138	5.890	29.449	08.414
H	0.067	36.789	9.365	46.823	13.378

جدول(IV.7): قيم مدى ومعدل عامل الإغناء EF للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

العنصر	قيمة عامل الإغناءEF		تصنيف جودة التربة
	المدى	المعدل	
Cd	0.1	0.054	إغناء ضعيف
Cu	55.19	29.804	إغناء عالي جدا
Pb	14.048	07.586	إغناء كبير
Zn	70.24	37.932	إغناء عالي جدا
Ni	15.248	10.837	إغناء كبير

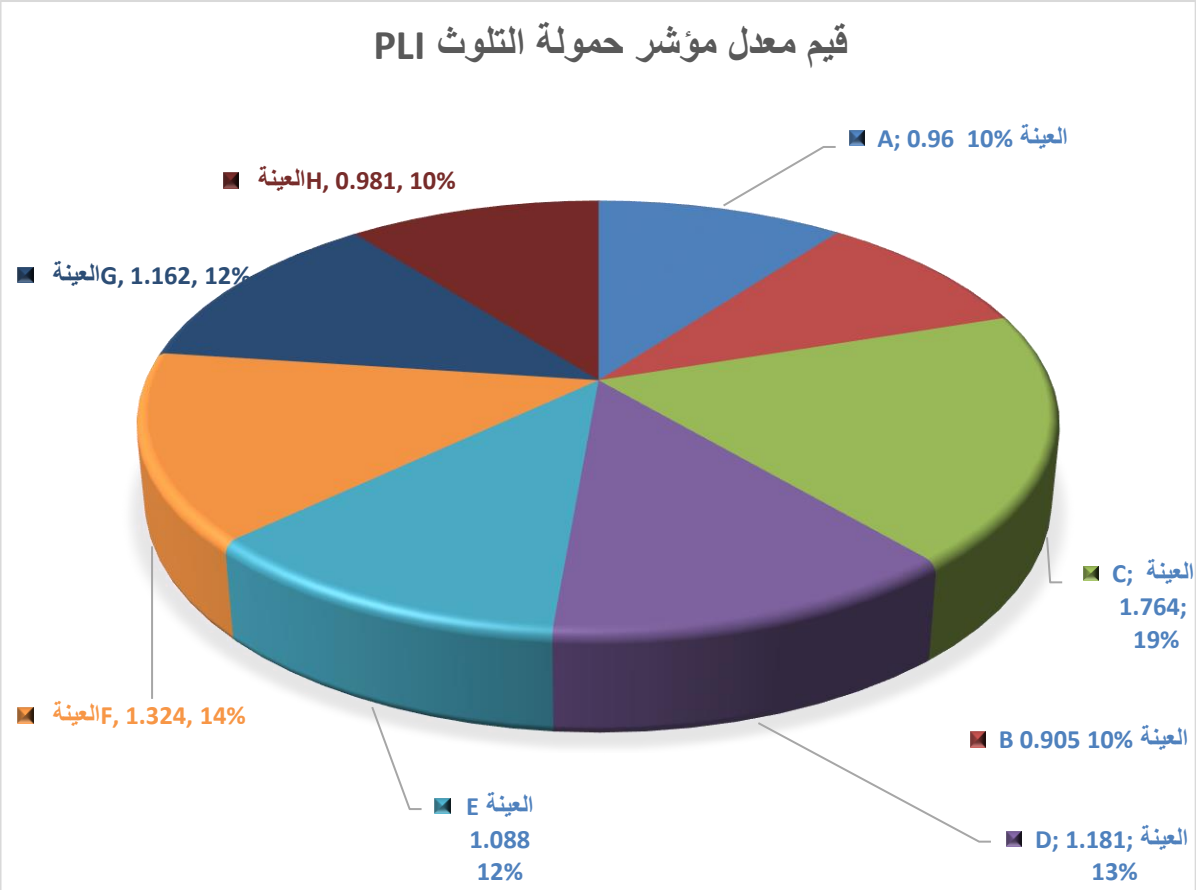
IV.4.1 نتائج مؤشر التلوث:

غالبًا ما يتم استخدام مؤشر التلوث لتقييم حالة التلوث بالمعادن الثقيلة على وجه العموم ويتم استخدام مؤشر التلوث الأحادي [8].

من خلال النتائج المسجلة لمؤشر حمولة التلوث PLI في الجدول (IV.8) والتي كانت ضمن المجال 0.90 – 1.764 وهو مجال متباين بين الصنف الأول أي أقل من الواحد فيما يخص العينات A ،B ،H والصنف الثاني التي تفوق الواحد بالنسبة للعينات C، D، E، F، G يمكننا ترتيب هذا المؤشر على النحو الاتي

$$PLI_{C} < PLI_{F} < PLI_{D} < PLI_{G} < PLI_{E} < PLI_{H} < PLI_{A} < PLI_{B}$$

باعتماد على هذا الترتيب وبالنظر الى التصنيف المدرج في الجدول (III.10) يمكن قول بأن هناك تلوث معتدل من الراجح أن يكون من منشأ طبيعي، غير أن على العموم وجود بعض المعادن الثقيلة في عينات التربة يشير إلى وجود تلوث بيئي.



الشكل رقم (IV.3): تمثيل بياني لقيم مؤشر حمولة التلوثPLI للعناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

جدول (IV.8): قيم مؤشر حمولة التلوث للمعادن الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

PLI	CF_{Ni}	CF_{Zn}	CF_{Pb}	CF_{Mn}	CF_{Cu}	CF_{Cd}	
0.960	0.240	0.031	0.100	0.001	0.002	0.410	**A**
0.905	0.010	0.100	0.003	0.001	0.038	0.398	**B**
1.764	0.054	0.118	29.600	0.004	0.146	0.696	**C**
1.181	0.015	0.040	2.221	0.002	0.011	0.449	**D**
1.088	0.050	0.127	1.020	0.006	0.005	0.462	**E**
1.324	0.100	0.250	4.032	0.010	0.012	1.038	**F**
1.162	0.024	0.100	1.896	0.003	0.011	0.442	**G**
0.981	0.018	0.040	0.277	0.002	0.002	0.554	**H**

خلاصة عامة:

تهدف درستنا هذه الى تقييم مستوى تركيز العناصر الثقيلة وكذا معرفة جودة التربة السطحية لبعض المناطق الصناعية وهذا باعتماد على بعض المؤشرات البيئية التي من شأنها تحديد وجود تلوث للتربة من عدمه بإضافة الى معرفة طبيعة هذا التلوث أي من منشأ طبيعي جراء المدخلات الجيولوجية أو منشأ بشري جراء الأنشطة الصناعية المختلفة.

بالنظر الى النتائج المتحصل عليها لتراكيز المعادن الثقيلة يمكننا القول بأن هناك تلوث للتربة مقارنة بالقيم الحدية المسموح بها وطنيا الجدول رقم (15). اين سجلت قيم في مجملها أكبر بكثير من قيم العتبة الحدية على غرار قيم معدن الرصاص والزنك والزئبق والمنغنيز.

بالمقابل نجد هناك تباين في نتائج مؤشرات التلوث البيئي كعامل التلوث (CF) أين أشارت نتائجه الى وجود تلوث في المستويات المنخفضة في حين جاءت نتائج معامل الاغناء (EF) ضمن فئة التلوث الكبير لعموم المعادن الثقيلة المدروسة في حين حددت قيم مؤشر التلوث الأحادي (PI) ومؤشر حمولة التلوث (PLI) ضمن أصناف التلوث المعتدل.

أثبتت العديد من الدراسات أنه ليس هناك طريقة منهجية أو حسابية لتوزيع العناصر الثقيلة في التربة، ومن هنا خلصنا في بحثنا هذا أن عينات التربة المدروسة ملوثة وعلى الراجح أن لصناعة والعامل البشري تأثير في زيادة تراكيز المعادن الثقيلة بإضافة الى التلوث طبيعي المنشأ.

آفاق مستقبلية:

- ❖ الالتزام بالقوانين واللوائح والأنظمة الخاصة بإدارة المخلفات والتعامل معها.

- ❖ العمل على إنشاء مراصد بيئية تشمل جميع المدن لمتابعة التطورات البيئية بها.
- ❖ العمل على اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة التلوث الحاصل حليا وإمكانية تقليله.
- ❖ انشاء قاعدة بيانات إحصائية للملوثات البيئية حسب طبيعة كل منشأة.

قائمة المراجع:

[1] -محمود فاضل عبد، 2017 حساب مؤشرات التلوث والمخاطر الصحية للعناصر الثقيلة في التربة السطحية لمدينة تكريت، مجلة جامعة كركوك كلية العلوم، المجلد 12، ال عدد3، العراق. ص11.

[5]- منصور عويدات سالم علي عمران الزرقة واخرون، 2022تقييم الأثار البيئية الناتجة عن انتشارا الأنشطة الصناعية المختلفة ومحطات الوقود بالمنطقة الشمالية الغربية للساحل الممتدة من تاجوراء شرقا حتى الماية غربا وجنوبا حتى قصر بن غشير والعزيزية، مجلة جامعة سبها العلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 02 العدد 01.ص 64.

[8]-بن عرابي عبد الكريم2023. المساهمة في دراسة بعض مؤشرات التلوث البيئي للمنطقة الصناعية بتقرت) جنوب شرق الجزائرDoctoral dissertation) ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. ص58.

المراجع الأجنبية:

[2] -CHAOUCHE، K. (2020). Etude saisonnière de la variation du niveau de contamination des sols dans les régions Sahariennes Algériennes (31-33° N ; 4-9° E) par les polluants chimiques et microbiologiques. « Géo-référencement des teneurs en polluants › › (Doctorat dissertation, UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA). Page17.

[3]- Journal officiel de la republique algerienne n° 26, 24 rabie el aouel 1427, 23 avril 2006.

[4] -Baize, 1985Examen critique des valeurs limites «sols» de la

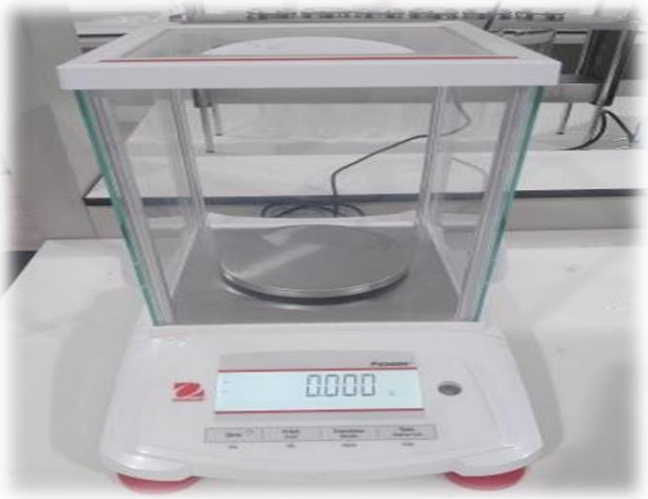
Réglementationfrançaise, La norme AFNOR U 44-041 et ses origines, les éléments traces métallques dans les sols contamination en relation avec certaines pratiques agricoles.Page140.

[6]-Adamu, S.; M. Ayuba; A.Murtala, andL. A. Uriah, 2014. Assessment of po-Tentially toxic metals in soil and sedi-Ments of the Keana Brinefield in theMiddle Benue Trough, North centralNigeria. American Journal of Envi-Ronmental Protection.page 80.

[7]- 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.

الملاحق

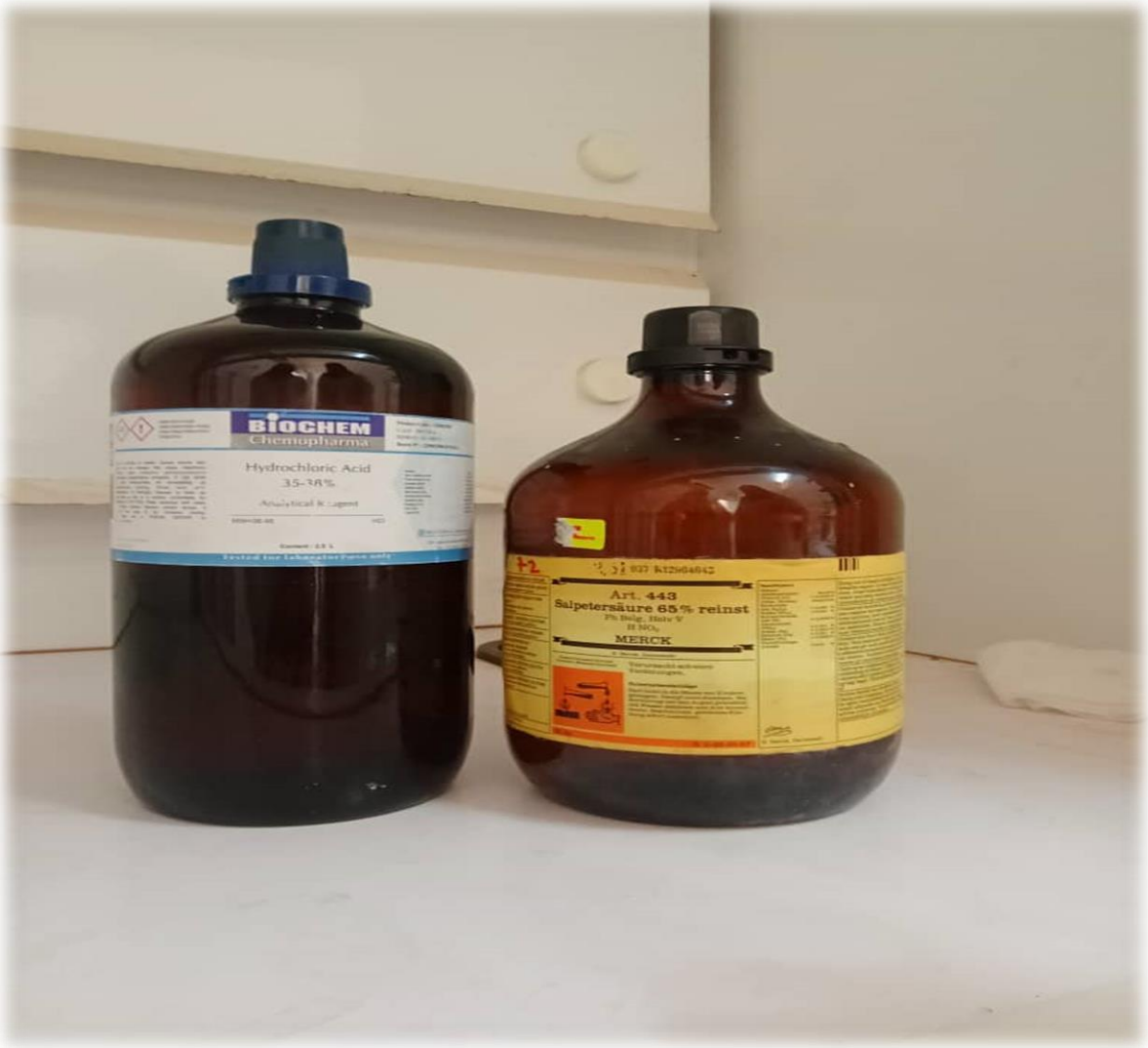
جهاز saa



ميزان إلكتروني

منخل التدرج الحبيبي

المحاليل المستعملة:



$HCL+HNO_3$

الجدول(IV.1):تراكيز العناصر الثقيلة في تربة منطقة الدراسة.

الوحدة	mg/l						Ug/l
العنصر الموقع	Cd	Cu	Mn	Pb	Zn	Ni	Hg
A	0.41	1.19	11.13	13.47	21.42	4.752	46.98
B	0.398	21.29	8.776	0.358	44.39	1.953	153.8
C	0.696	80.7	31.54	4144	82.68	10.93	50.14
D	0.449	6.079	17.9	311	27.06	2.97	26.61
E	0.462	2.918	51.06	142.4	89.2	9.565	999.2
F	1.038	5.949	73.51	564.6	174.3	16.26	1004
G	0.442	6.371	23.77	265.5	68.53	4.804	648.2
H	0.554	0.965	14.95	38.86	27.93	3.587	184.8

الجدول (III.5): إحداثيات مواقع عينات التربة في مدينة ورقلة–حاسي مسعود.

رقم العينة	الشمال(northing)	الشرق (easting)
A	N° 31.916660	E°5.347495
B	N° 31.916323	E° 5.347210
C	N° 31.923877	E° 5.338734
D	N° 31.937613	E° 5.310789
E	N° 30.475100	E°6.479673
F	N° 30.475503	E° 6.477052
G	N° 30.404008	E° 6.546200
H	N° 30.404586	E° 6.545361

الجدول (IV.2):القيم الحدية للعناصر للمقارنة بوحدة mg/kg. (منظمة الصحة العالمية، AFNOR).

العنصر	Mn	Pb	Cu	Zn	Ni	Cd
قيمة حد العتبة مع/كغ (منظمة الصحة العالمية)	1***	0.5***	1***	2***	2***	**0.1*****
AFNOR		100[a]	100[a]	300[a]	50[a]	**2[a]**

جدول (IV.3): القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر

العنصر	القيم الحدية القصوى مع/كغ
ألمنيوم	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