الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية التكنولوجيا
قسم هندسة الطرائق والبتروكيمياء

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: العلوم والتكنولوجيا

شعبة: صناعات بتروكيميائية

تخصص: هندسة بتروكيميائية

من إعداد الطلبة:

بن ياية لبنى

قسوم نور اليقين

الموضـــــــــــــــوع

ابتكار محفز محلي مستدام عالي الكفاءة لتنقية مياه الصرف البترولية

نوقشت يوم 28/ 05 /2025

أمام لجنة المناقشة:

زغود العيد	رئيسا	جامعة الوادي
حمزة ليلى	مناقشا	جامعة الوادي
منصر سهيلة	مشرفا	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2025/2024

شكروتقدير

الشكر والثناء أولاً وأخيراً لله سبحانه وتعالى، الذي وفقنا وأمدّنا بالقوة والعزيمة لإتمام هذا العمل، والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات.

نتقدم بجزيل الشكر وخالص التقدير إلى الأستاذة الدكتورة منصر سهيلة المشرفة على هذا العمل لما قدمته كما نعبّر عن شكرنا للدكتورة وردة بن علي على مساهماتها كما لا يفوتنا أيضاً أن نتوجه بالشكر إلى مؤسسة تصفية المياه المستعملة رقم1 بكونيين ومؤسسة تصفية المياه المستعملة رقم1 بولاية تقرت لما وفرتاه من ظروف ملائمة، وتأطير متميز خلال فترة التربص.

إهداء

يرفع الله الذين آمنوا والذين أتوا العلم درجات

أشكر الله عز وجل الذي وفقني في مسيرتي الدراسية وأدام عليا بالصحة والجهد لإتمام هذه النجاحات والوصول إلى هذه المرتبة فالحمد والشكر لله ربي العالمين

أبي الغالي إسماعيل كنت سندا في الحياة ولم تبخل عليا بالدعم المادي والمعنوي وعلمتني أن الدنيا سلاحها العلم والمعرفة وأن الإجتهاد أساس النجاح

إلى التي حملتني وربتني وكللتني بالرضا ودعواتها في كل صلاة حبيبتي الحنونة سعاد كانت تفتخر بي في كل مكان

والديا الغاليين هاأنا إبنتكم الكبرى في مسيرة نجاحها تفتخر بكم وتحمد الله على هذه النعمة أهديكم كل هذا النجاح

أخواتي أشكركم على رفع المعنويات والكلام الطيب والحنية أخي الغالي رستم محمد الأمين الذي لم يبخل عليا عندما أحتاجه لإعداد هذه المذكرة.

نور اليقين

إهداء

أحمد الله عز وجل على منه وعونه لإتمام هذا البحث

إلى الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له أماله

إلى من كان يدفعني نحو الأمام لنيل المبتغى

إلى الذي سهر على تعليمي بتضحياته

إلى مدرستي الأولى في الحياة... **أبي الغالي**

إلى التي وهبت فلذة كبدها كل العطاء والحنان

إلى ينبوع الصبر والتفائل والامل

إلى حكمتي وعلمي... **أمي الحبيبة**

إلى سندي وقوتي

إلى من أظهرو لي ما هو أجمل من الحياة

اخوتي

إلى من كانوا ملاذي وملجئي.... **عائلتي**

إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات ... **صديقاتي**

بن باية لبنى

فهرس المحتويات

شكر وتقدير.....

إهداء .....

إهداء .....

فهرس المحتويات ..... **I**

قائمة الجداول:..... **IV**

قائمة الأشكال:..... **V**

قائمة الصور:..... **VI**

قائمة المختصرات:..... **VII**

الملخص..... **X**

مقدمــة..... **1**

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول تلوث المياه

I-1- تلوث المياه..... 5

I-2- ملوثات المياه واثارها على صحة الانسان:..... 5

I -3 - أنواع تلوث المياه..... 6

I-4 -المياه المنتجة من حقول النفط..... 6

I- 5 -انواع المياه الملوثة من حقول النفط..... 7

I-6 -تأثير الهيدروكربونات على الماء..... 8

I -6-1-الزيت غير قابل للذوبان:..... 8

I-6-1-المواد القابلة للذوبان البارافينات الخفيفة:..... 8

I-6-3-مواد غير قابلة للذوبان غير الترسيب(المستحلب): 8

I-7-مكونات مياه الصرف البترولي: 8

I-8-العوامل المؤثرة على تلوث مياه الصرف البترولي:..... 8

I-8-1-العوامل الحسية:..... 8

I-8-2-العوامل الفيزيائية:..... 9

I-8-3-العوامل الكيميائية:..... 10

I-8-3-1-الهيدروكربونات (HC):..... 10
I-8-3-2- الطلب الحيوي للأوكسجين (DBO5):..... 10
I-8-3-3- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO):..... 10
I-8-3-4-المعادن الثقيلة:..... 11
I-8-3-5-النيتروجين:..... 11
I-8-3-6-الفوسفور:..... 12
I-9- معايير إختيار طريقة معالجة مياه الصرف البترولي:..... 12

الفصل الثاني: تقنيات معالجة مياه الصرف البترولي.

تمهيد:..... 14
II-1- أساليب معالجة مياه الصرف البترولي..... 14
II-2- تقنيات المعالجة الفيزيائية والميكانيكية..... 14
II-2-1-الترسيب:..... 14
II-2-2-التنظيف الذاتي انظمة الترشيح بالطرد المركزي:..... 15
II-2-3-نظام التخثير الكهربائي:..... 15
II-2-4-إزالة الزيوت والشحوم:..... 16
II-3- طرق المعالجة الكيميائية..... 16
II-3-1-الإمتزاز:..... 16
II-3-2-الاكسدة المتقدمة:..... 17
II-3-3-التخثر :..... 17
II-3-4-التعويم بالهواء المنحل:..... 18
II-4- المعالجة البيولوجية..... 18
II-4-1-المعالجة الهوائية:..... 19
II-4-2-المعالجة اللاهوائية:..... 19
II-5- التقنيات الحديثة لمعالجةالمياه الصرف البترولي..... 19
II-5-1-المعالجة بالأغشية:..... 19
II-5-2-التناظح العكسي:..... 19
II-5-3-الترشيح الفائق:..... 20

II-5-4-الترشيح النانوي:..... 20

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: الطرق والتحاليل

III-1- تحضير العينة..... 24
1- تعريفات حول تقنيات وطرق التحليل:..... 24
2- الأدوات والمواد المستعملة:..... 25
3- طريقة التحضير:..... 25
4-مرحلة المعالجة والتنقية الماء البترولي:..... 27
III -2-:التحاليل الفيزيوئية الكيميائية..... 29
1-10-تحليل المعادن الثقيلة والهيدرو كربونات للمياه قبل وبعد المعالجة:..... 38

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة

IV-1-مطياف فورييه للأشعة تحت الحمراء (FTIR):..... 40
IV-2- الأشعة السينية الفلوريةXRF:..... 41
IV-3- تأثير قياس درجة الحرارة (T°) وقيمةPH:..... 42
IV-4- الناقلية (CE)..... 43
IV-5- كمية الأوكسجين المنحل(O_{2diss}):..... 44
IV-6-المواد العالقة(MES) :..... 45
IV-7-الطلب الكيميائي والحيوي الأوكسجين (DCO وDBO_5):..... 46
IV-8- الأملاح:..... 47
IV-9- المواد الهيدروكربونية(OIW)و المعادن الثقيلة:..... 48
الخاتمة..... **54**
قائمة المصادر والمراجع..... **56**
الملاحق..... **62**

قائمة الجداول:

جدول(1): القيم الحدية للمعادن الثقيلة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) 11

الجدول(2):الفرق بين الطريقة الهوائية واللاهوائية في المعالجة البيولوجية..... 19

جدول(3): يلخص بإختصار مراحل تنقية المياه البترولية..... 20

جدول(4): يوضح تعريفات التقنيات والتحاليل والمادة المستعملة في العمل التطبيقي..... 24

جدول(5): يمثل الأدوات والمواد المستعملة..... 25

جدول (6): يوضح نسب تواجد الأكاسيد XRF..... 41

جدول(7): نتائج قيمدرجة الحرارة والPH 42

جدول(8): يوضح نتائج قيم الناقلية..... 43

جدول(9): نتائج تركيز الأكسجين المنحل..... 44

جدول(10): نتائج تركيز المواد العالقة MES..... 45

جدول(11): يوضح نتائج تركيز الDCOو الDBO_5..... 46

جدول(12):نتائج تركيز الأملاح..... 47

جدول(13): يمثل نتائج إمتصاص المعادن الثقيلة والهيدروكربوناتOIW بدلالة الزمن..... 49

الجدول(14): النتائج المتحصل عليها من دراسة حركية المعادن الثقيلة والهيدروكربونات(OIW). 53

قائمة الأشكال:

الشكل(1): مخطط يوضح تأثيرات الناجمة عن تلوث المياه بسبب الصناعة..... 7

الشكل (2): مخطط يوضح فعالية تقنية (AOP) في إزالة الملوثات التي تستهدفها..... 17

الشكل(3): رسم تخطيطي يلخص مراحل معالجة المياه بتقنية التناضح العكسي..... 20

الشكل(4): مخطط يمثل خطوات المرحلة التحضير..... 26

الشكل(5): مخطط يوضح مراحل تنقية الماء البترولي..... 27

الشكل(6): مخطط يوضح مراحل معالجة وتنقية الماء البترولي..... 28

الشكل (7): منحنى يمثل نتائج تحليلFTIR..... 40

الشكل(09):منحنى بياني يمثل تغير قيم الناقلية..... 43

الشكل(10):منحنى بياني يمثل تغيرتركيزالأوكسجين المنحل..... 44

الشكل (11):منحنى بياني يمثل تركيز المواد العالقة..... 45

الشكل (12):منحنى بياني يمثل تركيزDCO وDBO_5..... 46

الشكل (13):منحنى بياني يمثل تركيز الأملاح في المياه المعالجة..... 48

الشكل(14):A:تركيز إمتصاص المعادن بدلالة الزمن B: المردود بدلالة الزمن C: 1/Ctبدلالة الزمن D: ln(C0/Ct) بدلالة الزمن..... 51

الشكل(15):a:تركيز إمتصاصOIWبدلالة الزمن. b: المردود بدلالة الزمن. c:1/Ctبدلالة الزمن. d:ln(C0/Ct) بدلالة الزمن..... 52

الشكل(16) : منحنى بياني يمثل qt بدلالة الزمن للمعادن الثقيلة وOiW..... 52

قائمة الصور:

صورة(1):طريقة الترسيب..... 15

صورة(2):جهاز الطرد المركزي..... 15

صورة(3):رسم توضيحي لتقنية التخثير الكهربائي..... 16

صورة(4):صورة لجهاز التخثير الكهربائي..... 16

صورة(5): تبين عملية الإمتزاز..... 17

صورة(6): التعويم..... 18

صورة(7):المادة الأولية لحجر الكلسي مأخوذة من الطبيعة..... 26

صورة(8): الميزان إلكتروني..... 27

صورة(9): أجهزة قياس الدليل الهيدروجيني ودرجة الحرارة..... 29

صورة(10): جهاز قياس الاكسجين المنحل..... 30

صورة(11): جهاز الناقلية الكهربائية 31

صورة(12): جهاز قياس الطلب الحيوي للأوكسجين (DBO5)..... 33

صورة(13): أجهزة قياس الطلب الكيميائي للأوكسجين..... 34

صورة(14): جهاز الترشيح تحت الفراغ وفرن التجفيف..... 36

صورة(15): جهاز امتصاص المعادن الثقيلة(AAS)..... 38

قائمة المختصرات:

الرمز	اللغة الأجنبية	اللغة العربية
T	Température	درجة الحرارة
MES	Matière en suspension	المواد العالقة
CE	Conductivité électrique	الناقلية الكهربائية
PH	Potentiel d'hydrogène	الأس الهيدروجيني
Tur	Turbidité	العكارة
HC	Hydrocarbure	الهيدروكربونات
DBO_5	Demande Biochimique en Oxygène(5jour)	الطلب الحيوي للأكسجين
DCO	Demande chimique en Oxygène	الطلب الكيميائي للأكسجين
MO	Matière organique	المادة العضوية
EPA	Environnemental Protection Agency	الوكالة الأمريكية لحماية البيئة
AOPs	Advanced oxydation	الأكسدة المتقدمة
MBR	Intergrated bioreactor membranes	أغشية المفاعلات الحيوية المدمج
UF	Ultrafiltration	الفلترة الفائقة
RO	Reverse osmosis	تناضح العكسي
TDS	Total Dissoleved Solids	الأملاح الذائبة
API	American Petroleum Institute	المعهد الأمريكي للبترول
CPI	Consumer Price	مؤشر أسعار المستهلك
DAF	Dissolved air flotation	التعويم بالهواء المذاب
DGF	Dissolved gas flotation	التعويم بالغاز المذاب
BAF	Biological Aerated Filter	الترشيح الهوائي البيولوجي
MF	Microfiltration	الترشيح الدقيق
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	مطيف فورييه للأشعة تحت الحمراء
XRF	X-Ray Fluorescence	الأشعة السينية الفلورية
O_{2diss}	L'oxygène dissous	الأكسجين المنحل
OIW	Oil in water	زيت في الماء

BTEX	Benzene ،Tolune ،Ethylbenzene ، X Ylene	البنزين، التولوين، الإيثيل بنزن، والزيلين
FTU	Formazin Turbidity unit	وحدة تعكير الفورمازين
Pb	Plomb	الرصاص
Ni	Nickel	النيكل
Cd	Cadium	الكاديوم
Hg	Mercure	الزئبق
Cr	Chromuim	الكروم
Cu	Cuivre	النحاس
Zn	Zinc	الزنك
Nt	Total Nitrogen	النتروجين الكلي
$\mathbf{NH_4^+}$	Aluminum Oxide	الأمونيا
$\mathbf{NO_2^-}$	Nitrite	نتريت
$\mathbf{NO_3^-}$	Nitrate	نترات
Pt	Total Phosphorus	الفوسفور الكلي
$\mathbf{PO_4\ H_2}$	Ortho phosphate	أرثو فوسفات
$\mathbf{H_2\ O}$	Eau	الماء
$\mathbf{CO_2}$	Oxide Carbone	ثاني أكسيد الكربون
$\mathbf{Fe^{3+}}$	Feric ions	شوارد الحديد الثلاثي
$\mathbf{Fe^{2+}}$	Ferous ions	شوارد الحديد الثنائي
$\mathbf{H_2\ S}$	Sulfure d’hydrogène	كبريتيد الهيدروجين
FeS	Iron Sulfide	كبريتيد الحديد
Ca	Calcium	الكالسيوم
Eppendorf	/	أنابيب تحاليل
NaOH	SidiumHydroxide	هيدروكسيد الصوديوم
Gamme	/	غطاء
AAS	Atomic Absorption Spectroscopie	مطياف الامتصاص الذري
$\mathbf{SiO_2}$	Silicon Dioxyde	ثاني أكسيد السيليكون
$\mathbf{Al_2\ O_3}$	Aluminium oxide	أكسيد الألمونيوم
$\mathbf{Fe_2\ O_3}$	Iron 3 oxide	أكسيد الحديد الثلاثي

MgO	Magnésium oxide	أكسيد المغنيزيوم
CaO	Calcium oxide	أكسيد الكالسيوم
Na_2O	Sodium oxide	أكسيد الصوديوم
OH	Hydroxyde ion	أيون الهيدروكسيد

الملخص

دراسة تهدف إلى تقييم مدى فعالية وقدرة المادة المازة الطبيعية (من أنواع الأحجار الكلسية) وكيفية معالجتها وتحسين خصائصها في إزالة الملوثات الضارة المختلفة الموجودة في مياه الصرف البترولي والتي تعتبر مصدرا رئيسيا للتلوث البيئي. وقد تم من خلال تحليل FTIRوXRF، حيث أظهرت النتائج احتواء المادة على خليط أكاسيد المعادن بنسب مختلفة. قمنا بإجراء تقنية الإمتزاز على عينات من الكتل المختلفة 5، 10، 15، 20 ملغ على الماء البترولي وتم قياس الخواص الفيزيوكيميائية للعينات قبل وبعد عملية الإمتزاز من أجل المقارنة T، PH، MES، DBO5، DCO، CE، O_2diss و نسبة الأملاح NO_3^-، NO_2^-، NH_4^+، Nt، Pt، PO_4^- و المعادن الثقيلة As، Hg، Cd، Ni، Pb والمواد الهيدروكربونية ، أثبتت النتائج قدرة المادة المازة على خفض تراكيز الملوثات، ومن خلال دراسة حركية الإمتزاز للمعادن الثقيلة و المواد الهيدروكربونية وجد أن الكتلة 10 ملغ أظهرت فعالية ملحوظة، مما يشير إلى إمكانية تطبيق هذه المادة كحل فعال ومناسب لمعالجة المياه، كما أنها غير مكلفة ،اقتصادية ،وذات مردودية عالية وصديقة للبيئة.

الكلمات المفتاحية: الأحجار الكلسية؛ الإمتزاز؛ الماء البترولي؛ إزالة الملوثات.

Résumé :

Une étude visant à évaluer l'efficacité et la capacité d'un matériau adsorbant naturel (de type calcaire) et la manière de le traiter et d'améliorer ses propriétés pour éliminer divers polluants nocifs présents dans les eaux usées pétrolières ‹ Considérées comme une source majeure de pollution environnementale. Cela a été réalisé par analyse XRF-FTIR ‹ou les résultats ont montré que le matériau contient un mélange d'oxides métalliques et leurs proportions. Nous avons mené des techniques d'adsorption sur des échantillons de différentes masses 5 ‹10 ‹15 ‹ 20 mg sur de l'eau pétrolière. Les propriétés physicochimiques des échantillons ont été mesurées avant et après le processus d'adsorption à des fins de comparaison (T ‹PH ‹MES ‹DBO_5 ‹DCO ‹CE ‹$O_{2\ diss}$) ainsi que le pourcentage de sels (NO_3^- ‹NO_2^- ‹NH_4^+ ‹Pt ‹Nt ‹PO_4^-) des métaux lourds (As ‹Hg ‹Cd ‹Ni ‹ Pb) et d'hydrocarbures. Les résultats adsorbant à réduire les concentrations de polluants et l'étude de la cinétique d'adsorption des métaux lourds et des hydrocarbures à une masse de10mg, indique la possibilité de l'appliquer comme une solution bonne bonnet efficace pour le traitement de l'eau ‹car elle est peu couteuse ‹économique-très efficace et respectueuse de l'environnement.

Mots-clés : Calcaire ; Adsorption ; Eau pétrolière ; Elimination des polluants

Abstract:

study to evaluate the effectiveness and potential of natural adsorbent material (of limestone types) and how to treat and improve its properties in removing various harmful pollutants present in petroleum wastewater, which is considered a major source of environmental pollution. This was done through XRF-FTIR analysis, where the results showed that the material contains a mixture of metal oxides and their proportions. We conducted adsorption techniques on samples of different masses 5, 10, 15, 20, mg on petroleum water. The physicochemical properties of the samples were measured before and after the adsorption process for comparison (T, PH, MES, DBO_5, DCO, CE, O_2diss), and the percentage of salts (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , Pt, Nt, PO4), heavy metals (As, Hg, Cd, Ni, Pb), and hydrocarbons. The results proved the ability of the adsorbent material to reduce pollutant concentrations, and through studying the adsorption kinetics of heavy metals and hydrocarbons at a mass of 10mg, this indicates the possibility of applying it as a good and effective solution in water treatment, as itisinexpensive, economical, highly efficient, and environmentally friendly.

Keywords: Limestone; Adsorption; petrolum water; Polluant removal.

مقدمـــة

يعد الماء أساس الحياة، إذ يدخل في جميع متطلبات (الاستخدامات منزلية، الزراعة، الشرب والصناعة) لقوله تعالى "وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يومنون" الأنبياء الآية: 30

ونظرا لأهميته فإن الاستغناء عنه مستحيل، غير أن الماء كثيرا ما يتعرض لمشاكل تؤثر على خواصه الفيزيائية والكيميائية ونظامه الايكولوجي، مما يؤدي الى تلوثه نتيجة الصناعات والاستخدامات المختلفة. ويعد التلوث الناتج عن الصناعات البترولية من أخطر هذه المشاكل نظرا لما تحتويه من زيوت، مواد هيدروكربونية، مواد عضوية وغير عضوية ومعادن ثقيلة إلى جانب النفايات المشعة الناتجة عن عملية الحفر والاستخراج، مما يسبب احتلالا في التوازن والنظام البيئي، وعدم قابليته للاستخدام مرة اخرى.

يسعى العالم لإيجاد حلول للحد من المخاطر والكوارث الناتجة عن مياه الصرف البترولي لما لها من تأثيرات ضارة مثل تلوث التربة، نشر الأمراض(كالعدوى الفيروسية)، وصعوبة المعالجة، وكل ذلك يعيق التنمية المستدامة. وقد جاء هذا في الإعلان العالمي لحماية البيئة والتنمية المستدامة الذي عقد في ريو دي جانيرو سنة 1992.[1]

حيث تم وضع قوانين واستراتيجيات للحفاظ على بيئة ومن أبرزها تطوير تقنيات وطرق المعالجة لهذه المياه الصرف البترولي من اجل الاستفادة منها واعادة استخدامها [2]

تعد تقنية المعالجة المياه خطوة مهمة من اجل القضاء على الملوثات الموجودة في الماء مما دفع الباحثين إلى تطوير تقنيات متعددة ومختلفة للمعالجة والحصول على مياه اقل تلوثا، والاستغناء عن الطرق التقليدية التي لم تحقق نتائج جيدة [3]. بالإضافة إلى ارتفاع التكلفة وصعوبة تشغيلها وصيانتها [2] هذا كان حافزا وتحدي كبير لدول العالم لتطوير التقنيات معالجة المياه للمحافظة على البيئة من التلوث، من بين الطرق الحديثة المعالجة بالمواد الطبيعية بواسطة تقنية الإمتزاز حيث نجد إنها اقل تكلفة وتأثير على البيئة.[4] كما أثبتت كفاءتها في إزالة الملوثات المتواجدة في الماء.

في دراستنا تناولنا قدرة وفعالية المادة الطبيعية في عملية الامتزاز من خلال ازالة ملوثات مياه الصرف البترولي

وقد قسمنا مذكرتنا هذه الى أربعة فصول:

الفصل الاول: يندرج تحت عنوان عموميات حول تلوث المياه.

الفصل الثاني: تحت عنوان تقنيات معالجة مياه الصرف البترولي.

الفصل الثالث: الطرق والتحاليل.

الفصل الرابع: مناقشة النتائج.

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول تلوث المياه

I-1- تلوث المياه

يعتبر تلوث المياه هو اي تغيير يطرأ على نوعية الماء من خلال قياس خواصه الفيزيائية والكيمائية والبيولوجية.[5] يؤدي الى خلل في نظامه الايكولوجي وبالتالي يؤثر على دوره في الحياة الطبيعية واستعمالاته، [6] فالماء هو اساس الحياة (للإنسان والكائنات الحية) وعند تلوثه يكون سبب في انهاء الحياة[7].

I-2- ملوثات المياه واثارها على صحة الانسان:

تصنف الملوثات الماء الى اربعة اصناف على اساس الخصائص الموارد الملوثة:

I-2-1-التلوث الفيزيائي : ويشمل التغير في اللون أو الكثافة الحرارة الجسيمات الصلبة والفاعلية الاشعاعية.

I-2-2-التلوث الفيزيولوجي: ويشمل الذوق والرائحة وتنتج من امتزاج الملوثات وتسبب عدم الارتياح.

I-2-3-التلوث الكيميائي : ويشمل المواد الكيميائية التي تطرح في المياه وتصنف الى :

I-2-3-1-المواد العضوية: وهي التي تستنفذ الاكسجين وبالتالي تؤثر على النباتات حيوانات المنطقة.

I-2-3-2-المواد غير العضوية: كالأملاح الذائبة والتي تعد من طبيعة الماء، اما المواد (العناصر)الثقيلة فإنها تسبب سمية مثل الكادميوم والرصاص.

I-2-4-التلوث الإحيائي : وهو أكثر أنواع التلوث اهمية لتأثيره في الصحة العامة ويشمل البكتريا والفيروسات والطفيليات والفطريات [8]

I-3- أنواع تلوث المياه

I-3-1-التلوث الصرف الصحي: يعتبر مياه التلوث الصرف الصحي من أخطر انواع التلوث في دول العالم الثالث لتميزها بمشاكل متعددة على سكان المدن التي يكمل تكوينها من مياه مستعملة في المنازل (المطبخ والحمامات) وبعض المصانع والورشات ومحطات الوقود التي تقع بداخل المدينة وهي تتكون من جميع المنظفات (الصابون ومواد اخرى) وبعض البكتريا والفيروسات الضارة وعند انتقال مياه المجاري (شبكات الصرف الصحي) الى الثروات الطبيعية تقوم هذا الاخير بتلوثها [6]

I-3-2-التلوث الزراعي: تعتبر الزراعة من الموارد الطبيعية المتاحة في اي مجتمع سواء الارضية منها او المائية .تقوم بدفع عجلة التنمية الاقتصادية ، فالأرض تعتبر العامل الرئيسي للإنتاج الزراعي كما ان الزراعة لا تقوم بدون الماء فعند افساد موردها التي تقوم عليه تكون غير صالحة للاستخدام بكفاءتها الطبيعية فتعكس على مردودها على النمو التنمية الاقتصادية ومن ابرز صوره التلوث الكيميائي الذي احدثه الانسان للموارد الطبيعية الزراعية باستخدامه المواد الكيميائية المختلفة كأسمدة الكيماوية والمبيدات والهرمونات ومنظفات النمو وغيرها كوسيلة للإنتاج الزراعي .[9]

I-3-3-التلوث الصناعي: تساعد الصناعة على رفع اقتصاد البلاد وتطويرها وتحسينها فهي تستهلك أكبر كمية من الماء وفي نفس الوقت تشكل خطر عليه من خلال المخلفات التي تنتجها [10] من بعض المصانع (الاسمنت الاغذية التعليب الكيميائية) [5] وتتنوع هذه المخلفات بأنها عضوية وسائلة وصلبة ومعدنية مما تفسد طبيعة الماء وتغيير خواصه تعد المياه الصناعية مياه سامة.[11]

I-4- المياه المنتجة من حقول النفط

تحتوي ابار البترول على مياه باطنية المصدر وعند استخراجها تكون مصحوبة بكمية من البترول لهذا يعتبر التلوث النفطي (البترولي) من أخطر وأكبر مصادر التلوث المائي انتشارا في العالم [12] فالبترول يتميز بقدرته العالية على التفاعل والانتشار بعدة أشكال [13] فلهذا الماء المصحوب يحتوي على عدة مركبات

معقدة منها المواد الهيدروكربونية الأحماض العضوية وبقايا للإضافات الكيميائية والمعادن الثقيلة مما يؤثر تلوثه على البيئة.[5]

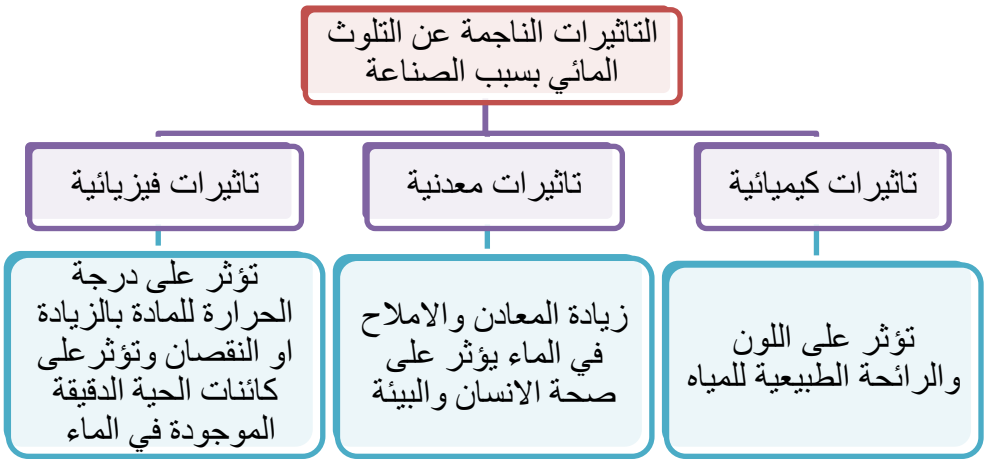
I-5- انواع المياه الملوثة من حقول النفط

I-5-1-التلوث الكيميائي: يعتبر هذا التلوث الشائع في البيئة المائية في الصناعة البترولية هذا لكونها تستعمل مواد كيميائية لتوقف التآكل المعادن في قنوات نقل البترول فالماء يعتبر مذيب تستقر فيه المواد الكيميائية فتقوم بتلوثه.

I-5-2-التلوث النفطي: هذا التلوث دلالة لوجود مواد هيدروكربونية تطفؤ على سطح الماء لان كثافة المادة العضوية (الهيدروكربونية) اقل من الماء لأنها مواد ضعيفة وليست قابلة للانحلال فتقوم بحبس التبادلات مع الغلاف الجوي.

I-5-3-التلوث المعدني: في طبيعة الحال يوجد عناصر معدنية في الماء في تكوينه الاساسي الى انها تختلف في نسب التراكيز الموجودة فيه فتسبب العديد من الامراض والأخطار.

I-5-4-التلوث الميكانيكي: يحتاج استخراج البترول من باطن الارض الى قوة كبيرة مما يسمح بتعلق الجزيئات الدقيقة المجودة في الباطن في الماء المصاحب له مما تؤثر على جريانه واحتكاكه في جدران الانابيب والخزانات تساهم هذه الجزيئات في التلوث الميكانيكي للماء المنتج.[5]



الشكل (1): مخطط يوضح تأثيرات الناجمة عن تلوث المياه بسبب الصناعة.

I-6- تأثير الهيدروكربونات على الماء

I -6-1- الزيت غير قابل للذوبان:

وهو الزيت الحر الذي ينتقل بسرعة الى السطح الماء بسبب كثافته.

I-6-2-المواد القابلة للذوبان البارا فينات الخفيفة:

هي مواد ثانوية ناتجة عن عملية التقطير للبترول الخام وتتبخر عند درجات حرارة عالية فهي تؤثر بسبب استنشاقها اضرار صحية.

I-6-3-مواد غير قابلة للذوبان غير الترسيب(المستحلب):

هو تشتت قطرات دقيقة من سائل واحد في سائل أخر حيث لا يختلط السائلان.[14]

I-7-مكونات مياه الصرف البترولي:

تعد مياه الصرف البترولي مادة ناتجة عن عمليات إنتاج وتكرير البترول والصناعات البتروكيمياوية، حيث تتكون من مزيج معقد ومتنوع من المواد الكيميائية الضارة، تشمل هذه المكونات مركبات عضوية سامة مثل البنزن، الطوليان، إكزيلان، إثيل بنزن (BTEX). كما تحتوي ايضا على المعادن الثقيلة منها الزنك والرصاص والمنغنيز والحديد والبروم بالإضافة إلى وجود مواد مشعة طبيعية، نظرا لتنوع مكونات مياه الصرف البترولي واختلاف تركيزها من مصدر لآخر، فان تأثيرها على الصحة والبيئة تختلف أيضا، مما يجعل معالجة المياه الصرف البترولي تحديا كبيرا.[15]

I-8-العوامل المؤثرة على تلوث مياه الصرف البترولي:

I-8-1-العوامل الحسية:

تعتبر العوامل الحسية خصية من خصائص الماء التي يمكن ادراكها بالحواس، مثل البصر والشم والذوق. ويمكنها تقديم معلومات عن نوعية المياه، حتى بدون اجراء تحليلات كيميائية محددة، ومن بعض العوامل الحسية ما يلي:

I-8-1-1-المظهر البصري:

وجود زيوت في الماء يمكن ان يغير مظهره البصري عن طريق تكون بقع على مستوى سطح الماء.

I-8-1-2- الرائحة:

يمكن للزيوت والهيدروكربونات ان تنتج روائح مميزة في الماء، والتي يمكن اكتشافها عن طريق الشم.

I-8-1-3- المذاق:

في حالة وجود زيوت او الملوثات العضوية فإنها تؤدي إلى تغير طعم المياه، ويجعلها غير صالحة [14]

I-8-2-العوامل الفيزيائية:

I-8-2-1-درجة الحرارة (T):

من الضروري معرفة درجة حرارة الماء بدقة.[14] وهذا العنصر يلعب دورا اساسيا في ذوبان الاملاح والغازات.[16] حيث أن أي تغير في درجاته يؤثر على نوعية المياه ويغير من خصائصه البيوكيميائية والطبيعية كالحموضة والناقلية الكهربائية.[17]

I-8-2-2-المواد العالقة(MES) :

تمثل مجموعة المواد الصلبة المختلفة منها المواد العضوية والمعدنية العالقة في المياه والتي يمكن فصلها عن الماء عن طريق التصفية أو الترشيح.[17]

I-8-2-3-الناقلية الكهربائية (CE):

تحتوي المياه على تراكيز خفيفة من الاملاح المعدنية المتشردة.[14] ويتم قياسها باستخدام قطب كهربائي [18] وتنتج ناقلية عالية تدل على ارتفاع نسبة الملوحة بسبب وجود مواد معدنية. [14]

I-8-2-4-الأس الهيدروجيني (pH):

يمكن تعبير عن درجة حموضة المياه من خلال قياس تراكيز شوارد (H^+) الموجودة في الماء [18] حيث إذا كان الرقم ألهيدروجيني أقل من 7يمثل حالة حامضية والأكثر من7يمثل حالة القاعدية بينما يمثل الرقم الهيدروجيني 7 حالة التعادل بين الحامضية والقلوية.[14]

I-8-2-5-العكارة (Turbidité) :

يعد قياس التعكر وسيلة مهمة للحصول على معلومات مرئية عن وجود المياه. يشير التعكر الى وجود جزيئات عالقة في الماء، مثل المواد العضوية المتحللة والطين والكائنات الدقيقة. يعتبر التعكر من المشاكل التي تؤثر على مظهر الماء، وقد تختلف تأثيره على المستخدمين حسب مدى اعتيادهم على المياه العكرة. مع ذلك يجب الانتباه الى ان التعكر الشديد قد يسمح للكائنات الدقيقة بالالتصاق بالجزيئات العالقة، مما قد يشكل خطرا على الصحة والبيئة. يمكن قياس التعكر فالموقع باستخدام جهاز خاص يسمى مقياس العكر ويعبر عنها أيضا بوحدة (FTU).[19]

I-8-3-العوامل الكيميائية:

I-8-3-1-الهيدروكربونات (HC):

لقياس الهيدروكربونات، يمكن اجراء التحليل على المرشح الذي تم الحصول عليه بعد المرور عبر مرشح Millipore AP20. يتم الحصول على الهيدروكربونات غير القابلة للذوبان عن طريق طرح الهيدروكربونات القابلة للذوبان من اجمالي الهيدروكربونات.[20]

I-8-3-2- الطلب الحيوي للأوكسجين (DBO_5):

يتم في هذه طريقة قياس الكمية الإجمالية للأوكسجين المستهلك بواسطة العمليات البيوكيميائية أثناء أكسدة المواد العضوية في عينة معينة خلال فترة حضانة تقدر ب 5 أيام. غالبا ما تستخدم هذه القياسات للتحقق من قابلية التحلل الحيوي للمركب، كما أنها تدل على التلوث العضوي الكلي للنفايات السائلة.[21]

I-8-3-3- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO):

يعبر CODعن كمية الاوكسجين المستهلكة والضرورية لأكسدة المواد العضوية كيميائيا في الماء باستخدام عامل مؤكسد (ثاني كرومات البوتاسيوم). معبرا عنه ب mgO_2/l، يقدم هذا العامل تمثيلا كاملا إلى حد ما للمواد القابلة للأكسدة الموجودة في العينة، كما يعطي صورة للمادة العضوية الموجودة حتى

عندما يكون تطور الكائنات الحية الدقيقة مستحيل اي وجود عامل سام. تؤثر العديد من الملوثات العضوية الدقيقة بشكل متزايد على جودة المياه وتعيق الأداء السليم لمحطات معالجة مياه.[21]

يتم اعطاء العلاقة بين الطلب الكيميائي والحيوي وعينة المادة العضوية كالاتي:

$$MO=\frac{(2DBO5+DCO)}{3}$$

I-8-3-4-المعادن الثقيلة:

تمثل العناصر التي تفوق كثافتها أضعاف كتلة الماء وتشمل الحديد، الزنك والنحاس وغيرها من المعادن الاخرى وتشترك كثيرا في صفاتها وتختلف في تفاعلاتها الكيميائية وطبيعة تأثيرها على البيئة، ومن المعروف أن هناك بعض المعادن الثقيلة ضرورية للحياة عند استخدامها بمقادير قليلة ولكن في حالة زيادة تراكيزها بنسب عالية فسوف تسبب مشكلة بيئية.[5]

جدول (1): القيم الحدية للمعادن الثقيلة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA)

المعادن الثقيلة	الحد المسموح به
الرصاص (Pb)	0.2-0.1
النيكل (Ni)	1-0.1
الكادميوم (Cd)	0.05-0.01
الزرنيخ (As)	0.05-0.01
الزئبق (Hg)	0.002
الكروم الكلي (Cr)	1-0.1
النحاس (Cu)	1 – 0.2
الزنك (Zn)	0.5- 0.2

I-8-3-5-النيتروجين :

يمكن أن يكون للنتروجين المتواجد في الماء طابع عضوي أو معدني. حيث يشمل النتروجين العضوي مركبات مثل البروتينات والأحماض الأمينية وغيرها، ويتم العثور عليها بتراكيز منخفضة جدا. أما بالنسبة لنتروجين المعدني فيوجد بتراكيز مرتفعة تكون على أشكال:

-النترات (NO_3^-) - النتريت (NO^-_2)

I-8-3-6-الفوسفور:

يمكن أن يتواجد الفوسفور في الماء في محلول أو معلق في حالة معدنية أو عضوية ويمكن أن يكون على الأشكال التالية:

- الفوسفور غير مذاب
- بولي فوسفات الذي يميل الى التحلل الى أرثو فوسفور
- أرثو فوسفات قابل للذوبان PO_4H_2. [19]

I-9- معايير اختيار طريقة معالجة مياه الصرف البترولي:

شهدت السنوات الأخيرة تطورا كبيرا في تقنيات معالجة مياه الصرف البترولي حيث قامت لمعاهد والشركات البترولية العالمية، بالتعاون مع الهيئات والمنظمات البحثية، بتطوير العديد من التقنيات المتطورة لإيجاد أفضل الحلول للتعامل مع المياه المنتجة. تعتمد الشركات البترولية على هذه التقنيات في معالجة هذا النوع من المياه سواء كانت المعالجة الفيزيائية كالفواصل أو المعالجة البيولوجية كأنظمة التحليل في الأوساط الرطبة. أما عن المعالجة الكيميائية، فهي تشمل العديد من الطرق المعالجة من بينها الأكسدة بواسطة الأوزون، المخثرات والملبدات الكيميائية، ولكن لاختيار طريقة على أخرى يكون بتحديد مجموعة من الشروط منها:

- تحديد تدفق النفاية وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.
- تكاليف إنجاز المشروع ومصاريف التشغيل.
- المرافق والمساحة اللازمة لتطبيق.
- طاقة التشغيل.
- طبيعة المياه المعالجة المراد الحصول عليها. [5]

الفصل الثاني: تقنيات معالجة مياه الصرف البترولي

تمهيد:

يعتبر التلوث النفطي (البترولي) من أخطر الملوثات الموجودة في العالم. وهذا لاحتوائه على مواد معقدة (مواد هيدروكربونية، معادن ثقيلة، زيوت وغيرها) مما ادى الى صعوبة معالجته، تعتبر تقنيات معالجة مياه النفطية من الحلول التي تقلل من نسبة التلوث، من بين هذه التقنيات او العمليات (الفيزيائية، الكيميائية، البيولوجية، المتقدمة).

II-1- أساليب معالجة مياه الصرف البترولي

تتنوع أساليب معالجة مياه الصرف البترولي بتنوع الملوثات، وتشمل عمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية سواء بشكل منفرد أو متكامل. وفي صناعة البتر وكيماويات، حيث يتم إعادة استخدام مياه المعالجة في أغراض مختلفة كإنتاج البخار كما يتم تطبيق تقنيات متقدمة تشمل الترشيح الدقيق وفائق الترشيح والتنا ضح العكسي والترشيح النانوي، وفي بعض الحالات يتم اعتماد تقنية التبخير والتكثيف لإنتاج مياه نقية وتقليل النفايات السائلة والتأثيرات السلبية على البيئة.

II-2- تقنيات المعالجة الفيزيائية والميكانيكية

تعتمد طرق المعالجة الفيزيائية أو الميكانيكية على القوى الطبيعية والفيزيائية لفصل المواد غير المرغوب فيها في الماء. وقد كانت هذه الطرق أوائل الطرق المستخدمة في معالجة مياه الصرف المستعملة، مثل الفصل والتصفية والترسيب والترشيح والترويب والتعويم، بالإضافة إلى عمليات فصل الزيوت والترويق والتهوية اللازمة للمعالجة البيولوجية اللاحقة.[22]

II-2-1-الترسيب:

هو اولى طرق عملية المعالجة حيث يسبق تقنيات المعالجات الأخرى كالترشيح والتطهير، أي أنه يعمل على إزالة الجسيمات الصغيرة العالقة كالرمل والطمي والطين وبعض الملوثات الحيوية من المياه تحت تأثير الجاذبية.[23]

صورة (1): طريقة الترسيب.

II-2-2-التنظيف الذاتي انظمة الترشيح بالطرد المركزي:

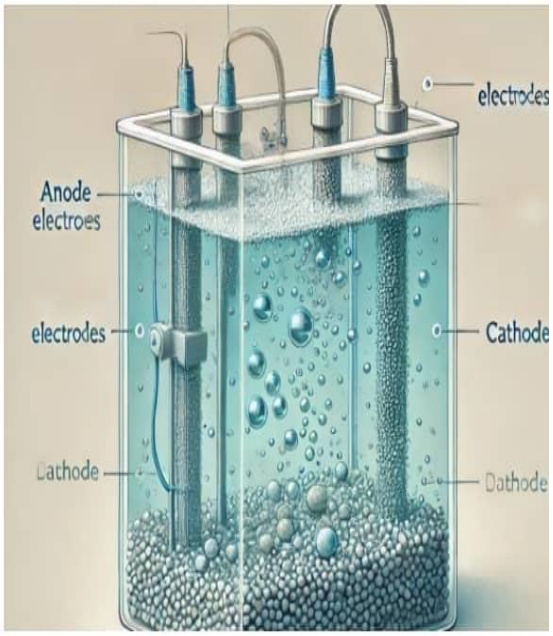
هو طريقة ميكانيكية تتمثل في التخلص من التركيز العالي للمواد الصلبة العالقة (MES) .[24]

صورة (2): جهاز الطرد المركزي.

II-2-3-نظام التخثير الكهربائي:

تستخدم هذه التقنية بشكل خاص في معالجة المياه الصرفية الناتجة من الصناعات النسيجة والبترولية،

وهي تعمل على ازالة الايونات مثل المعادن الثقيلة عن طريق شحنات كهربائية.[24]



صورة (3): رسم توضيحي لتقنية التخثير الكهربائي **صورة (4):** صورة لجهاز التخثير الكهربائي

II-2-4-إزالة الزيوت والشحوم:

هي عملية يتم فيه فصل الزيوت والمواد الغير المستحلبة من المياه الملوثة، ولها دور كبير في المعالجة الأولية لصرف البترولي، حيث معظم الصناعات البترولية تستخدم أجهزة فصل الزيوت عن الماء بدلا من أجهزة الترسيب الأولية.[25]

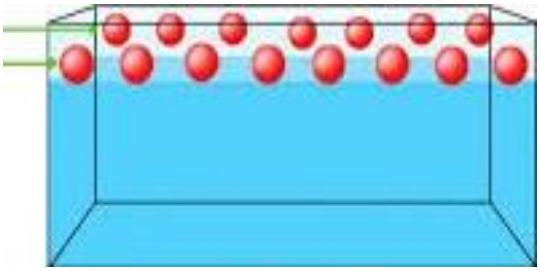
II-3- طرق المعالجة الكيميائية

تعد المعالجة الكيميائية إحدى الطرق الفعالة لتنقية مياه الصرف البترولي. تقوم هذه الطريقة على إضافة مواد كيميائية تتفاعل مع الملوثات الموجودة في الماء مثل الزيوت المستحلبة التي لا يمكن فصلها فيزيائيا لذلك يتوجب اللجوء إلى المعالجة الكيميائية، وهي جد فعالة بحيث تسمح بإزالة حالة الاستحلاب والاستقرار الناشئ بين قطرات الزيت والوسط المائي المحيط بها [26] مما يؤدي إلى تحويلها إلى مواد أخرى قابلة للفصل بسهولة. من بين الأساليب الكيميائية الأكثر شيوعا ما يلي:

II-3-1-الإمتزاز:

يعتمد على قوى الجذب بين المواد الصلبة والمركبات الملوثة، حيث تلتصق هذه المركبات بسطح المادة الصلبة مما يسهل إزالتها من الماء. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم العمليات الكيميائية في ضبط درجة

حموضة الماء، ومنع تكون القشور والترسبات، وأكسدة المواد العضوية وإزالة المعادن الثقيلة والمواد السامة.[22]



صورة (5): توضح عملية الإمتزاز.

II-3-2-الاكسدة المتقدمة:

هي تقنية تستخدم (AOP_s) لمعالجة المركبات عن طريق الاكسدة مع الجذور كقوة دافعة، تعتمد عمليات الاكسدة المتقدمة على التقنية التحلل التي تؤدي الى توليد انواع الاكسجين الاكثر تفاعل مثل جذور الهيدروكسيل، الاكسجين الأحادي جذور الاكسيد الفائق تعمل هذه الانواع على تحلل المواد العضوية وإزالة الملوثات الدقيقة مما تنتج خلال هذا التفاعل الماء ($O2H$) وثاني اكسيد الكربون ($CO2$) ذات تأثير بيئي اقل.[27]

الشكل (2): مخطط يوضح فعالية تقنية (AOP) في إزالة الملوثات التي تستهدفها.

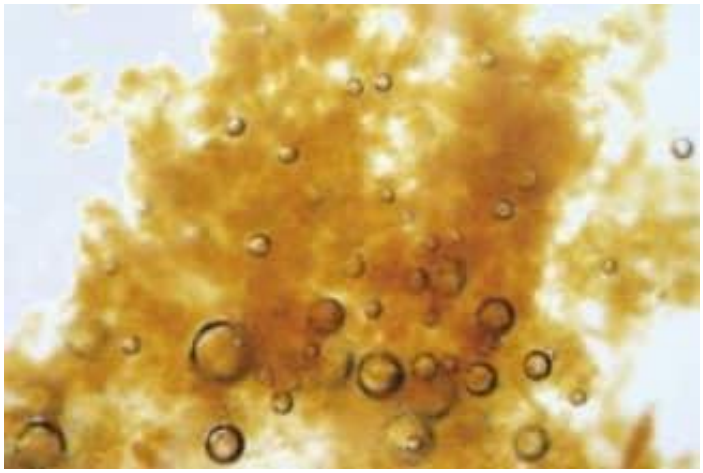
II-3-3-التخثر:

تعمل هذه التقنية على مواد مخثرة مثل اضافة كبريتات الحديد باعتبارها اقل التكلفة حيث تقوم بوظيفتين:

- بعد اكسدة شاردة (Fe^{2}) الى(Fe^{3+}) بواسطة الاكسجين المنحل تنتج مركب ماءات الحديد ذات القوام والسطح الجيلاتيني يتمتع بقدرة فائقة في ادمصاصية تساعد في امتزاز قطرات الزيت المستحلبة على سطحها بواسطة الاكسجين المنحل.
- كبريتات الحديد تساعد على القضاء على غاز (H_2S) المنحل والمركبتان والتي لها اضرار كبيرة، يتشكل عند تفاعل شاردة الحديد الثنائي (Fe^{2+}) مع غاز (H_2S) راسب أسود عبارة عن كبريتيد الحديد (FeS).[28]

II-3-4-التعويم بالهواء المنحل:

يقصد بهذه العملية تغير كثافة المواد الصلبة المتشكلة عن طريق تيار الصاعد من المواد الإدمصاصية التي تقوم بالامتزاز قطرات الزيت المستحلبة إلا أنها تؤدي الى التقاط مواد صلبة طبيعية معلقة مما تسبب عكرة الماء ويتم هذا بحقن فقاعات الهواء فتسمح باتساع سطحها والتقليل من كثافاتها. [26]



صورة(6): التعويم.

II-4- المعالجة البيولوجية

تعتمد طرق المعالجة البيولوجية على استخدام الكائنات الحية الدقيقة، مثل البكتريا والفطريات، في تحليل المواد العضوية الملوثة في المياه. تعتبر هذه الطريقة فعالة بشكل خاص قي إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا، سواء كانت ذائبة أو على شكل رغوة. بالإضافة إلى ذلك فهي تساعد في إزالة المغذيات مثل الفوسفور والنيتروجين، والتي قد تسبب مشاكل بيئية إذا تم تصريفها في المسطحات المائية. وتتضمن نوعين كالآتي:

II-4-1-المعالجة الهوائية:

تستخدم الكائنات الحية الدقيقة التي تحتاج إلى الأكسجين لإتمام عملية التحلل. يتم توفير الأكسجين إما عن طريق ضخ الهواء مباشرة إلى الماء، أو باستخدام طرق ميكانيكية لخلق حركة تساعد على إذابة الأكسجين في الماء.

II-4-2-المعالجة اللاهوائية:

تستخدم الكائنات الحية الدقيقة التي لا تحتاج إلى الأكسجين.[22]

الجدول (2): الفرق بين الطريقة الهوائية واللاهوائية في المعالجة البيولوجية

الطريقة الهوائية	الطريقة اللاهوائية
– بكتريا هوائية.	– بكتريا لاهوائية.
– وجود الأكسجين.	– غياب الأكسجين.
– مغذيات، خلايا حية، ملوثات عضوية.	– مغذيات، خلايا حية، ملوثات عضوية.
– ثاني أكسيد الكربون والماء.	– غاز الميثان، ثاني أكسيد الكربون.

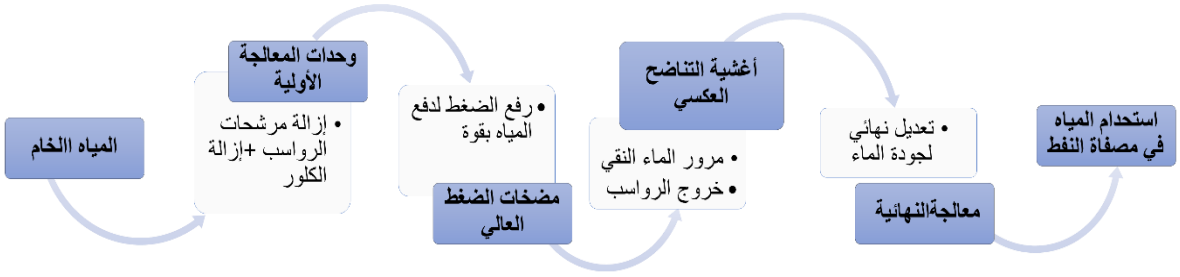
II-5- التقنيات الحديثة لمعالجة مياه الصرف البترولي

II-5-1-المعالجة بالأغشية:

تعد أغشية المفاعلات الحيوية المدمج (MBR) من عمليات المعالجة الفعالة التي تكامل العمليات البيولوجية مع الفلترة بالأغشية. حيث تعتمد أغشية الفلترة الفائقة (UF) لتحويل كمية كبيرة من مياه الصرف المختلفة إلى مياه نظيفة وذات جودة عالية.[29]

II-5-2-التناظح العكسي:

تعتمد تقنية معالجة المياه بأغشية التناضح العكسي (RO) على استخدام غشاء شبه نفاذ لإزالة المواد الصلبة الذائبة والشوائب من المياه بنسبة 99% ، مما يجعل تيار المياه المتحلل شديد النقاء. حيث يتم تطبيق ضغط عالي على المياه المالحة لدفعها عبر الغشاء، مما يسمح بمرور جزيئات الماء النقي ويمنع مرور الأملاح والمعادن الثقيلة.[30]



الشكل (3): رسم تخطيطي يلخص مراحل معالجة المياه بتقنية التناضح العكسي.

II-5-3-الترشيح الفائق:

هو تقنية فصل تعتمد على استخدام غشاء تحت ضغط محدد، بحيث تسمح مسامات الغشاء بمرور الجزيئات الصغيرة والمواد المذابة، بينما يتم احتجاز الجزيئات الأكبر حجما على سطح الغشاء. وبهذه الطريقة يتم تنقية وفصل الجزيئات الكبيرة جزئيا من المحلول. [31]

II-5-4-الترشيح النانوي:

يستخدم الترشيح النانوي غالبا في إزالة المواد العضوية والأملاح الذائبة جزيئا، كما له القدرة على الاحتفاظ بالمواد النانوية (0.001 ميكرون). حيث يبلغ الوزن الجزيئي للمادة العضوية المحتجزة حوالي 200-800 ولديه القدرة أيضا على الاحتفاظ بالأملاح الذائبة TSS تتراوح بين 20% و98[31]

جدول (3): يلخص باختصار مراحل تنقية المياه البترولية

المرحلة	الهدف من المعالجة	العمليات المستخدمة
المعالجة الأولية	فصل الزيوت الحرة والمواد الصلبة الكبيرة الحجم.	التصفية والتجانس-فواصل API، وحدة فصل الزيوت CPI-خزانات الترويق- وحدات التعويم(التعويم بالهواء المذابDAF، التعويم بالغاز المذاب DGF) الترسيب
المعالجة الثانوية	إزالة الزيوت المستحلبة والمواد العالقة.	الأحواض الهوائية (الترشيح الهوائي البيولوجيPAF)

		– المفاعلات الغشائية– الترويق الثانوي.
المعالجة الثلاثية	إزالة الملوثات الدقيقة والتعقيم المعادن.	فلاتر رملية– الأشعة فوق البنفسجية أو الكلور– التناضح العكسي (RO)-الترشيح الفائق(UF) –الترشيح الدقيق (MF) –الأكسدة المتقدمة (AOP)
المعالجة الحمأة	معالجة المخلفات الصلبة الناتجة وإزالة المواد العضوية.	–التجفيف الميكانيكي– التثبيت الكيميائي– التخلص النهائي.

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: طرق وتحاليل

III-1- تحضير العينة

من أجل فهم طريقة المعالجة وكيفية إزالة الملوثات قمنا بتربص ميداني في محطة تصفية بولاية تقرت المعالجة بالحمأة المنشطة.

1- تعريفات حول تقنيات وطرق التحليل:

جدول (4): يوضح تعريفات التقنيات والتحاليل والمادة المستعملة في العمل التطبيقي.

العناصر	تعريفات
الإمتزاز	يعتبر الإمتزاز من الظواهر التي تجمع المادة على شكل ذرات او جزيئات او ايونات على سطح مادة اخرى، يطلق على المادة التي امتزازها بالمادة الممتزة (Adsorbat) ويسمى ايضا السطح الماز الذي تحدث عليه عملية الامتزاز (Adsorption) .[32]تنشا عملية الامتزاز نتيجة لظهور حالات عدم توازن او عدم تشبع القوى الجزيئية للأسطح السائلة او الصلبة ، يعتبر استخدام تقنية الامتزاز من التقنيات المهمة لإزالة الملوثات الضارة التي ليست صديقة للبيئة، يعتبر الامتزاز مقارنة بالطرق الاخرى قليل التكلفة الاقتصادية وخاصة اذا كان سطح الماز رخيص الثمن وصديق للبيئة.[33]
مطياف فوريه للأشعة تحت الحمراء (FTIR)	هي من طرق التحليل التي تقوم بتوفير فهم دقيق للمواد والمنتجات، كما انها تحدد الخواص الكيميائية للمركبات. توفر الاشعة تحت الحمراء تحليلات الكمية والنوعية للعينات العضوية وغير العضوية، مطياف الاشعة تحت الحمراء يحدد الروابط الكيميائية في الجزيء من خلال نتائج (FTIR). [34]
مطياف الأشعة السينية الفلورية (XRF)	تستخدم الأشعة السينية الفلورية لإيجاد تحاليل الكيميائية الخاصة بالصخور والرواسب والمعادن وسوائل. حيث يعمل على مجموعة من التفاعلات بين حزم من الإلكترونات والأشعة السينية للعينات يعتبر مطياف XRFخاص بالمواد الجيولوجية أي المواد التي يمكن تحضيرها على شكل طبيعة ترابية (مسحوق) والمواد التي لها معايير وخواص متشابهة.[35]
المادة المازة المستعملة	هي عبارة على مادة محلية موجودة في الطبيعة على شكل أحجار كلسية (أي غنية بعنصر الكالسيوم Ca بنسبة اكبر من 40%)صلبة، تتميز بلمعة وبمساحة نوعية عالية.

الهدف من الدراسة:

إنتاج محفز طبيعي له القدرة على تنقية وإزالة الملوثات (المعادن الثقيلة، الأملاح، المواد العالقة، المواد الهيدروكربونية، DCO، DBO_5) في مياه الصرف البترولي، تم دراسة وتقييم فعالية تقنية المعالجة المقترحة (الإمتزاز). قسمت هذه الدراسة إلى عدة مراحل متتالية انطلاقا من تحضير المادة الاولية وصولا إلى التحاليل والنتائج.

2- الأدوات والمواد المستعملة:

جدول (5): يمثل الأدوات والمواد المستعملة.

الأدوات		المواد
– 4 حوجلات حجم 100ملل	– بيشر حجم 100ملل	– الماء المقطر
– أنبوبين اختبار حجم 10ملل	– أنابيب حجم 10ملل	– الماء البترولي
– هاون	– علب تحاليل	– المادة المازة
– ميزان	– غربال	
– مخلاط مغناطيسي	– أداة للكسر	
– زجاجة ساعة	– أنابيب من نوع **Eppendorf**	
– ملعقة	– جفنة	

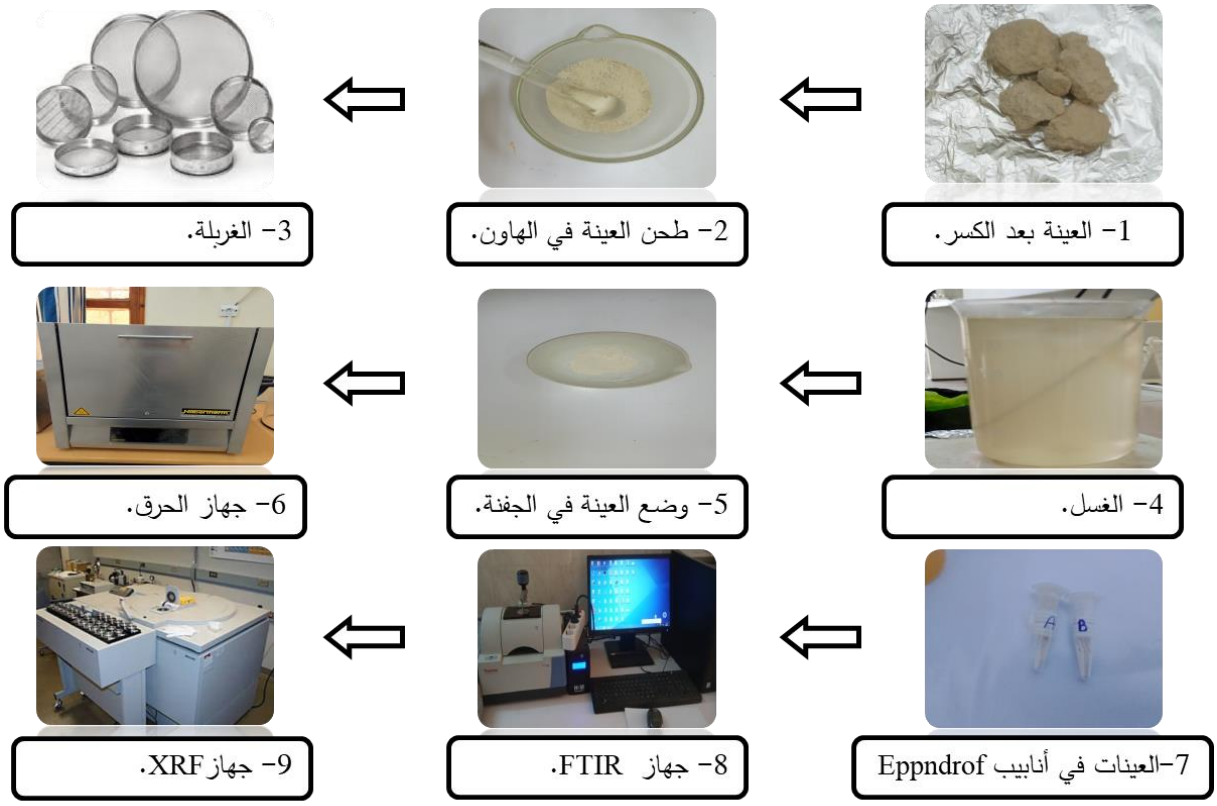
3- طريقة التحضير:

المرحلة الأولى: بعد إحضار المادة الأولية (الحجر الكلسي) عشوائيا من الطبيعة، ثم قمنا بغسله لنزع الشوائب والأتربة الموجودة فيها ثم نقوم بوضعها في الشمس لضمان التجفيف، تكسر العينة ثم طحنها في الهاون وغربلتها في الغرابيل ذات المسام الرقيق.

نقوم بوضع العينة في بيشر حجم 1000ملل من أجل عملية الغسل مرة ثانية لنزع بقايا الشوائب والحصول على اللون الأبيض تأخذ العينة إلى الفرن من أجل عملية الحرق، وذلك من خلال وضعها في الجفنة وتوزيعها لضمان نشر الحرارة بالتساوي عند درجة حرارة بين $C°(350_400)$ لمدة أربع ساعات بعد عملية الحرق تزداد شدة اللون الأبيض.

بعد عملية الحرق نقوم بإجراء تحاليل للعينة، حيث توضع العينات في أنابيب Eppendorf من أجل دراسة خصائصها (معرفة المجموعة الوظيفية) وتركيبها وذلك من خلال تحاليل FTIRو XRF.

صورة(7): المادة الأولية لحجر الكلسي مأخوذة من الطبيعة.



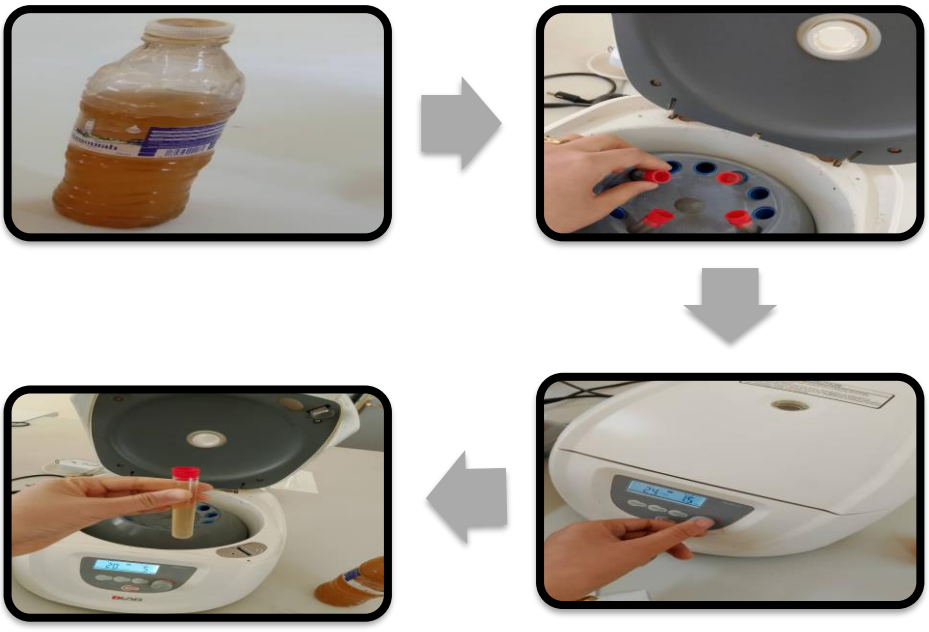
الشكل(4): مخطط يمثل خطوات المرحلة التحضير.

4-مرحلة المعالجة وتنقية الماء البترولي:

توزن العينة (المادة المازة) إلى أربعة كتل مختلف (5، 10، 15، 20) ملغ وذلك من أجل اضافتها الى الماء البترولي.

صورة(8): الميزان إلكتروني.

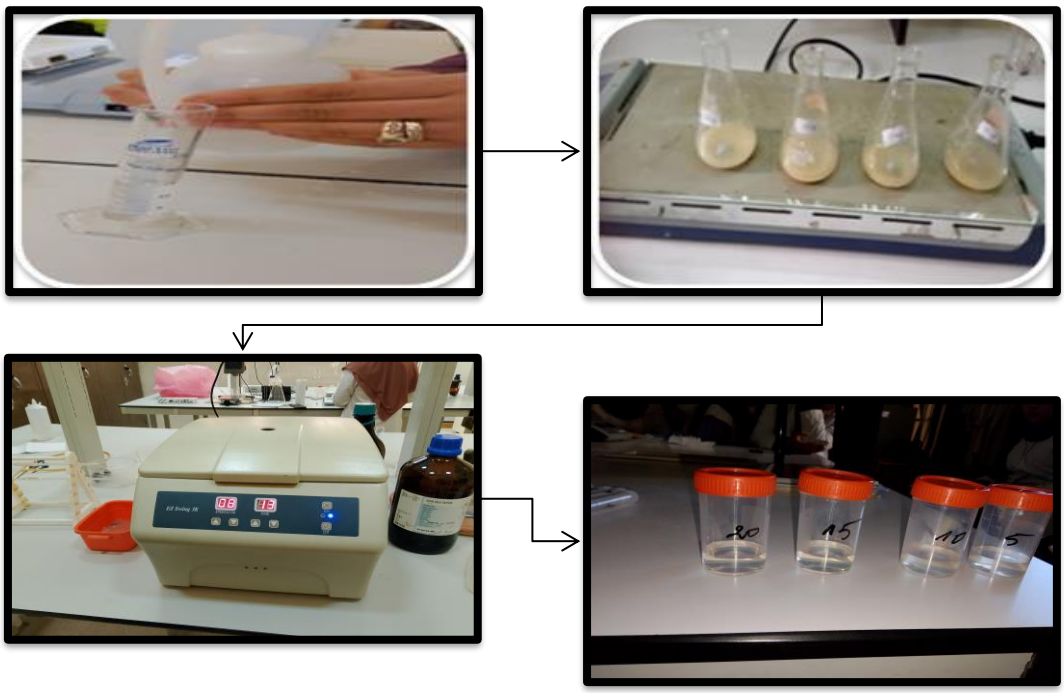
إحضار الماء البترولي من منطقة بئر سبع لدراسة، نقوم بوضعه في أنابيب ذات حجم 10ملل لإزالة المواد الصلبة والشوائب المجردة وهذا بواسطة جهاز الطرد المركزي مدة 15دقيقة.



الشكل (5): مخطط يوضح مراحل تنقية الماء البترولي.

من أجل تطبيق عملية المعالجة (الإمتزاز) نأتي بحجم 25 ملل من الماء البترولي ثم وضعه في أربعة حوجلات حجم 100ملل، بعد ذلك إضافة الكتل الموزونة سابقا، ثم وضع الحوجلات في جهاز الرج المغناطيسي لمدة نصف ساعة.

بعد إكمال عملية التنقية نضع العينات المعالجة في أنابيب حجم 10ملل ثم أخذها إلى جهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق، ثم وضعها في علب لتصبح جاهزة للتحاليل.



الشكل(6): مخطط يوضح مراحل معالجة وتنقية الماء البترولي.

III -2-التحاليل الفيزيائية الكيميائية

أجريت التحاليل الفزيوكيميائية للعينات قبل وبعد عملية الإمتزاز بمحطة تصفية رقم 1بكونيين الوادي.

من بينها (pH، T، MES، CE، DCO، DBO5، Nt، NO^{-}_{2}، NH^{+}_{4}، NO^{-}_{3}، Pt، PO).

2-1- قياس الدليل الهيدروجيني (pH) ودرجة الحرارة(C°):

2-1-1-الأدوات والمواد المستعملة:

لقياس الدليل الهيدروجيني ودرجة الحرارة نقوم باستخدام ما يلي:

- جهاز ال(pH) متر.
- بيشر.
- ماء مقطر.
- ماء قبل وبعد عملية المعالجة.

2- 1-2-طريقة العمل

- فتح جهاز ال pHوغسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه.
- نأخذ عينة من الماء قبل وبعد عملية المعالجة في بياشر.
- نضبط الجهاز في الوضع(pH) ثم الوضع درجة الحرارة ثم قراءة القيمة.

صورة (9): أجهزة قياس الدليل الهيدروجيني ودرجة الحرارة.

2-2- قياس الأكسجين المنحل (O_2):

2-2-1- الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز الأكسجين المنحل نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- جهاز قياس الاكسجين المنحل
- ماء قبل وبعد عملية المعالجة
- ماء مقطر

2-2-2-طريقة العمل:

- فتح جهاز قياس الأوكسجين المنحل.
- غسل الالكترود بالماء المقطر ثم مسحه.
- نأخذ عينة من الماء قبل وبعد عملية المعالجة.
- نضبط الجهاز في قياس الاوكسجين المنحل وننتظر على شاشة الجهاز وبعد ذلك نسجل قيمة (O_2) المنحل.

صورة (10): جهاز قياس الاكسجين المنحل.

2-3-قياس الناقلية الكهربائية (CE)

2-3-1-الأدوات والمواد المستعملة:

لقياس قيمة الناقلية نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- جهاز الناقلية الكهربائية.
- ماء قبل وبعد عملية المعالجة.
- ماء مقطر.
- بيشر.

2-3-2- طريقة العمل:

- فتح جهاز الناقلية.
- غسل الالكترود بالماء المقطر ثم نقوم بمسحه.
- نأخذ عينة من الماء قبل وبعد عملية المعالجة.
- نسجل القيمة المعطاة على شاشة الجهاز.

صورة (11): جهاز الناقلية الكهربائية.

2-4-قياس الطلب الحيوي للأوكسجين(DBO_5):

2-4-1الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز الطلب الحيوي للأكسجين نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- جهاز DBO_5
- هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)
- ثلاجة خاصة
- ماء العينة
- قارورة عاتمة اللون
- الجهاز الرقمي (غطاء القارورة)
- حامل بلاستيكي
- رجاج مغناطيسي

2-4-2-طريقة العمل:

- نضع عينة من الماء المعالج في قارورة الجهاز عاتمة اللون نضيف الرجاج المغناطيسي.
- نضع الحامل لبلاستيكي في القارورة ونضع بداخله من 2 حبات من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH).
- نغلق القارورة وذلك بوضع جهاز رقمي بعد ضبطه (la gamme 0-250 mg/l)
- توضع العينة في الثلاجة الخاصة بها مع ضبط درجة الحرارة (20^0C) ونقوم بقراءتها بعد مرور 5ايام.

صورة (12): جهاز قياس الطلب الحيوي للأوكسجين (DBO_5).

2-5-قياس الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO):

2-5-1-الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز الطلب الكيميائي للأكسجين نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- جهاز Thermo réacteur
- جهاز spectrophotomètre
- انابيب اختبار (بها محلول الاختبار)
- عينة من الماء قبل وبعد عملية المعالجة.

2-5-2-طريقة العمل:

- نقوم برج الأنبوب جيدا.
- نضيف عينة من الماء قبل وبعد عملية المعالجة.
- نرج المزيج ونتركه يرتاح مدة 15 دقيقة.
- نضع الأنبوب في Thermo réacteur مدة 2 سا في 148م.
- نترك الأنبوب يبرد (18-20م)
- نقوم بالقراءة في spectrophotomètre.

صورة (13): أجهزة قياس الطلب الكيميائي للأوكسجين.

2-6-قياس المواد العالقة (MES):

2-6-1-الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز المواد العالقة نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- جهاز ترشيح تحت الفراغ
- ماء مقطر
- فرن التجفيف
- عينة من ماء قبل وبعد عملية المعالجة
- أوراق الترشيح
- ميزان حساس
- بيشر

2-6-2-طريقة العمل:

- توزن ورقة الترشيح بميزان حساس $P_0(g)$
- نضع ورقة الترشيح في جهاز الترشيح تحت الفراغ.
- نأخذ حجم معين (ملل) من ماء قبل وبعد عملية المعالجة المراد ترشيحه ونضعه في أكواب جهاز الترشيح
- بعد الانتهاء من الترشيح توضع ورقة الترشيح في فرن التجفيف لمدة 2سا وفي درجة حرارة 105م .
- بعد تجفيف ورقة الترشيح نعيد وزنها بالميزان الحساس .$P_1(g)$
- تحسب قيمة MES حسب العلاقة التالية: $\text{MES } (\frac{mg}{l}) \frac{P1-P0}{Vml} = \times 10^6$
- حجم الماء المرشح V(ml).
- تعديل وحدة القياس 10^6 .

صورة(14): جهاز الترشيح تحت الفراغ وفرن التجفيف.

2-7-قياس الآزوت الكلي (Nt):

2-7-1-الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز الآزوت الكلي نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- أنبوب اختبار
- المتفاعل A
- رجاج مغناطيسي
- لمتفاعل B
- المتفاعل C
- الماء قبل وبعد المعالجة
- المتفاعلD

2-7-2-طريقة العمل:

- نأخذ أنبوب اختبار فارغ.
- نضع عينة من ماء قبل وبعد المعالجة.
- نضع 2.3 ملل من المتفاعلA و1 ملل من المتفاعل B
- نتركه 15 دقيقة ونضعه في Thermoréacteun مدة 1سا في درجة حرارة 100م.
- نخرج الأنبوب ونتركه يبرد ونضيف له 1ملل المتفاعلC.

- نأخذ 0.5 ملل من المزيج ونضعه في الأنبوب الخاص بالآزوت.
- نضيف 0.2 ملل من المتفاعلD ثم نرج.
- نتركه 15 دقيقة ثم نقوم بالقياس في جهاز Spectrophotomètre.

2-8-قياس النترات (NO_3^-):

2-8-1-الأدوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز النترات (NO_3^-) نقوم باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- أنبوب اختبار
- ماء قبل وبعد المعالجة.
- المتفاعلA
- جهاز Spectrophotomètre

2-8-2-طريقة العمل:

- نضيف عينة من ماء قبل وبعد المعالجة في أنبوب النترات.
- نضيف 0.2 ملل من المتفاعل.A.
- نرج المزيج جيدا ونتركه 15 دقيقة.
- نقوم بالقراءة في جهاز Spectrophotomètre.

2-9-قياس الامونيوم (NH_4^+) :

2-9-1-الادوات والمواد المستعملة

لقياس تركيز الأمونيوم NH_4^+ نقوم باستعمال

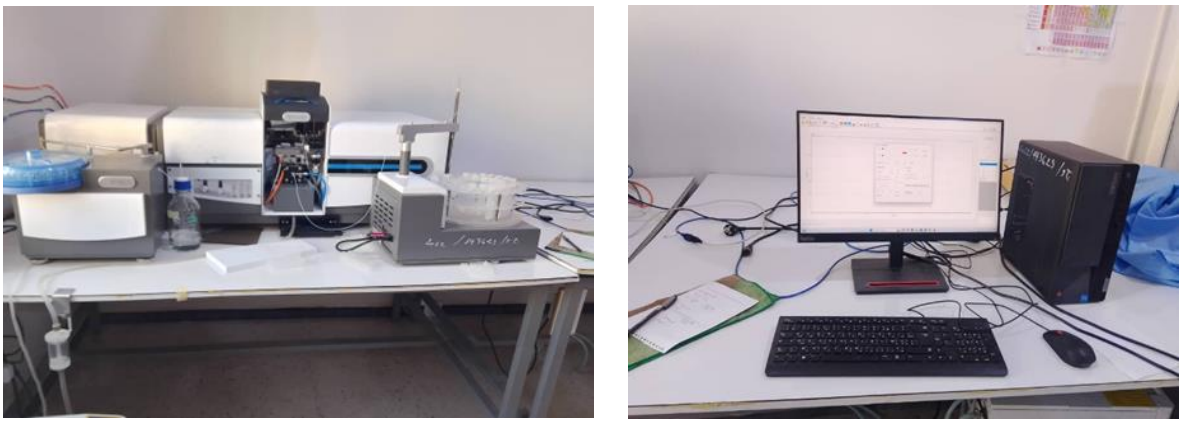
- انبوب اختبار.
- جهاز Spectrophotomètre.
- ماء قبل وبعد المعالجة.

2-9-2- طريقة العمل:

- نأخذ الانبوب ثم ننزع الغطاء الفضي.
- نفتح سدادة الأنبوب.
- نضيف عينة من ماء قبل وبعد المعالجة.
- نغلق الانبوب بواسطة السدادة الانبوب.
- نقوم بالرج جيدا من اجل المزج.
- نترك المزيج 15 دقيقة.
- نقوم بالقراءة على جهاز Spectrophotomètre.

2-10-تحليل المعادن الثقيلة والهيدروكربونات للمياه قبل وبعد المعالجة:

قمنا بإجراء تحليل الامتصاص لمجموعة من المعادنAs، Ni، Cd، Hg، Pbومعرفة تركيزها قبل وبعد عمليات المعالجة من أجل تقييم الفعالية وحركية الإمتزاز وهذا من خلال تحضير محاليل قياسية كمرجع للمعادن.



صورة (15): جهاز امتصاص المعادن الثقيلة(AAS) .

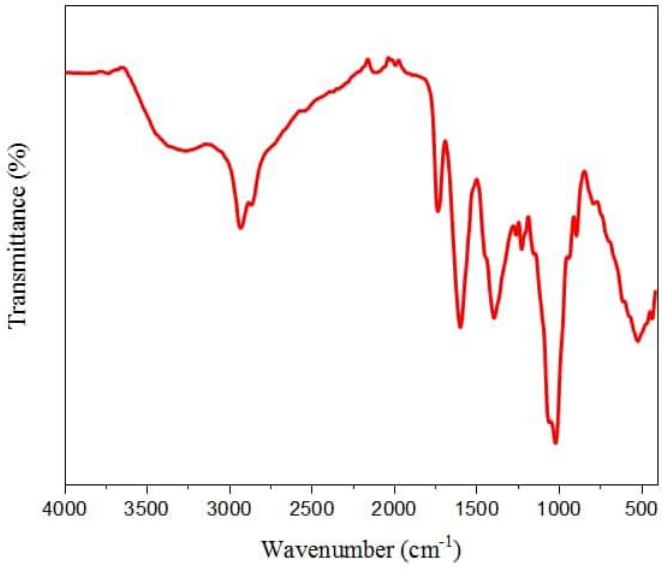
الفصل الرابع: نتائج ومناقشة

الكلمات المفتاحية:

- العينة الخام =الماء الغير معالج
- العينة 1=الكتلة 5ملغ
- العينة2=الكتلة 10ملغ
- العينة3=الكتلة 15ملغ
- العينة4=الكتلة 20ملغ

IV-1-مطياف فورييه للأشعة تحت الحمراء (FTIR):

من أجل دراسة الخواص الفيز وكيميائية ومعرفة الوظيفة فيما يخص المادة المازة المستعملة وهذا من خلال تحليل FTIR (مطياف فوريه للأشعة تحت الحمراء) فكانت النتائج المتحصل عليها كما هي موضحة في الشكل (7):



الشكل (7): منحنى يمثل نتائج تحليلFTIR.

❖ **المناقشة:**

يظهر لنا منحنى تحليل مطيافيةFTIR خصائص مميزة لعينة تحتوي على خليط من الأكاسيد المعدنية. تدل الذروات الرئيسية على وجود

- $Al_2O_3.SiO_2$ في النطاق 1000–1100سم$^{-1}$
- Fe_2O_3، MgO، CaO، Na_2O بين 500–950سم$^{-1}$
- مؤشرات للرطوبة أو مجموعات HO^- المرتبطة في النطاق 3200–3700 و1650سم$^{-1}$

IV-2- الأشعة السينية الفلورية XRF :

اما بالنسبة لنتائج **XRF** الموضحة في الجدول **(7)** تأكد لنا نسب تواجد الأكسيد كما هي موضحة في الجدول الاتي:

جدول (6): يوضح نسب تواجد الأكاسيد XRF.

Désignation	Echantillon
Na_2O	0,07
MgO	0,22
Al_2O_3	0,06
SiO_2	0,99
P_2O_5	<0,01
SO_3	45,12
K_2O	0,02
CaO	35,65
TiO_2	<0,01
MnO	<0,01
Fe_2O_3	0,06
V_2O_5	<0,001
Cr_2O_3	<0,001
NiO	0,0022
CuO	0,0045
ZnO	0,0017
Rb_2O	<0,001
SrO	0,1
ZrO_2	0,04
MoO_3	0,0031
BaO	<0,001
PbO	<0,001
Nb_2O_5	<0,001
CoO	<0,001
WO_3	<0,001
PAF	20,3
TOTAL	100,24

❖ **المناقشة:**

من خلال تحليل XRF ونسب تواجد أكاسيد المعادن تعلمنا أن المادة المازة المراد دراستها عبارة على خليط من أكاسيد المعادن، وأن سطح الماز له مساحة نوعية نشطة كبيرة في إزالة الملوثات، باعتبار أن أكاسيد المعادن لها مساحة نشطة عالية.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية

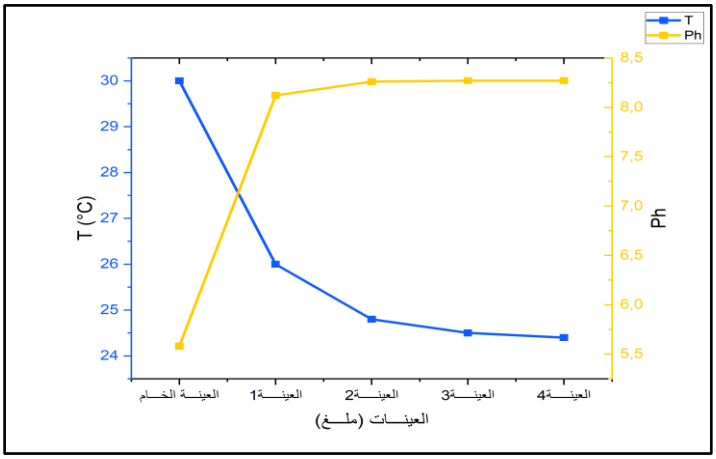
لقد قمنا بإجراء قياسات فيزيائية وكيميائية على المياه المعالجة، بهدف تقييم فعالية المادة الطبيعية في تقنية المعالجة ومدى تقدم في إزالة الملوثات:

IV-3- تأثير قياس درجة الحرارة (T°) وقيمةpH:

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (7) أن منحنى درجة الحرارة تتناقص قيمتها حتى تميل إلى الثبات (24_30) بينما قيمة pHترتفع إلى أن تثبت عند القيمة 8.24 كما هو موضح في الشكل (8).

جدول (7): نتائج قيم درجة الحرارة وال pH

العينة	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
T(°C)	30	26	24.8	24.5	24.4
pH	5.58	8.12	8.26	8.27	8.27



الشكل (8): منحنى بياني يمثل تغيرpHو درجة الحرارة.

❖ **المناقشة:**

نلاحظ من خلال نتائج قيم درجة الحرارة في العينة الخام عالية أكبر من ($25^{\circ}C$)

وهذا ناتج على حركة المواد العضوية (الهيدروكربونات)، أما قيمة pHمن خلال النتائج أقل من 7 وهذا الدال على الحموضة عالية لأن المواد الهيدروكربونية تعتبر أحماض عضوية.

لأن درجة الحرارة تتناسب عكسيا مع قيمة pH أي عند ارتفاع درجة الحرارة تنخفض قيمة pH.

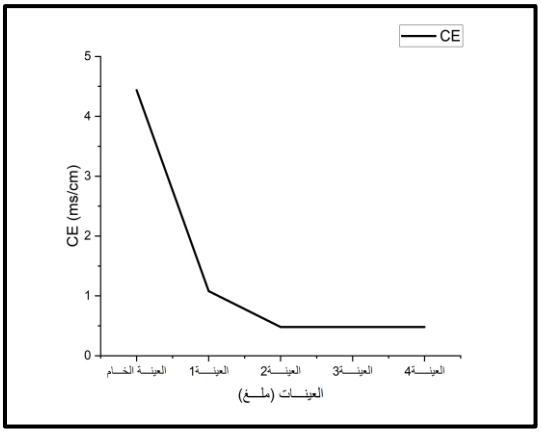
بعد المعالجة أن قيم درجة الحرارة منخفضة متقاربة إلى العادية هذا دليل على نقص حركة المواد الهيدروكربونية، أما قيمة pH مرتفعة ناتجة على دخول أكسجين الهواء وإزالة الهيدروكربونات وهذه القيمة أثبت فعاليتها عند العينة 2 ذات الكتلة 10ملغ.

IV-4- الناقلية (CE)

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (9) نلاحظ أن قيم الناقلية تنخفض إلى أن تثبت عند القيمة 0.48 كما هو موضح في الشكل (10).

جدول (8): يوضح نتائج قيم الناقلية.

العينة	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
CE (ms/cm)	4.44	1.08	0.48	0.48	0.48



الشكل (09): منحنى بياني يمثل تغير قيم الناقلية

❖ **المناقشة:**

بينت النتائج أن قيمة الناقلية مرتفعة في العينة الخام وهذا راجع إلى زيادة الأيونات الذائبة (الأنيونية والكاتيونية) مثل الأملاح الذائبة التي سببها المياه الجوفية.

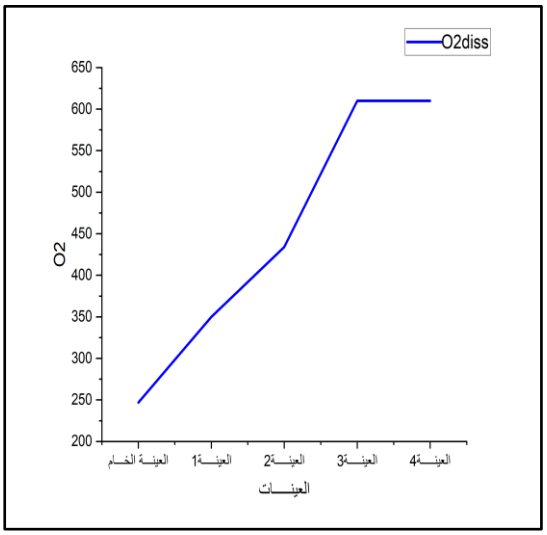
تناقص قيمة الناقلية بعد عملية المعالجة وهذا دال على إزالة الأيونات الذائبة (الأملاح) هذه القيمة المثلى أكدت فعاليتها العينة 2 ذات الكتلة 10ملغ.

IV-5- كمية الأوكسجين المنحل(O_{2diss}):

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (8) أن منحنى كمية الاكسجين المنحل يزداد حيث ان تراكيز تتراوح بين (350-610) كما هي موضحة في الشكل (9).

جدول (9): نتائج تركيز الأكسجين المنحل.

العينات	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
O_{2diss} (mg/l)	246.9	350	434	610	610



الشكل (10): منحنى بياني يمثل تغير تركيز الأوكسجين المنحل.

❖ **المناقشة:**

من خلال نتائج تركيز الأكسجين المنحل في العينة الخام منخفض وهذا راجع لوجود طبقة(هيدروكربونات) تحجب أكسجين الهواء من دخوله في الماء.

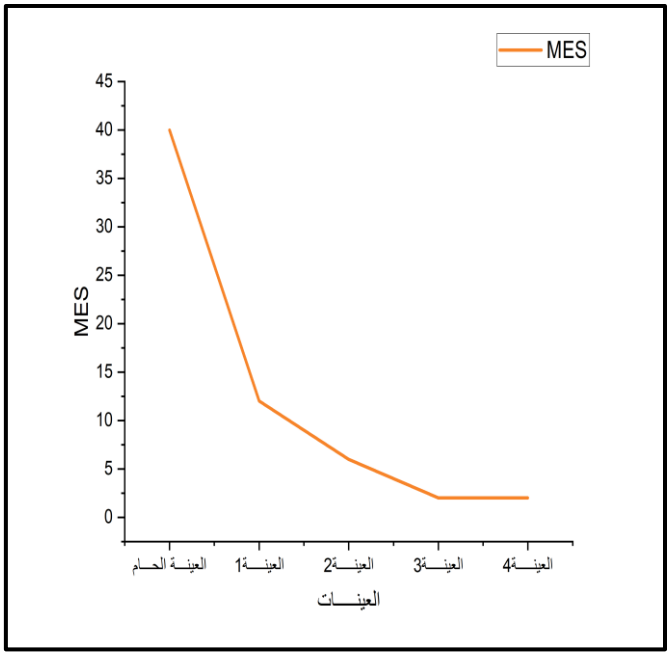
تبين النتائج بعد المعالجة أن تركيز الأكسجين المنحل مرتفع وهذا يعود إلى إزالة الطبقة الزيتية (الهيدروكربونات) وتشبع الأكسجين في الماء أكدت فعالية هذا العينة 2 ذات الكتلة10 ملغ.

IV-6-المواد العالقة(MES) :

بينت نتائج الجدول (10) أن تركيز المواد العالقة ينخفض حيث يتراوح بين (2-12) كما هو موضح في الشكل (11).

جدول (10): نتائج تركيز المواد العالقة MES.

العينة	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
MES (mg/l)	40	12	6	2	2



الشكل (11): منحنى بياني يمثل تركيز المواد العالقة.

❖ **المناقشة:**

بينت نتائج في العينة الخام أن تركيز المواد العالقة مرتفع وهذا راجع لوجود ملوثات سامة (تسبب أمراض) مثل (المعادن الثقيلة، البكتريا، الطين) مما تسبب عكرة الماء أي تعيق اختراق الضوء في الماء وتسبب زيادة في DCO وDBO_5 وتحجب الضوء من وصوله في الماء.

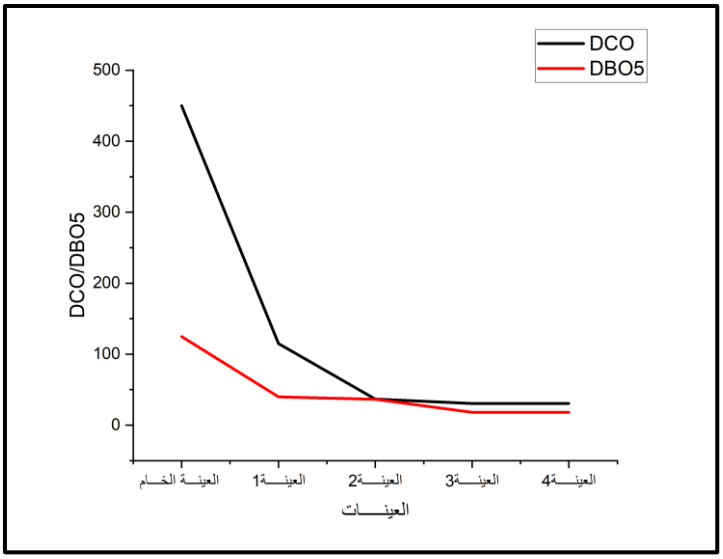
تركيز المواد العالقة منخفض بعد المعالجة يشير هذا إلى إزالتها أثبتت فعاليتها العينة 3 ذات الكتلة 15ملغ.

IV-7-الطلب الكيميائي والحيوي الأوكسجين (DCO وDBO_5):

بينت النتائج المتحصل عليها في الجدول (11) أن تركيز DCOوDBO_5ينخفض بعد المعالجة كما هو موضح في الشكل (12).

جدول (11): يوضح نتائج تركيز ال DCOوالDBO_5.

العينات	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
DCO (mg/l)	450	115	36.9	30.6	30.6
DBO_5(mg/l)	125	40	36.5	18.01	18



الشكل (12): منحنى بياني يمثل تركيز DCO وDBO_5.

❖ **المناقشة:**

من خلال نتائج نلاحظ تركيز DCO أكبر من DBO_5 في العينة الخام وهذا راجع لوجود مواد غير عضوية غير قابلة لتحلل لبيولوجي مثل المعادن الثقيلة.

$$DBO/DCO<0.3$$

$$125/450 \quad =0.27$$

من خلال النسبة بينت أن نوع التلوث كيميائي أقل من 0.3.

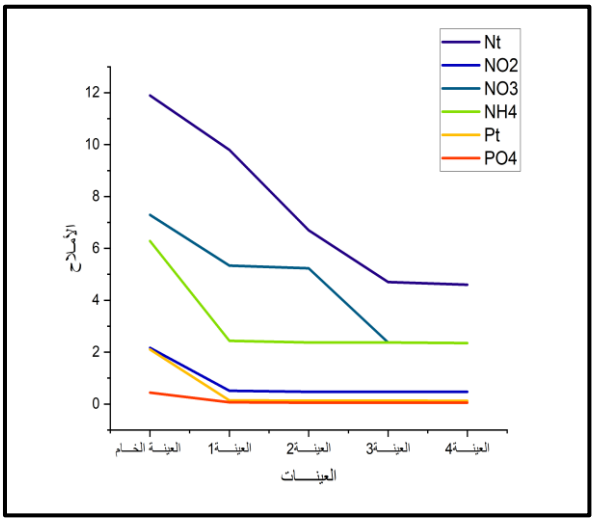
بينت النتائج بعد عملية المعالجة انخفاض تركيز كل DCOو DBO_5وهذا ناتج عن إزالة العناصر الثقيلة الغير قابلة لتحلل البيولوجي، أكدت فعاليتها العينة 3 ذات الكتلة 15 ملغ.

IV-8- الأملاح:

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (12) أن تراكيز الأملاح تنخفض بعد عملية المعالجة كما هو موضح في الشكل (13).

جدول (12): نتائج تركيز الأملاح

العينات	العينة الخام	العينة1	العينة2	العينة3	العينة4
Nt(mg/l)	11.9	9.8	6.7	4.7	4.6
NO_2^-(mg/l)	2.17	0.513	0.470	0.470	0.470
NO_3^-(mg/l)	7.29	5.34	5.21	5.21	5.13
NH_4^+(mg/l)	6.29	2.44	2.37	2.37	2.35
Pt(mg/l)	2.10	0.136	0.129	0.128	0.122
PO_4^-(mg/l)	0.44	0.07	0.05	0.049	0.049



الشكل (13): منحنى بياني يمثل تركيز الأملاح في المياه المعالجة.

❖ المناقشة:

من خلال النتائج المتحصل عليها تركيز الأملاح الذائبة مرتفع وهذا ناتج عن المياه الجوفية ذات طبيعة ملحية وهذا ما أكدته قيم الناقلية سابقا

من خلال النتائج بعد المعالجة أن تركيز الأملاح الذائبة منخفض وهذا لفاعلية المادة المازة أكدت النتائج هذه العينة 2 ذات الكتلة 10 ملغ

IV-9- المواد الهيدروكربونية(OIW) والمعادن الثقيلة:

يوضح الجدول (13) نتائج تحليل امتصاص (لتركيز بدلالة الزمن) المواد الهيدروكربونية والمعادن الثقيلة.

جدول(13): يمثل نتائج امتصاص المعادن الثقيلة وOIWبدلالة الزمن.

الزمن / العناصر	As (mg/L)	Hg (mg/L)	Cd (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)	OIW (mg/L)
T0	2.672	0.101	0.493	0.816	2.467	685

الزمن / العناصر	As (ug/L)	Hg (ug/L)	Cd (ug/L)	Ni (ug/L)	Pb (ug/L)	OIW (mg/l)
T1= 10 min	2351.826	72.24	382.613	61.394	95.357	408
T2= 20 min	824.612	50.34	60.351	21.468	65.254	298
T3= 30 min	195.341	15.69	12.372	9.521	36.429	142
T4=40min	1.065	0.519	1.042	0.438	1.983	5.5

❖ حركية الإمتزاز:

لتحديد حركية الإمتزاز لخمس معادن ثقيلة الزرنيخ، الزئبق، الكاديوم، النيكل، الرصاص ونسبة الهيدروكربونات الموجودة OIW في الماء المشبعة بالهيدروكربونات. من خلال العلاقة بين $\ln(C_0/Ct)$ والزمن، وأيضا1/Ctوالزمن من خلال الأشكال (14) (15)

- نموذج الامتزاز من الدرجة الأولى:

$$\ln C_0 = K_1 t + \ln C_t$$

- نموذج الامتزاز من الدرجة الثانية:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_0} + K_2 \times t$$

قمنا بحساب الكتلة الممتزة لخمس معادن ثقيلة والهيدروكربونات من خلال الشكل (16)

تحسب كمية المادة المازة بعلاقة التالية:

$$qt = \frac{(C0 - Ct)\, V}{m}$$

q_t : كمية المادة المازة(mg/g)

C_0: التركيز الابتدائي للمادة الممتزة(mg/l)

C_t: تركيز المادة الممتزة عند لحظة زمنية معينة(mg/l)

V : حجم المحلول(ml)

m : كتلة المادة المازة(mg)

يمكن تحديد مردود الإمتزاز المعادن الثقيلة ونسبة الهيدروكربونات الموجودة في الماء البترولي من خلال العلاقة التالية:

$$R(\%) = \frac{(C0 - Ct)V}{m} \times 10$$

$$qe = \frac{(C0 - Ce) \times V}{m}$$

qe:كمية المادة المازة عند الاتزان(ug/g).

C0: تركيز الابتدائي للمادة الممتزة(ug/l).

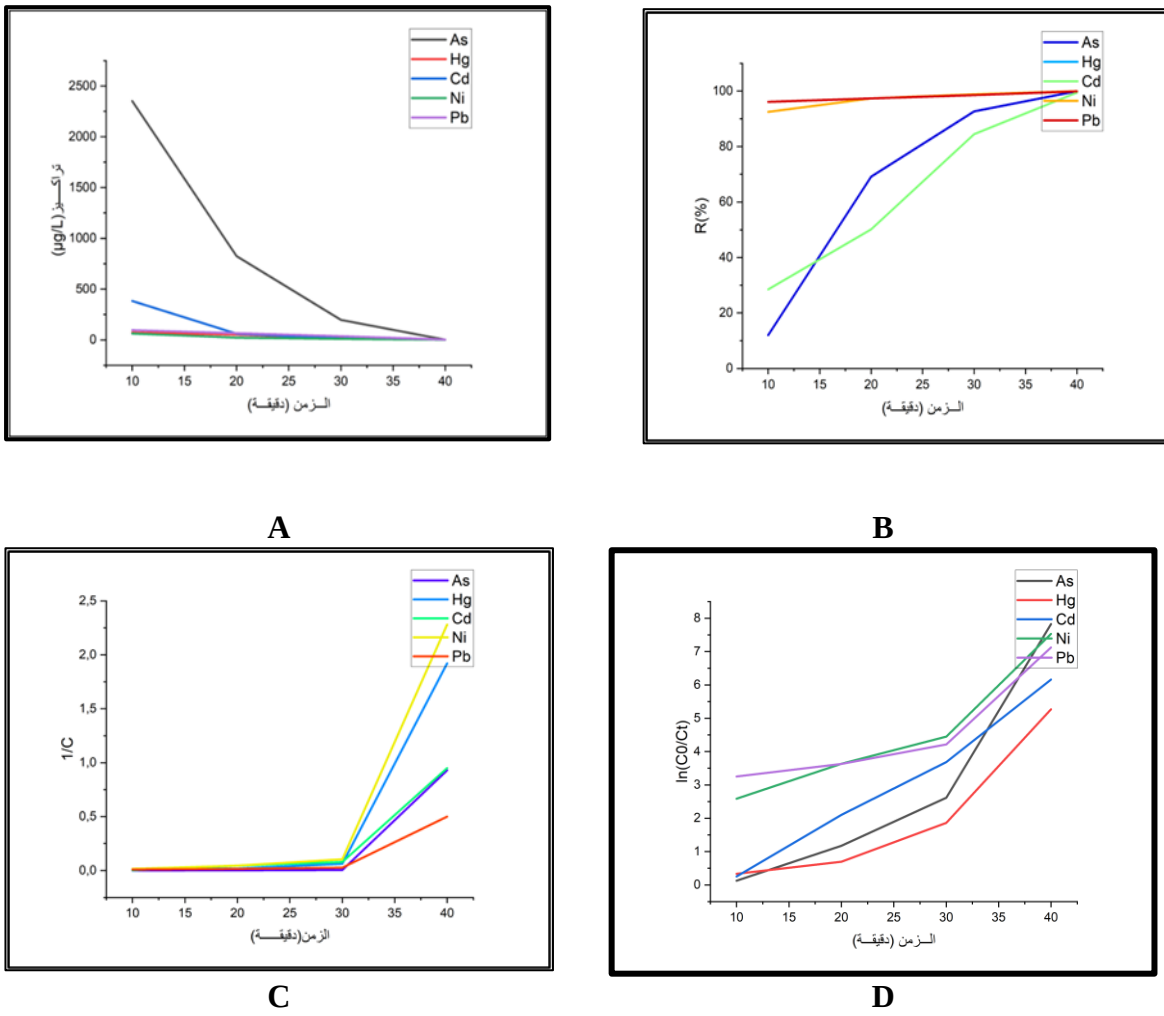
Ce: تركيز المادة الممتزة عند التوازن(ug/l).

m: كتلة المادة المازة(ug) .

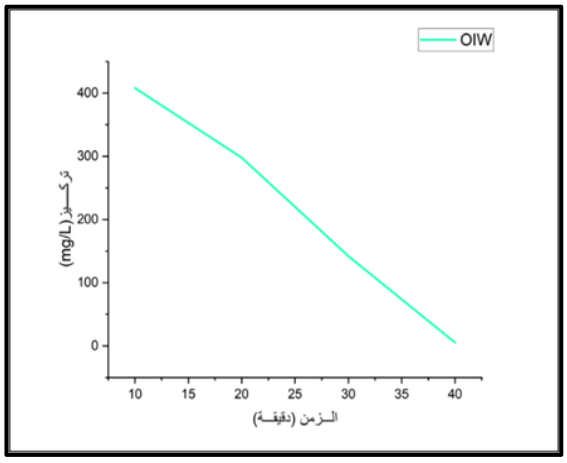
حساب المردود عند التوازن

$$Re(\%) = \frac{(C0 - Ce)}{C0} \times 100$$

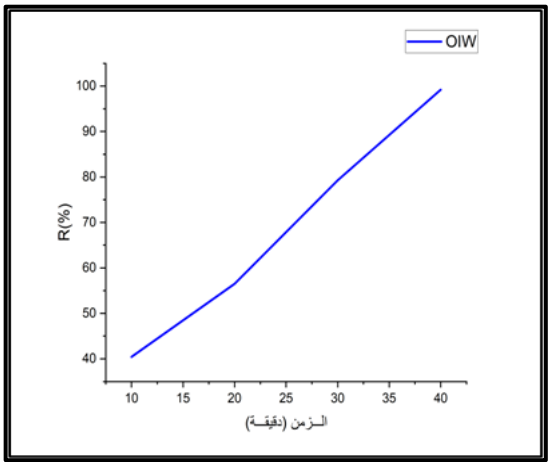
Re:مردود عند التوازن(%).



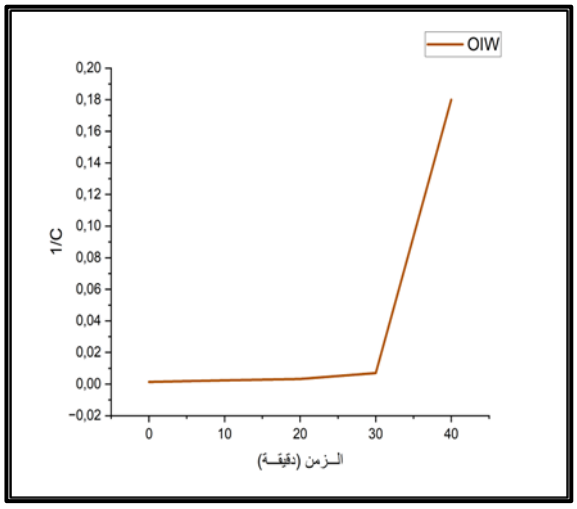
الشكل(14):A:تركيز امتصاص المعادن بدلالة الزمن B: المردود بدلالة الزمن C: 1/Ctبدلالة الزمن D: ln(C0/Ct) بدلالة الزمن.



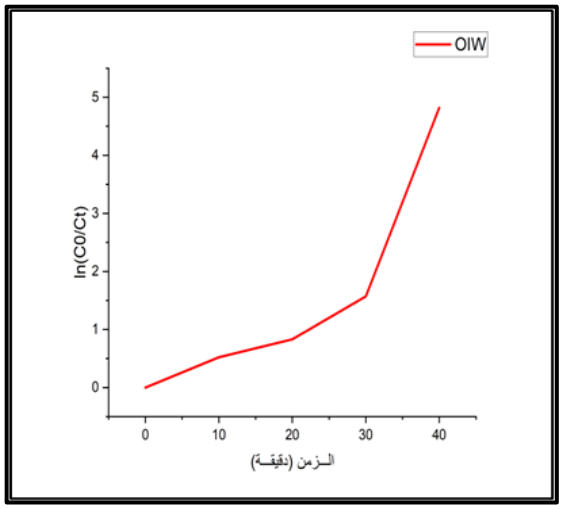
A



B



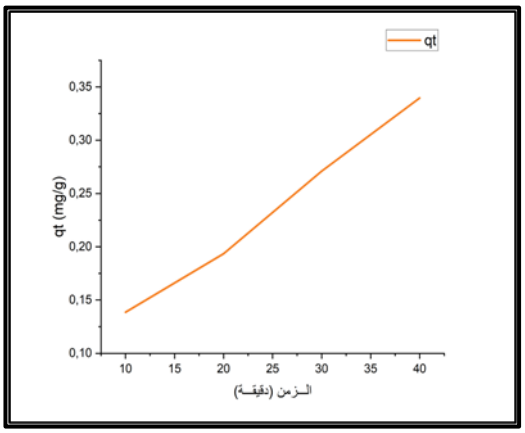
C



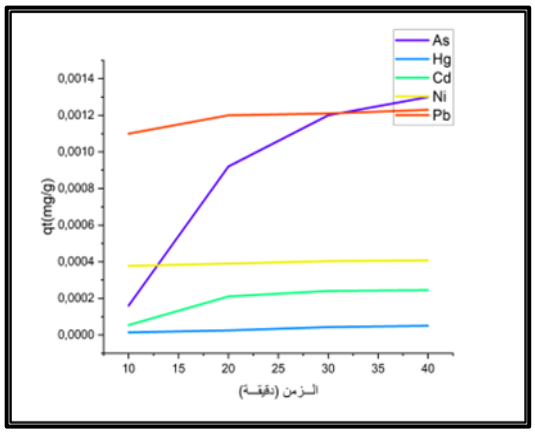
D

الشكل(15):a:تركيز امتصاص OIW بدلالة الزمن. b: المردود بدلالة الزمن. c:1/Ct بدلالة الزمن.

d:ln(C0/Ct) بدلالة الزمن.



A



B

الشكل(16) : منحنى بياني يمثل qt بدلالة الزمن للمعادن الثقيلة وOIW.

❖ المناقشة:

أكدت النتائج من خلال حركية الإمتزاز أن الإمتزاز من الدرجة الأولى وأن المادة الممتزة لها مردود عالي في إزالة خمس معادن الزرنيخ، الزئبق، النيكل، الكادميوم، الرصاص و OIW، يقدر ب 90_ 100% وهذا في مدة 40 دقيقة.

الجدول(14): النتائج المتحصل عليها من دراسة حركية المعادن الثقيلة و(OIW).

العناصر	الزمن(دقيقة)	qt (ug/g)	K1	K2	Ce (ug/l)	qe (ug/g)	Rt(%)	Re(%)
As	10	0.00016	0.0127	0.00000509			11.98	
	20	0.00092	0.0587	0.00000419	1.065	0.001335	69.13	99.96
	30	0.0012	0.0871	0.000158			92.68	
	40	0.0013	0.195	0.0235			99.96	
Hg	10	0.000014	0.0335	0.000394			28.47	
	20	0.000025	0.0348	0.000498			50.15	
	30	0.0000426	0.062	0.2145	0.519	0.0000502	84.46	99.48
	40	0.00005	0.132	0.0479			99.48	
Cd	10	0.0000541	0.0255	0.0000585			22.39	
	20	0.00021	0.104	0.000727			87.75	
	30	0.0002403	0.123	0.00262	1.042	0.00024	97.49	99.78
	40	0.000245	0.154	0.0239			99.78	
Ni	10	0.000377	0.258	0.0015			92.47	
	20	0.00039	0.181	0.00226	0.438	0.00040	97.36	99.94
	30	0.000403	0.148	0.00346			98.83	
	40	0.000407	0.188	0.057			99.94	
Pb								
	10	0.0011	0.325	0.001008			96.13	
	20	0.0012	0.181	0.000745			97.35	
	30	0.00121	0.1405	0.000901	1.983	0.00123	98.52	99.91
	40	0.00123	0.178	0.01259			99.91	
Oiw								
	10		0.0518	0.0000991			40.43	
	20		0.0416	0.0000947			56.49	
	30		0.0524	0.000186	5.5	0.33975	79.27	99.19
	40		0.1206	0.00045			99.19	

الخاتمة

تعد الصناعات البترولية والكيميائية سبب كبير في المشاكل التي تطرأ على البيئة وتدهورها وتهديد صحة الإنسان، وهذا بسبب المياه الناتجة عنها بكميات كبيرة وهذا ناتج عن التطور الصناعي، مما جعل عمليات التنقية باهظة الثمن ومعقدة .نظرا لأن المحافظة على البيئة تعتبر دور مهم في التنمية المستدامة، وهذا من خلال إيجاد حلول اقتصادية وصديقة للبيئة. من خلال بحثنا قمنا بدراسة مدى فعالية المادة المازة الطبيعية (الحجر الكلسي) في معالجة مياه الصرف البترولي، حيث أظهرت التحاليل الفيز وكيميائيةDBO5 و DCO وغيرها من التحاليل الأخرى نتائج ممتازة في إزالة ملوثات من المياه الصرف الصحي البترولي، بنسبة 90إلى حد 100%من بين هذه الملوثات المعادن الثقيلةAs ، Hg، Pb، Ni، Cdوالمواد الهيدروكربونية و مدى امتصاصها حوالي 40 دقيقة بأقل تركيز، مما يؤكد على مدى فعالية هذه المادة في تقنية الإمتزاز ، وهذا لامتلاكها مساحة نوعية كبير.أظهرت التحاليل FTIRو XRFمكانية المادة المازة كحل فعال وواعد ومستدام لتنقية المياه والمحافظة على البيئة، إذ لها تحديات كبيرة في محاربة وإزالة المعادن الثقيلة والمواد الهيدروكربونية والمواد العالقة وهذا من خلال النتائج المتحصل عليها من خلال دراسة حركية الإمتزاز.تعتبر المادة المازة الطبيعية صديقة للبيئة واقتصادية وذات مردودية فعالة لتحسين جودة المياه وإعادة استعمالها في العديد من المجالات لضمان استمرارية وبقاء الثروة المائية.

❖ الأفاق المستقبلية:

- استغلال المواد الجيولوجية (الأحجار) في الحلول التي يسعى إليها البحث العلمي، من خلال دراسة فعاليتها لكونها غير مضرة بالبيئة.
- يمكن تطويرها وزيادة فعاليتها إلى أن تصل إلى مياه الشرب.
- الاستغناء على المعالجات الكيميائية التي تعتبر باهظة الثمن.

قائمة المصادر والمراجع

❖ **القرآن الكريم (وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يومنون) الأنبياء الآية: 30**

مراجع

[1]: بن حليمة حميدة، تأثير المنتجات البترولية على البيئة، مذكرة ماستر، جامعة ابن خلدون تيارت، 2021/2020.

[2]: بن جلول فاطمة، إزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت باستخدام نباتTypha latifoliéبطريقة التدفق المهجن (شاقولي+أفقي)، شهادةماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2022/2021.

[3]: نعامي خولة، عزريرميصاء، دراسة نظرية حول تطبيقات المواد النانوية في معالجة المياه، شهادة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020/2021.

[4]: العابد إبراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي بمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، شهادة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2015/2014.

[5]: هدارنفيسة، قريدة أمال، معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط في منطقة الصناعية حوض الحمراء باستخدام كرب النخيل، شهادة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020/2018.

[6]: قراوي حمزة، أ–د–عبد الحميد دليمي، التلوث الماء وانعكاسه على صحة الإنسان، قسم علم الاجتماع، جامعة قسنطينة2، 2016.

[7]: كباس كوثر، صلوح سامية، تنقية المياه الملوثة: مقارنة بين محطتي تقرت (طريقة الحمأة المنشطة) ومحطة ورقلة (طريقة بحيرات)، شهادة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020/2019.

[8]: أ. م. محمد جواد شبع، التلوث النفطي للماء والكشف عنه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، قسم الجغرافيا كلية الأدب، جامعة كوفة، 2012.

[9]: أ.د. صلاح علي صالح فضل الله، التلوث البيئي وأثره على تنمية الاقتصادية الزراعية، السيوط لدراسات البيئية، العدد20، الصادرة في يناير 2001، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة جامعة السيوط.

[11]: أ.م. مي حميد محمد، أسبب تلث المائي ومصادره، تخصص علوم حياة وبيئة، جامعة قاسم الخضراء العراق، تقريب2011.

https://www.uoanbar.edu.iq/eStoreImages/Bank/9695.pdf

[12]: أ.م. كاظم هاشم حسن، التلوث والبيئة البحرية، كلية الزراعة، قسم الأسماك وثروة البحرية، جامعة البصرة العراق.

https://faculty.uobasrah.edu.iq/uploads/teaching/1694807919.pdf

[13]: أ. وفاء شمخي جبر، تلوث البيئي المحاضرة الرابعة تلوث النفطي، كلية العلوم، قسم الكيمياء، جامعة ديالى، تقريب2023.

[18]: بن الشجم خميس، بن الشجم الحاج، تسير ومعالجة النفايات البترولية_ شركة BASP في الجنوب الشرق الكبير، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة،

[22]: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول(أوبك)، تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات البتروكيمياويات، دولة الكويت، أبريل/نيسان 2019.

[24]: بواسطة سفر التكوين تكنولوجيا الماء، تقنيات المبتكرة والمتقدمة للمعالجة المياه المنتجة، 26ماي2023.

https://ar.genesiswatertech.com/blog-post/4-produced-water-treatment-/technologies-to-meet-regulations

[26]: م. د. جواد كاظم محمد، مراحل معالجة المياه الملوثة بالمشتقات النفطية، قسم الهندسة الكيميائية والصناعات النفطية، جامعة المستقبل بمصر، 2024/03/17.

https://human.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=6&newid=24264

[28]: م. رشيد الخولي، معالجة المياه الملوثة الحاوية على المشتقات النفطية، 29مجلة النقطة العلمية الصناعة والإبتكار، ديسمبر 2009.

[32]: أ.د. محمد مجدي واصل، أسس كيمياء السطوح، 2007، ص9.

[33]: أ.د. منير عبد العالي عباس الدعمي، أ. منال سامي عبد الرضا، الإمتزاز ، كلية التربية للعلوم الصرفة، قسم الكيمياء، جامعة كربلاء، 2024/70/2.

❖ مراجع باللغة الأجنبية

[10]: N. Qara’ an,"البحث عن أسباب تلوث الماء"

Sep, 1, 2024. [Abric : The search for Causes of water pollution]

:[14] Amira Saoula, (2024) ،Traitement des eaux usées de l’industrie pétrolier Cas: station déshuilage, Mémoire Master ،université Mohammed El-Bachir El-Ibrahim Bordj Bou Arreridj.

[15]: Sabi.A ; Amira. A (2015), Caractérisation des eaux usées industrielles de la raffinerie de Sbaa A, Mémoire Master, université Ahmed Draria Adrar.

[16]: Manfalouti Raja, (2023) ،Etude de la performance de la station d’épuration des eaux usée de Lyed -Médiouna, Mémoire Master, Filière d’ingénieur, université Hassani 2 de Casbalanca.

[17]: Mehammedia.A , TouatiTaliba.K, Evaluation de l’efficasité de la station d’épuration des eaux usées (STEP) de Guelma,Mémoire Master ،université 8mai1945Guelma.

[19]: Benlebna Mohammed,Namoune El hadj, KaddacheAzzeddine, (2021), Analyse des eaux usées de la zone 27(Raffinerie Arzew-Oran), Mémoire Master, université

[20]:Haoues Wissam , Nasser Allahah Mallika, (2019), Valorisation des eaux huile usées dans l'industrie petrolière, Mémoire Master, université KasdiMerbah Ouargla.

[21]:Daoudi Abd Allah,Dridi Abdel Karim, Nadja Abdel Hak , (2021) , Evaluation des paramètres de fonctionnement au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses , Mémoire Master ،université Elchahid Hamma La Khdar El oued.

[23]:Marco Bruni, Raju Shrestha, DortheeSpuhler , (الترسيب)المعالجة المركزيةSSWM University Course ،2020.

[25]:AhmedAhamed El Saroui, Industrialwastewater , Aqua Energy Expro,19 March2019.

[27]: Anna Kujawska ,WojciechKujawska, Comparative analysis of separation methods used for the elimination of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from water-A criticalreview, Separation and purification TECHNOLOGY ,2022.

[30]:PureAqua, Inc, Industrial and commercial reverse osmosis and water treatment system, ISO, 2015.

[35]:Karlwirth, X-Ray fluorescence (XRF) Macalester college ,Andy Barth ، Indiana university _purdue university,Indianapolis, 17may2007 .

❖ **مواقع الإنترنيت**

[29]:https://ar.pureaqua.com/reverse-osmosis-membranes/

[31] ROAGUA,28/02/2024.

https://www.roagua.com/ar/news/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-ultrafiltration-nanofiltration-and-reverse-osmosis-membranes-for-water-treatment/

[34]:https://www.intertek.com/analytical-laboratories/ftir/

الملاحق

الملحق 01:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

لية التكنولوجيا

كشف تربص تطبيقي

سم ولقب المتربص: نور الهدى مشوم التخصص: هندسة مدنية

مستوى التاهلي: ماستر 2 هندسة مدنية

كان التربص: ديوان التطهير لمدينة الوادي

الفترة من: 13 أفريل 2025 الى: 17 أفريل 2025

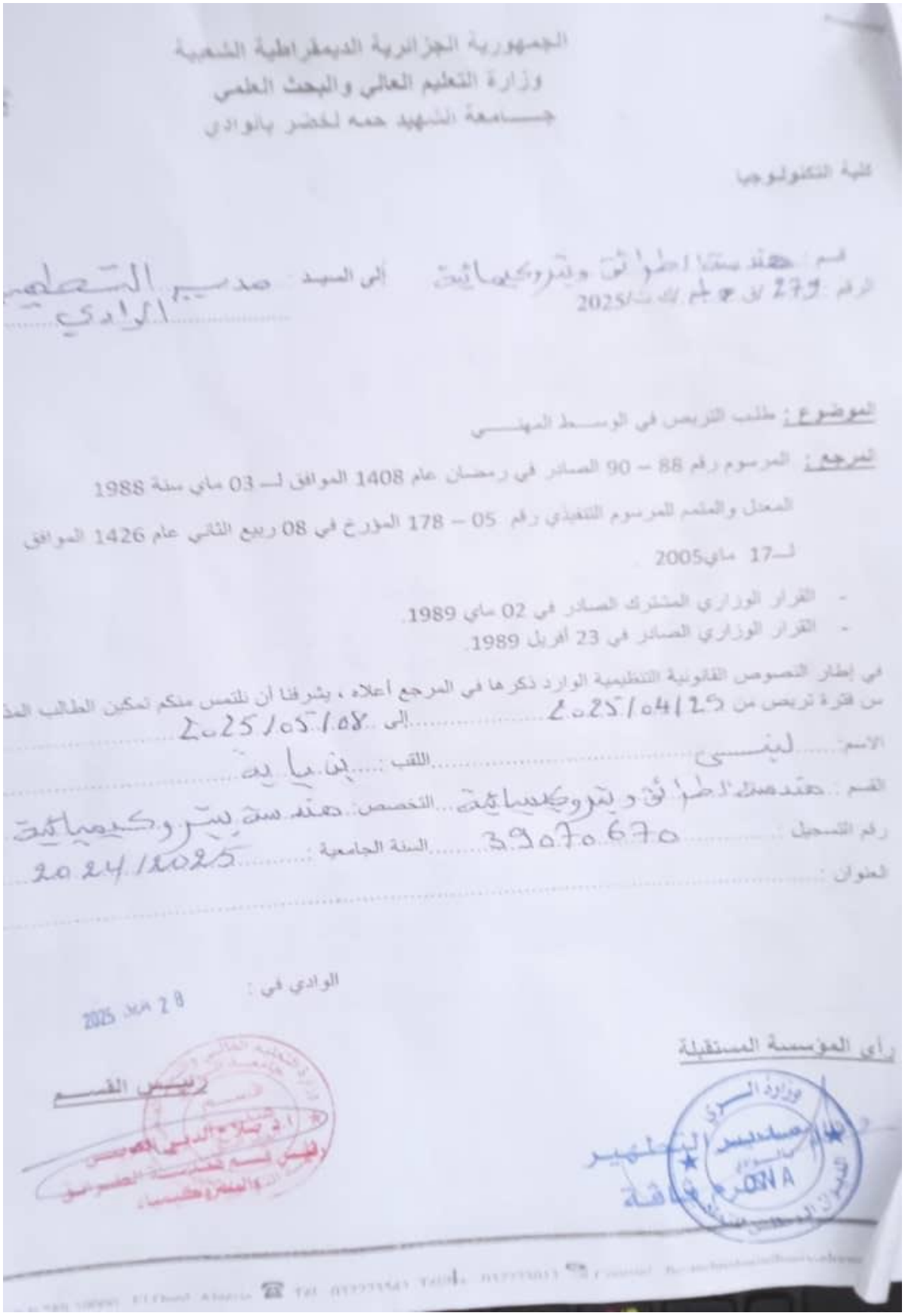
التطبيق	تقديرات المصلحة و الملاحظات (جيدا جدا، جيد، مقبول، دون المستوى)
احتـــــرام التـــوقيت	جيد جدا
الطـــــاعة و الانضباط	جيد جدا
العلاقات مع المسؤولين	جيد جدا
احترام قوانين المؤسسة	جيد جدا
النشـــــاط والمبادرة	جيد جدا

الملاحظات العامة

طالبة ملتزمة بالعمل أخلاقيا ذات إمكانيات ممتازة

المؤسسة المشرفة على التربص التطبي

رئيس محطة التصفية
حيطه حنيفة



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية التكنولوجيا

قسم: هندسة الطرائق والبتروكيمياء
الرقم: 279 ق ع ك ت/2025

إلى السيد: مدير التعليم الوادي

الموضوع: طلب الترخيص في الوسط المهني

المرجع: المرسوم رقم 88 – 90 الصادر في رمضان عام 1408 الموافق لـ 03 ماي سنة 1988
المعدل والمتمم للمرسوم التنفيذي رقم 05 – 178 المؤرخ في 08 ربيع الثاني عام 1426 الموافق
لـ 17 ماي 2005

- القرار الوزاري المشترك الصادر في 02 ماي 1989.
- القرار الوزاري الصادر في 23 أفريل 1989.

في إطار النصوص القانونية التنظيمية الواردة ذكرها في المرجع أعلاه، يشرفنا أن نلتمس منكم تمكين الطالب المذ
من فترة تربص من 2025/04/25 إلى 2025/05/08

الاسم: لبنى اللقب: بن بايه

القسم: هندسة الطرائق والبتروكيمياء التخصص: هندسة بتروكيمياء

رقم التسجيل: 39070670 السنة الجامعية: 2024/2025

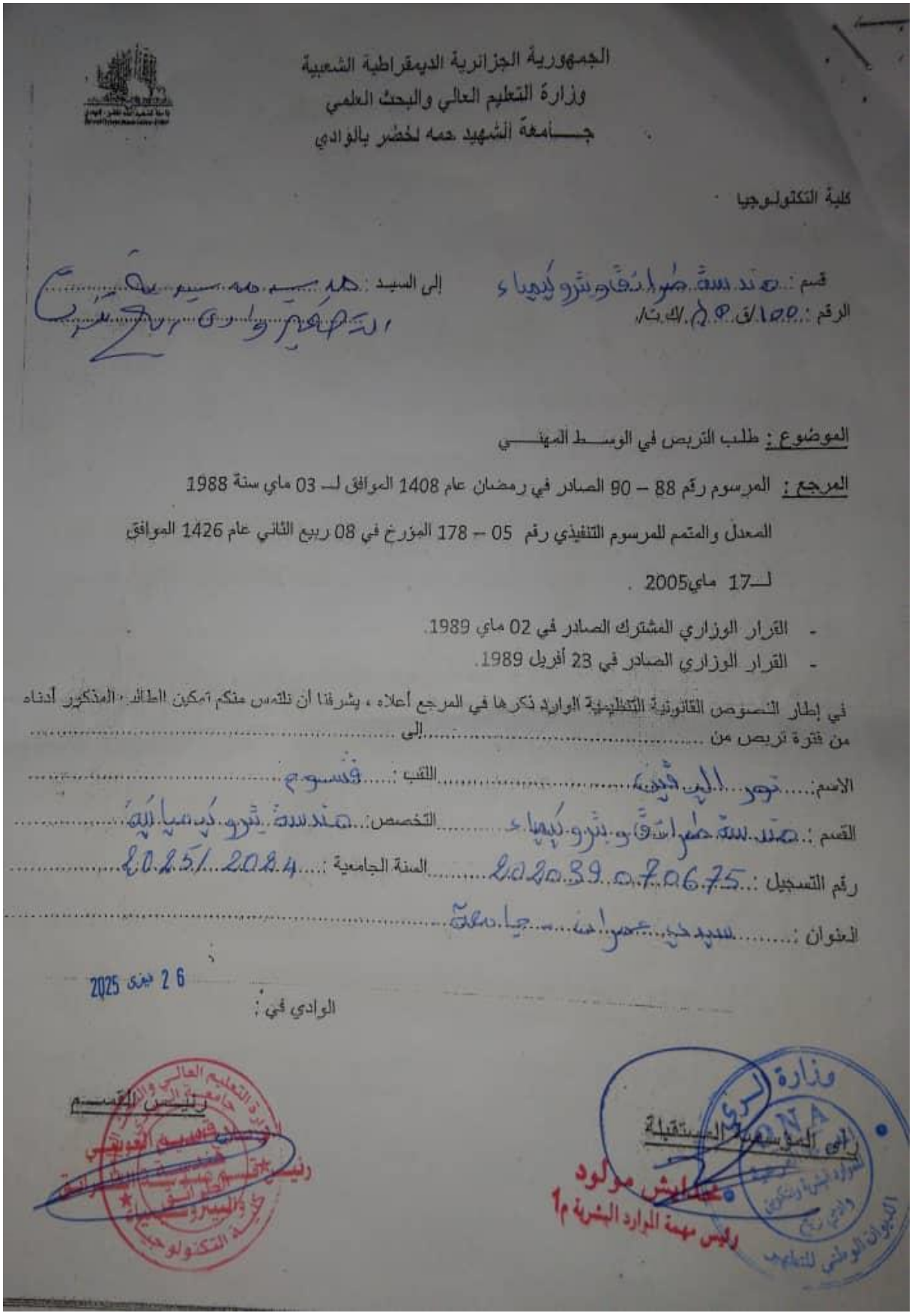
العنوان:

الوادي في: 2025 JAN 28

رئيس القسم

رأي المؤسسة المستقبلة

وزارة التربية الوطنية
مديرية التعليم
الوادي
ONA



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية التكنولوجيا

قسم : هندسة طرائق وتزويد بالماء
الرقم : ٥٥٥/ك.ت/

إلى السيد : مديرية الموارد البشرية

الموضوع : طلب التربص في الوســط المهنـــي

المرجع : المرسوم رقم 88 – 90 الصادر في رمضان عام 1408 الموافق لـ 03 ماي سنة 1988
المعدل والمتمم للمرسوم التنفيذي رقم 05 – 178 المؤرخ في 08 ربيع الثاني عام 1426 الموافق
لـ17 ماي2005 .

- القرار الوزاري المشترك الصادر في 02 ماي 1989.
- القرار الوزاري الصادر في 23 أفريل 1989.

في إطار النصوص القانونية التنظيمية الوارد ذكرها في المرجع أعلاه ، يشرفنا أن نلتمس منكم تمكين الطالب المذكور أدناه من فترة تربص من ..... إلى .....

الاسم: تومي الياس ثيني اللقب : قسوم

القسم : هندسة طرائق و تزويد بالماء التخصص: هندسة تزويد بالماء

رقم التسجيل : 2020390720675 السنة الجامعية : 2024/2025

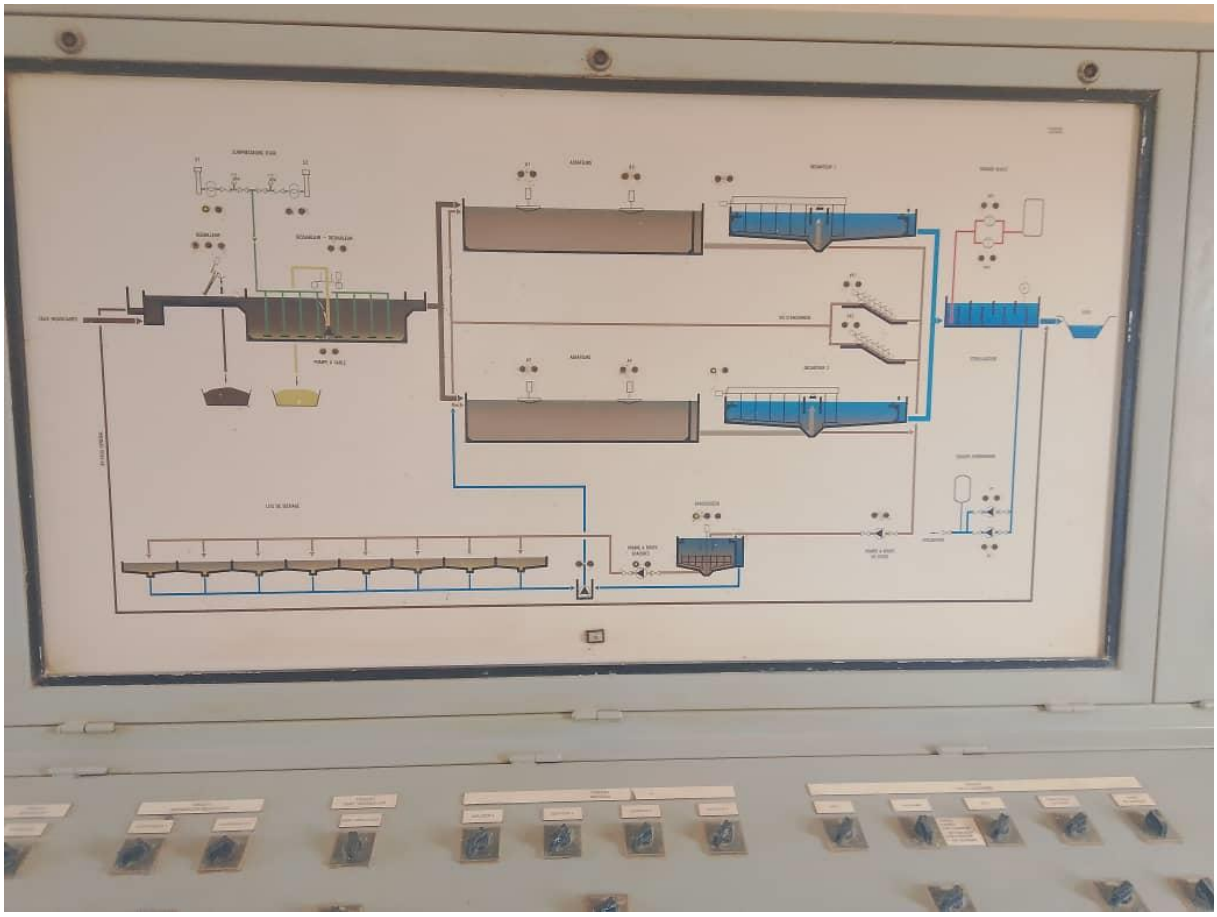
العنوان : سيدي عمران جامعة

2025 جوان 26

الوادي في :

رئيس القسم

وزارة الري
الديوان الوطني للتطهير
رئيس مهمة الموارد البشرية م ا



مخطط معالجة مياه بالحمأة المنشطة محطة تصفية تقرت.