

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل



مجلة بيئة الرافدين

مجلة معتمدة تصدر عن كلية علوم البيئة وتقاناتها

المجلد: 2 العدد: 1

ISSN: 2957-6601

كانون الثاني 2024

مجلة بيئة الرافدين

العدد 1

كانون الثاني 2024

المجلد 2

رئيس التحرير

الأستاذ الدكتور قصي كمال الدين الأحمد

أعضاء هيئة التحرير

الأستاذ المساعد الدكتور يسرى مجيد الشاكر (جامعة الموصل)

الأستاذ الدكتور محمد إبراهيم خليل (جامعة الموصل)

الأستاذ الدكتور محمود إسماعيل الجبوري (جامعة الموصل)

الأستاذ المساعد الدكتور رمزي رؤفائيل إبراهيم (جامعة صلاح الدين)

الأستاذ المساعد الدكتور أحمد الجنابي (جامعة الكوفة)

الأستاذ الدكتور سندس حميد مجيد (الجامعة المستنصرية)

الأستاذ المساعد الدكتور مريم عدنان إبراهيم (جامعة تكريت)

الأستاذ المساعد الدكتور رنا هادي حميد (الجامعة المستنصرية)

الأستاذ المساعد الدكتور جوان العيني (الأردن)

الأستاذ المساعد الدكتور عبد الجليل البدري (أمريكا)

الأستاذ المساعد الدكتور يوسف الكمري (المغرب)

مدير التحرير

الأستاذ المساعد الدكتور زهراء عز الدين دلال باشي

الشؤون الفنية والتنسيق

مبرمج أقدم نور سعد الطعان

البريد الإلكتروني: Raf.Env22@uomosul.edu.iq

رقم الإيداع في دار الكتب والوثائق ببغداد 2597 لسنة 2022

تعليمات النشر في مجلة بيئة الرافدين

1. تنشر المجلة البحوث العلمية (النظرية والتطبيقية) في مجالات البيئة في علوم البيئة والعلوم ذات الصلة بها كالبايولوجي والكيمياء والهندسة والطب والزراعة وغيرها.
2. المجلة فصلية حسب قرار الوزارة وسيحدد عدد إصداراتها في السنة اعتماداً على عدد البحوث التي تقدم للنشر فيها.
3. يجب أن تكون البحوث غير منشورة أو مقبولة للنشر في مجلات أخرى.
4. يكون طبع البحث باستخدام نظام معالج النصوص (Microsoft Word) ونوعية الخط باللغة الإنكليزية (Times New Roman) بحجم خط (12) وباللغة العربية نوعية الخط (Simplified Arabic) وبحجم خط (12) ويجب استعمال الحروف العربية الأصلية (1,2,3) خلال البحث، أما عنوان البحث (عربي وإنكليزي) فيكون بحجم (16) وأسماء الباحثين بحجم (12) غامق مائل، وتكون العناوين الرئيسية ضمن المتن بحجم (14) وتدرج الأشكال والصور بهيئة أمام النص.
5. تطبع البحوث على ورق (A4) وذلك لتسهيل طبع الأشكال والمقاطع والجداول، مع ترك مسافة (2.5) من جميع الجهات للبحوث العربية والإنكليزية، تكون المسافة بين الأسطر (Single Space) وبحيث لا يتجاوز عدد الأسطر على (48) سطراً مع ضرورة مراعاة نفس الأبعاد على الصفحات المتضمنة الأشكال والخرائط والرسوم التوضيحية والجداول - إن وجدت في البحث - والتي تطبع على أوراق مستقلة وترقم حسب تسلسلها في متن البحث.
6. يكون ترتيب البحث كالآتي:
 - أ. عنوان البحث
 - ب. إسم الباحث أو الباحثين بدون اللقب العلمي وعناوينهم
 - ج. ملخص البحث باللغة العربية أو الإنكليزية، والملخص الأول يجب أن يكون في نفس لغة البحث ويحتوي الملخص الثاني على إسم الباحث والباحثين.
 - د. المقدمة وتتضمن موقع الدراسة والهدف من البحث ومعلومات أخرى مثل جمع النماذج والمصطلحات الدالة (Key Words).
 - هـ. طرق العمل. و. النتائج والمناقشة والإستنتاجات. ح. المصادر.
7. تقدم ثلاث نسخ من البحث المطلوب نشره مع الشفافيات الأصلية والصور الملونة (إن وجدت) ويتم تقديم طلب للتقديم والنشر ويدون فيه إسم الباحث الثلاثي وأسماء الباحثين باللغتين العربية والإنكليزية E-mail (إن وجد) وعنوان الباحث الكامل أو الباحثين وتوضع علامة النجمة على إسم الباحث الذي تتم المراسلة معه.
8. يجب أن تكون الصور والأشكال والجداول مطبوعة بشكل واضح. وتثبت مقياس الرسم على الأشكال وحجم التكبير على الصور ويكون الشرح (Caption) للجداول فوقها والصور والأشكال تحتها أو على ورقة منفصلة. وتعد الصور أشكالاً (Figures) إذا كان عددها لا يزيد على ثلاثة، ولوحات إذا زادت عن ذلك، وتعد كل أربعة صور فأكثر لوحة واحدة، ويشار إلى الصور كجزء من رقم اللوحة. (مثلاً إما (لوحة 2 شكل 3) أو (لوحة C:2)).

9. في حالة إحتواء البحث على التحاليل بإستعمال أجهزة يطالب الباحث بتدوين نوع الجهاز وموقع المختبر وتاريخ التحليل بصورة واضحة مع إقرار رسمي من قبل القسم أو الجهة التي أجريت فيها التجارب.
10. يجب أن تكتب الأسماء العلمية للكائنات (ضمن الممالك الخمسة المختلفة) بالخط المائل (*Italic*) مع ذكر لمصنفها في بداية البحث.
11. يشار للمصدر في المتن بكتابة الإسم الأخير للباحث والسنة وإذا إشتراك باحثان فيكتب إسمهما مع السنة أما إذا كان الباحثون ثلاثة أو أكثر فيذكر إسم الباحث الأول مع لاحقة (*etal.*) والسنة بالنسبة للبحوث المكتوبة باللغة الإنكليزية، أما البحوث المكتوبة باللغة العربية فيذكر إسم الباحث الأول وآخرون مع السنة إذا كانوا ثلاثة أو أكثر.
12. ترتب المصادر في قائمة المصادر حسب الأحرف الهجائية (*Alphabetical*) للإسم الأخير وتدون جميع أسماء الشهرة أو العائلة (*Surname*) للباحثين مع الحرف الأول للأسماء الشخصية أو الأسماء الشخصية الكاملة للمصادر العربية وبدون ترقيم المصادر ولا توضع سنوات النشر بين قوسين، وبالنسبة للبحوث المأخوذة من مجلات تنزل على الشكل الآتي:
- إسم الباحث أو الباحثين، سنة النشر، عنوان البحث، إسم المجلة، رقم المجلد، رقم العدد (إن وجد)، أرقام الصفحات، مثال:
- العود، محمد رشيد و قشوط ، صالح محمد وسلامة ، احمد محمد ومسعود ،فتحي عبدالعزيز(2015) "النفائات البلاستيكية وآثارها على البيئة والإنسان والطرق الحديثة للاستفادة والتخلص منها". مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية ،المجلد (1)،العدد (2).ديسمبر .
- Lopes, J. M., Marques, N. C., dos Santos, M. D. d. M. C., Souza, C. F., Baldissera, M. D., Carvalho, R. C., *et al.* (2020) Dietary limon Citrus× latifolia fruit peel essential oil improves antioxidant capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. *Aquaculture Research*, **51**, 4852–4862.
13. إذا كان المرجع رسالة ماجستير أو دكتوراه: يكتب إسم صاحب الرسالة بدءاً بإسم العائلة أو الشهرة، السنة، عنوان الرسالة، إسم الجامعة، القطر، أرقام الصفحات. مثال:
14. في حالة إستخدام بحوث مأخوذة من الإنترنت يكتب المصدر كاملاً مضافاً إليه المعلومات من الموقع:
- Bs.html, Accessed June, @, 2000 www.press.edu/jep/03-01/Ejc
15. أjour نشر البحث الواحد (15) صفحة هو (100000) مائة ألف دينار ويدفع الباحث (3000) ثلاثة آلاف دينار لكل صفحة إضافية حسب تعليمات جامعة الموصل.

16. تحتفظ هيئة التحرير بحقها في حذف أو إختزال بعض الجمل لأغراض الضبط اللغوي وكذلك في إعادة مواقع الصور , الأشكال والجداول لتتماشى مع نهج التحرير .

17. تكون قرارات هيئة التحرير نهائية في حالة رفض البحث وتحتفظ بكافة الأوليات لديها وفي حالة رغبة الباحث بالإطلاع على أسباب الرفض يتوجب عليه تقديم طلب رسمي للمجلة.

18. بعد نشر البحث وظهوره في المجلة تقوم هيئة التحرير بإتلاف كافة أوراق البحث وليس من حق الباحث المطالبة بها في أي حال من الأحوال.

19. يحق للباحث المطالبة بسحب بحثه وهو قيد التقييم وذلك بتقديم طلب خطي ودفع أجور تحكيم البحث.

20. ترسل البحوث إلى العنوان الآتي:

أ. مدير تحرير مجلة بيئة الرافدين

كلية علوم البيئة وتقاناتها , جامعة الموصل , الموصل , جمهورية العراق.

ب. أو عن طريق البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة: Raf.Env22@uomosul.edu.iq

الفهرس

قياس الملوثات الغازية المنبعثة من المولدات الكهربائية في مدينة الموصل	عمر قاسم عثمان، قصي كمال الدين الاحمدي، علاء نبيل حمدون 1
تقييم العناصر الثقيلة في ترب مختلفة من مناطق متعددة ضمن مدينة الموصل	مهند تحسين بك، قصي كمال الدين الاحمدي، علاء نبيل حمدون 14
المعالجة الميكانيكية لأنواع مختارة من الفضلات البلاستيكية (بولي اثيلين تيرافثاليت (PET)، والبولي اثيلين (PE))	نصير صالح الجبوري، قصي كمال الدين الاحمدي، طه احمد الطيار 28
تأثير التلوث البيئي في وظائف الكبد و الكلى للأفراد من مناطق بيئية مختلفة (الحضرية و الريفية)	رنين محمد الشريفي ، زهراء عزالدين دلال باشي 42
المعالجة التحفيزية لتنقية كبريت خام المشارق من الشوائب البيتومينية	اسلام كمال سعيد الطائي ، عماد عبد القادر الدبوني 55

قياس الملوثات الغازية المنبعثة من المولدات الكهربائية في مدينة الموصل

¹ عمر قاسم عثمان، ² قصي كمال الدين الاحمدي، ³ علاء نبيل حمدون

¹ قسم علوم البيئة، كلية علوم البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

² أستاذ هندسة البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

³ استاذ مساعد جيولوجي، جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ الإستلام 2023/8/5, تاريخ المراجعة 2023/9/1, تاريخ القبول 2023/9/9

الملخص

شهدت البيئة العراقية في الفترة الماضية العديد من الأحداث والمشاكل التي سببتها الحروب في تدمير البنى التحتية والأنظمة البحثية بما فيها منظومة الكهرباء، وقد سبب انتشار هذه المولدات في مشاكل كبيرة، خاصة في الجانب البيئي فيما يتعلق بمسألة التلوث. في هذه الدراسة تم اختيار مدينة الموصل لغرض قياس غاز (H₂S) وغاز (SO₂) وغاز (NO₂) الناتج عن عادم المولد، حيث تم اختيار (18) مولدة في كل جانب من المدينة بمعدل (36) مولدة. وتمت عملية قياس الغازات الخارجة من عوادم المولدات مع ارتفاع العادم، وتعتبر هذه الطريقة أفضل طريقة لقياس الغازات ولكن مع مراعاة المسافات المختلفة وهي (2، 5، 8) متر. واستنتجت الدراسة إلى أن هناك اختلافات واضحة بين تراكيز الغازات من مولد إلى آخر، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف القدرة التوليدية للمولدات بالإضافة إلى عمر المولد، ونتائج البحث التي أظهرت الدراسة أن معظم النتائج بالنسبة للغازات (ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين) كانت أعلى من الحدود العالمية والعراقية المسموح بها للملوثات الغازية.

الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء، المولدات الكهربائية، SO₂, H₂S, NO₂, الموصل.

Monitoring The Gases Emitted from Electric Generators in Mosul City

Omar Qasim Othman^{1*}, Kossay Kamaladeen Al-Ahmady², Alaa Nabil Hamdon³

¹ Department of environment science, College of Environment sciences and its technologies, University of Mosul, Mosul, Iraq.

² Professor of Environmental Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.

³ Remote sensing center, University of Mosul, Mosul, Iraq

(Received 5/8/2023 , Revised 18/8/2023 , Accepted 9/9/2023)

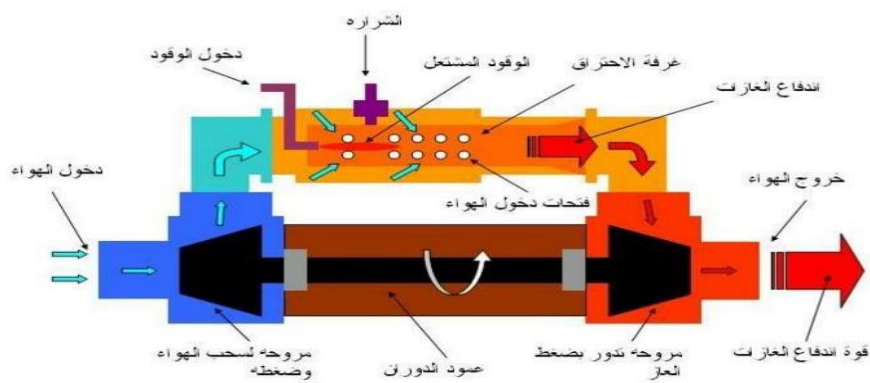
Abstract

In the last period, the Iraqi environment witnessed many events and problems caused by the wars and the destruction of the infrastructure and research systems, including the electricity system, the spread of these generators caused major problems, especially in the environmental aspect, with regard to the issue of pollution. In this study, the city of Mosul was chosen for the purpose of measurement gas (H₂S), gas (SO₂) and gas (NO₂) resulting from the exhaust of the generator, as (18) generators were selected in each side of the city with an average of (36) generators. The process of measuring the gases coming out of the generator exhausts was done with the height of the exhaust, and this method is the best way to measure the gases, but taking into account the different dimensions, which are (2, 5, and 8) meters. The research concluded that there are clear differences between the concentrations of gases from one generator to another, and the reason for this is due to the difference in the generating capacity of the generators in addition to the age of the generator, and the results of the study showed that most of the results for gases (sulfur dioxide, nitrogen dioxide and hydrogen sulfide) were higher than the permissible global and Iraqi limits for gaseous pollutants.

Keywords: Air pollution, Electric generators, SO₂, NO₂, H₂S, Mosul.

المقدمة

تلوث الهواء هو اضطراب النظام البيئي للهواء وذلك بسبب كميات الإطلاق الكبيرة من الغازات والعناصر المتصلبة، مما يتسبب في أحداث تغير كبير في طبيعة وحجم العناصر المختلفة في الهواء، والتي يتحول معظمها إلى عناصر ضارة تسبب الكثير من الضرر للكائنات الحية، وقد توسع مفهوم تلوث الهواء حتى شمل الضوضاء (Jaber, 2011). وشهدت البيئة في العراق في العقود الثلاث الماضية أحداثاً ومشاكل كبيرة نتيجة الحروب وما خلفتها من تدمير للبنى التحتية وللمنظومات الخدمية كالكهرباء (Maslah, 2021)، حيث عانى هذا القطاع من ضعف كبير أدى إلى اعتماد العوائل العراقية على مولدات الديزل وتعتبر هي أحد مصادر تلوث الهواء الناتج عن الغازات المنبعثة من احتراق وقودها وما تسببه من مشاكل كبيرة في الجانب البيئي. والشكل (1) يمثل مخطط توضيحي لمولدات الديزل:



شكل (1) مخطط توضيحي لمولدة الديزل
(Al-Rawi and others, 2013)

ومدينة الموصل كبقية المدن العراقية التي تعاني من اضطراب ونقص حاد في توزيع الكهرباء مما دفع الاهالي الى استخدام المولدات في المناطق لسد هذا النقص في التجهيز حيث يوجد حاليا في مدينة الموصل حوالي (2670) مولدة ذات قدرات مختلفة (150-250-350) KVA (Generators Committee, 2022).

وصف منطقة الدراسة

في هذه الدراسة تم اختيار مدينة الموصل لغرض دراسة الآثار التي تسببها المولدات في جانبي المدينة حيث تم اختيار المولدات في المناطق الأكثر انتشارا للسكان، وتقع محافظة نينوى في الجزء الشمالي من العراق، وتضم (10) اقلية وتشكل داخلها (31) ناحية، تتميز مدينة الموصل بمناخ شبة جاف حيث يكون الصيف جافا وحارا واحد الاسباب هو ارتفاعها القليل فوق سطح البحر الذي لا يتجاوز 225 مترا وتنخفض درجات الحرارة الى ما تحت الصفر وتصل كمية الامطار السنوية الى 375 ملم ويسقط الثلج أحيانا في فصل الشتاء (Central Bureau of Statistics, 2018). وفي الجدول (1) و(2) يوضح المولدات التي تم اختيارها لغرض الدراسة في مدينة الموصل مع ذكر مواقع المولدة وقدراتها.

الجدول (1) مواقع المولدات المقاسة في الجانب الأيسر وقدراتها

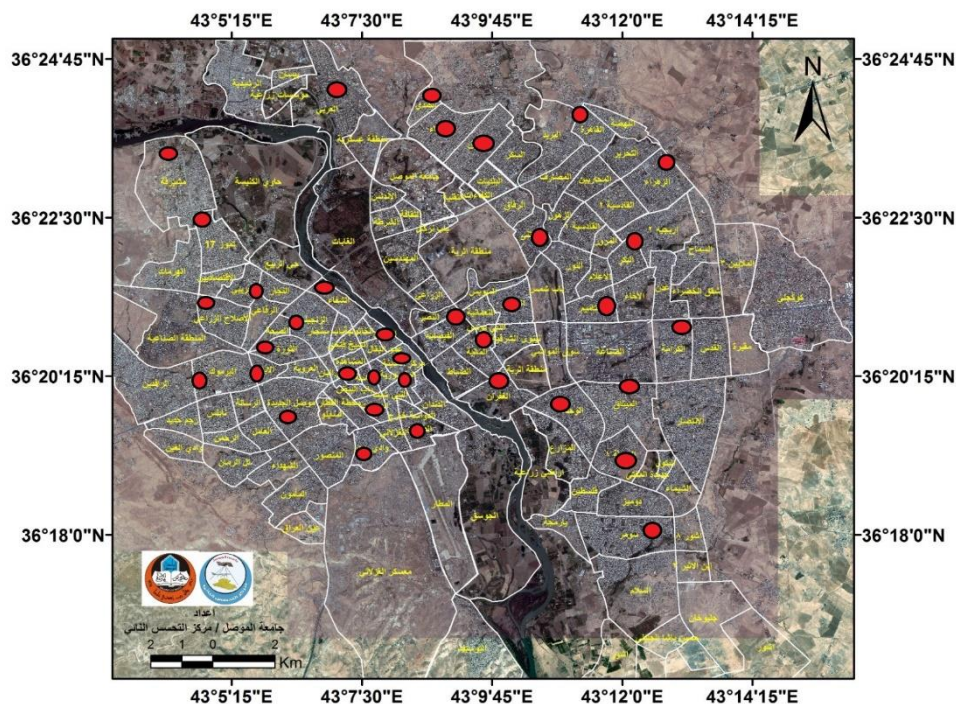
التسلسل	اسم المولدة	دائرة عرض	موقع المولدة	خط طول	قدرة المولدة (KVA)
1	الحدياء	36°22'11.9	43°10'19.5	350	
2	الصديق	36°23'27.5	43°09'25.6	250	
3	الكندى	36°24'16.7	43°09'00.4	250	
4	العربى	36°23'55.9	43°07'17.8	350	
5	المثنى	36°22'11.9	43°10'19.5	350	
6	التأميم	36°21'05.8	43°11'01.8	250	
7	الغفران	36°19'56.9	43°10'17.7	350	
8	الفصيلية	36°20'54.7	43°08'55.3	150	
9	المالية	36°20'48.9	43°09'18.5	350	
10	دورة الحمام	36°21'00.0	43°10'00.3	250	
11	الميثاق	36°19'56.5	43°11'26.1	150	
12	الوحدة	36°19'53.9	43°10'41.9	350	
13	الصحة	36°19'01.6	43°11'40.1	150	
14	الكرامة	36°20'29.6	43°12'51.2	250	
15	البكر	36°21'35.3	43°11'56.4	150	
16	الزهراء	36°23'25.6	43°12'22.9	350	
17	القاهرة	36°23'24.8	43°10'57.5	250	
18	سومر	36°18'16.9	43°11'32.8	350	

الجدول (2) مواقع المولدات المقاسة في الجانب الأيمن وقدراتها

التسلسل	اسم المولدة	دائرة عرض	موقع المولدة	خط طول	قدرة المولدة (KVA)
1	الشفاء	36°21'16.7	43°06'44.8	350	
2	الزنجيلي	36°20'57.6	43°06'49.3	150	
3	الثورة	36°20'27.8	43°06'20.7	350	
4	الاصلاح زراعي	36°20'46.6	43°05'12.8	250	
5	الآبار	36°20'16.6	43°05'46.2	150	
6	اليرموك	36°20'25.3	43°05'35.6	350	
7	الرفاعي	36°21'11.3	43°05'49.7	350	
8	17 تموز	36°21'59.2	43°05'16.3	350	
9	مشيرفة	36°22'32.9	43°04'46.3	250	
10	موصل الجديدة	36°20'10.9	43°06'36.0	350	
11	المحطة	36°19'57.9	43°07'24.2	250	
12	العكيدات	36°19'48.6	43°07'42.9	150	
13	وادي حجر	36°19'17.9	43°07'29.7	250	
14	الطيران	36°19'35.5	43°08'15.5	350	
15	الميدان	36°20'40.5	43°08'07.4	250	
16	باب جديد	36°19'59.4	43°07'41.1	350	
17	النبي شيت	36°20'01.2	43°08'10.9	150	
18	الدواسة	36°20'09.1	43°08'16.6	250	

المصدر: الباحث (2023).

وقد تم تحديد مواقع المولدات الكهربائية جغرافيا في مدينة الموصل والتي أجريت عليها الدراسة كما في الشكل (2):



الشكل (2) خارطة توضح مواقع الدراسة في مدينة الموصل

اهداف البحث

تضمن هذا البحث قياس تراكيز كل من غاز (ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين) المنبعثة من عوادم المولدات الكهربائية في مدينة الموصل ومقارنتها مع المحددات العراقية والعالمية لغرض ملاحظه ما تسببه تلك المولدات من ضرر كبير على السكان، وعمل خرائط لإيجاد التوزيع المكاني للغازات الملوثة لمعرفة امتداد تأثير كل غاز وانتشاره وتمركزه بتلك المناطق.

المواد و طرائق العمل

تم قياس ثلاث غازات ملوثة للهواء لكون هذه الغازات تعتبر من الملوثات الرئيسية للهواء التي تنتج من المولدات الكهربائية وحسب (Al-Qazwini and others, 2013)، وهذه الغازات هي (احادي أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين)، حيث تمت عملية قياس الغازات الخارجة من عوادم المولدة مع ارتفاع العادم وتعتبر هذه الطريقة أفضل طريقة لقياس الغازات حسب (Maslah, 2021) ولكن مع الاخذ بعين الاعتبار ابعاد مختلفة وهي (2 و 8) أمتار وحسب (Al-Rawi and others, 2013)، وان عملية القياسات كانت لمرة واحدة خلال الشهر أي كل مولدة تم قياسها مرة واحدة بالشهر وحسب (Maslah, 2021)، مع تكرار عملية القياس بفترات زمنية متباعدة ولمدة خمسة أشهر مختلفة بما يضمن اختلاف ظروف القياس والمناخ ودرجات الحرارة والأمطار وكما موضح في الجدول (3) المحددات العراقية والعالمية للغازات والجدول (4) يوضح معدلات الانواء الجوية اثناء فترة القياسات في ادناه:

الجدول (3) المحددات العراقية والعالمية للملوثات الغازية في الهواء

الملوثات	فترة التعرض	المحددات العراقية بوحدة PPM	المحددات العالمية بوحدة PPM
SO ₂	ساعة واحدة	0.15	0.16
NO ₂	ساعة واحدة	0.1	0.1
H ₂ S	ساعة واحدة	-----	0.14

وفي الجدول رقم (4) في ادناه يوضح معدلات الانواء الجوية خلال فترة القياس لخمس أشهر وكما موضح:

الأشهر	الأنواء الجوية		
	درجة الحرارة (م°)	معدل الرطوبة (%)	معدل سرعة الرياح (كليو متر / ساعة)
تشرين الاول	32.2	51	8.8
تشرين الثاني	22	65	7
كانون الأول	17.5	70	8
كانون الثاني	15	75	9
شباط	13.5	58	14

الأجهزة المستخدمة

1- جهاز قياس متعدد الغازات نوع MSA:

جهاز محمول يبلغ وزنه (224غم) يستخدم لقياس غاز كبريتيد الهيدروجين ويحتوي على بطارية قابلة للشحن ويعمل لمدة 24 ساعة. ومدى القياس فيه يتراوح من (0-200 PPM) لغاز كبريتيد الهيدروجين ومدى درجة الحرارة فيه من (-40 حتى +60) درجة مئوية، وهو ذو منشأ امريكي وكما موضح في الشكل (3).



الشكل (3) جهاز قياس غاز كبريتيد الهيدروجين

2- جهاز قياس ثاني أكسيد الكبريت BW Gas Extreme Alert:

جهاز محمول خفيف الوزن يستخدم لقياس ثاني أكسيد الكبريت بوحدة ppm. ويعمل ضمن مدى حراري (40- إلى +50) درجة مئوية ومدى القياس فيه من (0-100ppm) ويحتوي على بطارية قابلة للتغير وهو ذو منشأ مكسيكي وكما موضح في الشكل (4).



الشكل (4) جهاز قياس ثاني أكسيد الكبريت

3- جهاز قياس ثاني أكسيد النتروجين BH-90A Bosean:

يستخدم هذا الجهاز لقياس غاز ثاني أكسيد النتروجين بوحدة PPM، وهو خفيف الوزن إذ يبلغ وزنه حوالي (130) غم. ويمكن للجهاز العمل لمدة 8 ساعات متواصلة، وذات بطارية قابلة للشحن، وذات مدى حراري من (20- إلى +50) درجة مئوية، وهو من منشأ صيني وكما موضح في الشكل (5).



الشكل (5) جهاز قياس ثاني أكسيد النتروجين

النتائج والمناقشة

1- غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂

توضح النتائج في الجدول رقم (5) و(6) الى ان غاز ثاني أكسيد الكبريت كان له اعلى معدل في شهر تشرين الأول ولجميع المسافات، اما اقل معدل كان في شهر تشرين الثاني ولجميع المسافات، كما يشير الجدول الى وجود فروق معنوية

عند المسافة (8متر) بين أشهر السنة في كلا الجانبين، اذ تفوق شهر تشرين الأول للجانب الأيسر على شهر تشرين الثاني بنسبة (46.34%) عند المسافة 8متر، أما الجانب الأيمن فكانت النسبة (54.83%)، بينما لم تختلف أشهر السنة الأخرى فيما بينها معنوياً.

جدول رقم (5) معدل غاز ثاني أكسيد الكبريت بوحدة (PPM) في الجانب الأيسر لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
46.29 a	47.57 a	47.20 a	44.56 a	43.95 a	48.18 a	2
17.20 b	16.98 a	17.96 a	16.64 a	16.48 a	17.98 a	5
0.51 a	0.58 a	0.52 ab	0.44 ab	0.41ab*	0.60 a	8

*الارقام المتبوعة بأحرف مختلفة تدل على وجود فروقات معنوية بينها عند مستوى احتمالية (5%).

جدول رقم (6) معدل غاز ثاني أكسيد الكبريت بوحدة (PPM) في الجانب الأيمن لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
45.56 a	45.06 a	45.54 a	44.67 a	42.60 a	49.95 a	2
19.49 a	19.40 a	19.88 a	18.97 a	17.53 a	21.66 a	5
0.42 a	0.45 ab	0.47 ab	0.40 ab	0.31 b	0.48 ab	8

ويعزى سبب ارتفاع معظم معدلات غاز ثاني أكسيد الكبريت في شهر تشرين الأول الى ارتفاع درجة الحرارة حيث تكون في أعلى معدل من بقية الأشهر الأخرى وكذلك سرعة الرياح عالية، وان فترة القياس كانت اغلبها عصراً عند الساعة الرابعة بمختلف الأشهر، بينما نلاحظ انخفاض المعدلات في شهر تشرين الثاني نتيجة انخفاض معدلات الرياح الى اقل معدل في شهر تشرين الثاني وكذلك درجة الحرارة تكون اقل من شهر تشرين الأول كما موضح في الجدول (4) أي ان للظروف الجوية دور كبير في تأثيرها على انتشار الغاز وزيادة تركيزه، اما عند مقارنة المعدلات الشهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت مع المحددات العالمية والعراقية كما موضح في الجدول (3)، نلاحظ ان تراكيز الغاز قد تجاوزت المحددات عند جميع المسافات.

من ملاحظة جميع النتائج على مسافات مختلفة نستنتج ان الزيادة في تراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت كانت في شهر تشرين الأول وبعض الأحيان في شهر شباط، والانخفاض دائماً يحصل في شهر تشرين الثاني ولنفس الأسباب التي ذكرت سابقاً وهي ان الرياح ودرجات الحرارة عالية في شهر تشرين الأول وبالعكس تشرين الثاني الذي تكون فيه الرياح في اقل معدلاتها، والسبب الرئيسي في وجود الاختلافات المعنوية بين التراكيز المقاسة نتيجة اختلاف مسافات القياس وتأثير الرياح على الملوثات المنبعثة من عوادم المولدات كلما كانت المسافة اكبر ما بين العادم وجهاز القياس.

2- غاز ثاني أكسيد النتروجين NO₂

تشير النتائج في الجدول رقم (7) و(8) الى ان غاز ثاني أكسيد النتروجين كان له اعلى معدل في شهر تشرين الأول للجانب الأيسر والأيمن عند المسافة (2 و5) امتار، أما عند مسافة (8) متر فأعلى معدل كان في شهر شباط وللجانبيين ، واقل معدل كان في شهر تشرين الثاني ولجميع المسافات، وان فترة قياس الغاز كانت عصرا في معظم فترات القياس وباختلاف الأشهر عند الساعة الرابعة، ويشير الجدول (7) و(8) الى وجود اختلافات معنوية بين جانبي المدينة في كمية ثاني أكسيد النتروجين المنبعثة من المولدات على مسافة 2 متر، اذ تفوق الجانب الايمن على الجانب الايسر معنويا بنسبة 26.5 %، اما عند مسافة 5 متر اذ تفوق الساحل الايمن على الساحل الايسر معنويا بنسبة 30 %، وعند مسافة 8 متر اذ تفوق الساحل الايمن على الساحل الايسر معنويا بنسبة 83.33 %، وكما موضح في ادناه:

جدول رقم (7) معدل غاز ثاني أكسيد النتروجين بوحدة (PPM) في الجانب الأيسر لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
2.00 b	2.06 bcd	2.06 bcd	1.76 cd	1.69 d	2.41 abcd	2
0.90 b	0.88 ab	0.94 ab	0.83 ab	0.75 b	1.10 ab	5
0.06 b	0.10 bc	0.09 bc	0.05 bc	0.03 c	0.05 c	8

جدول رقم (8) معدل غاز ثاني أكسيد النتروجين بوحدة (PPM) في الجانب الأيمن لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
2.53 a	3.24 a	2.60 abc	2.22 bcd	1.91 bcd	2.71 ab	2
1.17 a	1.27 ab	1.22 ab	1.10 ab	0.92 ab	1.32 a	5
0.11 a	0.17 a	0.13 ab	0.11 abc	0.07 bc	0.08 bc	8

ومن خلال ملاحظة نتائج غاز ثاني أكسيد النتروجين نلاحظ ان لتأثير الحرارة والرياح دور بارز في زيادة تركيز الغاز في شهر تشرين الأول، حيث كانت نتائجه المسجلة اعلى من باقي النتائج الأخرى المسجلة في باقي الأشهر والسبب يعزى لتأثير الرياح على انتشار الغاز، ونستنتج ان عندما تمت مقارنة المعدلات الشهرية لتركيز غاز ثاني أكسيد النتروجين للجانبين الأيمن واليسر مع المحددات العراقية والعالمية (0.1 PPM) لفترة تعرض ساعة واحدة، نلاحظ ان معظم المعدلات تجاوزت الحدود المسموحة، ماعدا الجانب الايسر عند مسافة (8) متر فانه لم تتجاوز، وكذلك الجانب الأيمن لشهر (تشرين الأول وتشرين الثاني) لم تتجاوز الحدود لنفس المسافة.

3- غاز كبريتيد الهيدروجين H₂S

تبين النتائج في الجدول رقم (9) و(10) الى ان غاز كبريتيد الهيدروجين كان له اعلى معدل في شهر كانون الثاني ولجميع المسافات، اما اقل معدل كان في شهر تشرين الثاني ولجميع المسافات، وان فترة القياس كانت عند الساعة الرابعة عصرا باختلاف الأشهر، ويشير الجدول الى وجود فروق معنوية بين اشهر السنة في كمية غاز كبريتيد الهيدروجين المنبعثة من المولدات على مسافة 8 متر، اذ تفوق شهر كانون الثاني على بقية الاشهر معنويا في كمية الغاز المنبعثة وخاصة شهر تشرين الثاني بنسبة 118.18 % للجانب الايسر، اما الجانب الأيمن فكانت النسبة 129.41 %، ولم تختلف بقية الاشهر فيما بينها معنويا، وكما موضح في ادناه:

جدول رقم (9) معدل غاز كبريتيد الهيدروجين بوحدة (PPM) في الجانب الأيسر لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
6.5 a	6.66 a	6.85a	6.19 a	6.01 a	6.82 a	2
2.79 b	2.77 a	2.88 a	2.58 a	2.4 a	3.13 a	5
0.17 b	0.20 abc	0.24 bc	0.13 bc	0.11 c	0.16 bc	8

جدول رقم (10) معدل غاز كبريتيد الهيدروجين بوحدة (PPM) في الجانب الأيمن لثلاثة مسافات

المعدل	شباط	كانون الثاني	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الاول	الشهر المسافة
7.16 a	7.4 a	7.50 a	7.04 a	6.34 a	7.50 a	2
3.38 a	3.63 a	3.70 a	3.28 a	2.91 a	3.39 a	5
0.29 a	0.38 a	0.39 a	0.27 ab	0.17 bc	0.24 abc	8

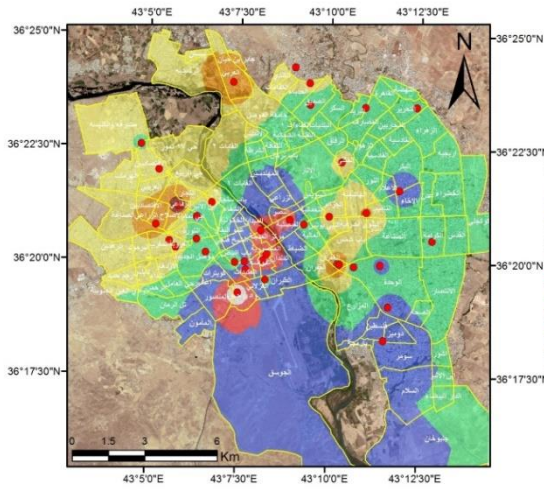
ويعزى سبب ارتفاع معظم معدلات غاز كبريتيد الهيدروجين في شهر كانون الثاني بعكس بقية الغازات التي تزداد معدلاتهم في شهر تشرين الأول، وان السبب في زيادة معدلات كبريتيد الهيدروجين هو ان الرطوبة مرتفعة في اعلى معدلاتها، أي ان غاز (H₂S) يزداد عندما تكون الرطوبة مرتفعة، واقل معدلاته كانت في شهر تشرين الثاني نتيجة انخفاض معدلات الرطوبة وسرعة الرياح كما موضح في الجدول(4)، اما عند مقارنة المعدلات الشهرية لغاز كبريتيد الهيدروجين تبين ان المعدلات الشهرية لتراكيز غاز كبريتيد الهيدروجين للجانبين الأيمن والايسر متجاوزة للمحددات العالمية (0.14) PPM لفترة تعرض ساعة واحدة، حيث نلاحظ تجاوزها للمحددات في معظم التراكيز في كلا الجانبين ماعدا شهر (تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الأول) للجانب الايسر عند مسافة (8) متر فلم تتجاوز المحددات.

وكانت تراكيز هذه الدراسة اعلى من دراسة (Hadi,2022) بسبب فرق عملية القياس حيث كانت طريقة قياس (Hadi,2022) حول المولدة وكان اعلى تركيز فيها هو $PPM(1.1)$ بينما كانت طريقة قياس الدراسة الحالية اعتمدت على مسافات مختلفة ولكن مع ارتفاع عادم المولدة نفسه.

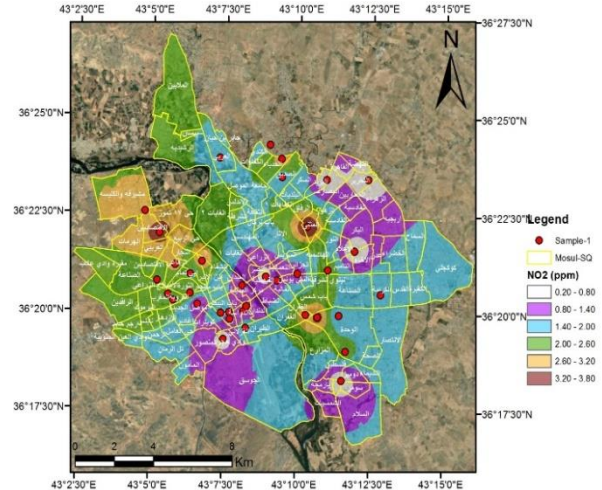
حيث ان الظروف الجوية وباختلاف الأشهر اثناء فترة الدراسة تأثيرها يكون مختلف من شهر الى اخر ومن خلال ملاحظة النتائج نلاحظ ان غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز ثاني أكسيد النتروجين انتشارهم يزداد في شهر تشرين الأول على عكس غاز كبريتيد الهيدروجين، حيث يزداد انتشاره في شهر كانون الثاني عندما تكون الرطوبة مرتفعة ودرجات الحرارة منخفضة، أي ان تأثير الظروف الجوية دور مهم وتختلف في تأثيرها من غاز الى اخر.

التوزيع المكاني للملوثات الغازية

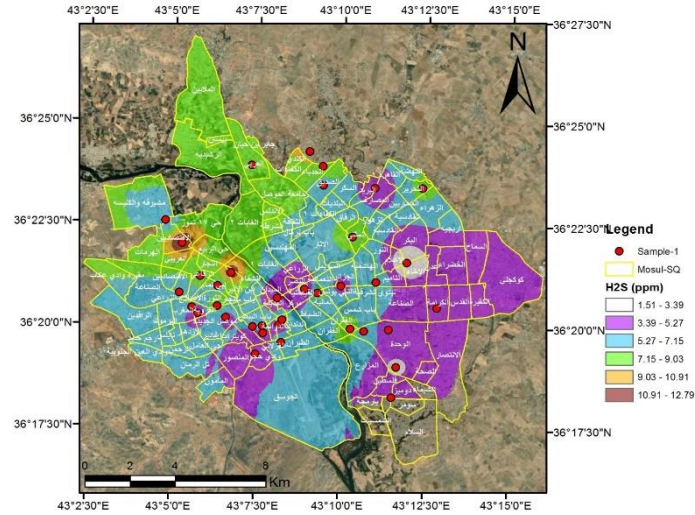
بعدَ التوزيع المكاني لأي غاز أو مادة من خلال أخذ قياسات لمناطق معينة في مكان محدد ونشرها احصائياً من خلال طرق إحصائية في برنامج (ArcMap 10.3) وباعتماد على أدوات التوزيع المكاني (Spatial analysis tools) وباستخدام طريقة النشر والتوزيع (interpolation) وعلى وجه الخصوص استخدام موديل (IDW) لتوضيح توزيع تأثير (مكاني) للملوثات الغازية لكل من غاز (كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النتروجين).



الشكل (7) توزيع مكانياً لغاز ثاني أكسيد النتروجين



الشكل (6) توزيع مكانياً لغاز ثاني أكسيد الكبريت



الشكل (8) توزيع مكانياً لغاز كبريتيد الهيدروجين

من خلال ملاحظة التوزيع المكاني للملوثات الغازية نلاحظ أن أعلى مستوى للتلوث بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في محورين، المحور الأول كان في شمال مدينة الموصل في الجانب الأيمن ومركزها منطقة الرفاعي والإصلاح الزراعي في حين كان أعلى مستوى للتلوث في الجانب الأيسر في منطقة العربي، أما المحور الثاني فكان وسط المدينة ومركزها منطقة الغفران (الأيسر)، في حين أن أقل مستوى للتلوث كان في منطقة الفيصلية للجانب الأيسر، ووادي حجر والميدان والدواسة للجانب الأيمن، كما موضح في الشكل (7).

أما بالنسبة لغاز ثاني أوكسيد النتروجين بلغ أعلى تركيز للتلوث بغاز ثاني أوكسيد النتروجين خلال خمسة أشهر في شمال مدينة الموصل في منطقة 17 تموز للجانب الأيمن، وفي وسط مدينة الموصل في منطقة المثني والغفران للجانب الأيسر، في حين أن أقل تركيز للتلوث يتمركز في منطقة البكر والزهراء والفيصلية وسومر (الأيسر)، ووادي حجر (الأيمن)، وكما موضح في الشكل (8).

وسجل المحور الشمالي لاسيما في منطقة 17 تموز والشفاء أعلى تركيز للتلوث لغاز كبريتيد الهيدروجين للجانب الأيمن خلال خمسة أشهر، في حين أن الجانب الأيسر ومركزها منطقة الكندي سجلت أعلى تركيز للتلوث، وأقل تركيز كان في منطقته البكر والفيصلية والصحة للجانب الأيسر، ومنطقة العكيدات والميدان للجانب الأيمن، وكما موضح في الشكل (9).

المصادر

- Jaber, Azhar 2011. "Air and water pollution: its types, sources and effects" *Babylon University Journal - Human Sciences*, Volume 19, Issue 1, 2, pp. 226-242.
- Central Bureau of Statistics, 2018. "Statistical Summary of Iraq's Governorates for the Year 2018" Retrieved from <http://cosit.gov.iq>.
- Al-Rawi, Areej Khairi and Hazem, Rana 2013. "A Study of the Environmental Impacts of Electrical Generators in the City of Baghdad - Karrada District - Locality 903," *Journal of the College of Education*, Wasit, Issue 14.
- Al-Qazwini, Saif Salah and Idris, Anis Kazem and Mahdi, Rasha Salah 2013. "Environmental pollution study of the impact of electrical generators on the surrounding environment (case study, home generators)." *Babylon University Journal of Engineering Sciences*, Volume 21, Issue 5.
- Health and Environment Committee 2015. Resolution No. 41, headquarters in the Iraqi Council of Representatives, Iraqi Gazette, Issue No. 4390.
- Generators Committee 2022. "Personal interview on 12/21/2022."
- Maslah, Ahmed Hamed Jassim 2021. "The effect of pollutants resulting from local electric generators on air quality in different areas of the city of Mosul," Master's thesis, Department of Environmental Sciences, College of Environmental Sciences and Technologies, University of Mosul.
- Air quality specifications for the proposed national borders (Ministry of Environment. 2012).
- The locations of the generators measured on the left and right sides and their capacities are sourced from the researcher 2023.
- Hadi, Sfax Qassem 2022. Environmental impacts of private generators in the city of Baghdad. University of Baghdad, College of Arts, Department of Geography and Geographic Information Systems, *Journal of Arts*, Volume 1, Issue 141.
- The General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring for Nineveh Governorate, 2023.
- EPA, "Sulfur Dioxide pollution," Retrieved from <http://www.EPA.gov>.
- EPA, 2015 "criteria-air-pollutants/naaqs-table", Retrieved from <https://www.epa.gov>

تقييم العناصر الثقيلة في ترب مختلفة من مناطق متعددة ضمن مدينة الموصل

¹مهند تحسين بك، ²قصي كمال الدين الاحمدي، ³علاء نبيل حمدون

¹قسم علوم البيئة، كلية علوم البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

²أستاذ هندسة البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

³استاذ مساعد جيولوجي، جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ الإستلام 2023/8/8، تاريخ المراجعة 2023/8/20، تاريخ القبول 2023/8/22

الملخص

تضمنت الدراسة تقييم تلوث التربة ببعض العناصر الثقيلة وتحليلها احصائياً في المناطق الصناعية والسكنية ضمن مدينة الموصل لفصلين (الخريف 2022 والربيع 2023). تم اختيار ستة مواقع مختلفة من مدينة الموصل وبواقع (48) عينة وعلى عمق (0 - 15) سم للتربة السطحية، تضمن البحث قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية المتحكممة بتوزيع العناصر الثقيلة في التربة ومقارنتها مع المحددات العالمية، وملاحظة تأثير مصادر التلوث الصناعية والبشرية التي تلقى في التربة من دون معالجة والتي تؤثر سلباً على خصائص التربة واستخداماتها المختلفة. بينت الفحوصات الفيزيائية لنسجة التربة انها تتراوح بين (مزيجية، مزيجية رملية، مزيجية طينية رملية). وظهرت نتائج الفحوصات الكيميائية ان الدالة الحامضية للتربة كانت متعادلة الى مائلة للقاعدية اذ تباينت معدلاتها بين (7.09 - 7.88) وكانت اعلى قيمة لها في فصل الخريف. وان معدلات قيم التوصيلية الكهربائية للتربة تراوحت بين (0.75 - 4.04) مايكروسيمنز/سم، فضلاً عن معدلات قيم المادة العضوية فقد كانت بين (1.53 - 2.43)%. اوضحت نتائج تحليل عينات التربة ان المناطق الصناعية جميعها كانت ملوثة بعنصر الزنك اذ كان معدل تركيز العنصر (1187) جزء بالمليون والتي تجاوزت المحددات العالمية، وكانت منطقة صناعة وادي عكاب اعلى المناطق تلوثاً بالعنصر تليها صناعة الكرامة. ام عنصر النيكل تجاوز المحددات العالمية في جميع ترب مناطق الدراسة الصناعية والسكنية وانخفضت معدلاته في فصل الربيع مقارنة بفصل الخريف بسبب الامطار. وقد اظهرت نتائج الدراسة عدم تجاوز عنصر الكاديوم للحدود المسموح بها عالمياً اذ تراوحت معدلات التراكيز بين (0.08 - 0.17) جزء بالمليون ومن نتائج الدراسة تبين ازدياد معدلات تراكيز عنصر الزرنيخ في فصل الربيع للمناطق الصناعية والسكنية ليصل اعلى معدلاته الى (55.10) جزء بالمليون في منطقة كوكجلي في فصل الخريف.

الكلمات المفتاحية: تلوث التربة، العناصر الثقيلة، التحليل الاحصائي، المناطق الصناعية، التلوث

Evaluation of heavy metals in different soils from multiple areas within the city of Mosul

¹ Mohannad t. Bk, ² Kossay K. Al-Ahmady, ³ Alaa N. Hamdon

¹ Department of environment science, College of environment sciences and its technologies, University of Mosul, Mosul, Iraq.

² Professor of Environmental Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.

³ Remote sensing center, University of Mosul, Mosul, Iraq

(Received 8/8/2023 , Revised 20/8/2023 , Accepted 22/8/2023)

Abstract

This study evaluated soil pollution by some heavy metals and statistically analyzed it in industrial and residential areas within the city of Mosul for two seasons (autumn and spring 2023). Six different sites were selected from the city of Mosul, with a total of (48) samples at a depth of (0-15) cm of surface soil. The research included measuring the physical and chemical properties that control the distribution of heavy metals in the soil and comparing them with global standards, and observing the impact of industrial and human pollution sources that are deposited in the soil without treatment, which negatively affects the properties of the soil and its different uses.

Physical tests of soil texture showed that it ranges between (mixed, sandy mixed, sandy-clay mixed). The results of chemical tests showed that the soil acidity was neutral to alkaline, as its rates varied between (7.09-7.88) and its highest value was in the autumn season. While the rates of soil electrical conductivity values ranged between (0.75-4.04) milli/cm, in addition to the rates of organic matter values, which were between (1.53-2.43)%. Soil sample analysis revealed that all industrial areas were contaminated with zinc, with concentrations surpassing global standards at 1187 parts per million. The Valley of Akkab Industrial area exhibited the highest zinc pollution, followed by the Karamah Industrial area. Nickel concentrations exceeded global standards in both industrial and residential areas, decreasing during the spring due to rainfall. The study indicated that cadmium concentrations did not surpass globally allowed limits, ranging between 0.08 to 0.17 parts per million. Additionally, arsenic concentrations increased during the spring in both industrial and residential areas, reaching a peak of 55.10 parts per million in the Kokjli area during autumn.

Keywords: Soil pollution, heavy metals, statistical analysis, industrial areas, pollution

المقدمة

التلوث البيئي من أهم التحديات التي تواجه العالم بشكل عام ومنطقتنا بشكل خاص. يعتبر الإنسان المسؤول الأول عن تلوث البيئة بسبب قلة الوعي البيئي لدى المواطنين وسوء تعاملهم مع البيئة، وكذلك انعدام التخطيط البيئي الصحيح وانتشار المناطق الصناعية في الأحياء، مما أدى إلى زيادة المشاكل البيئية وعجز البيئة عن استيعاب هذا التلوث واستعادة نشاط مواردها الطبيعية (Al-Qaysi *et al.*, 2014).

معرفة حالة التلوث للتربة أمر أساسي لتقييم التأثيرات المحتملة للتلوث بالمعادن الثقيلة، حيث يؤدي تدهور التربة إلى فقدان بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية ويؤثر على خصوبتها ونمو الكائنات الحية فيها (Zhou *et al.*, 2022). لذلك من الضروري حماية وتحسين النظام الإيكولوجي للتربة الملوثة ووضع تشريعات لحماية الصحة والبيئة العامة على المستويات الدولية والمحلية (Al-Hayani, 2018).

أحد الآثار السلبية للعناصر الثقيلة على البيئة هو عدم قدرتها على التحلل وتراكمها في أنسجة الإنسان ويؤثر على صحته ويسبب اضطرابات صحية وتلفاً في الكلى والدماغ عند التعرض لها لفترات طويلة (Sonaye *et al.*, 2009). بما أن تقييم تراكيز العناصر الثقيلة في التربة تعد الخطوة الأساسية لمعرفة حالة التلوث في التربة وقياس مدى تدهور التربة الذي يؤدي إلى فقدان بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية، فقد اتجه كثير من الباحثين نحو تقييم العناصر الثقيلة محلياً في العراق مثل (Al-Tamimi *et al.*, 2022) في محافظة البصرة والذي قام بقياس تراكيز الرصاص والنحاس والكاديوم والكروم، وكان معدل التركيز (0.135، 0.842، 0.045، 1.162) على التوالي. كذلك قام الباحث، (Heety *et al.*, 2021)، في مدينة الرمادي بقياس تراكيز عناصر المعادن الثقيلة بما في ذلك الكروم والنيكل والزنك والرصاص والكاديوم، وكانت التراكيز (360.9، 286.6، 190.96، 130.75، 2.55) على التوالي. في دراسة أجراها (Al-Azzawi, 2020) في مدينة الموصل، تم التحقيق في تلوث التربة بعناصر المعادن الثقيلة في المناطق الصناعية، بما في ذلك النحاس والكوبالت والكاديوم والزنك والنيكل. كشفت الدراسة أن جميع عينات التربة كانت ملوثة وتجاوزت الحدود المسموح بها.

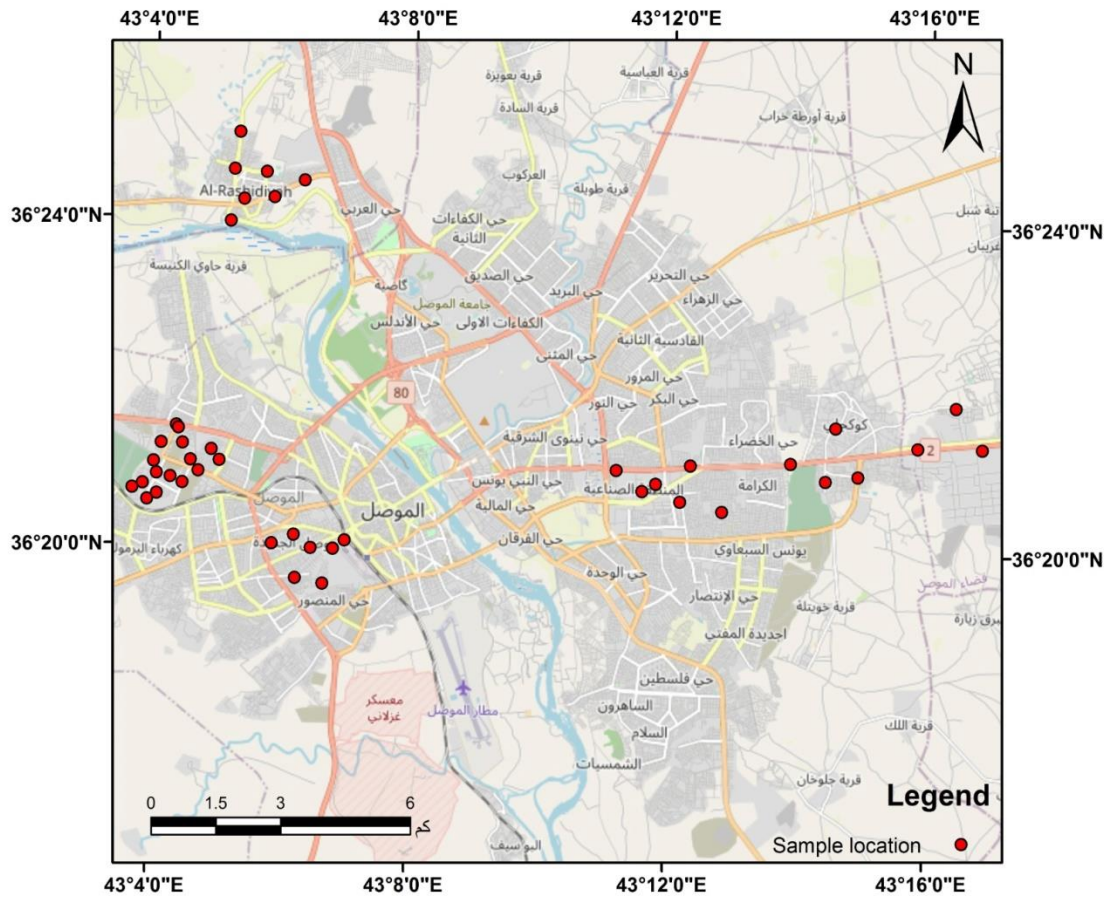
وفي دولة مصر العربية قام الباحث (Hammam *et al.*, 2022) بتقييم تلوث التربة بالمعادن الثقيلة لكل من (الزنك، الرصاص، الكاديوم، النحاس، الكوبالت، الكروم) إذا كانت معدلات التراكيز كالتالي (91.23، 29.44، 53.83، 1.12، 36.04، 101.29) على التوالي. وقام الباحثان (Salem and Al-Walid, 2019) في ليبيا بتقييم خواص التربة الفيزيوكيميائية إذ كانت نتائج الرقم الهيدروجيني هي (6.88-7.32) وللتوصيلية الكهربائية كانت (0.14-0.26) مايكروسيمنز/سم. أما المادة العضوية فكانت بنسبة (0.49-0.53)

الهدف من الدراسة

ان الهدف من اجراء الدراسة الحالية هو تقييم وتحديد ملوثات التربة الناتجة من الأنشطة البشرية (الصناعية والتجارية) في بعض مناطق مركز قضاء الموصل وتقدير تراكيز العناصر الثقيلة في هذه الترب وتحليلها احصائياً.

المواد و طرائق العمل

شملت الدراسة اجراء مسح لمواقع في مدينة الموصل الواقعة في القسم الشمالي الغربي من العراق والتي تنحصر بين خطي طول (41. 44) شرقا ودائرتي عرض (35. 37) شمالا كما موضح في الشكل (1)، و يمر نهر دجلة بمدينة الموصل ليقسم المدينة الى قسمين الجانب الايمن والجانب الايسر لذلك تم اختيار ثلاث مواقع من كل جانب و تحديد مواقع الدراسة بجهاز (GPS)، اذ جمعت عينات التربة من مواقع الدراسة على عمق (0-15) سم وللفترة المحددة (تشرين الاول 2022 ، نيسان 2023) وبواقع (48 عينة) (8 عينات) للمناطق الصناعية و(8 عينات) للمناطق السكنية التجارية وبواقع مكررين لكل عينة ولجميع المواقع. . وكانت مواقع الدراسة مقسمة على النحو التالي الجانب الايمن، الجزء الغربي لمدينة الموصل ويضم كل من منطقة (موصل الجديدة، الاصلاح الزراعي، صناعة وادي عكاب). والجانب الايسر، الجزء الشرقي لمدينة الموصل ويضم كل من (الرشيدية، كوكجلي، صناعة الكرامة). حيث تتميز منطقتي صناعة وادي عكاب وصناعة الكرامة بانها مراكز الصناعة الرئيسية في ، اما المواقع الاخرى فأنها تتميز بمناطق سكنية تجارية في نفس الوقت .



الشكل (1) خريطة مدينة الموصل

تم اجراء بعض الفحوصات المختبرية على عينات التربة اذ تم فحص كل من الدالة الحامضية (PH), في مستخلص (1:1) المتبعة في دليل (ICARDA,2003) والتوصيلية الكهربائية كذلك بنفس خطوات المتبعة في فحص الدالة

الحامضية. والمادة العضوية وفقاً لطريقة (Walkley-Black). كذلك تم فحص نسجة التربة بطريقة الهيدرومتر والموصى بها من قبل جورج وراين ، تم فحص التربة لبعض العناصر الثقيلة (الكاديوم، الزنك، النيكل، الزرنيخ) باستخدام جهاز (X-Ray Fluorescence) XRF.

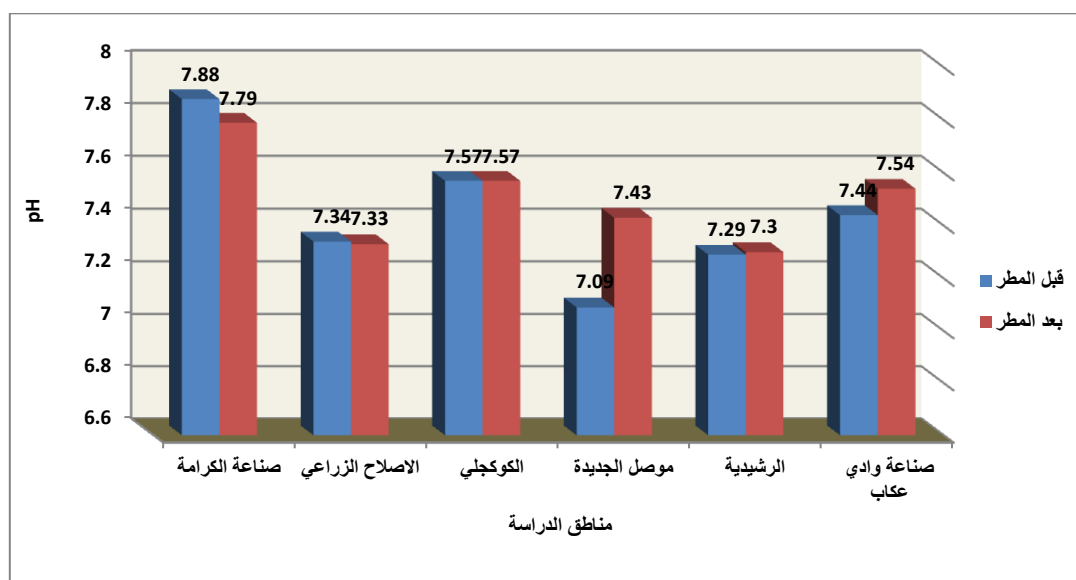
تم اجراء تحليل احصائي للبيانات وفق نظام التجارب العاملية وباستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRD) باستخدام حزمة برمجيات من نوع (SAS) (Statistical Analysis System). وتم استخدام اختبار دنكن المتعدد المدى للمقارنة بين المعاملات ، إذ تم تمييز المعاملات المختلفة معنوية بأحرف هجائية مختلفة تحت مستوى احتمال ($p \leq 0.5$) (Antar and Al-Waka, 2017).

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

1- درجة حموضة التربة (pH) :

أظهرت النتائج تقارب معدلات قيم الدالة الحامضية pH لجميع المواقع حيث بلغت أعلى قيمة لدرجة الحموضة (7.88) في منطقة صناعة الكرامة في فصل الخريف، ويعزى سبب ذلك كون المنطقة صناعية ولا تحتوي على ترب زراعية لذلك تميل الى القلوية (Salem and Al-Walid, 2019) كما موضح في الشكل (2)، وهذا ما توصل اليه كل من (Ahmed, 2019) و (Ismael, 2022) ، واطأ قيمة كانت (7.09) في منطقة موصل الجديدة فصل الخريف.



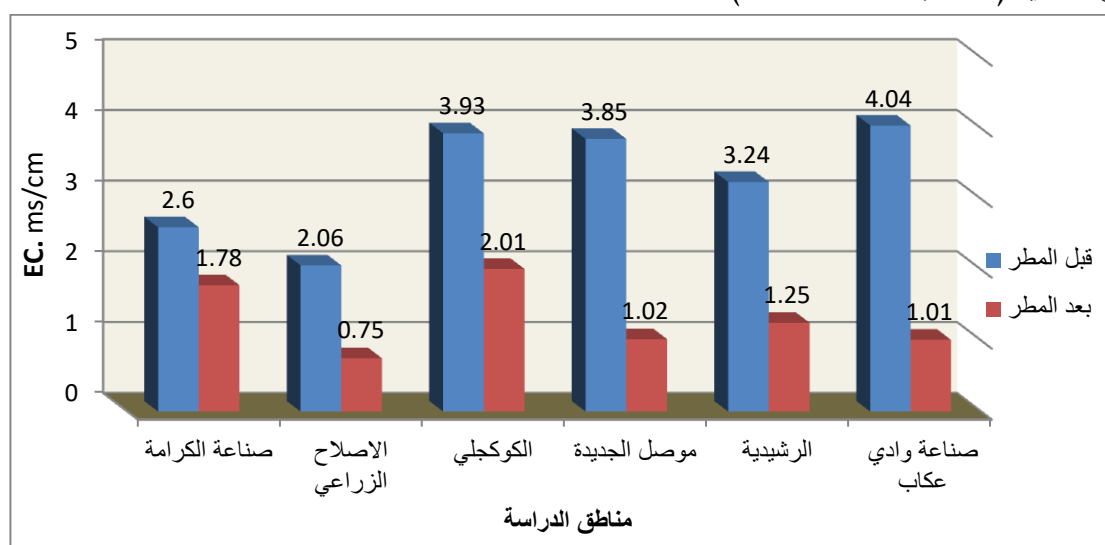
الشكل(2): قيم الدالة الحامضية في مناطق الدراسة

وتشير نتائج التحليل الاحصائي وفق اختبار دنكن المتعدد المدى في الجدول ادناه عدم وجود اختلافات معنوية بين فصلي (الخريف والربيع) كذلك اشارت الى وجود اختلافات معنوية بين مناطق الدراسة اذ وجد ان اعلى قيمة للدالة الحامضية pH في صناعة الكرامة (7.83) والتي تفرقت الى بقية المناطق كافة، وادنى قيمة للدالة الحامضية pH كانت في موصل الجديدة (7.26)، وللتداخل بين وقت فصلي (الخريف والربيع) ومواقع الدراسة الى وجود اختلافات معنوية اذ وجد ان اعلى قيمة لحموضة التربة كانت في منطقة صناعة الكرامة سواء في الخريف او الربيع والتي تختلف معنوياً عن منطقة كوكجلي بينما وجد ان ادنى قيمة للدالة الحامضية pH في منطقة الموصل الجديدة في فصل الخريف (7.09).

المناطق \ الفصل	الخريف	الربيع	المعدل
صناعة الكرامة	7.88 a	7.79 a	7.83 a
الاصلاح الزراعي	7.34 bc	7.33 bc	7.34 cd
الكوكجلي	7.57 ab	7.57 ab	7.57 b
موصل الجديدة	7.09 c	7.43 b	7.26 d
الرشيدية	7.29 bc	7.30 b	7.29 cd
صناعة وادي عكاب	7.44 b	7.54 bc	7.49 bc
المعدل	7.43 a	7.49 a	7.46

2- التوصيلية الكهربائية E. C. للتربة:

اظهرت نتائج معدلات قياس التوصيلية الكهربائية لعينات التربة خلال فترة الدراسة وجود تفاوت في معدلات التوصيل الكهربائي باختلاف المناطق، اذ بلغت اعلى قيمة (4.04) $\mu\text{s/cm}$ في منطقة صناعة وادي عكاب في فصل الخريف واقل قيمة كانت في منطقة الاصلاح الزراعي (0.75) ms/cm في فصل الربيع كما في الشكل (3) وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه (Shannon et al., 2020).



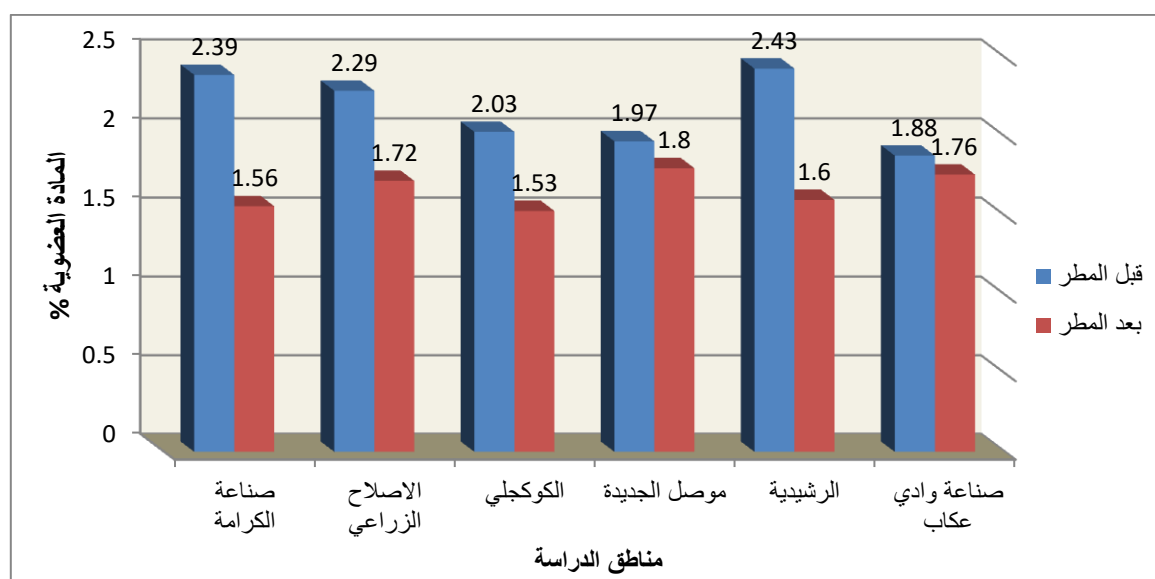
الشكل (3) : قيم التوصيلية الكهربائية في مناطق الدراسة

وبينت نتائج التحليل الإحصائي الى وجود فرق معنوي بين المعدل الزمني لفصلي الدراسة (الخريف والربيع) في تأثيرها على قيمة التوصيلية الكهربائية، حيث تفوق فصل الخريف على فصل الربيع بنسبة (153.07%). كذلك تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول ادناه الى عدم وجود فرق معنوي بين مناطق الدراسة. وان التداخل بين مناطق الدراسة وفصلي (الخريف والربيع) تأثير معنوي في قيمة التوصيلية الكهربائية.

المعدل	الربيع	الخريف	الفصل المناطق
2.19 a	1.78 abc	2.60 abc	صناعة الكرامة
1.40 a	0.75 c	2.06 abc	الاصلاح الزراعي
2.97 a	2.01 abc	3.93 a	الكوكجلي
2.44 a	1.02 bc	3.85 a	موصل الجديدة
2.25 a	1.25 bc	3.24 ab	الرشيدية
2.53 a	1.01 bc	4.04 a	صناعة وادي عكاب
	1.30 b	3.29 a	المعدل

3- المادة العضوية :

بينت نتائج الدراسة ان معدلات قيم المادة العضوية تراوحت بين (1.53-2.43) حيث اعلاها كانت في منطقة الرشيدية في فصل الخريف وذلك كون تربة المنطقة زراعية اذ تتراكم المادة العضوية على سطحها نتيجة لتحلل المادة النباتية والحيوانية (Salem and Al-Walid,2019). وكما موضح في الشكل (4).



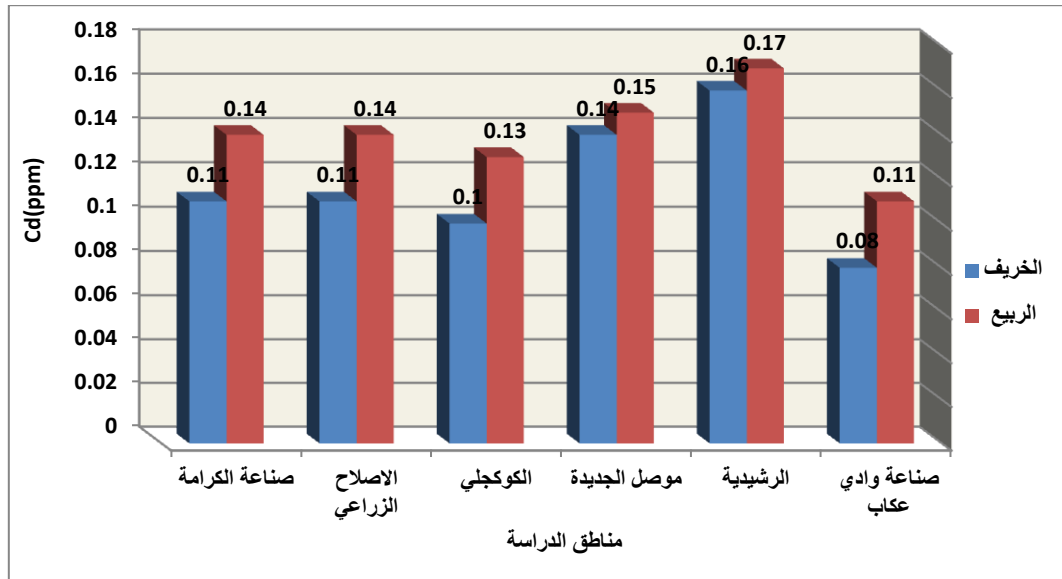
الشكل (4) : قيم المادة العضوية في مناطق الدراسة

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول أدناه وجود فروقات معنوية بين فصلي الخريف والربيع عند مستوى معنوية ($\text{sig}=0.05$) حيث انخفضت قيمة المادة العضوية في فصل الربيع بنسبة (89%) عن فصل الخريف ويعزى سبب ذلك الى تساقط الأمطار الذي يعمل على غسل التربة. كذلك بينت النتائج عدم وجود فرق معنوي بين مناطق الدراسة، وللتداخل بين مناطق الدراسة وفصلي (الخريف والربيع) تأثير معنوي على قيم المادة العضوية.

المعدل	الربيع	الخريف	الفصل المناطق
1.97 a	1.56 bc	2.39 ab	صناعة الكرامة
2.01 a	1.72 abc	2.29 abc	الاصلاح الزراعي
1.78 a	1.53 c	2.03 abc	الكوكجلي
1.88 a	1.80 abc	1.97 abc	موصل الجديدة
2.02 a	1.60 abc	2.43 a	الرشيدية
1.82 a	1.76 abc	1.88 abc	صناعة وادي عكاب
	1.66 b	2.17 a	المعدل

4- الكاديوم Cd :

اظهرت نتائج الدراسة وجود تفاوت في معدلات تراكيز عنصر الكاديوم في ترب مناطق الدراسة، اذ بلغ اعلى معدل (0.17) جزءا بالمليون في منطقة الرشيدية خلال فصل الربيع واقل معدل (0.08) جزءا بالمليون في منطقة صناعة وادي عكاب خلال فصل الخريف، وبذلك لم تتجاوز الحدود المسموح بها وفق منظمة الصحة العالمية (WHO, 2006) في جميع المناطق، وبذلك تعتبر ترب مناطق الدراسة غير ملوثة بعنصر الكاديوم ، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه (Al-Saadi et al,2016). ويتضح في الشكل (5) ازدياد معدلات تراكيز الكاديوم في جميع المناطق لفصل الربيع ويعزى سبب ذلك لان الترب السطحية معرضة باستمرار الى الملوثات الناتجة من عوادم السيارات وعمليات حرق النفايات والتي تعمل على زيادة تركيزه في الجو وتترسب في التربة بفعل الامطار و في الغالب يبقى الكاديوم في اعلى (15) سم من التربة والتي تميل الى الاحتفاظ به وهذا ما اكده (Al-Hashimi and Al-Shammari,2020).



الشكل (5) : قيم عنصر الكاديوم في مناطق الدراسة

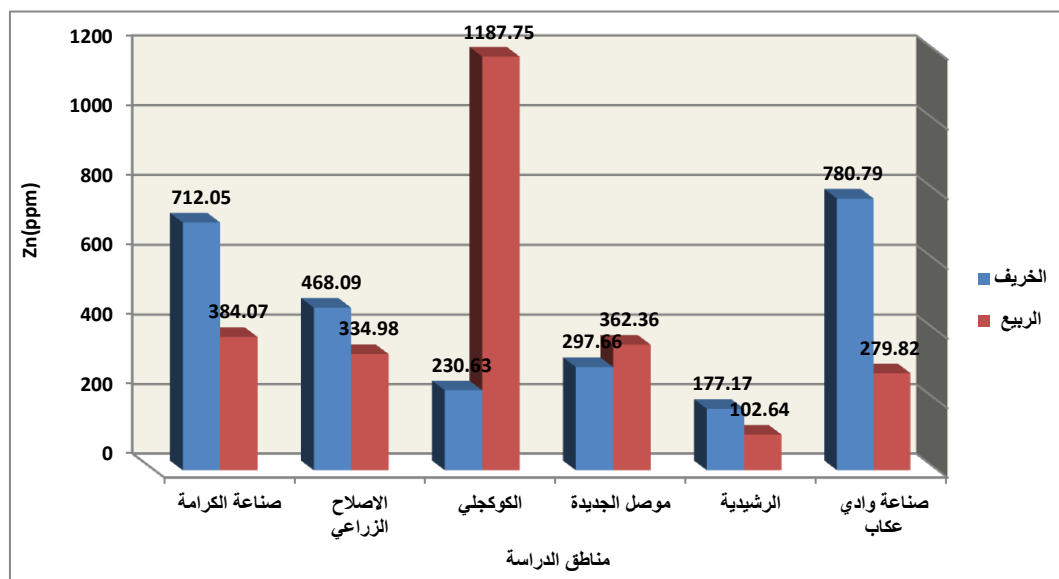
ويشير جدول التحليل الاحصائي الى وجود اختلافات معنوية بين فصلي الدراسة (الخريف، الربيع) اذ تفوق فصل الربيع على فصل الخريف في تركيز كمية الكاديوم مقارنة مع فصل الخريف بنسبة (16.67%). كذلك أشار الجدول الى وجود اختلافات معنوية بين مناطق الدراسة اذ وجد بان اعلى تركيز للكاديوم في منطقة الرشيدية (0.17) بينما وجد بأن أقل تركيز للكاديوم في صناعة وادي عكاب (0.08). وللتداخل بين فصلي الدراسة (الخريف، الربيع) ومناطق الدراسة تأثير معنوي في تركيز عنصر الكاديوم.

المعدل	الربيع	الخريف	الفصل المناطق
0.12 bc	0.14 abcd	0.11 bcde	صناعة الكرامة
0.13 bc	0.14 abcd	0.11 de	الاصلاح الزراعي
0.11 c	0.13 bcde	0.10 de	الكوكجلي
0.15 ab	0.15 abc	0.14 abcd	موصل الجديدة
0.16 a	0.17 a	0.16 ab	الرشيدية
0.10 c	0.11 cde	0.08 e	صناعة وادي عكاب
0.13	0.14 a	0.12 b	المعدل

5- الزنك Zn:

تبين نتائج التحليل المختبري في الشكل (6) ارتفاع معدلات تراكيز عنصر الزنك اذ تجاوزت الحدود المسموح بها في كل من منطقة صناعة الكرامة والاصلاح الزراعي وصناعة وادي عكاب في فصل الخريف ، 486.09 ، 780.79 (712.05 جزء بالمليون على التوالي، اما في فصل الربيع فقد أظهرت النتائج انخفاض التراكيز في المناطق المذكورة سابقاً.

ولكن بلغت أعلى معدلاتها في منطقة كوكجلي لفصل الربيع إذ تجاوزت الحدود المسموح بها بقيمة (1187.75) جزء بالمليون مما يدل على تلوث التربة بهذا العنصر، وقد يعود سبب ذلك إلى كون تلك المناطق صناعية وتحتوي على مخلفات حرق الوقود والنفايات البلدية، إضافة إلى احتوائها على أماكن لتصفية النفط غير النظامية، وإن كمية الزنك في التربة تتأثر بعوامل مثل تكوين التربة والتجوية والمواد العضوية والذالة الحامضية (Al-Hashimi and Al-Shammari, 2020).



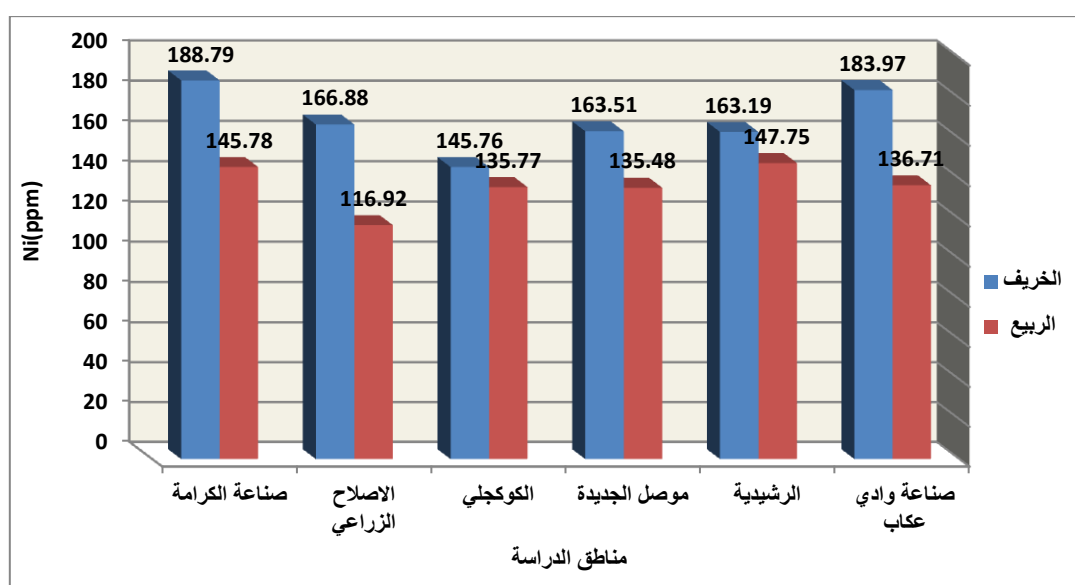
الشكل (6) : قيم عنصر الزنك في مناطق الدراسة

وبينت نتائج التحليل الإحصائي في الشكل أدناه إلى عدم وجود فرق معنوي بين معدل فصلي الدراسة (الخريف والربيع) في تأثيرها على العنصر وكذلك عدم وجود فرق معنوي بين معدل مواقع الدراسة في تأثيرها على كمية العنصر وللتداخل بين مواقع الدراسة وفصلي الدراسة (الخريف والربيع) تأثير معنوي على قيمة العنصر.

المعدل	الربيع	الخريف	الفصل / المناطق
548.06 a	384.07 ab	712.05 ab	صناعة الكرامة
401.54 a	334.98 ab	468.09 ab	الإصلاح الزراعي
709.19 a	1187.75 a	230.63 ab	الكوكجلي
330.01 a	362.36 ab	297.66 ab	موصل الجديدة
139.91 a	102.64 b	177.17 ab	الرشيدية
530.30 a	279.82 ab	780.79 ab	صناعة وادي عكاب
443.17	441.94 a	444.40 a	المعدل

6- النيكل Ni :

يبين الشكل (7) نتائج معدلات تراكيز النيكل في مناطق الدراسة اذ يمكن ملاحظه ان جميع المناطق قد تجاوزت الحدود المسموح بها من قبل منظمه الصحة العالمية (WHO,2006)، وبذلك تعتبر تربها جميع المناطق ملوثة بالنيكل اذ سجلت اعلى تركيز في صناعة وادي عكاب (183.97) جزء بالمليون في فصل الخريف واقل تركيز لها (116.92) جزء بالمليون في منطقته الاصلاح الزراعي في فصل الربيع ويعزى سبب ارتفاع تراكيز عنصر النيكل لوجود مخلفات صناعية وورش لتصليح السيارات والصباغة اضافة الى الحركة الكثيفة من وسائل النقل المختلفة وهذا يتفق مع ما جاء به (Muslim et al.,2019) ويلاحظ من الشكل ان في فصل الربيع فقد انخفضت تراكيز في جميع المناطق نتيجة الارتشاح الحاصل في التربة خلال فترة الدراسة.



الشكل (7) : قيم عنصر النيكل في مناطق الدراسة

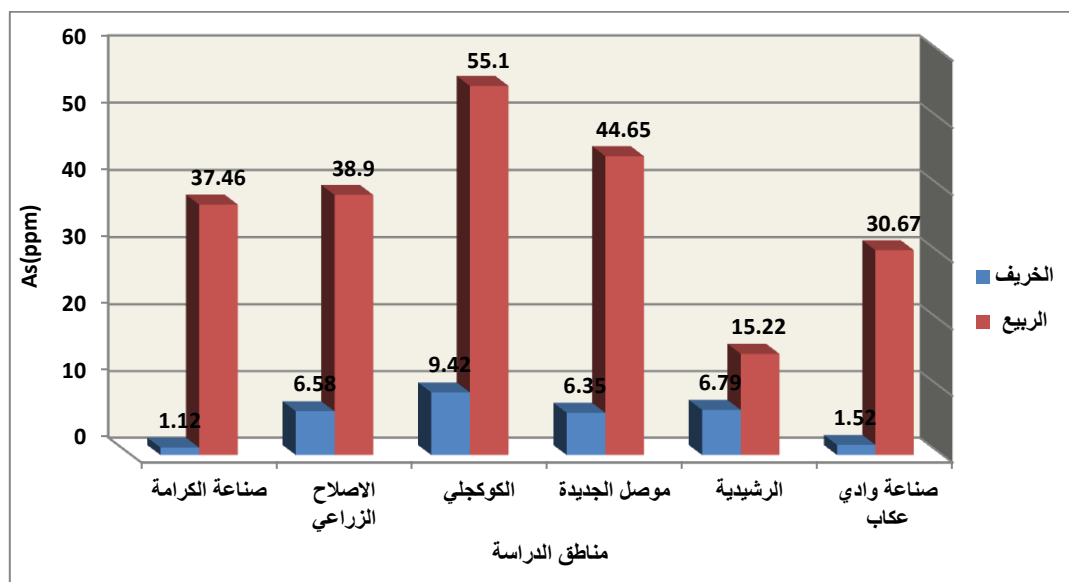
وتشير نتائج التحليل الى وجود تأثير معنوي بين معدل فصلي الدراسة (الخريف والربيع) على قيمه العنصر اذ كانت قيمه العنصر في فصل الخريف اكبر من قيمه العنصر في فصل الربيع بنسبه (23.66%)، كذلك اشارت الجدول بوجود اختلافات معنويه بين معدل مناطق الدراسة في تأثيرها على قيمه العنصر اذ وجد بان اعلى نسبة كانت في منطقته الكرامة (176.29)، وللتداخل بين مناطق الدراسة وفصلي الدراسة تأثير معنوي على قيمه العنصر كما موضح ادناه.

المعدل	بعد المطر	قبل المطر	الفصل المناطق
167.29 a	145.78 bcd	188.79 a	صناعة الكرامة
141.90 b	116.92 d	166.88 ab	الاصلاح الزراعي
140.77 b	135.77 cd	145.76 bcd	الكوكجلي
149.50 ab	135.48 cd	163.51 abc	موصل الجديدة

155.47 ab	147.75 bc	163.19 abc	الرشيدية
160.34 ab	136.71 cd	183.97 a	صناعة وادي عكاب
152.54	136.40 b	168.68 a	المعدل

7- الزرنيخ As :

اظهرت نتائج التحليل الحالية ان معدلات تراكيز عنصر الزرنيخ انخفاض قيمه عنصر الزرنيخ في فصل الخريف في جميع مناطق الدراسة، اما في فصل الربيع فقد ارتفعت معدلات عنصر الزرنيخ لجميع مناطق الدراسة وتجاوزت الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO,2006)، اذ وصلت اعلى قيمة للعنصر في منطقة كوكجلي (55.10) جزء بالمليون في فصل الربيع كما مبين في الشكل (8)، ويعزى سبب ارتفاع عنصر الزرنيخ الى عمليات الادمصاص العالمية للتربة مع العنصر حيث تمنعه من الارتشاح من خلالها في موسم الامطار وتكوين معقدات تحتفظ بالعنصر (Gunadasa *et al.*,2023).



الشكل (8) : قيم عنصر الزرنيخ في مناطق الدراسة

ويشير التحليل الاحصائي في الجدول ادناه الى وجود فرق معنوي بين معدل فصلي الدراسة (الخريف والربيع) على قيمه العنصر، اذ كانت قيمه العنصر في فصل الربيع اكبر من كميتها في فصل الخريف بمقدار (31.7) جزء بالمليون، ويشير الجدول الى عدم وجود اختلاف معنوي بين معدلات مناطق الدراسة فيما بينها. وللتداخل بين مناطق الدراسة وفصلي الدراسة تأثير معنوي على قيمه العنصر.

المعدل	بعد المطر	قبل المطر	الفصل المناطق
19.29 a	37.46 ab	1.12 b	صناعة الكرامة
22.74 a	38.90 ab	6.58 b	الاصلاح الزراعي
32.26 a	55.10 a	9.42 b	الكوكجلي
25.50 a	44.65 ab	6.35 b	موصل الجديدة
11.01 a	15.22 ab	6.79 b	الرشيدية
16.09 a	30.67 ab	1.52 b	صناعة وادي عكاب
21.15	37.00 a	5.30 b	المعدل

المصادر

- Ahmed, N. B. 2019. "Impact of Using Aldanfeeli Valley Water on the Pollution of Soils with Heavy Metals. Tikrit", *Journal for Agricultural Sciences Tikrit Journal for Agricultural Sciences*. 19(2), 8-18.
- Al-Azzawi, Mohammed Zuhair Ibrahim 2020. 'Soil Pollution with Heavy and Radioactive Elements in Selected Areas of Mosul City,' Master's Thesis, College of Environmental Sciences and Technology, University of Mosul - Iraq.
- Al-Hashimi, Abdul Redha Matar Abdul Redha, Al-Shammari, Ali Karim Hameed 2020. "Environmental Assessment of Urban Soil Pollution with Heavy Elements in Wasit Province Using Pollution Standards (CF, PLI, I, geo)," Proceedings of the First Virtual International Conference on Social Sciences / College of Basic Education / Mustansiriyah University. (In Arabic)
- Al-Hayani, Abdul Sattar Jabeer Zeban Sultan Al-Hayani 2018. "The Status of Some Heavy Elements in the Danfili River Valley," PhD Thesis, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul - Iraq. (In Arabic)
- Al-Qaysi, M. R., Al Obaidy, A. H. M., & Rahi, M. A. 2014. "Assessment of Toxic Levels for Lead in Soil of Al-Waziriya Region, Baghdad". *Engineering and Technology Journal*, 32(13), 3157-3165.
- Al-Saadi, Naseer Abdul Jabbar, Nada, Kamal Barzan, and Ahmed Munir Naji 2016. "Geochemical Distribution of Heavy Elements in the Soil of Wasit Governorate," *Al-Anbar Journal of Agricultural Sciences*, Volume 41, Issue 2. (In Arabic)
- Al-Tamimi, M. H., Kadhim, H. H., & Al-Hello, A. Z. A. 2022. "Assessment of environmental pollution by heavy Elements in the Sedimentary at Abu Al-Kahsib River in Basrah province-southern Iraq". *Marsh Bulletin*, 17(2).

- Antar, Salem Hamadi Antar, Al-Waka, Adnan Hussein Ali Al-Waka 2017. "Statistical Analysis of Agricultural Experiments Using SAS Software," University of Diyala, First Edition. (In Arabic)
- Communication Team ICARDA. 2003. Aleppo, Syrian Arab Republic: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Gunadasa, S. G., Tighe, M. K., & Wilson, S. C. 2023." Arsenic and cadmium leaching in co-contaminated agronomic soil and the influence of high rainfall and amendments". *Environmental Pollution*, 316, 120591.
- Hammam, A. A., Mohamed, W. S., Sayed, S. E. E., Kucher, D. E., & Mohamed, E. S. 2022. "Assessment of soil contamination using gis and multi-variate analysis: A case study in El-Minia Governorate", *Egypt. Agronomy*, 12(5), 1197 .
- Ismael, Ghassan Raed Salah 2022. "The Impact of Traffic Movement on Air and Soil Pollution Levels in Selected Areas of Mosul City," Master's Thesis, College of Environmental Sciences and Technology, University of Mosul - Iraq. (In Arabic)
- Muslim, R. I., Issa, M. J., & AL-Obaidi, B. S. 2019. Environmental assessment of heavy metals concentration and distribution in surface soils of Wasit Governorate/Iraq. *Iraqi Journal of Science*, 60(4), 803-818.
- Ryan, John Ryan, George Estephan, and Abdul Rashid 2003. "Soil and Plant Analysis: Laboratory Guide," International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA, Islamabad, Syria [Link to a website]. (In Arabic)
- Salem, Mansour Awaidat Salem, Al-Walid, Sameera Musa 2019. "Evaluation of Some Physicochemical Properties and Concentration of Some Heavy Metals in Agriculturally Fertilized Soil with Chemical Fertilizers Throughout the Seasons for a Long Period in the Brak Agricultural Project, Libya," at the Third Annual Conference on Theories and Applications of Basic and Vital Sciences, September 7. (In Arabic)
- Sanayei, Y., Ismail, N., & Talebi, S. M. 2009. "Determination of heavy metals in Zayandeh Rood river, Isfahan-Iran". *World Applied Sciences Journal*, 6(9), 1209-1214.
- Shannon T., Ahler S., Mathers A., Ziter C., & Dugan H., 2020. "Road salt impact on soil electrical conductivity across an urban landscape", *Journal of Urban Ecology*, Vol (6), Issue: (1).
- Zhou, H., Ouyang, T., Guo, Y., Peng, S., He, C., & Zhu, Z. 2022. "Assessment of soil heavy metal pollution and its ecological risk for city parks, vicinity of a landfill, and an industrial area within Guangzhou, South China". *Applied Sciences*, 12(18), 9345.

المعالجة الميكانيكية لأنواع مختارة من الفضلات البلاستيكية (بولي اثيلين تيرافثاليت (PET)، والبولي اثيلين (PE))

¹ نصير صالح الجبوري، ² قصي كمال الدين الاحمدي، ³ طه احمد الطيار

¹ قسم علوم البيئة، كلية علوم البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

² أستاذ هندسة البيئة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

³ استاذ مساعد، مركز بحوث البيئة والسيطرة على التلوث، جامعة الموصل، الموصل، العراق

تاريخ الإستلام 2023/8/18، تاريخ المراجعة 2023/9/13، تاريخ القبول 2023/9/18

المستخلص

هدفت الدراسة الى معالجة النفايات البلاستيكية للوصول إلى مواد بلاستيكية أكثر فائدة، والكشف عن فوائد إعادة تدوير النفايات البلاستيكية والطرائق المناسبة للتخلص منها. فقد توصلت الدراسة إلى أن إعادة التدوير الميكانيكي للمخلفات البلاستيكية لإنتاج شرائح بلاستيكية وأشكال اسطوانية من البلاستيك بعمليات بسيطة ومنخفضة التكلفة وصديقة للبيئة والتي تعدّ نهجاً عملياً لتقليلها والحفاظ على مفهوم الاستدامة من خلال إعادة التدوير الميكانيكي للعديد من المواد البلاستيكية مثل البولي اثيلين تيرافثاليت والبولي اثيلين عالي الكثافة والبولي اثيلين منخفض الكثافة، ليتم خفض حجمها بمقدار 55%. فقد ظهرت نسب مقاربة نوعاً ما بسبب قلة إنتاجها وعدم تأثرها بظروف العوامل المختلفة. ظهرت المخلفات البلاستيكية بقيم مختلفة نتيجة الاستخدامات المتعددة للمواد البلاستيكية، والتي شملت في تركيبها الكيميائي الأنواع الرئيسية (البولي اثيلين تيرافثاليت والبولي فنيل كلورايد والبولي بروبيلين والبولي ستايرين والأخرى من المواد البلاستيكية) والتي تمثلت في (قناني مياه الشرب وأكياس التسوق والسلال والعصائر والأدوية وخرطوم مياه الحدايق والألعاب البلاستيكية وعبوات حفظ الزيوت والكراسي وأواني المطبخ وحاويات الصابون السائل وقناني الحليب وأجزاء السيارات)، والتي تراوحت ما بين أعلى إنتاجية من المخلفات البلاستيكية (0.41 كغم/فرد / يوم) بينما انخفضت الإنتاجية إلى (0.21 كغم / فرد / يوم) وبمعدل إنتاجية لها (0.24 كغم/فرد/يوم)، يعزى ذلك إلى اختلاف العوامل من حيث المستوى الاقتصادي والمعاشي والثقافي والذي يؤثر على إنتاجية النفايات وكذلك اختلاف أعداد أفراد الأسرة الواحدة، فقد شكلت الأنواع المختلفة مثل البولي اثيلين تيرافثاليت والبولي اثيلين عالي الكثافة والبولي اثيلين واطئ الكثافة النسبة الأكبر من المخلفات البلاستيكية المنتجة بنسبة (16-40%) بواقع (0.225 - 0.008 كغم/فرد/يوم)، بينما وجدت الأنواع الأخرى من المواد البلاستيك بكميات مقاربة على الأغلب.

الكلمات المفتاحية: المخلفات البلاستيكية، بولي اثيلين تيرافثاليت (PET)، منطقة الحويجة

Mechanical processing of plastic waste; polyethylene terephthalate (PET), polyethylene (PE) types

Naseer Saleh Al-gebory, Kossay Kamaladeen Al-Ahmady, Taha Ahmed Al-Tayyar

¹ *Department of environment science, College of Environmental science and Technology, University of Mosul, Mosul, Iraq.*

² *Professor of Environmental Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.*

³ *Assistant Prof., Environment research center, University of Mosul, Mosul, Iraq*
(Received 18/8/2023 , Revised 13/9/2023 , Accepted 18/9/2023)

Abstract

This study aimed to find the mechanical recycling of plastic waste to product plastic slices and cylindrical shape plastic materials as raw plastic with simple, low-cost, environmentally friendly processes with safe disposal of plastic waste, which is a practical approach to reduce their volume by 55%, and maintain the depletion of natural resources to reach the concept of sustainability, through the mechanical recycling of many plastic waste such as polyethylene terephthalate (PET), high-density and low-density polyethylene(PE). Plastic waste types were founded in different quantities as a result of the multiple uses of plastic materials, which included according to their chemical composition the main types of plastic, polyethylene terephthalate(PET), high-density and low-density polyethylene(PE), polyvinyl chloride (PVC), polypropylene(PP), polystyrene(PS) and other(O). These types of plastic were represented in different plastic materials in multi-uses for each type. The results showed that the productivity of plastic waste types per person each day in Al Hawija district affiliated to Kirkuk Governorate ranged from (0.41 kg), to (0.21kg), with an average of (0.24 kg/person/day), and that were due to the difference of families in terms of the economic, subsistence and cultural level which affected waste productivity, as well as the difference in the numbers of persons for each family. Among the different types of plastic materials, polyethylene terephthalate, low and high density polyethylene represented the large percentage of plastic waste productive with(16-40%) according to (0.225- 0.008 kg/ person/day), while other types of plastic materials were mostly found in close quantities.

Keywords: Plastic waste, polyethylene terephthalate (PET), Hawija district

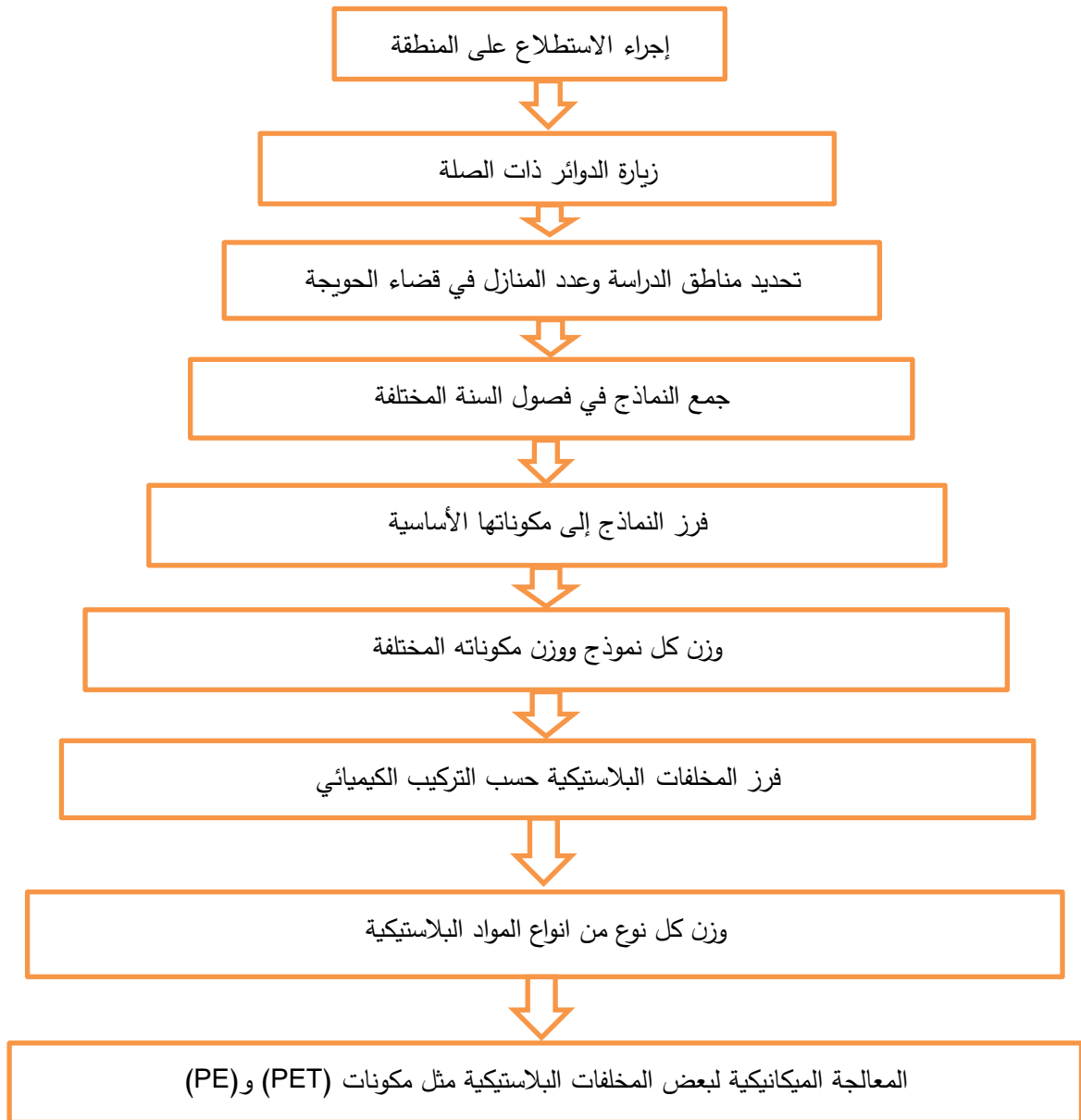
المقدمة

تعد المواد البلاستيكية مواد ذات قيمة عالية تغطي مجموعة واسعة من المجالات في الحياة اليومية نظرا لامتلاكها العديد من المميزات منها خفت الوزن والكثافة القليلة ومقاومة الرطوبة، كما يمكن إعادة استخدامها وإعادة تدويرها عدة مرات مع الاحتفاظ بقيمتها وخصائصها الوظيفية. إذ تصنع المواد البلاستيكية من النفط على شكل مونيمر ثم يتم تحويله الى بوليمر متعدد الجزيئات وعند اضافة بعض المواد الكيميائية عليه اثناء عملية التصنيع يتم انتاج العديد من المواد البلاستيكية مثل البولي ايثيلين تيرافثاليت (PET) والبولي ايثيلين عالي الكثافة (PE-HD) والبولي ايثيلين واطئ الكثافة (PE-LD) والبولي فينيل كلورايد (PVC) والبولي بروبيلين (PP) والبولي ستايرين (PS) والانواع الاخرى (O). أصبحت المخلفات البلاستيكية إحدى أهم مكونات النفايات الصلبة في الوقت الحاضر، والتي تشكل خطراً حقيقياً على البيئة بكل عناصرها ومكوناتها، لذلك يمكن أن نطلق عليها (المخلفات البلاستيكية). إن حجم المشكلة المرتبطة بالإدارة غير السليمة للنفايات البلاستيكية في جميع أنحاء العالم وعدم معالجتها بشكل سليم يعدّ ضخماً، مما يؤدي إلى تكاليف اقتصادية وخسائر فادحة عند طرحها إلى البيئة. وتبقى الإمكانيات المرتبطة بإعادة تدوير المخلفات البلاستيكية غير مستغلة بشكل كبير (Baran, 2020). يعمل الباحثون وبعض الشركات على توفير التقنيات التي يمكنها إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية بكافة أنواعها، ويمكن أن تساهم الجهود الجماعية لإعادة تدوير المخلفات البلاستيكية الى الطرق المناسبة للتخلص الآمن منها، وإلى تحقيق عوائد اقتصادية من المخلفات البلاستيكية وتقليل تأثيراتها على الحياة البيئية وفق مبادئ التنمية المستدامة (Dai, et al., 2022). يمكن إعادة تدوير نفايات بولي إيثيلين تيرافثاليت والبولي ايثيلين بطرق عديدة، منها طحنها ثم إعادة تدويرها إلى منتجات مفيدة. تعتبر إعادة التدوير الأولية من أقدم طرق إعادة تدوير البوليمرات ومن الصعوبة جدا بثق منصهر (PET) ولهذا السبب فإن عملية إعادة التدوير بالطريقة الأولية تعتبر طريقة غير مرغوبة ولا يتم استخدامها مع بوليمر (PET) (Al-Salem, et al., 2009). بينما تتضمن إعادة التدوير الثانوية تنظيف نفايات البوليمر وإعادة تصنيعها بطرق ميكانيكية إلى حبيبات بوساطة الطحن، وإن إعادة التدوير الثانوية تصبح أكثر تعقيداً كلما أصبحت نفايات البوليمر أكثر تعقيداً وأكثر تلوثاً (Al-Rubaie, 2018). بينما تعرف إعادة التدوير الكيميائي على أنها الطريقة التي تؤدي إلى تفكيك كامل لبوليمر (PET) إلى مونيمراته ومركبات كيميائية أخرى (Karayannidis, 2007, and chillas) وذلك من خلال تغيير هيئة سلاسل بوليمر (PET) بانشطارها من خلال ذوبانها (Transformation). أما عملية حرق المخلفات البلاستيكية لاستعادة محتوى طاقتها فتعتبر طريقة إعادة التدوير الرابعة، ويمكن تطبيقها على النفايات السامة والخطرة أثناء عملية التجميع والرفع اليدوي وكذلك عندما تكون عملية الفرز والعزل صعبة أو غير مجدية اقتصادياً، لذلك فإن مخزون الطاقة الكيميائية في فضلات اللدائن تستعاد بصيغة طاقة حرارية، بيد أن هذه الطريقة غير مقبولة بسبب الأخطار الصحية المترتبة من تلوث الهواء مع المواد السامة المقذوفة (Hopewell, et al., 2009). وتعتبر طريقة إعادة التدوير الميكانيكية أفضل وسيلة للمعالجة لأنها ذات مردود اقتصادي وبكلفة اقتصادية منخفضة ولها أهمية بالغة ودور مهم في الحد من نفاذ المصادر الطبيعية وتحقيق التنمية المستدامة وذلك بتأمين المواد الأولية من خلال استغلال المخلفات بدلاً من المواد الخام، كما أن له دور مهم من الناحية البيئية وذلك بحماية الهواء والماء من الملوثات بتجميعها وإعادة استعمالها بدلاً من حرقها للتخلص منها والذي يؤدي إلى تلوث الهواء من خلال انبعاث غازات الاحتباس الحراري أو الطمر الذي يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، كما أن عملية التدوير تساهم في توفير الطاقة، إذ أن الطاقة اللازمة لإنتاج المواد المصنعة من المواد الخام أكبر بكثير عن الطاقة اللازمة لإنتاج نفس المنتج من إعادة تدوير المخلفات. تمت الدراسة في قضاء الحويجة التابع الى محافظة كركوك لمعرفة كميات وأنواع النفايات البلاستيكية ومقارنتها بالنفايات الصلبة البلدية المنتجة ولإيجاد الطرق الميكانيكية المناسبة للتخلص الآمن منها .

المواد وطرائق العمل

1- وصف منطقة الدراسة

من أجل تحديد عدد أماكن اخذ النماذج وتقدير كمية المخلفات الكلية في قضاء الحويجة, احد الوحدات الادارية التابع الى محافظة كركوك, فقد تم اجراء استطلاع للمنطقة مع الأخذ بنظر الاعتبار آراء المواطنين, كما تم زيارة الدوائر ذات العلاقة للاطلاع ومعرفة أفكار وآراء الموظفين ذات العلاقة للوصول إلى النتائج الواقعية عن النفايات الصلبة بشكل عام و المخلفات البلاستيكية بشكل خاص. وشملت الدراسة عدة أحياء في قضاء الحويجة ومنها حي اليرموك وحي القادسية وحي الثورة وحي العسكري وحي التتكا اضافة الى حي النداء, فقد تم الأخذ بنظر الاعتبار المستويات المعاشية والثقافية للأحياء السكنية، والتي انعكست على اختلاف مستويات العوائل التي أخذت منها نماذج الدراسة. تضمن الجانب العملي العديد من المراحل والخطوات وكما في المخطط الموضح في الشكل (1) .



(1) : مخطط مراحل القيام بالدراسة

2- جمع النماذج

تعد عملية الجمع خطوة مهمة في عملية إعادة تدوير المخلفات ليتم من خلالها معرفة كميات المخلفات المنتجة، فقد تم جمع عشرين نموذجاً خلال أيام الأسبوع من كل شهر وعلى مدار سنة كاملة ابتداءً من شهر اب 2022 ولغاية شهر نيسان 2023، بعد عملية جمع النماذج المختلفة تم فرزها الى مكوناتها الأساسية لمعرفة كمية وحجم كل نموذج وإضافة المعلومات الخاصة بالعوائل المختلفة، ويؤخذ وزن مكونات المخلفات الناتجة من كل منزل، كما تم فرز أنواع المخلفات البلاستيكية باعتبارها المكون الأساسي من مكونات المخلفات الصلبة البلدية وليتم بعد ذلك حساب كميات وأنواع المخلفات البلاستيكية بحسب وزن وحجم كل نوع من المواد البلاستيكية اعتماداً على الشكل والتركيب الكيميائي وهذا يتفق مع ما بينه (Hopewell, et al., 2009) من أن عملية الجمع ثم الفرز تعد أولى خطوات التخلص المناسب للمخلفات وأهمها، فقد تشمل عملية الفرز اختيار المخلفات المناسبة لإعادة التدوير. تضمنت أنواع المواد البلاستيكية وحسب الشكل الجزيئي التركيب الكيميائي ما يلي:-

- البولي إيثيلين تيرافثاليت (PET) ويستخدم في صناعة عبوات المشروبات الغازية، أو عبوات المياه وعبوات الطعام أو زيوت الطهي.
- البولي إيثيلين عالي الكثافة (PE HD) ويستخدم في صناعة علب الحليب، أو أكياس البلاستيك وعلب الزبادي.
- البولي إيثيلين واطي الكثافة (PE LD) ويستخدم في صناعة الأكياس البلاستيكية والأوعية المختلفة والأنابيب ولوازم محترية مختلفة مثل القفازات.
- البولي فنييل كلورايد (PVC) ويستخدم في صناعة الأنابيب والمشبكات ومعدات الحمامات مثل الستائر والكراسي والقناني للاستعمالات مختلفة مثل حفظ الأصباغ والغراء.
- البولي بروبيلين (PP) اذ يستخدم في صناعة أواني الطبخ لمقاومته لدرجات الحرارة العالية , كما يستخدم في صناعة أوعية نباتات الزينة وأجزاء معينة من السيارات والألياف الصناعية وحاويات مختلفة والحبال.
- البولي ستايرين (PS) ويستخدم في صناعة كراسي القاعات ومعدات المطابخ المستخدمة لغير الطبخ وكاسيتات الفيديو وعلب ولوحات العزل الكهربائي والجداري.
- الأخرى (O) يضم عدة أنواع ثانوية منها بولي كاربونيت ويستخدم هذه البلاستيك كثيراً في إنتاج قناني الرضاعة وقناني الماء ويعتبر آمناً من الناحية الصحية.

3- مراحل المعالجة الميكانيكية

تتضمن عملية إعادة التدوير الميكانيكي للمخلفات البلاستيكية عدة مراحل بتقنيات مختلفة منها، التجميع، والفصل، والفرز، والغسيل (Geyer, et al., 2017) والهدف الأساسي من عملية فرز أنواع مخلفات البلاستيك للحصول على سلع بلاستيكية معاد تدويرها ذو جودة عالية. تعتمد تقنيات فرز المخلفات على الخصائص الفيزيائية الكيميائية المختلفة للبلاستيك، مثل التركيب الكيميائي والشكل والحجم واللون. إضافة الى احتواء المخلفات البلاستيكية على العديد من المواد البوليمرية والمواد العضوية (Lerici, et al., 2015)

4- خطوات المعالجة الميكانيكية للمخلفات البلاستيكية

4-1- عملية جمع المواد البلاستيكية:

تم جمع (10 كغم) من الانواع (PET) والـ (PE) من المخلفات البلاستيكية المغروزة والتي هي جزء اساسي ومكون مهم المخلفات المنزلية بشكل عام ومن المخلفات البلاستيكية بشكل خاص, من اجل القيام بالمعالجة الميكانيكية كونهما يمثلان النسب الاكثر عن بقية انواع المخلفات البلاستيكية كما ان التركيب الكيميائي لهما يساعد على اعادة التدوير الميكانيكي (Al-Rubaie,2018).

4-2- عملية الغسل:

غسلت قطع البلاستيك بالماء ليتم تنظيفها بعناية، وهذا يؤدي إلى التخلص من كل الشوائب التي تحتويها المواد البلاستيكية (Geyer, et al., 2017). كما تؤدي عملية الغسل الى فقدان بعض وزنها والنااتجة عن وجود شوائب ملتصقة للوصول الى مواد بلاستيكية نظيفة .

4-3- عملية التجفيف :

وُضعت المواد البلاستيكية في فرن من نوع (Memmert) الالماني الصنع للتجفيف والتخلص من المياه والرطوبة المتبقية وعند درجة حرارة 50 درجة سيليزية، كما استُخدمت تقنيات اخرى مثل أجهزة الطرد المركزي للتخلص من كل الرطوبة الموجودة في قطع البلاستيك، فضلاً عن تخلص المواد البلاستيكية من الشوائب المتبقية (Kumar, et al., 2016) والشكل (2) يوضح الافران المستخدمه في عملية التجفيف.



الشكل (2) : الفرن نوع (Memmert) المستخدم للتجفيف

4-4 - عملية الطحن (الثرم) :

بعد التنظيف وتجفيف قطع البلاستيك تُنقل إلى (الثرمة) الموضحة في الشكل (3) حيث يتم سحقها جيداً بواسطة الشفرات الدوارة للحصول على الرقائق البلاستيكية المختلفة وبأحجام مختلفة. وكلما زادت عدد الشفرات أو صغر حجمها يتم الحصول على شرائح بلاستيكية أكثر دقة.



الشكل (3) : آلة تقطيع المواد البلاستيكية

4-5 - طريقة الانحلال الحراري

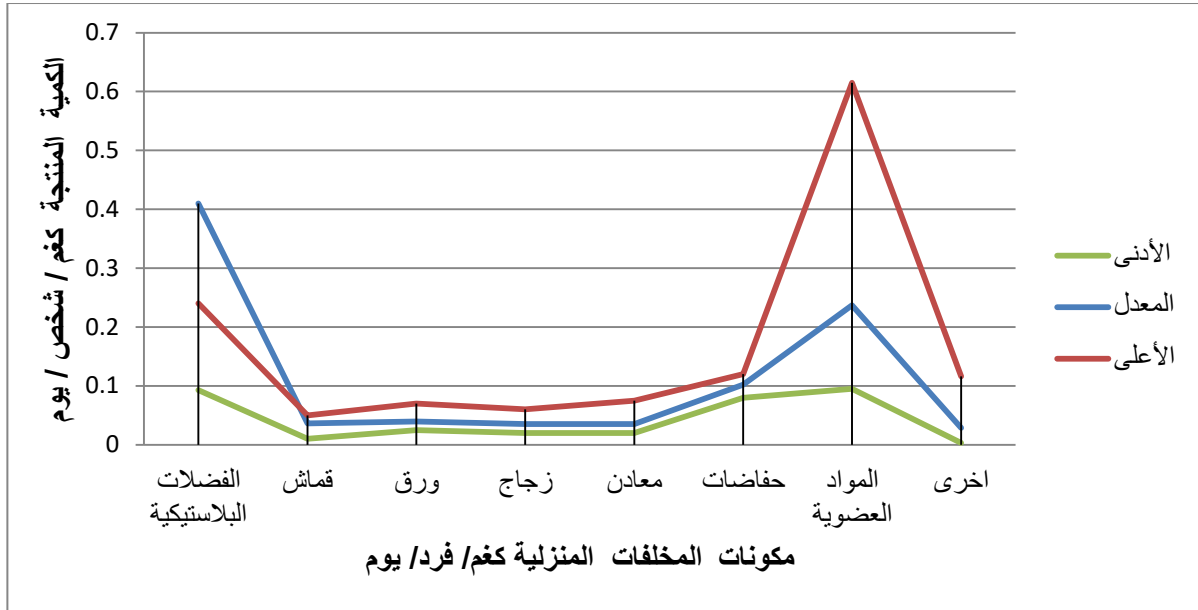
تم ادخال (1000 غرام) من شرائح نفايات البولي اثيلين تيرافثاليت والبولي اثيلين الى الفرن الموضح في الشكل (2)، بوضعها فوق قوالب معدنية تحتوي على حبات اسطوانية حيث يتم تسخينها بدرجة حرارة 120 درجة مئوية لمدة زمنية تتراوح بين 8-10 ساعات ثم تترك في الفرن لتبرد بشكل طبيعي لمدة 24 ساعة ليتم بعد ذلك للحصول على الكريات البلاستيكية (Lopez, et al., 2018).

النتائج

1- كميات المخلفات المنزلية

تنتج المخلفات الصلبة عن أي نشاط يقوم به الانسان، وقد تتنوع مكوناتها اعتمادا على نوع النشاط وطبيعة الانسان واسلوب تعامله مع النفايات، لذلك فهي تختلف من شخص الى آخر. بلغت إنتاجية الفرد من المخلفات الصلبة في مدينه الحويجة (0.911) كغم/فرد/يوم عندما كان عدد أفراد العائلة (5 أشخاص) بينما انخفضت إلى أدنى إنتاجية لها (0.416) كغم/فرد/يوم عندما كان عدد أفراد العائلة (12 شخصا) وبمعدل إنتاجية (0.6322) كغم/فرد/يوم. لذلك يمكن اعتبار انتاجية المخلفات البلدية لكافة الأنشطة السكنية والتجارية والمؤسساتية لمدينه الحويجة (1.26) كغم/شخص/يوم. قد شكلت النفايات البلاستيكية المكون الاساسي للمخلفات الصلبة اذ بلغت أعلى انتاجية للفرد (0.41) كغم/فرد/يوم،

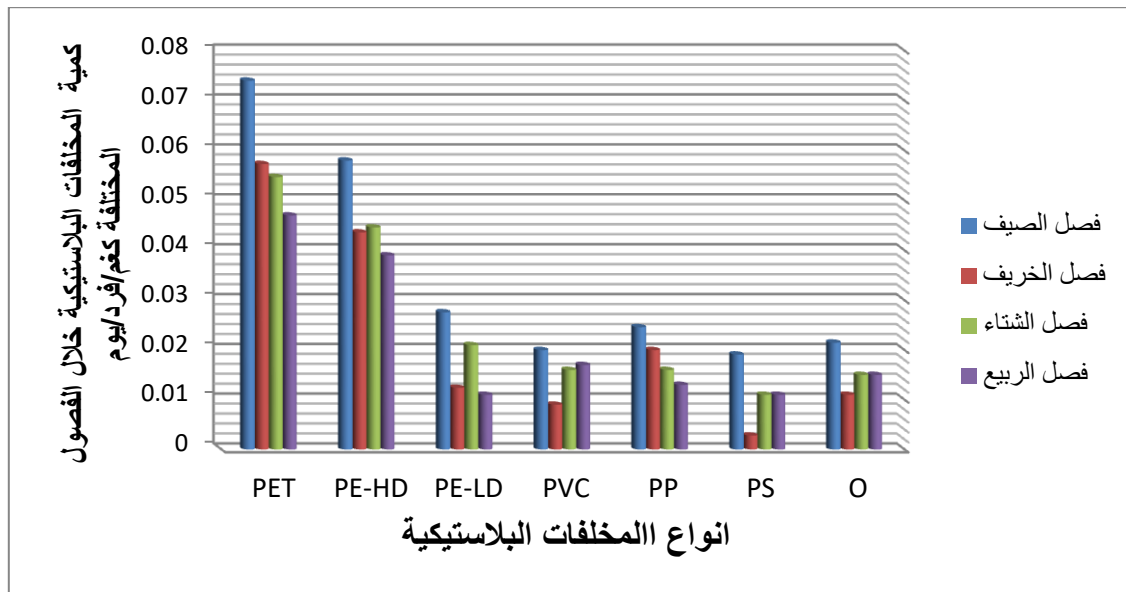
وانخفضت الى (0.115) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.24) كغم/فرد/يوم. والشكل رقم (4) يوضح القيم العليا والقيم الدنيا والمعدل لإنتاجية مكونات المخلفات الصلبة المنزلية و المخلفات البلاستيكية .



شكل (4): القيم العليا والدنيا والمعدل لمكونات النفايات المنزلية والنفايات البلاستيكية

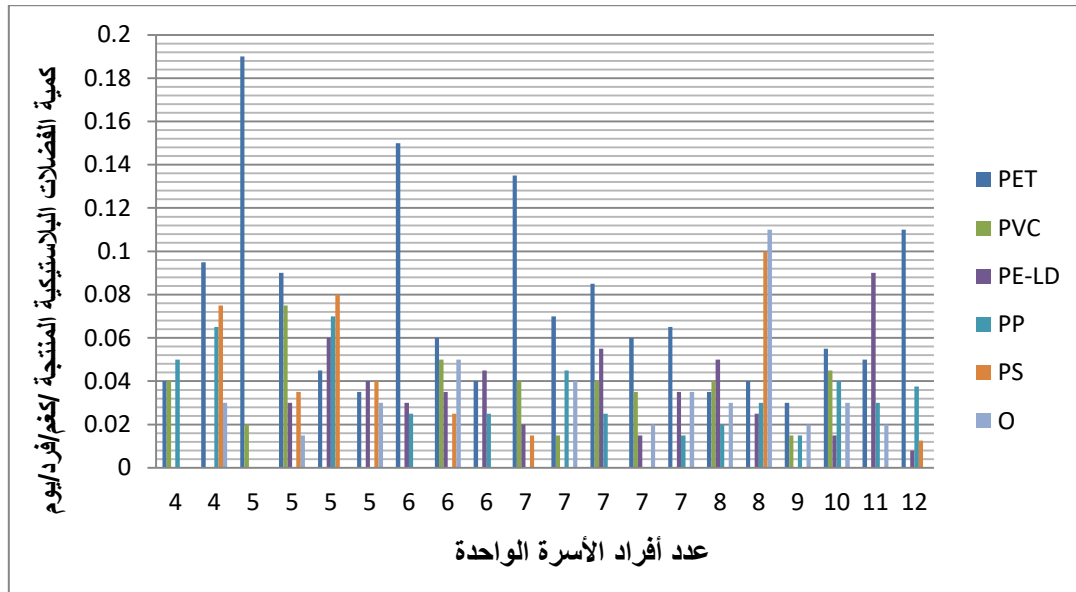
2- النفايات البلاستيكية

يوضح الشكل (5) تغاير كميات المخلفات البلاستيكية خلال فصول السنة المختلفة. اذ بلغت كمية البولي إثيلين تيرافثاليت المنتجة (0.073) كغم/شخص في اليوم وانخفضت الى (0.043) كغم/شخص/يوم في فصل الربيع. وقد تنوعت المخلفات البلاستيكية ما بين النوع البولي إثيلين تيرافثاليت (PET) وبأكبر الكميات. اما البولي ايثلين عالي الكثافة (PE-HD) فقد تراوحت كمياته المنتجة بين 0.058 و 0.038 كغم/شخص/يوم، والنوع بولي فنيل كلورايد (PVC) بمقدار 0.02 و 0.008 كغم/شخص/يوم والنوع بولي ايثلين واطى الكثافة (PE-LD) بمقدار 0.027 و 0.11 كغم/شخص/يوم والبولي بروبيلين (PP) بمقدار 0.023 و 0.011 كغم/شخص/يوم ، اما البولي ستارين (PS) فقد كان باقل قيمه منتجة تراوحت 0.003 لترتفع الى 0.019 كغم /شخص في اليوم ، أما النوع الأخير فهو يضم عدة أنواع (O) وقد تواجد بقيمه 0.021 و 0.11 كغم/شخص/يوم.



الشكل (5): تباين انتاجية المخلفات البلاستيكية المختلفة خلال الفصول السنة

يمثل الشكل (6) التباين في انتاجية افراد العوائل المختلفة لأنواع المخلفات البلاستيكية والتي مثلت بمجموعها بما نسبته (27-41%) من المخلفات الصلبة المنزلية، فقد شملت هذه النسبة الأنواع المختلفة من البلاستيك إذ مثل النوع بولي إيثيلين تيرافثاليت النسبة الأكبر لمختلف العوائل فقد تراوح ما بين أعلى إنتاجية (0.19) كغم/فرد/يوم وانخفضت الإنتاجية إلى (0.03) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.074) كغم/فرد/يوم فقد شمل كل من (قناني مياه الشرب والمرطبات والعصائر وعبوات حفظ الزيوت وأكياس وعلب حفظ الأغذية)، بينما مثلت الأنواع المصنفة ضمن البولي إيثيلين عالي الكثافة النوع الثاني والتي شملت (أكياس التسوق والقناني والسلال والألعاب البلاستيكية وخرطوم مياه الحدائق)، وبلغت أعلى إنتاجية (0.115) كغم/فرد/يوم لبعض العوائل وانخفضت لعوائل أخرى إلى (0.015) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.058) كغم/فرد/يوم، أما النوع بولي فنييل كلورايد فقد كانت أعلى إنتاجية (0.075) كغم/فرد/يوم وأدنى إنتاجية لها (0.015) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.020) كغم/فرد/يوم، تراوحت انتاجية النوع بولي إيثيلين واطئ الكثافة ما بين (0.008 - 0.09) وبمعدل (0.0276) كغم/فرد/يوم. بينما بلغت انتاجية بولي بروبيلين بين (0.015 - 0.065) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.0246) كغم/فرد/يوم. أما النوع بولي ستارين وصلت أعلى إنتاجية لمواده المنتجة (0.1) كغم/فرد/يوم وانخفضت إلى (0.015) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.0191) كغم/فرد/يوم، بينما بلغت انتاجية النوع الأخير من البلاستيك والذي يضم عدة أنواع منها البولي كاربونيت (0.11) كغم/فرد/يوم وانخفضت إلى (0.015) كغم/فرد/يوم وبمعدل (0.0215) كغم/فرد/يوم.



الشكل (6) : تباين انتاجية أنواع المخلفات البلاستيكية (كغم/شخص/يوم) باختلاف الاسر المنتجة

3- المعالجة الميكانيكية

تمثل المعالجة الميكانيكية احدى الطرق الحديثة للتخلص الآمن من المخلفات البلاستيكية كونها لا تحتاج الى مواد كيميائية خصوصا عند وجود كميات كبيرة من المخلفات البلاستيكية، وان إعادة التدوير الميكانيكي المستخدم للمخلفات البلاستيكية هي إعادة تدوير ثانوية، وتعتبر الطريقة الأكثر شيوعاً. فقد تم الحصول على رقائق بلاستيكية بعد عملية الترم وكلما كانت عملية الترم اكثر دقة لتمكنا من الحصول على البوليستر المستخدم في الوسائد واغطية النوم. وهي من الأمثلة الناجحة لإعادة معالجة القوارير المصنوعة من البولي إيثيلين تيريفتاليت لتحويلها إلى ألياف من البوليستر اضافة الى خفض كميات المخلفات البلاستيكية، فقد انخفض حجم النموذج الاصلي والبالغ (10 كغم) الى (9.52 كغم) لاحتوائها على بقايا المخلفات والأتربة، بينما انخفض الوزن بعد عملية التجفيف الى (9.316 كغم) وذلك لاحتوائها على بقايا الماء والشوائب الاخرى، وعند تقطيع البلاستيك بواسطة (الثرامة) تم الحصول على قطع مختلفة الاشكال وكما موضح في الشكل (7)، اذ انخفض الحجم الكلي بمقدار 45% عن الحجم الاصلي. فقد اكد (Al-Oud, et., 2015) أن اليابان نجحت في عام 2010 في إعادة تدوير 72% من القوارير المصنوعة من البولي إيثيلين تيريفتاليت مقارنة بنحو 30% فقط في الولايات المتحدة و 48% في أوروبا على الرغم من استمرار ممارسات الحرق والطمر. إن معدلات إعادة التدوير المرتفعة هذه تؤكد على التأثير الإيجابي الناجم عن السياسات المستهدفة عند استخدام إعادة التدوير الميكانيكي للنوع (PET) و النوع (PE).

كما تم الحصول على اشكال اسطوانية بلاستيكية من إعادة تدوير نفايات البولي إيثيلين عالي الكثافة باستخدام الانحلال الحراري، عند اذابة شرائح البلاستيك نوع (PE HD) بتعريضه الى درجة حرارة 120 درجة سيليزية، والشكل (8) يمثل الاشكال الاسطوانية من البلاستيك ، وهي من طرق إعادة تدوير نفايات البولي إيثيلين عالي الكثافة (Lopez, et al., 2018) .

المعالجة الميكانيكية لأنواع مختارة من الفضلات البلاستيكية (بولي اثيلين تيرافثاليت (PET)، والبولي اثيلين (PE))



الشكل (7) صورة توضح البلاستيك المقطع (المشروم)



الشكل (8) : الاسطوانات البلاستيكية المنتجة

المناقشة

1- كميات المخلفات المنزلية

اختلفت كميات المكونات المختلفة للمخلفات الصلبة المنزلية لمدينة الحويجة، ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف أعداد الأسر واختلاف الطبيعة البشرية للعوائل المختلفة بالإضافة إلى اختلاف مستوياتهم الاقتصادية والمعاشية والثقافية، حيث يلاحظ أنه كلما زاد عدد أفراد العائلة الواحدة كلما قلت إنتاج الفرد من النفايات، وهذا يعزى إلى أن الأعداد الكبيرة لأفراد

الأسرة الواحدة يؤدي إلى استخدام المواد بين شخص وآخر، كما أن العوامل الكبيرة تكون ذات دخل اقتصادي منخفض، وأن المواد المستخدمة يمكن تبادلها بين شخص وآخر لنفس أفراد الأسرة، وتتوافق هذه القيم مع ما بينه (Al-Samawi, *et al.*, 2009) أن إنتاج الفرد اليومي من المخلفات في مدينة بغداد قد بلغ (0.63 كغم/فرد/يوم) لعام 2006 ومع زيادة مرتقبة سنوية في إنتاج المخلفات تصل إلى (4.0%)، ليصل الإنتاج اليومي من المخلفات إلى (0.74 كغم/فرد/يوم) في عام 2010.

2- المخلفات البلاستيكية

أظهرت نتائج كميات المخلفات البلاستيكية زيادة الواضحة خلال فصل الصيف، الناتجة عن عمليات التسوق المختلفة وزيادة نشاطات الإنسان المختلفة لزيادة اوقات النهار خصوصاً طبيعة المنطقة الزراعية وأن معظم نشاطات الإنسان تكون خارج المنزل في اوقات النهار والتي أدت إلى استخدام أنواع ال بولي اثيلين تيرافثاليت (PET). فقد كان النوع بولي اثيلين تيرافثاليت (PET) هو المهيمن على بقية أنواع البلاستيك نتيجة استخدام قناني مياه الشرب والمرطبات وعلب حفظ الأغذية وعلب حفظ الزيوت، وكذلك النوع بولي اثيلين عالي الكثافة (PE-HD) نتيجة عمليات التسوق الكبيرة والذي ينتج عنها أكياس التسوق وكذلك السلال وخرطوم مياه الحدايق والألعاب البلاستيكية، مع وجود كافة الأنواع خلال فصول السنة المختلفة ولكن بقيم متذبذبة نوعاً ما.

اختلفت العوامل المختلفة في إنتاج أنواع المخلفات البلاستيكية ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف أعداد أفراد الأسرة الواحدة واختلاف الطبيعة البشرية لأفراد العوامل المختلفة بالإضافة إلى اختلاف مستوياتهم الاقتصادية والمعاشية والثقافية، حيث يلاحظ أنه كلما زاد عدد أفراد العائلة كلما قل إنتاج الفرد في العائلة، وهذا يعزى إلى أن الأعداد الكبيرة التي يتم استخدام المواد بين شخص وآخر، إضافة إلى أن العوامل الكبيرة تكون ذات دخل اقتصادي منخفض، وأن المواد يمكن استخدامها بين شخص وآخر لنفس أفراد الأسرة الواحدة، إذ أن الاختلاف في إنتاجية الفضلات البلاستيكية (مجتمعه) هو نتيجة لاختلاف أنواع المتعددة من المواد البلاستيكية المستخدمة والتي يختلف استخدامها من شخص إلى آخر، مثلاً ومما يزيد من استخدام (PVC) كونه مادة عازلة تستخدم في صناعة الأنابيب وكراسي المطابخ وألعاب الأطفال ومواد التغليف والخرطوم وستائر الحمام، وهذا يتفق مع ما بينه (Singh, *et al.*, 2014).

3- المعالجة الميكانيكية

أن عمليات إعادة التدوير الميكانيكية للبلاستيك بعد الاستهلاك تستخدم لإنتاج المواد الخام للمنتجات البلاستيكية المختلفة من المخلفات البلاستيكية الأصلية (Mazhandu, *et al.*, 2020)، فقد تم اختيار (PET) وال (PE) للمعالجة الميكانيكية كونهما يمثلان النسب الأكثر عن بقية أنواع المخلفات البلاستيكية كما أن التركيب الكيميائي لهما يساعد على إعادة التدوير بالمعالجة الميكانيكية. وهذه الأنواع تتفق مع ما أوجده (Al-Rubaie, 2018) من أن إعادة تدوير بولي إيثيلين تيرافثاليت (PET) والبولي إيثيلين (PE) يمثل واحدة من أفضل الطرق من أجل تقليل تراكمها الضخم في البيئة وعلى الرغم من أن تقنية إعادة التدوير الميكانيكية قد واجهت بعض المعوقات إلا أنها تبقى الطريقة العلمية لإعادة تدوير (PET). تعتبر إعادة التدوير الميكانيكي اسم مرادف لإعادة التدوير الثانوية وتشمل هذه العملية تنظيف نفايات البوليمر وإعادة تصنيعها بطرق ميكانيكية إلى حبيبات بوساطة الطحن (Aguado and reforming Serrano, 1999). إن إعادة التدوير الثانوية تصبح معقدة كلما أصبحت نفايات البوليمر أكثر تعقيداً وأكثر تلوثاً، عندما يعاد تدويره تزداد حالة عدم التجانس للنفايات الصلبة وبالنتيجة تصبح نواتج تفككه خلال عملية البثق بالحرارة أكثر تشابكاً (Scheirs, 1998).

المصادر

- Al-Rubaie, Heba Mishal Awad, 2018 “A study on the recycling processes of plastic polymer waste found in sanitary landfills” , College of Science, Department of Chemistry, University of Mosul, Iraq.
- Al-Oud, Muhammad Rashid And Qashout, Salma Ahmed Muhammad And Masoud , Fathi Abdel Aziz 2015 “Plastic waste and its effects on the environment and humans and modern methods for utilizing and disposing of it” , *Journal of Marine Sciences and Environmental Technologies*, Volume (1), Issue (2), December.
- Baran, B. 2020” Plastic waste as a challenge for sustainable development and circularity in the European Union” *Ekonomia i Prawo. Economics and Law*, 19(1):7-20. doi: 10.12775/EIP 2020.001.
- Mazhandu, Z.S.; Muzenda, E.; Mamvura, T.A.; Belaid, M. 2020 “Integrated and consolidated review of plastic waste management and bio-based biodegradable plastics: Challenges and opportunities Sustainability” 12, 8360.
- L. Dai, et al., *Prog. Energ. Combust. Sci.* 93, 101021 10. H. Li et al., 2022 "Expanding Plastics Recycling Technologies: Chemical Aspects. Technology Status and Challenges ChemRxiv 10.26434/chemrxiv".
- Singh, G. K., Gupta, K., and Chaudhary, S. 2014 “Solid waste management: its sources, collection, transportation and recycling”. *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(4), 347.
- Kumar, G.M.; Irshad, A.; Raghunath, B.; Rajarajan, G. 2016 “Waste management in food packaging industry” *Integrated Waste Management in India*; Springer: Heidelberg/Berlin, Germany,; pp. 265–277.
- Geyer, R., Jambeck, J.R., & Law, K.L. 2017 “Production, use, and fate of all plastics ever made” *Science Advances*, 3(7). doi:10.1126/sciadv.1700782.
- Scheirs, J.1998 "Polymer Recycling : Science, Technology and Applications", John Wiley & Sons Ltd , London.
- Aguado, J. and Serrano D. 1999 , " Feedstock Recycling of Plastic Wastes” The Royal Society of Chemistry , ISBN 0-85404-531-7 , U.K.

- Lopez, G.; Artetxe, M.; Amutio, M.; Alvarez, J.; Bilbao, J.; Olazar, M. 2018 “Recent advances in the gasification of waste plastics” A critical overview. *Renew. Sustain. Energy Rev*82, 576–596.
- Lerici, L.C., Renzini, M.S.; Pierella, L.B. 2015 “Chemical catalyzed recycling of polymers: Catalytic conversion of PE, PP and PS into fuels and chemicals over HY”. *Procedia Mater. Sci.*, 8, 297–303.
- Al-Salem, S. , Lettieri , J. , Baeyens , J.2009 " Recycling and Recovery Routes of Plastic Solid Waste (PSW) : A review *Waste Management*” 29(10) 2625-2643.
- Karayannidis, G.P. and Achilias , S.D. 2007" Chemical Recycling of Poly (ethylene terephthalate)" , *Macromol . Mater Eng.* , 292(2) , 128-146.
- Hopewell, J.; Dvorak, R.; Kosior, E. , 2009 “Plastics recycling: Challenges and opportunities” *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci*364, 2115–2126.
- Al-Samawi A. Abdul-Razzak T, and Anmar A. 2009 " Estimation of Baghdad Municipal Solid Waste Generation Rate" *Eng. & Tech. Journal* Vol. 27., No.1.

تأثير التلوث البيئي في وظائف الكبد و الكلى للأفراد من مناطق بيئية مختلفة (الحضرية و الريفية)

رنين محمد الشريفي ، زهراء عزالدين دلال باشي

جامعة الموصل/ كلية علوم البيئة وتقاناتها/ قسم علوم البيئة

تاريخ الإستلام 2023/8/20 , تاريخ المراجعة 2023/9/1 , تاريخ القبول 2023/9/9

الملخص

اجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير التعرض المستمر للملوثات البيئية على وظائف الكبد والكلى للأفراد القاطنين في مدينة الموصل (منطقة حضرية) وقضاء الشيوخ (منطقة ريفية) ، تم جمع (80) عينة دم من الذكور فقط غير المدخنين وغير المتعاطين للكحول و السليمين من الأمراض المزمنة ، تراوحت اعمارهم بين (21-55) سنة، وقد قسمت العينات الى مجموعتين حيث شملت اول مجموعة (40) عينة دم لأفراد من مدينة الموصل، اما المجموعة الثانية فقد شملت (40) عينة دم لأفراد من قضاء الشيوخ وبنفس الفئات العمرية ، تم جمع عينات الدم الوريدي بواقع (4-6) مل من كل شخص مع الاخذ بنظر الاعتبار استبعاد اي عينات متحللة (Hemolysis) وذلك من اجل استبعاد اي نتيجة خاطئة .

أوضحت النتائج ان هنالك ارتفاعا معنويا في فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP)، فعالية انزيم ناقل امين الاسبارتيت (AST) ، فعالية انزيم ناقل امين الانين (ALT) ، تركيز اليوريا (Urea) ، تركيز الكرياتينين (Creatinine) و تركيز الكلوكوز (Glucose) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيوخ.

الكلمات المفتاحية: التلوث البيئي, AST, ALP , الكرياتينين.

The Effect of Environmental Pollution on Liver and Kidney Function of Individuals in Different Environmental Areas (Rural and Urban)

Raneen Mohammad Al-Shuraifi , Zahra Izideen Dallalbashi

University of Mosul, College of Environmental Science and Technology

(Received 20/8/2023 , Revised 1/9/2023 , Accepted 9/9/2023)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of continuous exposure to environmental pollutants on the liver and kidney functions of individuals living in the city of Mosul (urban area) and Sheikhan district (rural area). In the current study, (80) blood samples were collected from males only, non-smokers, non-drinkers, and healthy individuals with chronic diseases, their ages ranged between (21-55) years. The samples were divided into two groups, where the first group included (40) blood samples from individuals from the city Mosul, while the second group included (40) blood samples for individuals from the Sheikhan district and the same age groups. Venous blood samples were collected at a rate of (4-6) ml from each person, taking into account the exclusion of any decomposing samples (Hemolysis) in order to exclude any false result.

The results in this study showed that there was a significant increase in Alkaline Phosphatase (ALP) enzyme activity, Aspartate Transaminase (AST) enzyme activity, The activity of Alanine Aminotransferase (ALT) enzyme, Urea concentration, Creatinine concentration and Glucose concentration in the group of males living in Mosul city compared with the group of males living in Sheikhan district.

Keywords: Air Pollution, ALP , AST, Creatinine.

المقدمة

تعد البيئة من أهم المجالات التي شغلت الإنسان ؛ لأنها المحيط الذي يعيش فيه و يحصل منه على المصادر المهمة لحياته وبقائه واستمراره في الحياة ، وإن تلوث البيئة هو أخطر ما يهدد هذه الحياة، ويحول دون قدرتها على التجدد و الاستمرار لتوفير متطلبات واحتياجات الإنسان (Zahlouq, 2021).

كانت النظم البيئية في حالة اتزان حتى ما قبل النصف الثاني من القرن العشرين ، حيث كان هناك توازن بين المكونات الحية وغير الحية و بين مدخلات النظم و مخرجاتها مثل : الطاقة ، الماء، الغازات ، الاملاح ،المخلفات وغيرها ، لكن في نهاية القرن العشرين بالغ الإنسان في تأثيره على البيئة لدرجة تتذر بالخطر إذ تجاوز في بعض الأحيان قدرة النظم البيئية الطبيعية على احتمال هذه التغيرات وإحداث اختلالات بيئية تهدد حياته وبقاءه على سطح الكرة الأرضية إذ ان الازدياد الكبير في عدد السكان والثورة التي حدثت في مجالات العلم والتكنولوجيا تسببت في حدوث زيادة هائلة في الملوثات البيئية ، هذا ما أدى بدوره الى حدوث خلل كبير في توازن النظم البيئية مما أدى الى حدوث اضرار جسيمة على صحة الانسان والكائنات الحية الأخرى ، إذ أدى التقدم العلمي الى ظهور الكثير من المركبات الكيميائية التي تضر بالبيئة كالاستخدام الموسع للوقود (نפט ، غاز طبيعي ، فحم) في مجالات متنوعة والذي أدى الى انتشار الملوثات في البيئة كالغازات الناتجة عن احتراق الوقود و الأنشطة الصناعية مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت إذ تتكون هذه الغازات نتيجة الاحتراق الغير كامل للوقود (Zahlouq, 2021) .

ظهرت العلاقة بين البيئة والصحة منذ زمن طويل ، عندما ربط الإنسان بين البيئة و انتشار الامراض ، حيث ادى اكتشاف البكتريا المعدية المسببة للأمراض في القرن السابع عشر الى تفعيل دور صحة البيئة للحد والتقليل من انتشار الامراض ، واصبحت المواد الكيميائية المنتشرة والمستخدمه اليوم تبعا للتطور الحضاري والتي يزيد عددها عن مليوني مادة مصدرا من المصادر الخطيرة لتلوث البيئة وخصوصا اننا لا نملك المعرفة الكاملة و الدقيقة عن مدى أضرارها على البيئة والصحة (Hussein, 2021).

لقد تم ادراج الكثير من المواد الكيميائية و اضرارها والامراض الناتجة عنها في قوائم تم تعميمها مثل أمراض الرئة الناتجة عن تلوث الهواء ، امراض القلب وعلاقتها بأول اوكسيد الكربون، الزئبق وعلاقته بتلف الاعصاب ، امراض السرطان ، وغيرها الكثير من المواد الكيميائية التي لها علاقة بأمراض السرطان، كالعلاقة بين غبار الاسبستوس و سرطان الرئة (Kada and Abdelhafid , 2013).

بعد فحص انزيمات الكبد من الفحوصات المهمة وهي عبارة عن بروتينات يتم تصنيعها داخل خلايا الكبد وتساعد هذه الأنزيمات بدورها على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية في الكبد ، هذه التفاعلات تتضمن انتاج عصارة المرارة بالإضافة الى عوامل التجلط التي تحمي من نزف الدم، الوقاية من العدوى و التخلص من السموم ، ومن هذه الانزيمات هو إنزيم ناقل أمين الألانين (ALT) وهو إنزيم موجود في الكبد يساعد في تحويل البروتينات إلى طاقة لكي تستخدمها خلايا الكبد عندما يتلف الكبد ، اما إنزيم ناقل أمين الأسبارتيت (AST) فهو إنزيم يساعد على ابيض الأحماض الأمينية، وهو موجود أيضًا بشكل طبيعي في الدم بمستويات منخفضة، اذ تشير الزيادة في مستوى هذا الانزيم إلى تلف خلايا الكبد أو تلف العضلات أما إنزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) فهو إنزيم موجود في الكبد والعظام وهو مهم لتحلل البروتينات، و تشير المستويات العالية منه إلى تلف خلايا الكبد و الإصابة بالمرض ، مثل القناة الصفراوية المسدودة ، أو بعض أمراض العظام(Anyanwu et al ., 2020).

تعد فحوصات وظائف الكلى من الفحوصات المهمة التي من خلالها يتم قياس مستوى الكرياتينين واليوريا ، اذ تنتج هاتين المادتين من عمليات الأيض في الجسم و يتم طرحها عن طريق الكلى كفضلات ناتجة من الجسم فعند وجود ضعف في وظائف الكلى، تضعف القدرة على التخلص من الفضلات مثل الكرياتينين (Creatinine) ، فيرتفع مستواها في الدم، يعتبر الكرياتينين (Creatinine) مادة ناتجة عن عمليات الأيض في العضلات، ويتم طرحها من الجسم عن طريق الكلى اما اليوريا (Blood Urea) فهي عبارة عن مادة ناتجة عن عمليات الأيض في الكبد، ويتم طرحها من الجسم عن طريق الكلى (Giansante et al., 2022).

تهدف هذه الدراسة الى تحديد مدى تأثير التلوث البيئي على وظائف الكبد والكلى لدى الأشخاص ضمن المناطق المدروسة وأي من هذه المتغيرات هو الأكثر ارتباطا بالتلوث البيئي واعتماده كمؤشر حيوي للكشف عن التلوث عند التعرض له مستقبلا.

المواد وطرق العمل

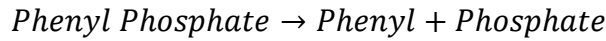
جمع العينات:

تناولت الدراسة الحالية (80) عينة من الذكور فقط غير المدخنين وغير المتعاطين للكحول و السليمين من الأمراض المزمنة ، تراوحت اعمارهم بين (21-55) سنة ، قسمت العينات الى مجموعتين حيث شملت اول مجموعة (40) عينة دم لأفراد من مدينة الموصل ، اما المجموعة الثانية فقد شملت (40) عينة دم لأفراد من قضاء الشيوخان وبنفس الفئات العمرية ، تم جمع عينات الدم الوريدي بواقع (4-6) مل من كل شخص مع الاخذ بنظر الاعتبار استبعاد اي عينات متحللة (Hemolysis) وذلك من اجل استبعاد اي نتيجة خاطئة .

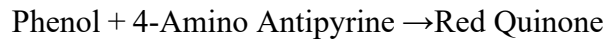
تقدير فعالية إنزيم الفوسفاتيز القاعدي ALP (Alkaline Phosphatase)

تم تقدير مستوى فعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) في مصل الدم اعتمادا على الطريقة اللونية المتبعة من قبل (Belfield and Goldberg , 1971) باستخدام عدة التحليل الجاهزة من قبل شركة (Biolabo) الفرنسية.

يعمل إنزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) الموجود في مصل الدم على تحليل فوسفات الفينول (Phosphate phenyl) (مادة الاساس) في وسط قاعدي الى الفوسفات والفينول وكما مبين في المعادلة التالية:



يتفاعل الفينول المتحرر مع (4-Amino antipyrine) بوجود $\text{K}_3 \text{Fe}(\text{CN})_6$ ويتم ايقاف التفاعل الانزيمي بوجود زرنبيخات الصوديوم ككاشف لوني ، اذ يتكون معقد الكوينون (Quinone) ذو اللون الوردي المائل الى الاحمرار وفق المعادلة التالية :



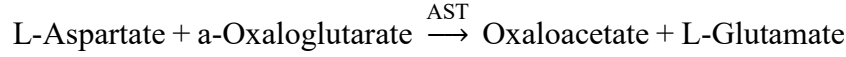
وتقرأ شدة الامتصاصية عند الطول الموجي 510 نانوميتر بواسطة جهاز مطياف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئي ، اذ تتناسب شدة لون المعقد مع فعالية الانزيم في مصل الدم.

$$\text{فعالية انزيم ALP (وحدة عالمية/ لتر)} = \frac{\text{شدة امتصاصية العينة} - \text{شدة امتصاصية كفاء العينة}}{\text{شدة امتصاصية المحلول القياسي}} \times 20$$

تقدير فعالية إنزيم ناقل أمين الأسبارتيت AST (Aspartate Aminotransferase)

تم قياس هذا الانزيم باستخدام عدة التحليل من شركة (Biolabo) الفرنسية وذلك بالاعتماد على الطريقة اللونية (Reitman and Frankel , 1957) .

يعمل أنزيم (AST) الموجود في المصل على تحويل L-Aspartate (المادة الأساس) إلى (Oxaloacetate) ويحفز أنزيم (AST) عملية انتقال المجاميع الامينية (Transamination) من الحامض الاميني (L-Aspartate) وكما في المعادلة الآتية:



حيث يعمل كاشف (2,4-dinitrophenyl hydrazine) على تحويل (Oxaloglutamate) الى مركب

(2,4-dinitrophenyl hydrazine) ذو اللون القهوائي المحمر (Reddish - Brown) و الذي يمكن قياسه لونها عند طول موجي 505 نانوميتر وكما موضح في المعادلة التالية:



حددت فعالية إنزيم ناقل أمين الأسبارتيت (AST) (وحدة عالمية/لتر) وذلك بالاعتماد على المنحنى القياسي الخاص بعدة التحليل الجاهزة المستخدمة لتقدير فعالية إنزيم (AST) .

تم أخذ انبويتي اختبار الاولى (Test) والثانية (Reagent Blank) ، أضيف 0.5 مل من (GOT Buffer) الى كل انبوبة و 100 مايكروليتر من المصل الى الانبوبة (Test) و 100 مايكروليتر من الماء المقطر الى الانبوبة (Reagent Blank) ، رجت الانابيب جيدا وتم وضعها في حمام مائي لمدة نصف ساعة في درجة حرارة 37⁰ م.

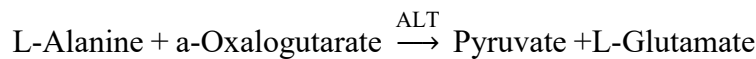
أضيف 0.5 مل من (Pyruvate 2,4-dinitrophenyl hydrazine) الى كل انبوبة مع الرج جيدا وتركت لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة الغرفة ، تم اضافة 0.5 مل من (Sodium Hydroxide) وتركت لمدة 5 دقائق في درجة حرارة الغرفة ، تم استخدام جهاز قياس الامتصاصية لقياس الفرق و مقارنة النتيجة مع جدول تركيز (GOT).

تقدير فعالية إنزيم ناقل أمين الألنين ALT (Alanine aminotransferase)

تم قياس هذا الانزيم باستخدام عدة التحليل من شركة (Biolabo) الفرنسية وذلك بالاعتماد على الطريقة اللونية (Reitman and Frankel , 1957) .

يعمل أنزيم (ALT) في المصل على تحويل حامض (L-Alanine) (المادة الأساس) الى حامض

(Pyruvate) ، ويحفز أنزيم (ALT) على انتقال المجاميع الأمينية (Amino Group) من الحامض الأميني (Alanine) وكما في المعادلة الآتية:



وبوجود كاشف (2,4-dinitrophenyl hydrazine) الذي يعمل على تحويل (Pyruvate) الى مركب (Pyruvate 2,4-dinitrophenyl hydrazine) ذو اللون القهوائي المحمر (Reddish - Brown) ويتم قياس شدته عند طول موجي 505 نانوميتر , وكما مبين في المعادلة التالية:



حددت فعالية الإنزيم بـ (وحدة عالمية/لتر) وذلك بالاعتماد على المنحنى القياسي الخاص بعدة التحليل الجاهزة المستخدمة لتقدير فعالية إنزيم (ALT) .

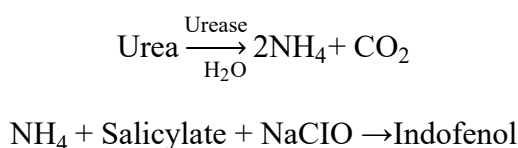
تم اخذ انبويتي اختبار الاولى يكتب عليها (Test) والثانية (Reagent Blank) ، تم اضافة 0.5 مل من GPT Buffer الى كل انبوبة ومن ثم اضيف 100 مايكروليتر من المصل الى الانبوبة (Test) و 100 مايكروليتر من الماء المقطر الى الانبوبة (Reagent Blank) ، تم رج الانابيب جيدا و وضعت في حمام مائي لمدة نصف ساعة في درجة حرارة 37⁰ م.

اضيف 0.5 مل من (Pyruvate 2,4-dinitrophenyl hydrazine) الى كل انبوبة مع الرج جيدا وتركزت لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة الغرفة بعد ذلك اضيف 0.5 مل من (Sodium Hydroxide)، تركت لمدة 5 دقائق في درجة حرارة الغرفة وتم استخدام جهاز مقياس الاشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئي لقياس الفرق في الامتصاصية وتم مقارنة النتيجة مع جدول تركيز (GPT) .

تقدير تركيز اليوريا (Urea Test)

تم قياس تركيز اليوريا باستخدام عدة التحليل من شركة (Randox) الإنكليزية وحسب الطريقة الانزيمية (Young and Fridman , 2001)

تم تحليل اليوريا الموجودة في مصل الدم مائيا باستخدام انزيم (Urease) الى ايون الامونيوم (Ammonia ion) و ثنائي أوكسيد الكربون (CO₂) ، اذ يتفاعل ايون الامونيوم لتكوين معقد الاندوفينول الاخضر (Green Indophenol) بوجود (Nitro Prusiate) اذ تتناسب شدة لون المعقد الاخضر مع تركيز اليوريا في مصل الدم ، تم قياس الامتصاصية عند 580 نانوميتر مقابل محلول كفاء باستخدام جهاز مطياف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئي وكما موضح في المعادلة الاتية:



تم مزج المحاليل جيدا و حضنت بدرجة حرارة 37 °م لمدة 5 دقائق لغرض اتمام التفاعل و قيست الامتصاصية باستخدام جهاز مطياف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئي عند طول موجي 600 نانومتر .

تركيز اليوريا Urea (ملغم/ 100مل) = (امتصاصية العينة ÷ امتصاصية المحلول القياسي) × تركيز المحلول القياسي

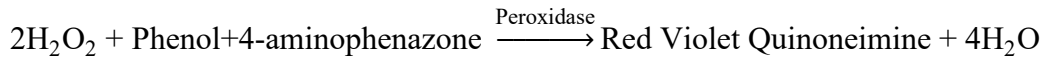
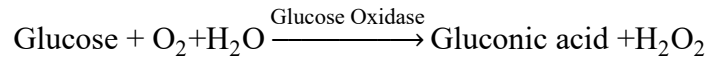
تقدير تركيز الكرياتينين (Creatinine Test)

تم قياس مستوى تركيز الكرياتينين في مصل الدم باستخدام عدة التحليل المجهزة من قبل شركة BIOLABO الفرنسية، ويكون مبدأ الاختبار عبارة تفاعل لوني (Jaffe reaction) بين الكرياتينين واملاح البكرات القاعدية (alkaline pirate) ليتكون معقد , تم قياس الامتصاصية عند الطول الموجي 490 نانومتر .

تقدير تركيز الكلوكوز (Glucose Test)

تم تقدير الكلوكوز في مصل الدم باستخدام عدة التحليل الجاهزة من شركة (BIOLABO) الالمانية وحسب طريقة (Titez , 1995) .

تعتمد هذه الطريقة على اكسدة الكلوكوز وتحويله الى حامض الكلوكونيك وبيروكسيد الهيدروجين بواسطة انزيم (Glucose Oxidase) وبوجود كاشف (4-aminophenazone) والفينول ليتكون معقد لوني وكما في المعادلات التالية:



تم وضع 1 مل من الكلوكوز في كل أنبوبة (تركيز مختلف لكل أنبوبة) ثم أضيف 1 مل من الكاشف لكل أنبوبة بعدها حضنت الأنابيب في حمام مائي حتى يتغير لون المحاليل في الأنابيب إلى اللون الأحمر وكلما زاد تركيز السكر زاد تركيز اللون .

التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات وفق نظام التجارب البسيطة وتمت المقارنة بين المواقع حسب اختبار t-test عند مستوى احتمال 0.01 باستخدام برنامج (spss) لتحليل بيانات التجربة لإيجاد المعدل ± الخطأ القياسي (Hinton,2004)

النتائج والمناقشة

اظهرت النتائج في الجدول (1) وجود ارتفاع معنوي لفعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان, حيث بلغ المتوسط الحسابي لفعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (8.97 ± 101.15) وحدة دولية / لتر , في حين بلغ المتوسط الحسابي لفعالية انزيم الفوسفاتيز القاعدي (ALP) في مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان (69.69 ± 9.34) وحدة دولية / لتر .

جدول (1) : تأثير التلوث البيئي في وظائف الكبد (انزيم الفوسفاتيز القاعدي و الانزيمات الناقلة للأمين AST و ALT).

الموصل	الشيخان	المجاميع تراكيز المتغيرات المدروسة
8.97 ± 101.15 a	9.34 ± 69.69 B	فعالية (ALP) وحدة دولية / لتر
2.53 ± 38.04 a	4.40 ± 18.64 B	فعالية (AST) وحدة دولية / لتر
4.06 ± 42.23 a	3.98 ± 15.15 B	فعالية (ALT) وحدة دولية / لتر

- القيم يعبر عنها بالمتوسط الحسابي \pm الانحراف القياسي
- الحروف المختلفة أفقياً تعني وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$)
- عدد المكررات لكل مجموعة (40) مكرر

اوضحت نتائج الجدول (1) وجود ارتفاع معنوي لفعالية انزيم ناقل امين الاسبارتيت (AST) عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان, حيث بلغ المتوسط الحسابي لفعالية انزيم ناقل امين الاسبارتيت (AST) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (2.53 ± 38.04) وحدة دولية / لتر , في حين بلغ المتوسط الحسابي لفعالية انزيم ناقل امين الاسبارتيت (AST) في مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان (4.40 ± 18.64) وحدة دولية / لتر .

في حين بينت نتائج الجدول وجود ارتفاع معنوي في فعالية انزيم ناقل امين الالنين (ALT) عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان ,

حيث بلغ المتوسط الحسابي لفعالية انزيم ناقل امين الانين (ALT) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (4.06 ± 42.23) وحدة دولية / لتر، في حين بلغ المتوسط الحسابي لفعالية الانزيم ناقل امين الانين (ALT) في مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيوخان (3.98 ± 15.15) وحدة دولية / لتر، يعود سبب الزيادة في هذا الانزيم الى تلف الخلايا والأنسجة في الجسم مما يؤدي الى زيادة نفاذية الخلية بسبب تغير التركيب الكيميائي لأغشية الخلايا فيؤدي ذلك الى تحرر هذه الانزيمات من السائل داخل الخلوي الى السائل خارج الخلوي نتيجة لحدوث تلف لأنسجة الجسم نتيجة التعرض للملوثات (Al-Janabi, 2008).

ان الارتفاع في فعالية إنزيمات الكبد في امصال دماء الذكور القاطنين في مدينة الموصل ، يعود إلى حدوث تلف الكبد الخلوي أي حدوث تنخر (Necrosis) الخلايا الكبدية من أثر الملوثات المختلفة (Johnston , 1999 ; ., 2001) ، كذلك فان للكبد دور مهم في العديد من العمليات الأيضية ، كما له دور مهم في إزالة المواد السامة من الجسم مثل العقاقير، المواد المسرطنة والمعادن الثقيلة، اذ يساهم في افراز مركبات عديدة في الصفراء (Abdel ., 2006) لذلك يعد تقدير فعالية هذه الإنزيمات من الاختبارات المهمة في تحديد وتقييم وظائف الكبد، اذ إن إصابة الكبد بالعديد من الامراض سيؤدي إلى حدوث ارتفاع في فعالية هذه الإنزيمات في مصل الدم والتي يكون مصدرها المايوتوكونديريا أو الساييتوبلازم للخلايا المتضررة، توجد هذه الإنزيمات بصورة رئيسة في الكبد ،القلب والعضلات الهيكلية (Hegazy and Kamel, 2014) ، أشارا الباحثين Henderson و Moss (1994) ان سبب ارتفاع فعالية انزيمي ALT و AST في مصل الدم يعود إلى ضرر داخلي أو تلف العضلات الهيكلية.

توافقت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل اليه El-Khayat وآخرون (2015) الى ان هنالك ارتفاع في تراكيز ALT وAST و ALP في عينات الحزون التي تم جمعها من بحيرة منزلة (Manzala Lake) في مصر والسبب في ذلك يعود الى تراكم المعادن الثقيلة في الكبد الذي يراكم المعادن الثقيلة اكثر من بقية الاعضاء ، كذلك فان الارتفاع في تراكيز (ALT) و (AST) و (ALP) يؤدي الى تحطم خلايا جسم الحزون.

أوضحت النتائج في الجدول (2) وجود ارتفاع معنوي في تركيز اليوريا عند مستوى احتمال $(P \leq 0.01)$ في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيوخان ، حيث بلغ المتوسط الحسابي لتركيز اليوريا في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (21.66 ± 69.14) ملغرام / 100 مل، في حين بلغ المتوسط الحسابي لتركيز اليوريا في مجموعة الذكور القاطنين قضاء في الشيوخان (4.99 ± 25.90) ملغرام / 100 مل .

جدول (2): تأثير التلوث البيئي في وظائف الكلى (تركيز اليوريا وتركيز الكرياتينين وتركيز الكلوكوز).

الموصل	الشيخان	المجاميع تراكيز المتغيرات المدروسة
21.66 ± 69.14	4.99 ± 25.90	تركيز اليوريا
0.31 ± 1.19	0.13 ± 0.74	تركيز الكرياتينين
17.34 ± 115.40	8.28 ± 85.43	تركيز الكلوكوز

- القيم يعبر عنها بالمتوسط الحسابي ± الانحراف القياسي
- الحروف المختلفة افقيا تعني وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$)
- عدد المكررات لكل مجموعة (40) مكرر

اوضحت نتائج الجدول (2) وجود ارتفاع معنوي في تركيز الكرياتينين عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان، حيث بلغ المتوسط الحسابي لتركيز الكرياتينين في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (0.31 ± 1.19) ملغرام / 100 مل، في حين بلغ المتوسط الحسابي لتركيز الكرياتينين في مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان (0.13 ± 0.74) ملغرام / 100 مل.

بينت النتائج في الجدول (2) وجود ارتفاع معنوي في تركيز الكلوكوز عند مستوى احتمال ($P \leq 0.01$) في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل مقارنة مع مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان ، حيث بلغ المتوسط الحسابي لتركيز الكلوكوز في مجموعة الذكور القاطنين في مدينة الموصل (17.34 ± 115.40) ملغرام / 100 مل ، في حين بلغ المتوسط الحسابي لتركيز الكلوكوز في مجموعة الذكور القاطنين في قضاء الشيخان (8.28 ± 85.43) ملغرام / 100 مل، اذ توافقت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل اليه Zhang وآخرون (2012) والذي بين ان مؤشرات وظائف الكلية كانت اعلى في سكان المناطق الحضرية مقارنة مع سكان المناطق الريفية .

توافقت نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل اليه L AL-Hayali (2012) حيث وجد ان تركيز اليوريا في دم العاملين في معمل سمنت حمام العليل الذي يقع في مدينة الموصل قد ازداد بزيادة مدة التعرض للملوثات الناتجة من المعمل والسبب في ذلك يعود الى ميل اليوريا الى تحسين عملية تحلل البروتين وتسريع نزعها من الاحماض الامينية من اجل تكوين السكر كذلك فان الارتفاع في تركيز اليوريا في الدم يعود سببه الى تحطيم كريات الدم الحمر (Adamu and Iloba, 2008; Jude et al., 2002)، وقد يعود السبب في ارتفاع اليوريا في الدم الى تراكم الجذور الحرة الناتجة من ارتفاع الكولسترول بسبب التغذية الغير جيدة وزيادة الملوثات في الماء والغذاء (Guyton and Hall, 2008)، كما وجد ان

هنالك زيادة في مستويات الالبومين وحامض اليوريك في عينات الدم المأخوذة من طيور (Sparrow House) واسمها العلمي (Passer domesticus) التي تعيش في المناطق الحضرية مقارنة مع الطيور في المناطق الريفية

(Gavett and Wakeley,1986) كما اشار Elarabany و El-Batrawy (2019) الى ارتفاع تركيز الكرياتينين Creatinine في دم طيور (Egret Cattle) واسمها العلمي (Bubulcus ibis) التي تعيش في المناطق الصناعية مقارنة مع الطيور التي تعيش في المناطق الريفية ، اذ ان تركيز الكرياتينين في العادة يكون ثابتا في الحالات الطبيعية وان اي زيادة عن الحدود الطبيعية لتركيزه في الدم يعد مؤشرا لوجود خلل في وظائف الكلى (Hamidipour et al., 2016) ، ان هذه الزيادة في تركيز الكرياتينين تحدث نتيجة التعرض لمعادن ثقيلة مثل الرصاص والكاديوم وتأثيرها السمي على الكلى (Khaki et al., 2011).

ايضا توافقت نتائج الدراسة الحالية مع ما جاء به Zaman وآخرون (2016) في ان عدد المصابين بمرض السكري اكثر انتشارا بمقدار الضعف في المدن مما هو عليه في المناطق الريفية وان السبب في ذلك هو التخطيط العمراني والحضري السيئ الذي يفقر إلى بيئة مناسبة لممارسة النشاط البدني وكذلك من اسباب زيادة عدد المصابين بمرض السكري هو وجود الصناعات الغذائية غير الخاضعة للرقابة وكذلك الترويج للوجبات السريعة وزيادة التعرض للشد العصبي في المدن، ان تراكم الملوثات اثر على بعض العمليات الايضية الهادمة وخاصة تلك التي تختص بأيض البروتينات والدهون وبعض الانزيمات المحفزة لتفاعلات ايض البروتينات المحفزة لتفاعلات تحلل البروتينات مما ادى الى زيادة تركيز البروتين الكلي واليوريا (Janker, 2012 ., Anttila et al ., 2015 ; Kieth et al .,1999).

المصادر

- Al-Janabi, Munif Saab Ahmed., 2008. A physiological, biochemical and cellular study of the effect of a number of pollutants emitted in Baiji thermal power station on its workers. *PhD thesis, College of Education, Tikrit University, Iraq*, 63-72.
- Abdel Aziz, I.I. and Al Agha, S.Z., 2006. Hematological and Biochemical Studies for Gasoline Toxicity Among Gasoline Workers In Gaza Strip. *Al-Aqsa University Journal (Natural Sciences Series)*, 10(SE), pp.41-58.
- Adamu, K.M. and Iloba, I.K., 2008. EffEcts of subLEthal concENTrations of Portland cEmEnt PowdEr in solution on thE aminotransfErases of thE african catfish (CLARIAS GARIEPINUS (burchEll, 1822)). *Acta Zoologica Lituanica*, 18(1), pp.50-54.
- Anyanwu, C.F., Aigbogun Jr, E.O. and Joseph, T.O., 2020. Evaluation of the liver enzyme (AST, ALT & ALP) levels of adult HIV patients on HAART in UPTH. *Annual Research & Review in Biology*, pp.34-41.
- Belfield, A. and Goldberg, D.M., 1971. Revised assay for serum phenyl phosphatase activity using 4-amino-antipyrine. *Enzyme*, 12(5), pp.561-573.

- D'Andrea, M.A. and Reddy, G.K., 2014. Hematological and hepatic alterations in nonsmoking residents exposed to benzene following a flaring incident at the British petroleum plant in Texas City. *Environmental health*, 13(1), pp.1-8.
- Elarabany, N.F. and El-Batrawy, O.A., 2019. Physiological changes in the Cattle Egret, *Bubulcus ibis*, as a bioindicator of air pollution in New Damietta City, *Egypt. African Journal of Biological Sciences*, 15(1), pp.13-31.
- El-Khayat, H.M., Hamid, H.A., Gaber, H.S., Mahmoud, K.M. and Flefel, H.E., 2015. Snails and fish as pollution biomarkers in Lake Manzala and laboratory A: Lake Manzala snails. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 6(4), pp.1-9.
- Gavett, A.P. and Wakeley, J.S., 1986. Blood constituents and their relation to diet in urban and rural house sparrows. *The Condor*, 88(3), pp.279-284.
- Giansante, S., Giana, H.E., Fernandes, A.B. and Silveira Jr, L., 2022. Analytical performance of Raman spectroscopy in assaying biochemical components in human serum. *Lasers in Medical Science*, 37(1), pp.287-298.
- Guyton, A.C. and Hall, J.E., 2007. Buku ajar fisiologi kedokteran. EGC.
- H Jankeer, M., 2012. Effect of Lead on some Antioxidants and Lipid Peroxidation in Blood of White Male Albino Rats. *Rafidain Journal of Science*, 23(4), pp.55-69.
- Johnston, D.E., 1999. Special considerations in interpreting liver function tests. *American family physician*, 59(8), pp.2223-2230.
- Jude, A.C., Sasikala, K., Kumar, R.A., Sudha, S. and Raichel, J., 2002. Haematological and cytogenetic studies in workers occupationally exposed to cement dust. *International Journal of human genetics*, 2(2), pp.95-99.
- Hegazy, R.M. and Kamel, H.F., 2014. Oxidant hepatic &/or haem. Injury on fuel-station workers exposed to benzene vapor, possible protection of antioxidants. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*, 4(2), pp.34-46.
- Hinton, P., 2004. "Statistics Explained". 2nd ed. By Routledge. *Printed in the USA and Canada*, 85-125.
- Hussein, Mustafa Mahmoud Mustafa ., 2021. Industrial pollutants and their impact on environmental health in the urban community and a social field study in Damietta. *Journal of the Faculty of Arts, Fayoum University*, 13 (1), 3015-3102.
- Kales, S., Polyhronopoulos, G., Aldrich, J., Mendoza, P., Suh, J. and Christiani, D., 2001. Prospective study of hepatic, renal, and haematological surveillance in hazardous materials firefighters. *Occupational and Environmental Medicine*, 58(2), p.87.
- Khaki, Z., Amoli, J.S., Lesan, V. and Esfahani, T.A., 2011. Changes of serum biochemistry in short term toxicity with lindane pesticide in broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*, 66(1), pp.1-81.

- L AL-Hayali, H., 2012. Effect of cement pollution on creatinine and blood urea in hamam al-alil factory workers. *College Of Basic Education Research Journal*, 11(3), pp.787-795.
- Moss, D.W.; Henderson, A.R., 1999. *Enzymes In Clinical Chemistry*, 2nd eds, Philadelphia, pp 735
- Reitman, S. and Frankel, S., 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *American journal of clinical pathology*, 28(1), pp.56-63.
- Tietz, N.W., 1995. Clinical guide to laboratory tests. *In Clinical guide to laboratory tests*, pp. 1096-1096.
- Wilde, M., 2013. Civil Liability for Environmental Damage. *Civil Liability for Environmental Damage*, pp.1-360.
- Young, D.S., 2001. Effects of disease on Clinical Lab. *Tests*, 4th ed AACCC, 25.
- Zahlouq, Amira Muhammad Abd al-Salam ., 2021. Environmental pollution and its effects on community health. *Al-Qirtas Journal for Humanities and Applied Sciences*, 15.
- Zaman, M.M., Choudhury, S.R., Ahmed, J., Talukder, M.H. and Rahman, A.S., 2016. Blood glucose and cholesterol levels in adult population of Bangladesh: results from STEPS 2006 survey. *Indian Heart Journal*, 68(1), pp.52-56.
- Zhang, L., Wang, F., Wang, L., Wang, W., Liu, B., Liu, J., Chen, M., He, Q., Liao, Y., Yu, X. and Chen, N., 2012. Prevalence of chronic kidney disease in China: a cross-sectional survey. *The lancet*, 379(9818), pp.815-822.

*المعالجة التحفيزية لتنقية كبريت خام المشراق من الشوائب البيتومينية

اسلام كمال سعيد الطائي¹, عماد عبد القادر الدبوني²

¹ جامعة الموصل، كلية هندسة النفط والتعدين، قسم هندسة التعدين

² جامعة الموصل، كلية العلوم، قسم علوم الكيمياء

تاريخ الإستلام 2023/9/20 , تاريخ المراجعة 2023/10/8 , تاريخ القبول 2023/10/11

الخلاصة

تمثل وحدة التفاعل التحفيزي (المفاعل) مكونًا أساسيًا في أي وحدة صناعية. يؤثر الاختيار والتصميم الصحيح لهذا الجزء من المشروع على نجاح الوحدة الصناعية بأكملها أثناء نقل التجربة المخبرية لطريقة تنقية الكبريت المقترحة (طريقة التحفيز الحراري) من الكمية المحدودة للمختبر إلى النطاق الصناعي. في مثل هذه الحالة، تكون المعلومات المتاحة محدودة نوعًا ما ويتم تحديدها في الغالب عن طريق الكشف والمقارنة. يجعل استخدام عامل التحفيز في العملية أكثر صعوبة لأنه يزيد من عدد المتغيرات التي يجب أخذها في الاعتبار. تبحث هذه الدراسة التأثير التحفيزي للملح المعدني والذي انعكس بشكل إيجابي وكبير على الظروف التشغيلية للتفاعل. تم الحصول على نسبة عالية من النقاوة للكبريت بعزله من المواد الهيدروكربونية باختيار أفضل الظروف للمادة المحفزة المضافة من حرارة وتركيز وزمن. وقد تم استنتاج النمط التحفيزي للمادة من خلال عدد من التجارب والقياسات باستخدام تقنية المجهر الإلكتروني الماسح، طيف الأشعة تحت الحمراء والتحليل الحراري الوزني. ومقارنة انبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين بالطرائق السابقة مع الطريقة التحفيزية.

الكلمات المفتاحية : الهايدروكربون، كبريتيد الهيدروجين، المفاعل، الحفاز، الكربنة الحرارية

Catalytic Treatment To Purify Mishraq Crude Sulfur From Bituminous Impurity

Islam K. S. Altayi¹, Imad A. Aldobouni²

¹ Mining Engineering Department, College of petroleum and Mining Engineering

² Chemistry department, College of science, University of Mosul, Iraq

(Received 20/9/2023 , Revised 8/10/2023 , Accepted 11/10/2023)

Abstract

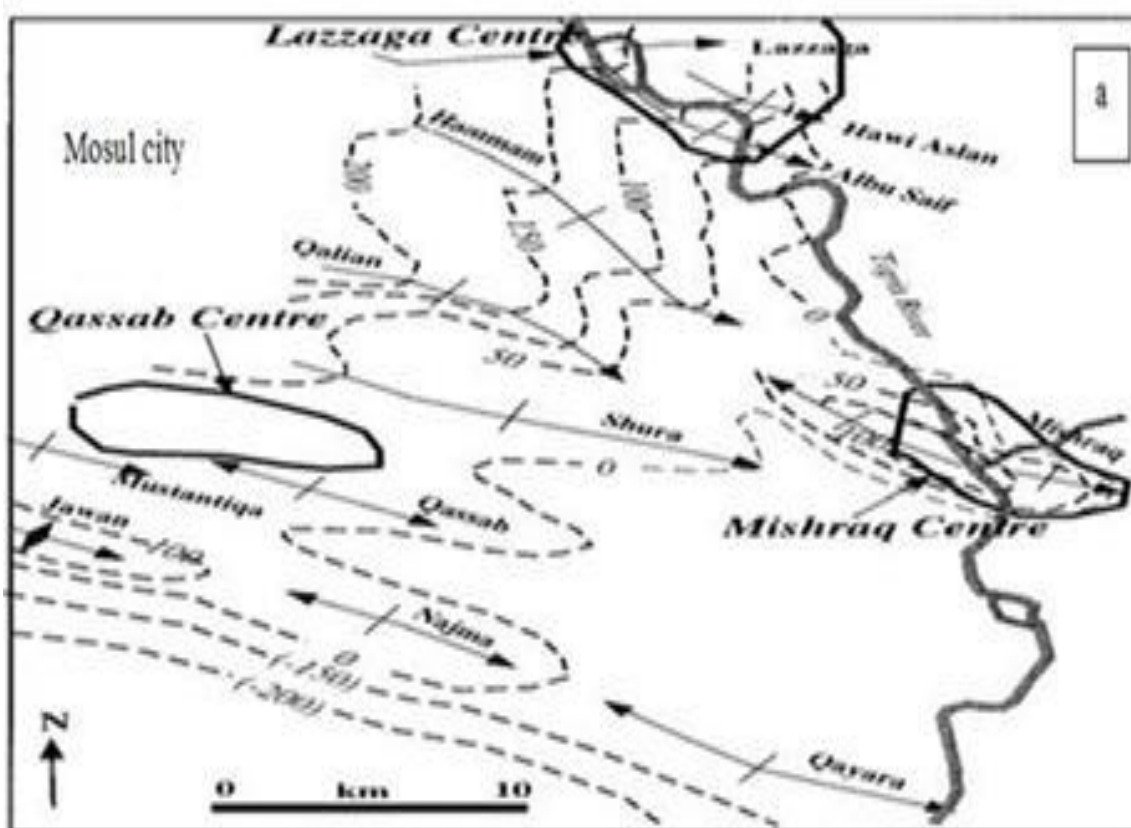
The catalytic reaction unit (reactor) is an essential component of any industrial unit. The correct selection and design of this part of the project affects the success of the entire industrial unit while transferring the laboratory experiment of the proposed sulfur purification method (thermal catalytic method) from the limited laboratory quantity to the industrial scale. In such a case, the information available is rather limited and is mostly determined by detection and comparison. It makes the use of a trigger in the process more difficult because it increases the number of variables that must be taken into account. This study examines the catalytic effect of metallic salt, which has a positive and significant impact on the operational

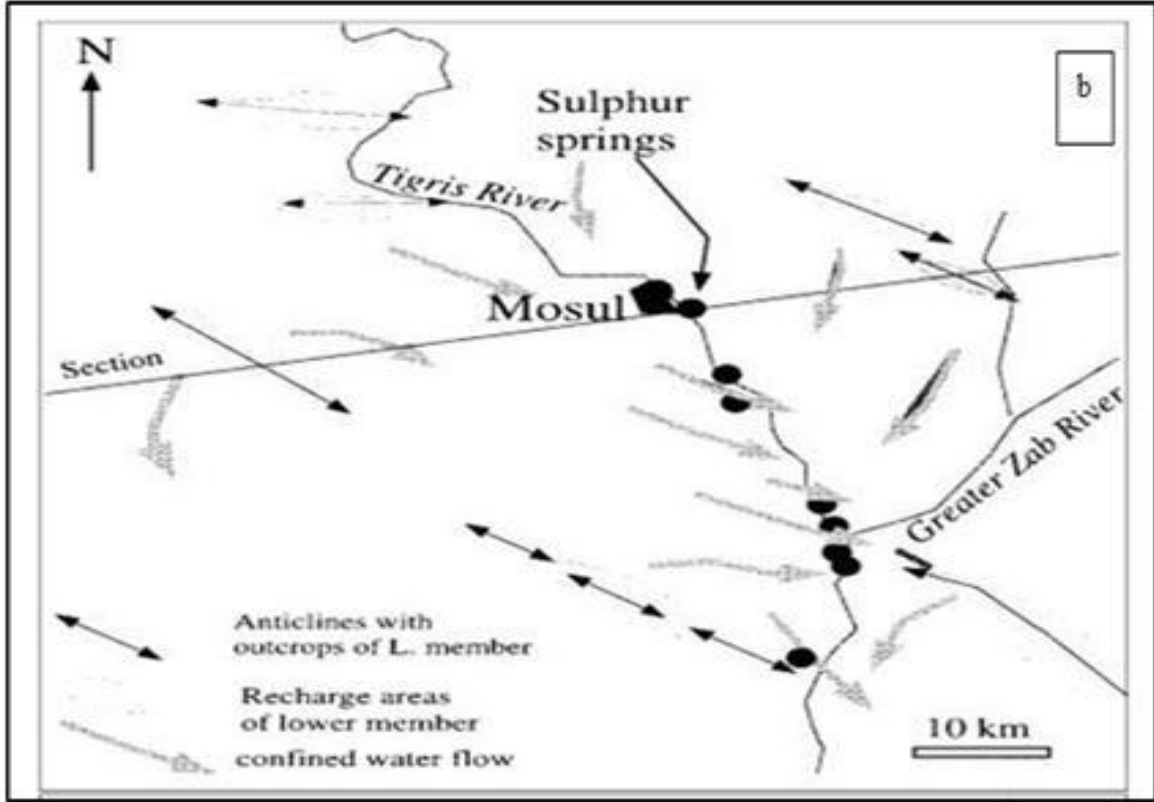
conditions of the reaction. A high percentage of purity of sulfur was obtained by isolating it from hydrocarbons by choosing the best conditions for the added catalyst, such as temperature, concentration, and time. The catalytic pattern of the material was deduced through a number of experiments and measurements using Scanning electron microscope, Infrared spectrum and thermogravimetric analysis. Comparing the emission of hydrogen sulfide gas with previous methods and the catalytic method.

Key words: Hydrocarbon, Hydrogen Sulfide, Reactor, Catalyst, thermal carbonization

المقدمة

تقع منطقة الدراسة في شمال العراق والتي تمتد على الحافة الجنوبية الغربية لالتقاء نهر دجلة مع رافد الزاب الاعلى وفي الجنوب الشرقي لمدينة الموصل على مسافة تقدر (45) كم وتمتد الى موقع حميرن مكحول والتي تتميز بوجود السفوح والتي تقع ضمن الرصيف الداخلي المستقر. تنتشر تكوينات جيولوجية ممتدة بين حقبتين زمنيةين اولها الحقبة الزمنية الميوسينية السفلية تليها حقبة العصر الرباعي ولا يوجد الكبريت في تلك المنطقة بصورة نقية نتيجة وجود تراكيب هيدروكربونية ثقيلة لقرب حقل المشرق من حقل القيارة النفطي جنوب مدينة الموصل وتعمل هذه المواد القيرية مع صخور الجبس والانهدرايت والبكتيريا اللاهوائية على تحرير غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S والذي يتأكسد لاحقا بالمياه الجوفية مكونا خام الكبريت وبوجود عوامل مساعدة اخرى متمثلة بالعوامل التكتونية والهيدروجيولوجية.





شكل رقم 1- الجزء (a) موقع حقل المشرق في مدينة الموصل، (b) حقل المشرق القريب من نهر دجلة (Jassim *et al*, 1999)

تتجمع المكامن الكبريتية في منطقة الفتحة ضمن الطبقة الانتاجية والتي تتألف من اصناف رئيسية بعدة طبقات غير متجانسة من الطين والحجر الجيري والجبس والأنهيدريت والهالايت (Fatah and Tahir, 2021)) كما ان حقل المشرق يمتلك مخزون ستراتيحي من الكبريت يقدر (100-250) مليون طن من الكبريت الحيوي في العصر الميوسيني الأوسط في تكوين الفتحة، اذ يمتد لمسافة حوالي (10) كيلومترات مربعة داخل خط انحدار مضاعف على الضفة الغربية لنهر دجلة (Alkhafaji *et al*, 2021).

يعتبر الكبريت من اهم الخامات التعدينية في العراق ويأتي من حيث الاهمية بالمرتبة الثانية بعد النفط الخام. واهم صادر الكبريت العراقي هو حقل المشرق والذي يكون بهيئة كبريت حر ملوث بالمواد الهيدروكربونية الثقيلة، كما يمكن استخلاص الكبريت من المركبات الكبريتية الغنية بالمركبات العضوية والتي تتواجد مع النفط واتساع رقعة استغلاله واستثماره اقتصاديا (Liu, *et al*, 2022) باستخدام وحدة كلاوس (Azizi and Hussein, 2020) وتوجد ترسبات الكبريت في حقل المشرق متداوبة مع الهيدروكربونات الثقيلة وان وجود هذه الهيدروكربونات جعلت من استخراج الكبريت مختلفة عن بقية المناجم في العالم، كما ان موقع حقل المشرق بالقرب من حقل القيارة النفطي (Bulmer, 2018) تسببت في احتوائه على نسبة ضئيلة من الشائبة القيرية وصلت الى 1% (Al-Dahhan *et al*, 2017).

هذه النسبة جعلت مواصفات الكبريت غير مقبولة للتسويق ومؤشرا وعائقا نحو استثماره (Halo *et al*, 2022). لذلك يتطلب استخدام طرائق تنقية غير تقليدية لغرض التخلص من الشائبة القيرية المرافقة للخام الكبريتي وتهدف هذه الطرائق الى تغيير طبيعة ومواصفات الشائبة القيرية بغية فصلها بسهولة وكفاءة عالية (Rebout and Samimi, 2022).

ففي النصف الأول من القرن العشرين استخدمت الحوامض المعدنية لمعالجة المشتقات النفطية خاصة تلك الثقيلة منها لخفض نسبة الكبريت في تلك المشتقات حيث كانت التنقية تتم خلال تكون مركبات معقدة ما بين الحوامض وبعض

الأملاح المعدنية من جهة وبين المركبات الكبريتية العضوية من جهة أخرى (Nekhoroshev *et al*, 2018) . تستند عملية التنقية في الطريقة المحفزة على معالجة الكبريت وفي ظروف حرارية مقارنة لدرجة حرارته عند خروجه من البئر باستخدام مادة محفزة من أملاح المعادن (Al-Dobouni, 1995 and Hassan *et al*, 2022) لقد أدى اكتشاف هذا الحفاز إلى خفض الحدود الحرارية اللازمة للتنقية إلى أقل من 200م° وخفض الزمن اللازم لاكتمال المعالجة إلى أقل من 10 دقائق مقارنة بمتطلبات الطريقة الحرارية المتمثلة بدرجة حرارة 400م° لمدة ساعتين (Shehab *et al*, 1981) إن اعتماد الظروف الجديدة سيعني التخلص من أعباء الجزء الأعظم لمتطلبات الوقود التي تتطلبها عملية التسخين إلى 400م° لفترة ساعتين كما أن تقليص زمن التفاعل إلى أقل من عشرة دقائق سيعني زيادة القدرة الإنتاجية للمفاعل بحدود 1200% كحد أدنى.

يهدف هذا البحث الى تثبيت العديد من المتغيرات والظروف التي تتطلبها عملية النقل الصناعي وتحديد اسلوب عمل الحفاز المستخدم في هذه الطريقة وتحديد الانبعاثات الغازية خلال المعالجة ان وجدت.

المواد وطرائق البحث

جمع المواد

أخذت العينات من احد المواقع القريبة من استخراج الكبريت بطريقة فراش من حقل المشراق الكبريتي القريب من حقل القيارة النفطي (Bulmer, 2018).



شكل رقم 2- موقع العمل في كبريت المشراق

طريقة العمل واجهزة القياس

اضيف (50غم) من النموذج الى المادة المحفزة بهيئة ملح معدني بتركيز (3%) في دورق زجاجي حراري Beaker مع استخدام الحرارة والتحرك ضمن حرارة وصلت الى 130م° لفترة (10دقيقة). ولعزل المادة الهيدروكربونية عن الكبريت تم استخدام الترشيح البسيط لعزل الشائبة القيرية مع الملح المعدني بهيئة معقد على ورقة الترشيح والكبريت بهيئة راسب نقي في دورق الترشيح. ولمعرفة نقاوة الكبريت تم استخدام التحليل الطيفي Uv-Spectrophotometrically باستخدام جهاز نوع (JaSCO.V630) ياباني المنشأ في مختبرات جامعة الموصل باستخدام مذيب (CS₂) (Theodorou *et al*, 2012) بعد ذلك تم عزل الملح المعدني من الشائبة القيرية لإعادة استخدامه في تنقية الكبريت عن طريق التصعيد الحراري thermal escalation باستخدام مذيب Xylene عند حرارة 170م°، وفحص

النماذج بتقنية الاشعة تحت الحمراء في جامعة الموصل نوع الجهاز المستخدم Bruker: Model: Alpha, (PN:1003271, SN:102996) لنماذج الهيدروكربون المعزولة عن الكبريت، واستخدمت تقنية المجهر الالكتروني الماسح Scan Electron microscope نوع الجهاز (TESCAN MIRA3) فرنسي المنشأ لمعرفة شكل و سطح الارتباط ما بين المعقد (الملح المعدني والهيدروكربون)، والهيدروكربون المعزول من الكبريت الخام، كما تم قياس التحليل الحراري الوزني thermogravimetric analysis للمعقد (complex) باستخدام جهاز TGA/DSC Mettler teledو السويسري المنشأ لدراسة ناتج الارتباط للملح المعدني مع الهيدروكربونات القيرية الملوثة للكبريت.

جدول-1: ظروف المعالجة الاولى لتنقية الكبريت

تركيز الملح المعدني (%)	درجة الحرارة م°	زمن المعالجة (دقيقة)
1	130	5
1.5	140	10
2	150	15
3	160	20

جدول-2: الظروف المثلى للمعالجة الحفازية

تركيز الملح المعدني (%)	درجة الحرارة م°	زمن المعالجة (دقيقة)
3	130	10

النتائج والمناقشة






إن جميع عمليات التنقية التي طبقت في منجم المشراق سواء على الصعيد الإنتاجي (الطريقة البولونية) الكربنة بحامض الكبريتيك (والطريقة الأمريكية) الكربنة الحرارية والتي تدعى التقطير بالحرق المغطس أو على الصعيد التجريبي (وحدة المعالجة الحرارية لشركة نيسان اليابانية) اعتمدت مبدأ الكربنة للشائبة القيرية لكي يمكن فصلها عن الكبريت. فعملية التنقية تستوجب تغيير خواص أحد مكونات المزيج إلى المدى الذي يتيح إمكانية فصله وعزله عن المكون الآخر عليه سيكون من المنطقي أن يتم التركيز على معالجة المكون ذو النسبة الأوطأ لأن كلفة المعالجة ستكون أقل .. لهذا السبب كانت الشائبة القيرية هي موضع الاستهداف لمعظم عمليات التنقية المنفذة أو المقترحة حيث هدفت هذه الطرائق إلى كربنة الشائبة القيرية عن طريق أكسدةها بحامض الكبريتيك المركز (الطريقة البولونية) أو عن طريق تحفيز تفاعل سحب الهيدروجين بالكبريت بواسطة الحرارة (الوحدة الرائدة اليابانية التجريبية والوحدة الأمريكية).

لقد لوحظ أثناء التجارب العديدة التي أجريت لاختيار أفضل الظروف أن لون الكبريت الناتج يبدأ بالتدهور قليلا عند رفع درجة الحرارة (Karapınar, 2013) مع ثبوت الزمن والتركيز.

جدول-3: تركيز الهيدروكربون في الكبريت مع زيادة الحرارة

تركيز الهيدروكربون في الكبريت غم / غم	درجة الحرارة م°
0.009	130
0.02	140
0.04	150
0.05	160
0.056	170

جدول -4 : تأثير زيادة درجة الحرارة على لون الكبريت المنقى بالمعالجة المحفزة مع ثبات التركيز والزمن

درجة الحرارة (م°)	130	140	150	160	170
اللون برمز ميثون	2A4	5B5	5D5	5E7	5E8
لون الكبريت المعالج باستخدام الملح المعدني					

هذه النتيجة أثارت انتباهنا حيث أن رفع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة سرعة تفاعل إزالة الهيدروجين وتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين بغض النظر عما إذا كان هذا التفاعل محفزاً أو غير محفز وهذا بعبارة أخرى سيعني زيادة الكبريت وينبغي أن تنعكس إيجابياً على لون الكبريت، لكن الملاحظ كان هو العكس. حيث اثبتت الدراسات ان كمية غاز H_2S المتحررة ضئيلة وبحدود ($3.7 \sim 10^{-3}$ غم.لتر⁻¹) وهي مقاربة وبدرجة كبيرة إلى كمية ما يتحرر من هذا الغاز عند درجة 130 م° وبتأثير الحرارة فقط ومن الناحية العملية تعني أن سرعة تفاعل الكبريت قليل وغير مجدي عمليا, *et al* (Monlgomery 2015). استنادا على هذه النتائج كان لا بد لنا من إعادة التفكير في حقيقة أن التفاعل المؤثر في عملية التنقية لن يكون بالتأكيد تفاعل الكبريت وأن هناك تفاعلاً آخر هو المؤثر في هذا الخصوص. وان المادة المحفزة ارتبطت بالهيدروكربون على شكل معقد وان الهيدروكربون يمكن استرجاعه باستخدام المذيبات الهيدروكربونية وإعادة استخدام الملح المعدني عن طريق نفس المذيب.

كما لوحظ انه عند اضافة المادة المحفزة ان نقاوة الكبريت المعالج زادت مع زيادة الزمن والتركيز Phimmavong, (2020) وهذا يعني ان الهيدروكربونات الملوثة للكبريت متفاوتة في اوزانها الجزيئية فالأوزان القليلة سوف ترتبط بسرعة مع المادة المحفزة بينما ترتبط الاوزان الثقيلة من الهيدروكربون بعد فترة زمنية اطول.

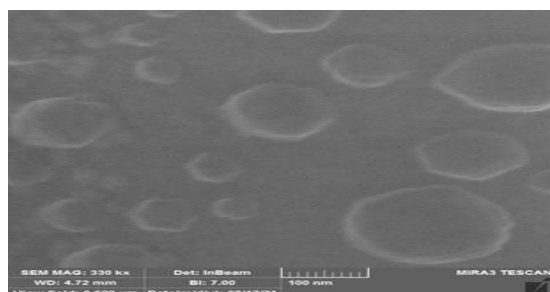
جدول-5: تركيز الهيدروكربون في الكبريت مع زيادة كمية الملح المعدني

الزمن	تركيز الهيدروكربون في الكبريت غم/غم باستعمال 2% من الملح المعدني 125م°	تركيز الهيدروكربون في الكبريت غم/غم باستعمال 3% من الملح المعدني 125م°
5	0.001	0.00015
10	0.0007	0.00013
15	0.0005	0.00012
20	0.0002	0.0001

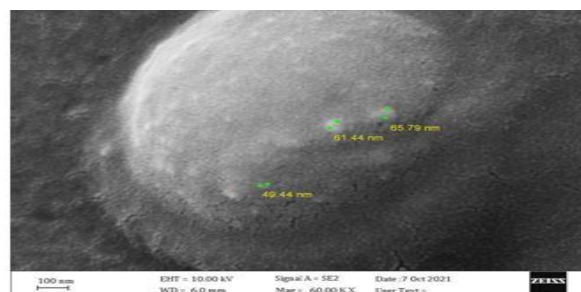
جدول 6- تأثير الزمن والتركيز على نقاوة الكبريت بالمعالجة المحفزة مع ثبات درجة الحرارة

30 دقيقة	20 دقيقة	10دقائق	5 دقائق	زمن المعالجة للملح المعدني
				لون الكبريت الناتج بعد اضافة الملح المعدني (A) بتركيز 2%
2A7	2A6	2A5	2A4	اللون برمز مثنون
				لون الكبريت الناتج بعد اضافة الملح المعدني (A) بتركيز 3%
2A8	2A8	2A8	2A7	اللون برمز مثنون

وقد اظهرت قياسات المجهر الالكتروني الماسح شكل وسطح كل من الهيدروكربون والمعدن كما اظهرت الصور المأخوذة والمبينة في شكل (3) A, B صور الهيدروكربون في حدود 100 نانومتر على شكل بلورة منتفخة كبيرة محاطة حبيبات نانوية حول البلورة، بينما كانت الصور في المعدن اشكالا كروية وبأحجام اصغر غير منتظمة الشكل.



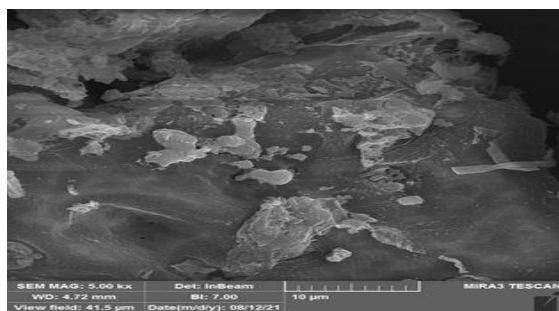
المعدن



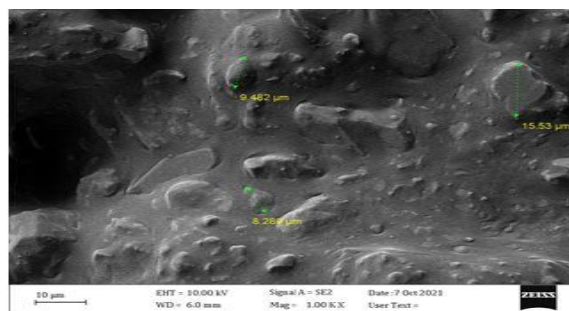
الهيدروكربون

شكل (3-أ) صور (SEM) للهيدروكربون مع المعدن في حدود (100 nm)

وفي الصور المأخوذة في حدود (2µm) توضح الخصائص المورفولوجية والهيكلية الأخرى للهيدروكربون إلى وجود اشكال حبيبية بأقطار مختلفة كما يكشف عن ظهور بعض الارتفاعات ذات الأطراف الحادة مما يشير إلى عدم وجود شكل متجانس يحتوي على ثقب بين الجزيئات التي تظهر على شكل شبه كروي، كما تظهر صور المعدن المتكون الى وجود شكل نسيجي ووجود تراكيب صفائحية وخيوط عنكبوتية التي تربط هذه البنية مما يشير إلى وجود تكوين معدن بين الهيدروكربونات مع الملح المعدني. وان المعدن المتكون على ورقة الترشيح تكون نتيجة ارتباط فيزيائي عند اضافة المادة المحفزة (Anitha et al, 2013) (Adduct formation).



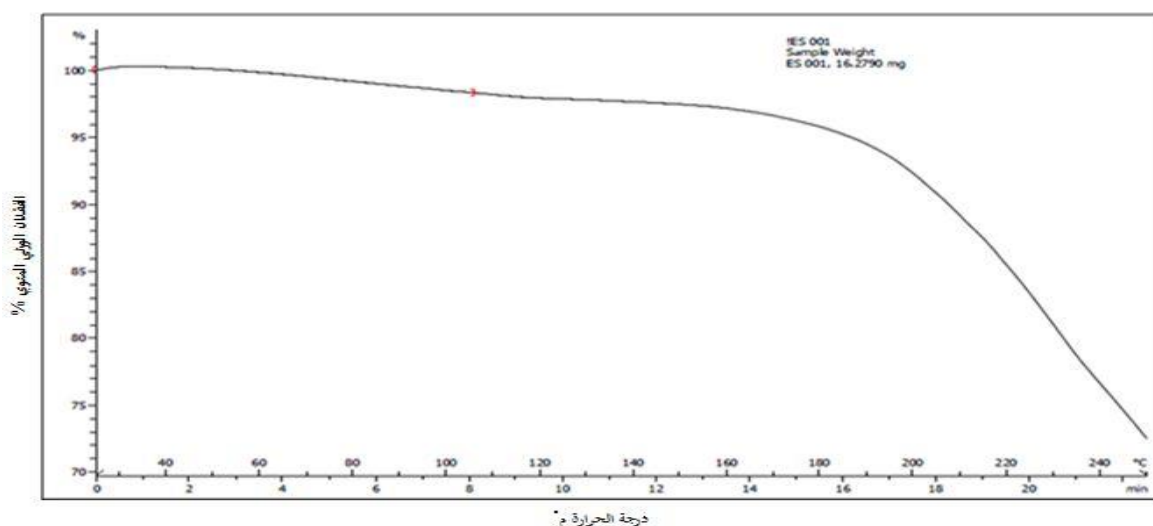
المعقد



الهيدروكربون

شكل (B-3) صور (SEM) للهيدروكربون مع المعقد في حدود (10µm)

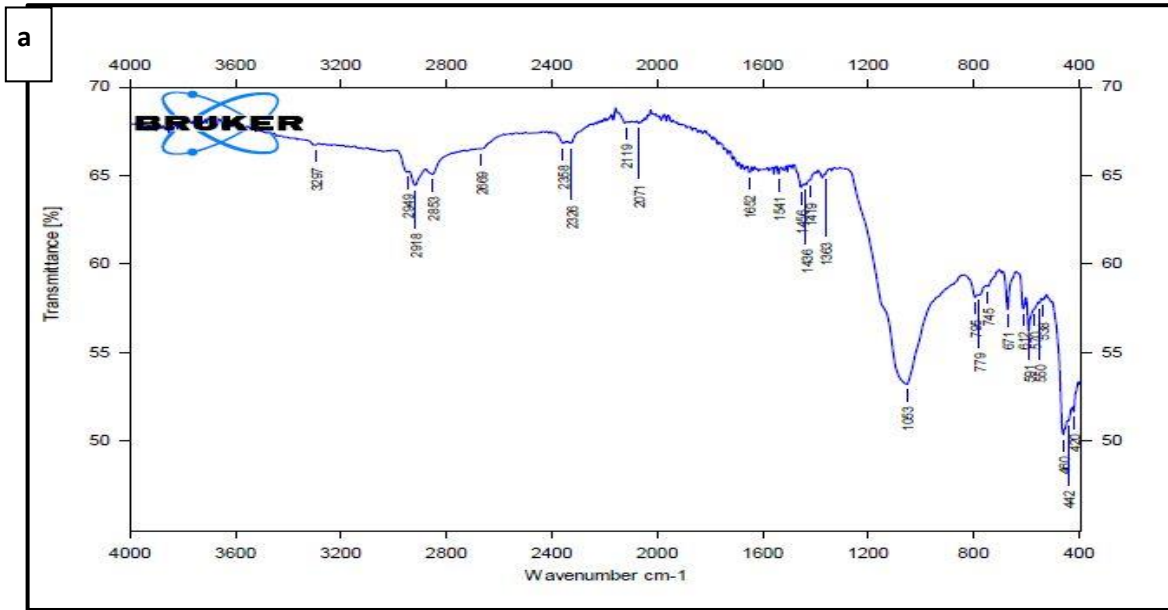
من ملاحظة منحنى التحليل الحراري الوزني للمعقد المتكون ما بين الهيدروكربون والملح المعدني (A) يمكننا ملاحظة بدا الانخفاض في القمة في حدود (150-155°م) لتبدأ في حدود 180°م بالانخفاض بشكل حاد ويستمر هذا التصرف بازدياد درجة الحرارة وهذا يفسر لنا سبب انخفاض نقاوة الكبريت الناتج من المعالجة عند رفع درجة حرارة المعالجة الى 150°م فاكتر كذلك كما مبين في الشكل(4).



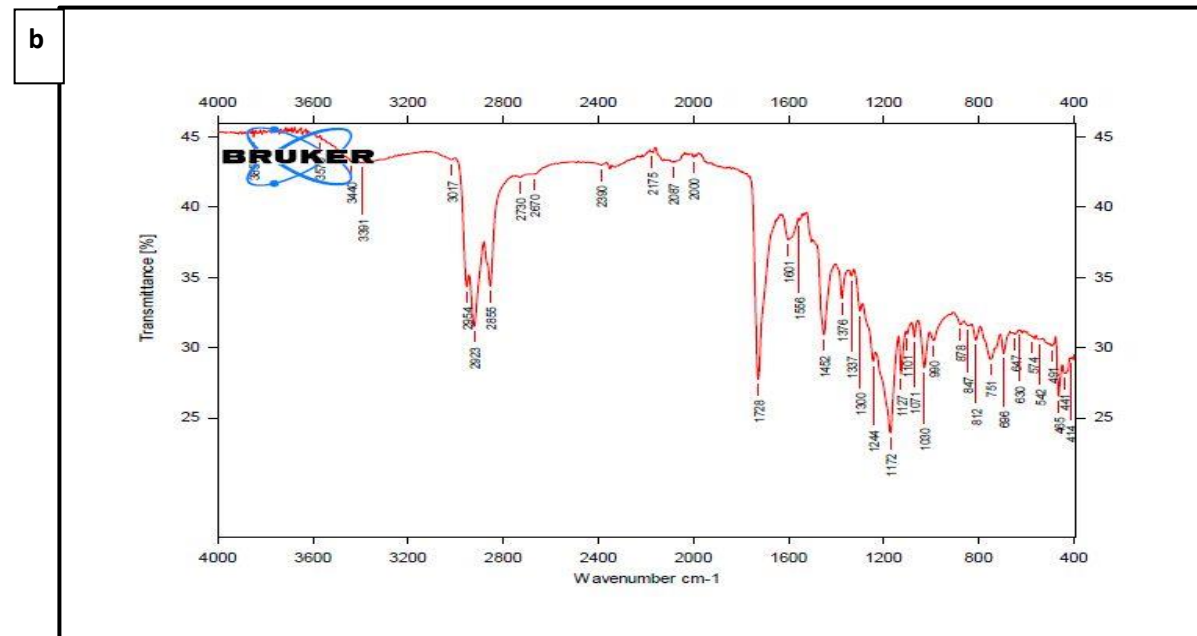
شكل 4- التحليل الحراري الوزني باستخدام الملح المعدني

من ناحية أخرى، وأثناء محاولتنا لاستعادة "الحفاز" من مخلفات عملية الترشيح لوحظ إمكانية الحصول على نواتج هيدروكربونية ثقيلة وذلك عند غسل هذه المخلفات برابع كلوريد الكربون حيث أمكن إزالة الجزء الأكبر من المادة الهيدروكربونية عن الحفاز، وبعد إزالة الجزء الهيدروكربوني لم نلاحظ أي وجود رواسب كربونية مختلطة مع "الحفاز" مما يؤكد استنتاجنا السابق بعدم حدوث تفاعل كربنة.

ويوضح الشكل(5) طيف الأشعة تحت الحمراء للهيدروكربونات المعزولة من الكبريت الخام (a) والهيدروكربونات المعزولة عن "الحفاز" من مخلفات الترشيح (b) بالغسل برابع كلوريد الكربون. إن التطابق الكبير في طيفي المادتين يؤشر حقيقة عدم حدوث أي كربنة أو تغيير في طبيعة المادة الهيدروكربونية بعد المعالجة والفصل.



شكل (a-5) طيف الاشعة تحت الحمراء للهيدروكربون المعزول من الكبريت الخام عن طريق المذيب



شكل (b-5) طيف الاشعة تحت الحمراء للهيدروكربون المعزول من بقايا الترشيح عن طريق المذيب

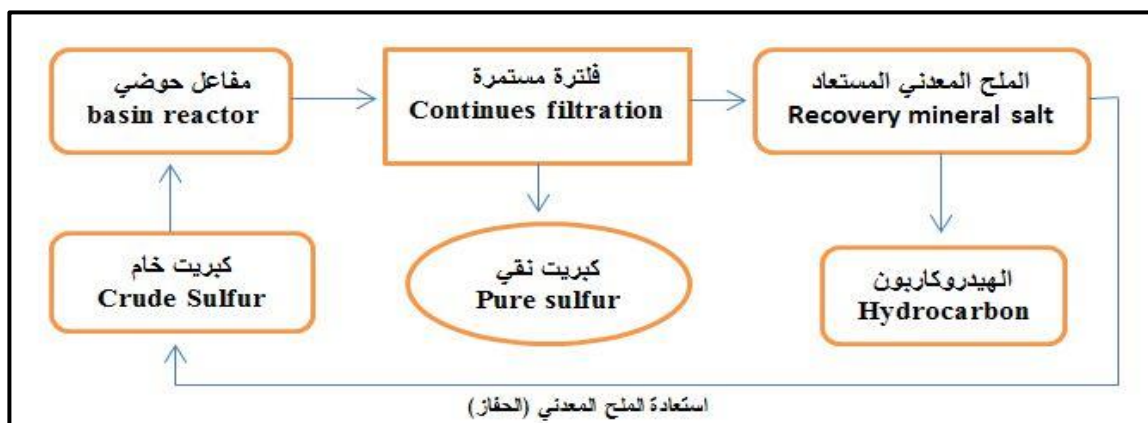
في الواقع تمكنا من استعادة هذه المادة وإعادة استخدامها في العملية (Molnár, and Papp, 2017)) وهي صفة منطبقة على "الحفاز" ويوجد في الصناعة البتروكيمياوية أكثر من مثال على مثل هذه العملية نذكر منها عملية إنتاج الأسيتالدهيد بطريقة فاكر شيمي (Fernandes *et al*, 2020).

يمكننا إعادة رسم وصياغة تصوراتنا عن حقيقة دور "الحفاز" وأسلوب عمله في هذه المعالجة حيث نجد أن التفسير الأكثر ملائمة واتقافا مع المعطيات التجريبية هو أن تنقية الكبريت وفصل الشائبة القيرية يتم من خلال تكون معقد ما بين "الحفاز" والهيدروكربون حيث أن هذا التفسير سيجد ما يسنده في ما لاحظناه من تدهور في اللون عند رفع درجة الحرارة

حيث يبدأ المعقد المتكون بالتفكك. كذلك فإن إمكانية استعادة الهيدروكربون يمكن تحقيقها عن طريق تفكيك المعقد بالمذيب. أما التطابق في تركيب الهيدروكربون قبل وبعد المعالجة فيؤكد حقيقة تكون المعقد.

عند مراجعة الأدبيات يمكننا العثور على ما يؤيد صحة افتراضنا، ففي النصف الأول من القرن العشرين استخدمت عمليات فصل البارافينات مستقيمة السلسلة بواسطة اليوريا عن طريق تكوين معقدات الكلاثرية (Yamazaki *et al*, 2018) تعطي مثالا عن المعقدات المستخدمة على نطاق صناعي كذلك نجد في بعض الأدبيات الحديثة من يسعى لإزالة مركبات الكبريت العضوية من المشتقات النفطية بعمليات استخلاص بواسطة محاليل أيونية لحوامض وقواعد وأملاح مختلفة (Bösmann *et al*, 2001)، لذلك نجد أن فرضية حدوث الفصل للشائبة القيرية عن طريق تكوين معقد ما بين "الحفاز" والشائبة القيرية المتكونة واستنادا على ما أوردناه من ملاحظات تكون عالية الاحتمال... على أنه ومما لاشك فيه أن البت النهائي بهذه الفرضية يتطلب المزيد من الدراسة والقياسات لكن هذه الورقة هي جزء من دراسة أوسع تهدف إلى نقل الطريقة إلى المستوى الصناعي وبناء وحدة رائدة تجريبية ومثل هذه الدراسة ستغير مسار المشروع الرئيسي إضافة إلى حقيقة ذلك يتطلب الكشف عن طبيعة "الحفاز" ونوعه وهو أمر لا يمكن تحقيقه في الوقت الحاضر لما للموضوع من أهمية اقتصادية وتداخل حقوق لأكثر من جهة.

إن تحديد أسلوب عمل "الحفاز" يشكل أمرا حاسما لا غنى عنه عند تصميم واختيار نوع المفاعل فالحفاز الذي يعمل بأسلوب تكوين معقدات سيتم استهلاكه خلال التفاعل وبالتالي لا يمكن استخدام مفاعلات مثبتة الحفاز وينبغي التحول إلى أصناف أخرى من المفاعلات وحسب مستوى التكنولوجيا التي ستستخدم حيث يمكن استخدام مفاعلات حوضية ذات تكنولوجيا بسيطة ومتوفرة أو بالانتقال إلى مفاعلات ذات مستوى تكنولوجي أعلى كالمفاعلات مسيلة الحفاز على سبيل المثال. يضاف الى ذلك ضرورة تصميم وحدة لاستعادة "الحفاز" وتدويره إلى المفاعل [20] لتلافي كلفة استهلاكه كمادة أولية وهو أمر غير محبذ ومرغوب حتى إذا كانت كلفته واطئة والمخطط التالي يبين تصميم وحدة لتنقية الكبريت تعمل بالطريقة المحفزة.



شكل (6) تصميم وحدة لتنقية الكبريت تعمل بالطريقة المحفزة

المصادر

- Al-Dahhan, W. H. ; Abed Ali, A. A. and Yousif, E. (2017). "Environmental problem from the Combustion of Sulfur in Mishraq Field," *Specialty Journal of Chemistry*, Vol, 2 (2), pp. 10-16.
- Al-Dobouni, A. Q. (1995). Iraqi Patent No.2556, Central Organization for Standardization and Quality Control, Baghdad, Iraq.
- Al-Dobouni, A. Q. ; Ali, L, H.. and Abdul Karim, W, Be.(1990). "Spectrophotometric determination of bituminous impurities in Frasch Sulphur", *Fuel*, Volume 69, Issue 10: 1330-1331, [doi.org/10.1016/0016-2361\(90\)90299-6](https://doi.org/10.1016/0016-2361(90)90299-6).
- Alkhafaji, M.W. ; Connan, W. J. ; Engel, M. H ; Al-Jubouri S.W. (2021). "Origin, Biodegradation, and Water Washing of Bitumen from the Mishraq Sulfur Mine, Northern Iraq," *Marine and Petroleum Geology*, Volume 124, 104786, doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104786.
- Anitha, C. ; Sheela, C. D. ; Tharmaraj, P. and Shanmugakala, R. (2013). "Studies on Synthesis and Spectral Characterization Some Transition of Metal Complexes of Azo-Azomethine Derivative of Diaminomaleonitrile," *International journal of in organic chemistry*, Volume 2013, Article ID 436275, pp.10 , doi.org/10.1155/2013/436275.
- Azizi, F. Kh. and Hussein, S. b. (2020). "Syntactic Templates of the Clause in Central Kurdish According to Role and Reference Grammar," *University of Raparin*. Vol. 7 No.3, doi.org/10.26750/paper.
- Bösmann, A. ; Datsevich, L.; Jess, A. ; Lauter, A. ; Schmitza, C. and Wasserscheid, P. (2001). "Deep desulfurization of diesel fuel by extraction with ionic liquids". chemical communication, Issue 23, Available at: <https://doi.org/10.1039/B108411A>.
- Bulmer, M. H. (2018). "Military use of Environment degradation by Islamic State Northern Iraq," *South African Journal of Military Studies*, Vol 46, No1, doi.org/10.5787/46-1-1228.
- Fatah, C. M. ; Tahir, J. (2021). "Suitability of Gypsum from Fatha Formation for Production of Building Materials in Bazian -Takiya area, North-East Iraq", *Tikrit Journal of Pure Science*, Vol. 26 (3), doi.org/10.25130/tjps.26.2021.048.
- Fernandes, R.A ; jha, A.K. ; kurmar, P. (2020). "Recent advances in Wacker oxidation: from conventional to modern variants and Applications," *Catalysis Science & Technology*, Issue 22, doi.org/10.1039/D0CY01820A.

- Halo, Th. A. ; Jasim, H. S. and Aljbouri, M. (2022). "A study of essential components of three types of Bituminous Materials in Mishraq sulfur Mine," *Education and Science*. Volume 29, Issue 3:pp.119-129, [doi:10.33899/edusj.2020.126679.1050](https://doi.org/10.33899/edusj.2020.126679.1050).
- Hassan, M. jar. ; Zarraq, G. A.(2022). "Mining Evaluation of Sulfur Deposits in Al-Mishraq Area Using Geostatistical Method," *Tikrit Journal of Pure Science*, Vol. 27(1), doi.org/10.25130/tjps.v27i1.81.
- Jassim Miocene, S. Z. ; Raiswell, R. R. ; Bottrell, S. H. (1999). "Genesis of the Middle strata bound sulfur deposits of northern Iraq," *Geological Society*, Vol. 156, pp. 25–39, [doi:10.1144/gsjgs.156.1.0025](https://doi.org/10.1144/gsjgs.156.1.0025).
- Karapinar, E. ; Hilal, I. ; Taner, Gubbuk. B. and Deveci, P. (2013). "Thermal Degradation Behaviour of Ni(II) Complex of 3,4-Methylenedioxaphenylaminoglyoxime," *Chemistry*, Volume 2013, Article ID 548067, pp.7, 2013, doi.org/10.1155/2013/548067.
- Kornerup, A. and Wansher, J.H, 1967. Methuen Hand book of colour. 2 nd Ed., Methuen and Company ltd, London, England.
- Liu H. ; Liu, X. ; Wang, Z. ; Yi, H.; Fu, Y.; Wu, L. ; Shen, F. ; Wang, P. ; Liu, M. ; Lin, Z. ; Xiang, K. and Chai, L.(2022). "A gas permeable membrane electrode for selective and durable H₂S production from SO₂," *Chemical Engineering*, Volume 454, Part 1, 140052, doi.org/10.1016/j.cej.2022.140052.
- Molnár, A. ; Papp, A. (2017). "Catalyst recycling—A survey of recent progress and current status," *Coordination Chemistry Reviews*, Volume 349, pp. 1-65, doi.org/10.1016/j.ccr.2017.08.011.
- Monlgomery, W. ; Sephton, M. A. ; Watson, J. S. ; Zeng, H. and Rees, A.C. (2015). "Minimising hydrogen sulphide generation during steam Assisted production of heavy oil," *Scientific Reports*, 5, Article number: 8159, [doi:10.1038/srep08159](https://doi.org/10.1038/srep08159).
- Nekhoroshev, V. P. ; Nekhoroshev, A.V. ; Turov, Yu. P. ; Kharitonova, V.E. and Khalyapova, A. D. (2018). "Composition of Concentrates Isolated by Complexation with Aluminum and Zinc Halides from Petroleum Fuel Fractions during Their Desulfurization," *Petroleum Chemistry*, Vol. 58, No. 5, pp. 400–406, [doi:10.1134/S0965544118050134](https://doi.org/10.1134/S0965544118050134).
- Phimmavong, S. (2020). "Effect of Concentration on Reaction Speed," *international Journal Papier Advance and Scientific Review*, Volume 1, Issue 1: 21-29, [doi:10.47667/ijpasr.v1i1.9](https://doi.org/10.47667/ijpasr.v1i1.9).

- Rebout, F. and Samimi, A. (2022). "Investigation of Sulfur Problems in Hydrocarbon Sections," *progress in chemical and biochemical research*, pp. 217-196 :(2)5, doi.org/10.22034/pcbr.2022.335684.1220.
- Shehab, Y. Ab. ; Ali, L. H. and Al-Dobouni, A. Q. (1981). "Purification of Mishraq Sulfur from Bituminous Impurity by Thermal Carbonization", Iraqi Patent No.1352, Central Organization for Standardization .And Quality Control, Baghdad, Iraq.
- Theodorou, D. ; Zannikou, Y. and Zannikos, F. (2012) "Estimation of the standard uncertainty of a calibration curve:application to sulfur mass concentration determination in fuels," *Accred Qual Assur*, volume 17, pp. 275–281, doi.org/10.1007/s00769-011-0852-4.
- Yamazaki, T ; Tanabe, T. and Sugahara, T. (2018). "Enclathration Ethane, Propane, and Propylene into Urea Clathrates and Roles of Methanol on Urea Clathrate Formation," *ACS Omega*. 3, 10, 13154 –13159. <https://doi.org/10.1021/acsomega.8b02102>.

البحوث باللغة الإنكليزية

Arabic Section

Structural Properties of Thick Films prepared from PMMA & Copper (II) Sulfate in different proportion

Muthar M.kasim AL-Shammam ¹, Ahmed Noori Mahmood ²

^{1,2}College of Environmental Science and Technologies/ University of Mosul/Iraq

(Received 2/8/2023 , Revised 28/8/2023 , Accepted 9/9/2023)

Abstract

In this research, some materials were used, including poly methyl methacrylate (PMMA) as a base material with chloroform as a pure solvent (99.8%) in addition to Copper (II) Sulfate (CuSO_4) as an activator for the base material in percentages (25%, 50%, 75%), the samples were subjected to several tests including X-ray diffraction (XRD). On the other hand, the results from the highest level of crystallization through the distinctive peaks at the activation percentage (25%) through the scanning electron microscopy (SEM) images, the nodal structures liberating gases appear with dimensions ($0.24 \mu\text{m}$ - $0.27 \mu\text{m}$) mostly it is a result of the overlapping the surface interactions between the activation material and the base material at the activation percentage (25%), through the atomic force microscopy (AFM) images, the lowest surface roughness of the thick film at the activation percentage (75%) is around (46.4 nm), that is it gave the highest correlation between the activation material and the base material, and this reflects the stability of the activation material with the base material.

Keywords: Copper (II) Sulfate, Poly Methyl Methacrylate (PMMA), Thick Films , Casting Method.

الخصائص التركيبية للأغشية السميكة المحضرة من PMMA وكبريتات النحاس الثنائي بنسب مختلفة

مضر محمد قاسم محمد الشامام ¹, أحمد نوري محمود ²

قسم علوم البيئة / كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل

تاريخ الإستلام 2023/8/2 , تاريخ المراجعة 2023/8/28 , تاريخ القبول 2023/9/9

الملخص

في هذا البحث تم استخدام بعض المواد منها البولي ميثيل ميثاكريلات (PMMA) كمادة أساسية مع الكلوروفورم كمذيب نقي (99.8%) بالإضافة إلى كبريتات النحاس الثنائي (CuSO_4) كمنشط للمادة الأساسية بالنسب المئوية (25%, 50%, 75%), خضعت العينات لعدة اختبارات منها حيود الأشعة السينية (XRD), حيث تظهر النتائج أعلى قيمة من التبلور من خلال القمم المميزة عند نسبة التنشيط (25%), بينما توضح صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM), بعض التراكيب العقدية المحررة للغازات بأبعاد (0.27 مايكرومتر - 0.24 مايكرومتر) في الغالب تكونت نتيجة التفاعلات السطحية بين مادة التنشيط والمادة الأساسية عند نسبة التنشيط (25%), بينت صور مجهر القوة الذرية (AFM) إن أقل خشونة لسطح

الغشاء السميكة عند نسبة التنشيط (75%) وهي بحدود (46.4) نانومتر أي أنها أعطت أعلى ارتباط بين مادة التنشيط والمادة الأساس وهذا يعكس ثبات مادة التنشيط مع المادة الأساس.

الكلمات المفتاحية: كبريتات النحاس الثنائي , بولي ميثيل ميثاكريلات, الأغشية السميكة , طريقة الصب.

Introduction

Poly methyl methacrylate(PMMA) a thermoplastic polyester with outstanding characteristics such as lightweight, low price, easy processing, excellent transparency, and biocompatibility(Ogonczyk *et al.*, 2020).

Based on these excellent properties, it is widely used for the production of medicine and dentistry materials, photosensitive plastics, electrically conductive composite materials, thermally conductive composite materials (Gupta *et al.*, 2021).

Polymers are the most common materials in industries with medical, construction, energy, and electronic applications (Govindarajan., 2014).

In particular, thermoplastic polymers such as polystyrene (PMMA), have become a material mainly used for microfluidic devices due to advantages such as transparency and biocompatibility (Saman *et al.*, 2021).

Poly methyl methacrylate has received great attention due its unique properties such as, excellent mechanical properties (Tsai *et al.*, 2008), thermal capability and electrical performance low optical absorption, simple synthesis and low cost , high transparency in the visible region, low refractive index possible to use in nonlinear optics (Poornesh *et al.*, 2010).

Research to obtain surface properties suitable for each application has been actively carried out while maintaining the advantages of polymer. In addition, surface modification techniques have broadened the applications and have been used effectively (Valandro *et al.*, 2014).

In this study (PMMA) was the focus, which is one of the most common plastics for to its excellent biocompatibility, high optical transparency, and suitability for mass production, the wettability of polymers is an important property directly related to adhesion, color ability, biocompatibility, and electrical properties (Bel *et al.*, 2021).

Various surface treatment methods, such as physical chemical, plasma, annealing, and patterning, have been developed and reported to increase the surface energy of (PMMA) to enhance the wettability of poly methyl methacrylate (PMMA) and to positively affect its adhesive characteristics (Scheicher *et al.*, 2014).

Materials and Methods

- Poly methyl methacrylate(PMMA) which was used in this study was obtained from (sigma-aldrich, 99.5%).
- Chloroform pure (99.8%).
- Copper(II) Sulfate (CuSO₄).

The polymer which used (PMMA) thick films preparation in this study was poly methyl methacrylate (PMMA) and chloroform with a purity of (99.8%) as a solvent for the polymer, grinding the polymer to facilitate the dissolution process into small granules by dissolving

each (5gm) of the polymer In (100ml) of chloroform in well-closed glass containers for (24hr) to complete the dissolution process then, adding the activation material to the polymer, which is (CuSO_4), As in the table (1), an amount by weight depending on the percentages (25%,50%,75%) after adding a activation material (CuSO_4) to the dissolved polymer, the mixing process manually takes place for (15min), the casting method was used to prepare the samples, after which the manufactured models are left for (48hr) to dry completely.

The thickness of the films produced (1mm) using a digital thickness gauge vernier caliper, with the use of a (2.5cm*2.5cm) template to get the surface area (6.25 cm^2).

Table (1) Weights and percentages of CuSO_4

CuSO_4	Weights(gm)	%
1	1.25	25
2	2.5	50
3	3.75	75

Results and Discussion

1. X-ray diffraction (XRD) Analysis

Analysis of the X-ray examinations of the sample, the base material, with of (25%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) is added.

Figure (1) shows X-ray diffraction (XRD) spectrum of the sample, with the activation percentage (25%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) from the weight of the raw material (PMMA), from figure (1) some distinct peaks appeared with fine ends, which reflect the purity of the activation material, as the highest peak appeared at (16) degree with intensity (1750) and another distinct one at (48) degree with intensity (1500) to conclude that this percentage of activation caused this degree of bonding with the basic material on the one hand, and the appearance of crystallization on the other hand.

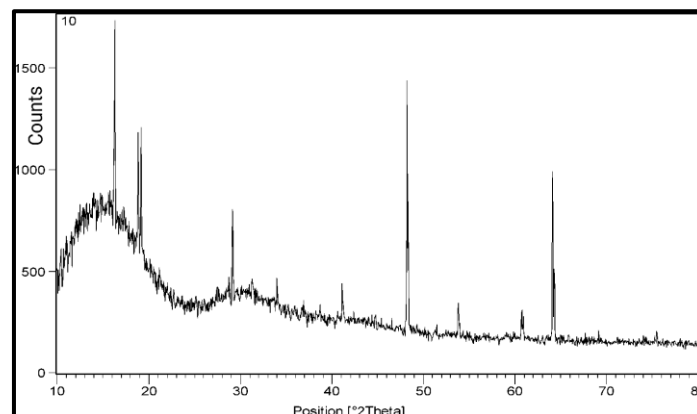


Figure 1: The X-ray spectrum of the substrate of the base material in which (25%) of CuSO_4 is added.

Analysis of the X-ray examinations of the sample, the base material, with of (50%) of Copper(II) Sulfate (CuSO_4) is added.

Figure (2) shows the X-ray diffraction (XDR) spectrum of a base material sample with an activation percentage of (50%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4), and it is possible to clarify the most important observations that appeared represented by the appearance of a clear random spectrum with some significantly lower peaks, the intensities of spectrum ranges from (100-1100) this percentage of activation gave a random spectrum, as a result of the high correlation between the support material, Copper (II) Sulfate (CuSO_4) with the poly methyl methacrylate (PMMA).

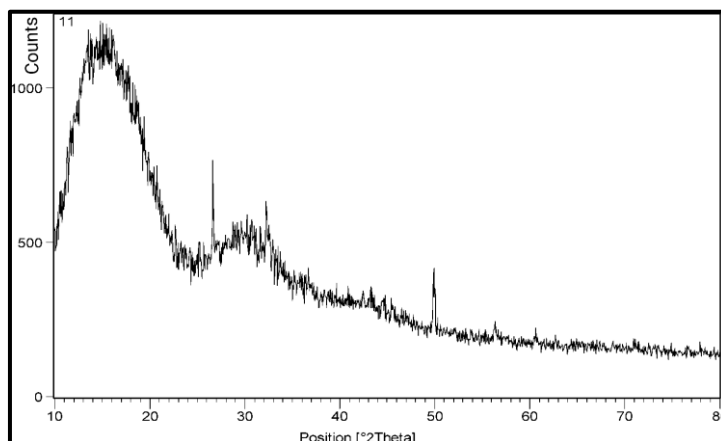


Figure 2: The X-ray spectrum of the substrate of the base material in which (50%) of CuSO_4 is added

Analysis of the X-ray examinations of the sample, the base material, with of (75%) of Copper(II) Sulfate (CuSO_4) is added.

Figure (3) shows X-ray diffraction (XRD) spectrum of the base material sample activation percentage (75%) Copper (II) Sulfate (CuSO_4) by weight of the base material (PMMA) through figure (3) there are some characteristic

Figure (3) shows the (15) degree, which gave the characteristic crystallinity in particular, with very weak peaks along the spectrum, whose intensity ranges from (500-750), with a random spectrum between these peaks, and the intensity of the spectrum the spectrum is high (20-1000).

This case can be explained by the effect of the activating material in certain locations on the X-ray spectrum through the interactions that occur between the activating material Copper (II) Sulfate (CuSO_4) and the base material, poly methyl methacrylate (Lapshin *et al.*, 2010).

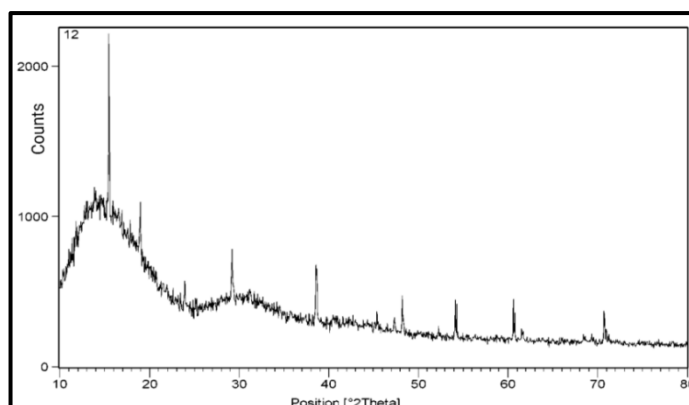


Figure 3: The X-ray spectrum of the substrate of the base material in which (75%) of CuSO_4 is added

2. Scanning Electron Microscopy(SEM) Analysis

Scanning electron microscopy analysis of the base material to which (25%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) was added.

Image (a) of figure (4) shows the scanning electron microscopy (SEM) of the sample activated with (25%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) at magnification of ($1\mu\text{m}$) where the straight structures appeared in a distinctive way that is the result of the interaction of membrane materials in between them.

Image (b) of figure (4) shows the scanning electron microscopy of a sample with an activation percentage of (25%) for (CuSO_4) at a magnification linear structures ($2\mu\text{m}$) ranging from ($0.24\mu\text{m}$ - $0.27\mu\text{m}$).

Image (c) of figure (4) shows a scanning electron microscopy (SEM) of a (25%) activated sample of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) at a magnification ($5\mu\text{m}$) It gives an image of the pattern indicating a disturbance that takes the form of a bottom and contains structures within it. In addition, these structures are scattered in different locations, and these structures are the result of the interaction of thick film materials as well.

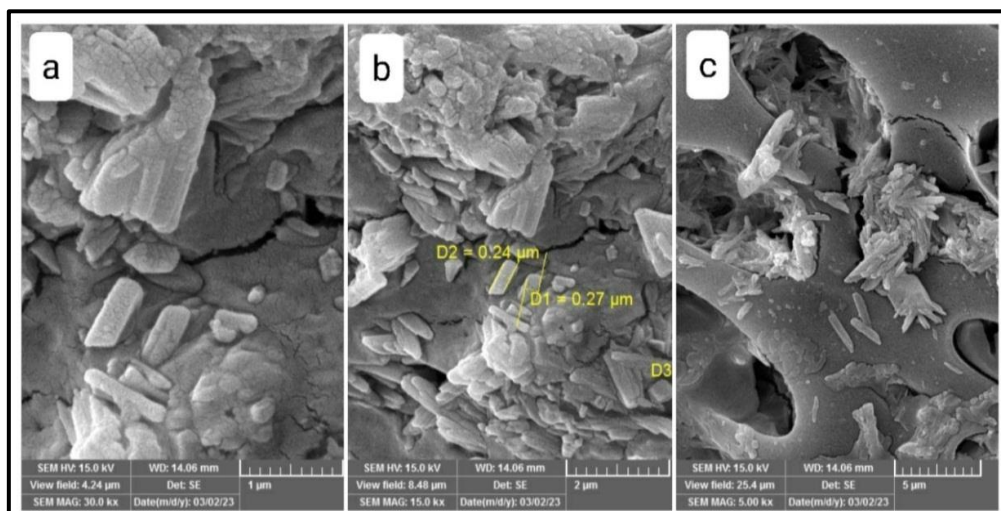


Figure 4: SEM Images base material with (25%) CuSO_4 added

Scanning electron microscopy analysis of the base material to which (50%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) was added.

Image (a) of figure (5) shows a scanning electron microscopy (SEM) of the substrate with an activation percentage (50%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) at magnification (200 nm) some structures appeared with dimensions ranging from (68.00 nm - 91.28 nm) in addition to the presence of gaps and pore openings as a result of the release of gases due to surface interactions between the thick film materials between them (Akhtar *et al.*, 2018).

Image (b) of figure (5) which gives an image of the shape with a magnification of ($1\mu\text{m}$) and it is noted from the figure that there are some objects and structures that are in the form of nodular clusters, which represent sites with surface energy resulting from the release of gases as a result of interactions between the activation material and the base materials as well.

Image (c) of figure (5) at magnification ($2\mu\text{m}$) shows that some structures appeared more extensive which is likely due to gas release as a result of interactions between the base material and the activation material.

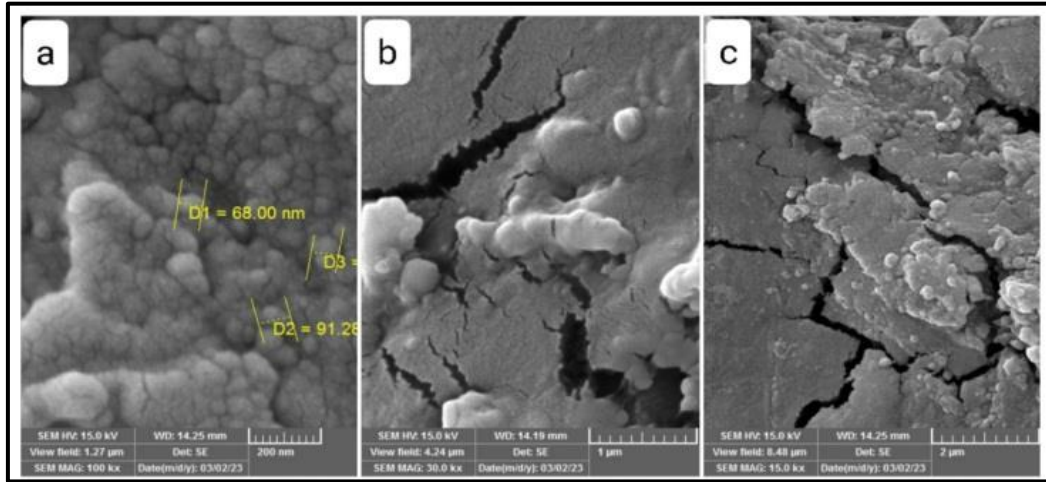


Figure 5: SEM Images base material with (50%) CuSO_4 added

Scanning electron microscopy analysis of the base material to which (75%) of Copper (II) Sulfate (CuSO_4) was added.

Image (a) of figure (6) shows a scanning electron microscopy (SEM) of a sample of the substrate activated by (75%) Copper (II) Sulfate (CuSO_4) and at magnification (200nm) nodular structures with dimensions (57.59nm - 65.01 nm) which represents the effect of the activating material on the base material as a result of increasing the addition.

Image (b) of figure (6) of the sample at magnification ($1\mu\text{m}$) shows that the same observations appeared in sample (a) and the nodular structures appeared in a more extensive manner.

Image (c) of figure (6) of the sample when magnified ($20\mu\text{m}$), a dislocation was observed in the structure of the base material, taking a concave oval shape in which the cortical structures are densely concentrated, which is what usually causes the surface interactions between the activation material and the base material to be high (Drzezdzon *et al.*, 2019).

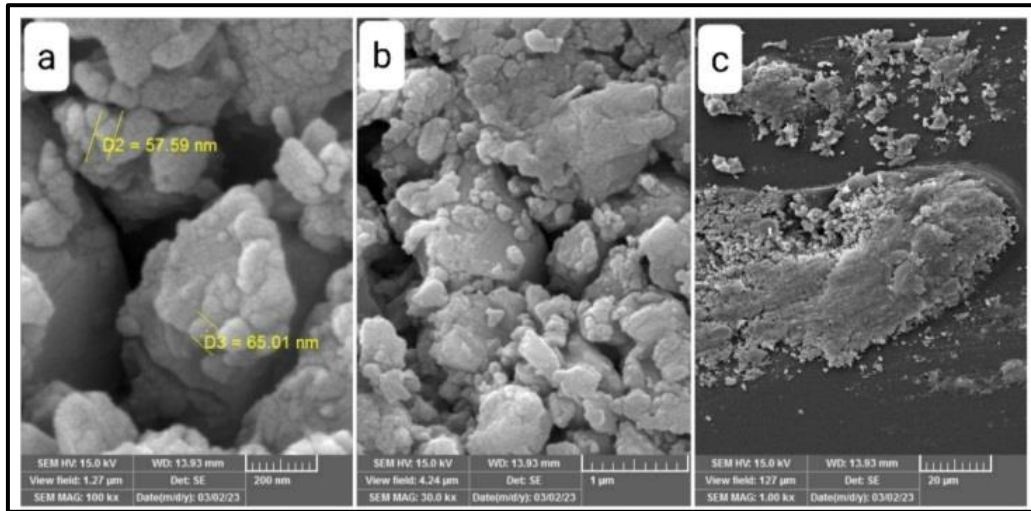


Figure 6: SEM Images base material with (75%) CuSO_4 added

3. Atomic Force Microscopy(AFM) Analysis

Analysis of the atomic force microscopy examination of the samples with the addition percentages of (25%, 50%,75%) of CuSO_4 .

Image (a) from figure (7) an image of the surface roughness of the sample with activated (25%) Copper (II) Sulfate (CuSO_4) hologram shows clearly showing the presence of pores within the scanned area ($12.4\mu\text{m} * 12.4\mu\text{m}$), as well as the pore size or the structures on the surface, the measured sample is about (561nm), the reason for this roughness is due to the fact that the atoms of the activation material are few, and thus the interfacial distances between the atoms are large (Xue *et al.*, 2020).

Image (b) figure (7), which represents the surface roughness of the model with an activation percentage (50%) of Copper (II) Sulfate to (CuSO_4) by weight of the base material. It is a three-dimensional image that clearly shows the presence of pores inside the scanned area, which is ($16.1\mu\text{m} * 16.1\mu\text{m}$) in addition to the size of the pores or structures on the surface of the measured sample about (206 nm), and this means that increasing the percentage of the activation material led to a decrease in roughness as a result of interference. The atoms bond to each other due to the close interfacial distances.

Image (c) of figure (7) represents the surface roughness of the sample with the activation percentage (75%) of its Copper (II) Sulfate (CuSO_4), a three-dimensional image that clearly shows the presence of pores inside the scanned area ($7.37\mu\text{m} * 7.56\mu\text{m}$), in addition to the size of the pores or structures on the surface are almost the same (46.4nm), this means that the more the activation material is added to the substrate, this contributes to reducing the roughness of the surface of the sample, which reflects the increased bonding of the activation material with the matrix.

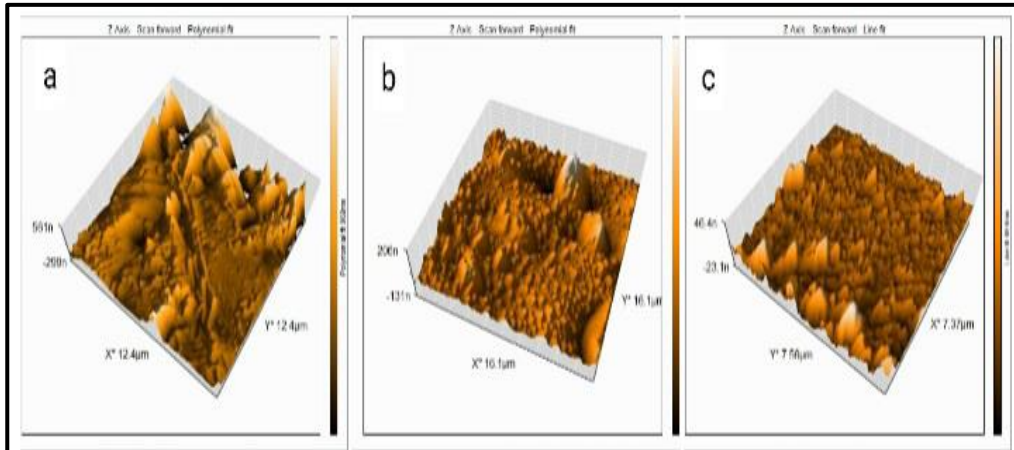


Figure 7: Atomic force microscopy(AFM) examination of matrix samples with the addition of (25%, 50%,75%) of CuSO_4

Conclusions

After analyzing and interpreting the results of this study, the conclusions were as follows:
 The highest value of crystallinity in the X-ray diffraction(XRD) examination at the activation percentage of (25%) is due to the characteristic peaks of the spectrum through the scanning electron microscopy (SEM) images, the nodal structures liberating gases appear with dimensions ($0.24\mu\text{m} - 0.27\mu\text{m}$) mostly it is a result of the overlapping the surface interactions between the activation material and the base material at the activation percentage (25%), Increasing the activation rate led to a reduction in the surface roughness of the membrane, as atomic force microscopy (AFM) images showed that the lowest surface roughness of the thick membrane was at the activation percentage (75%), which is about (46.4nm), meaning that it gave the highest bond between the activation material (CuSO_4) and the base material (PMMA), and this reflects stability of the activation material with the base material.

References

- Akhtar, K. *et al.* (2018) 'Scanning electron microscopy: Principle and applications in nanomaterials characterization', *Handbook of materials characterization*, pp. 113–145.
- Alekhine, A.P. *et al.* (2010) 'Polymethyl methacrylate (PMMA) Surface Measurements', *Journal of Surface Investigations. X-ray techniques*, 4 (1), pp. 1-11.
- Drzeżdżon, J. *et al.* (2019) 'A review of new approaches to analytical methods to determine the structure and morphology of polymers', *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, pp. 470–476.
- Govindarajan, T. and Shandas, R. (2014) 'A survey of surface modification techniques for next-generation shape memory polymer stent devices', *Polymers*, 6(9), pp. 2309–2331.
- Gupta, A., Jain, A. and Tripathi, S.K. (2021) 'Structural, electrical and electrochemical studies of ionic liquid-based polymer gel electrolyte using magnesium salt for supercapacitor application', *Journal of Polymer Research*, 28(7), p. 235.
- Li, X. *et al.* (2020) 'The effect of surface roughness on normal restitution coefficient, adhesion force and friction coefficient of the particle-wall collision', *Powder Technology*, 362, pp. 17–25.
- Muhammetsun, M. *et al.* (2021) 'Investigation of the elastic properties of poly (methyl methacrylate) reinforced with graphene nanoplatelets', *Journal of Applied Polymer Science*, 138(29), p. 50689.
- Ogończyk, D., Jankowski, P. and Garstecki, P. (2020) 'A Method for Simultaneous Polishing and Hydrophobization of Polycarbonate for Microfluidic Applications', *Polymers*, 12(11), p. 2490.
- Poornesh, P. *et al.* (2010) 'Nonlinear optical and optical power limiting studies on a new thiophene-based conjugated polymer in solution and solid PMMA matrix', *Optics & Laser Technology*, 42(1), pp. 230–236.
- Saman, N.M., Ahmad, M.H. and Buntat, Z. (2021) 'Application of cold plasma in nanofillers surface modification for enhancement of insulation characteristics of polymer nanocomposites: a review', *IEEE Access*, 9, pp. 80906–80930.
- Scheicher, S.R. *et al.* (2014) 'Patterned surface activation of cyclo-olefin polymers for biochip applications', *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 58(1), pp. 61–67.
- Tsai, T.-L. *et al.* (2008) 'Effects of microwave-assisted digestion on decomposition behavior of polymethyl methacrylate (PMMA)', *Materials Chemistry and Physics*, 108(2–3), pp. 382–390.
- Valandro, S.R. *et al.* (2014) 'Thermal properties of poly (methyl methacrylate)/organomodified montmorillonite nanocomposites obtained by in situ photopolymerization', *Materials Research*, 17, pp. 265–270.

Adsorptive Removal of Pollutants from Liquid Phase Using Activated Carbon Developed from a Blend of Solid Wastes

Zainab M. Mahmod¹, Yusra M.S. Al-Shaker¹, Abdelrahman B. Fadhil^{2,*}

¹College of Environmental Science and Technologies, University of Mosul, Mosul, Iraq;

²College of Science, Chemistry Department, University of Mosul, Mosul, Iraq

(Received 12/8/2023 , Revised 8/9/2023 , Accepted 9/9/2023)

Abstract

Co-pyrolysis of waste tires (WT) and date seeds (DS) in a batch-vertical reactor under an inert atmosphere was accomplished to produce pyrolytic chat (PC), which was employed in producing activated carbon (AC) by the optimized method with KOH. The operating circumstances for the KOH-activation route were optimized, such as the ratio of KOH: PC, temperature of activation (500 - 900 °C), and period of activation (30 to 150 min). Impregnating the PC with 2:1 KOH: PC with activation at 700 °C for 1h produced the best AC sample. The latter was identified for its FESEM, XRD, BET surface area, EDX, and pore volume, and the outcomes showed that it possessed 371.56 m²/g surface area with a 3.81nm mean pore diameter, signifying its mesoporosity. Stripping DBT from model gasoline (200 ppm DBT/hexane) besides purifying polluted water from 200 ppm Erichrome Black T (EBT) dye were achieved by the as-synthesized AC. A removal efficiency of 95.45 % employing 0.30 g of AC at 25 °C for 30 min was achieved with model gasoline, while stripping EBT from the contaminated water amounted to 98.97 % at 25 °C for 60 min with 0.20 g of the AC. Finally, the AC showed a reasonable reusability for several cycles with a considerable efficiency.

Keyword: Co-pyrolysis; Waste tires; Date stones; Activated carbon; Adsorption of DBT and EBT.

الإزالة الإمتزازية للملوثات من الطور السائل بإستخدام الكربون المنشط المحضر من

مزيج من المخلفات الصلبة

زينب محمد محمود¹ يسرى مجيد شهاب الشاكر¹ عبدالرحمن باسل فاضل²

¹كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل

²قسم علوم الكيمياء/كلية العلوم / جامعة الموصل

تاريخ الإستلام 2023/8/12 , تاريخ المراجعة 2023/9/8 , تاريخ القبول 2023/9/9

الملخص

التكسير الحراري المشترك لمطاط إطارات السيارات التالفة وبذور التمر في مفاعل عمودي ذو الوجبة الواحدة تحت جو خامل لإنتاج الفحم الحراري، والذي بدوره استخدم في تحضير الكربون المنشط بطريقة التنشيط بهيدروكسيد البوتاسيوم بعد ضبط ظروف التحضير. عملية تحضير الكربون المنشط تمت من خلال ضبط ظروف عملية التحضير من كمية عامل

التنشيط المستخدمة، درجة حرارة التنشيط (500°C – 900°C) وزمن التنشيط (30–150 دقيقة). أفضل نموذج من الكربون المنشط تم تحضيره باستخدام نسبة عامل التنشيط الى مادة أولية 1:2 عند درجة حرارة 700°C لمدة ساعة واحدة. بعد تشخيص الكربون المنشط بتقنيات مختلفة مثل المساحة السطحية بطريقة BET، المجهر الماسح الضوئي، طيف حيود الأشعة السينية وتحليل العناصر بطريقة الانبعاث المشتت للأشعة السينية، حيث اشارت النتائج الى امتلاك هذا الكربون مساحة السطحية 371.56 م²/غم وبمعدل قطر مسام 3.81 نانوميتر، مما يدل الى تركيبه المسامي الانتقالي. هذا الكربون المنشط تم استخدامه في مجالين مختلفين الأول كان في عملية الازالة الامتزازية لمركب ثنائي بنزوثيوفين من نموذج الكازولين (200 جزء في المليون DBT من مركب ثنائي بنزوثيوفين/ هكسان) والثانية عملية تنقية الماء الملوث بصبغة عضوية (ايريكروم بلاك تي). بالنسبة لإزالة مركب الكبريت من الوقود، أفضل إزالة تمت باستخدام 0.3 غم من الكربون المنشط عند 25°C وزمن تلامس 30 دقيقة، حيث بلغت نسبة الازالة 95.45%. اما اقصى إزالة للصبغة العضوية من الماء الملوث فتمت باستخدام 0.20 غم من الفحم عند 25°C وزمن تلامس 60 دقيقة، حيث بلغت نسبة الازالة 98.97%. اظهر الكربون المنشط قابلية إعادة استخدامه لعدة مرات وبكفاءة جيدة.

الكلمات المفتاحية: التكبير الحراري، مطاط إطار السيارات، بذور التمر، الكربون النشط، عملية الإزالة الإمتزازية.

Introduction

Adsorption has proven its efficiency in eliminating numerous contaminants from various liquid phases. Most industries, including textiles, cosmetics, rubber, fabric, plastics, and printing, employ dyes in producing colored goods. Among the most effective adsorbents that gained more concern is the activated carbon (AC), which proved its ability to be a promising adsorbent for eliminating inorganic and organic pollutants from various phases as an outcome of its thermal stability besides its high porosity and surface area [1]. It could be synthesized from multiple feedstocks, including bio-wastes, particularly lignocellulosic wastes [2] and synthetic wastes, like waste polymers[1]. The production of AC from aforementioned precursors is usually accomplished by the physical or chemical activation routes [2]. The AC was widely applied in the purification of liquid phases from various pollutants. One of the most utilization of the AC in the treatment of liquid phase is the elimination of organic dyes. It was estimated that 7×10^5 tons of dyes are produced annually worldwide, and approximately 2% of these dyes end up in aqueous environments [3]. The presence of dyes in water is associated with multiple undesirable effects, including inhibiting bacteria growth and photosynthesis in aquatic plants. It is responsible for both short and long-term diseases that threaten humankind's life, such as skin allergies, cancer, dermatitis, mutations, and irritation of the skin [4]. Moreover, these dyes, even in low concentrations, can affect marine life and the food chain. In addition, most of the dyes are either highly carcinogenic or highly poisonous [5].

The combustion of fuel oils results in the emission of sulfur oxides (SO_x), which are known to negatively influence the surrounding environment. Acid rain, respiratory difficulties, and smog are among the most problematic consequences of releasing SO_x into the atmosphere. Besides the former effects, the combustion of fuels containing S-compounds causes

equipment corrosion in addition to the deactivation of the catalyst [5]. As such, several countries restricted the total amount of S-compounds in fuels, including the Europe Union, to 10 ppmw at maximum [5]. Numerous technologies, including hydrodesulfurization (HDS), extractive desulfurization, biodesulfurization (BDS), oxidative desulfurization (ODS), and adsorptive desulfurization (ADS), were applied in lessening S-compounds below an allowable threshold following regulatory requirements. In this regard, the ADS has received more concern based on utilizing multiple adsorbents [6]. Among the most effective adsorbents employed in the ADS is the AC. Nonetheless, employing KOH-activation method for producing AC from a binary blend of waste tires (WT) and date seeds (DS) has not been established in the literature. Additionally, stripping dibenzothiophene (DBT) from synthetic model of gasoline besides eliminating Erichrome Black T (EBT) dye from wastewater, have not been announced yet to the best of our knowledge far as we concerned, which inspired us to adopt this research work. Herein, a mixture of WT and DS was co-pyrolyzed to yield pyrolytic char (PC), which was later converted into AC using KOH as an activator. The AC was produced according to the optimized method, and the best sample of the AC was characterized employing many techniques. The AC was employed in the stripping DBT from model fuel besides removing EBT dye from synthetic wastewater as well.

Materials and methods

1. Materials

The DS were collected from the local market, while the ground WT were brought from the industrial area in Mosul city, Iraq, and sieved to obtain 60 mesh particles. The DS was pulverized and screened to attain a particle size of 60 mesh. The particles of DS and WT were thoroughly washed with tap water to strip impurities attached to them, followed by drying in an oven at 80 °C for 24h. Analytical reagent grades chemicals, like iodine solution (0.05 mol/l, 0.1 N), NaOH, pellets (98.50 %), Na₂S₂O₃.5H₂O (99.0 – 100.5 %), HCl (36.5 – 38.0 %), and n-Hexane (99.0 %) were acquired from Scharlab (Scharlab, Barcelona, España), while dibenzothiophene (DBT, 98%) was brought from Sigma-Aldrich. Chemicals were implemented without any pre-treatment.

2. Co-pyrolysis experiments of WT and DS

Thermal pyrolysis experiments were accomplished using an equal blend of WT and DS (50:50 WT:DS w/w). The pyrolysis experiments of the said blend were carried out in a vertical fixed-bed reactor with a 5 cm internal diameter and a 50 cm height. About 30 g of the mixture reactor was placed into the reactor, which was then flushed with nitrogen for 10 minutes before heating the feed so as to generate an inert environment. After the reaction was complete, the reactor was left for 30 minutes at room temperature to cool down. The PC were then taken out and weighed. The yield of the PC was calculated as follows [7]:

$$\text{Yield of pyrolytic char (\%)} = \frac{\text{Weight of char produced (g)}}{\text{Total weight of blend utilized (g)}} \times 100 \quad (1)$$

3. AC synthesis and identification

The PC left after co-pyrolysis of the WT and DS was implemented as a precursor for creating AC using KOH as the activating agent. At first, the char was pulverized and sieved to attain 60 mesh particle size. The char (5.0 g) and the KOH were mixed at multiple mass ratios (1:1, 1.5:1, 2:1, 2.5:1, 2.5:1, and 3:1). To homogenize the mixture, water was added to assure that the KOH was entirely dissolved. The attained blends were stirred for 5h at room temperature at a 300 rpm stirring rate. Afterward, water was removed from the mixtures through evaporation. After drying, the samples were thermally activated at the appropriate temperature for a period of time at a 20 °C/min heating rate. After activation, the samples were allowed to cool to ambient temperature. Next, they were immersed in 0.1 M HCl to eliminate the unreacted KOH, followed by consecutive washing with warm DW until getting natural water [8]. After drying them at 105 °C for 5h, the AC samples were stored in a well-sealed co. Calculating the yield of AC was done employing the following formula [9]:

$$\text{AC yield (\%)} = \frac{\text{Mass of the AC produced (g)}}{\text{Mass of PC employed (g)}} \times 100 \quad (2)$$

Optimizing AC creation was done by inspecting the influence of the impregnation ratio of KOH: PC, the activation temperature (500 – 900 °C), as well as the duration of activation (30-150 minibus) on the AC yield and iodine number (IN), which was measured as per the GB/T 12496.8–2015 test method [10].

4. Diagnosis of the optimal AC

To detect the energetic groups on the AC surface, the KBr pellet method was implemented employing an FTIR spectrophotometer (JASCO V-630, USA) in the 4000-400 cm⁻¹ range. The AC surface morphology was scanned on a FESEM (TESCAN MIRA FESEM, the Czech Republic), which was linked to an energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX, Oxford instrument, UK) to quantify the elemental composition of the AC. Specifying the textural features, pore volume besides the specific surface area (SA_{BET}) and the pore diameter of the perfect AC, was recorded on a BELSORP MINI II, Japan,. At the same time, the was quantified employing was employed to identify. The SA_{BET} of the best AC was specified by fitting the N₂ isotherms to the Brunauer-Emmett-Teller (BET) equation. AC XRD pattern was acquired using a Malvern Panalytical X-ray diffractometer, the UK, employing monochromated Cu Ka radiation.

5. Adsorption trials

The adsorptive efficiency (AE) of the previously mentioned AC was tested by its ability to adsorb DBT from model fuel and EBT dye from its aqueous phase. All the adsorption tests were accomplished in a temperature-controlled shaker. Preparing the stock solutions of DBT and EBT were carried out through dissolving 0.50 g of DBT in 1L of n-hexane and DW, respectively. The adsorption experiments were accomplished using 25 mL of DBT solution and 100mL of EBT solution after being mixed with the proper mass of the AC. The mixtures were shaken at 30 °C and 250 rpm. When the equilibrium was attained, the samples were centrifuged at 5000 rpm for 5 minutes, and the residual concentration of the aliquots was spectrophotometrically determined on a UV–Vis spectrophotometer (Shimadzu model, Japan) at the maximum wavelength of 325 nm for DBT [11] and 498 nm for EBT [12]. Eq.(6) was applied in determining the AE (%) of DBT or EBT. At the same time, equation (7) was utilized to specify mount of DBT or EBT adsorbed (q_e , mg/g) at equilibrium.

$$AE (\%) = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100 \dots \dots (3)$$

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) V}{W} \dots \dots \dots (4)$$

where, C_0 and C_e represent, respectively, the initial and equilibrium concentrations of the pollutant (mg/L), whereas V and W indicate the volume of the pollutant solution and quantity of the AC implemnated upon the adsorption. The DBT or EBT initial concentration (50, 75, 100,125,150,175, and 200 mg/L) and AC mass (0.1- 0.4 g), temperature of adsorption (10°-60 °C), and period of adsorption (30-350 minutes). Adjusting pH of the EBT solutions was perforemd employing (0.1N) of HCl or NaOH.

Results and Discussion

1. Synthesis of AC

The transformation of the PC leftover the thermal destruction of mixed WT+DS at 500 °C for 60 minutes using 40 mesh particles size into AC using KOH as an activator was accomplished through exploring impact of the impregnation ratio of KOH besides the activation temperature and duration on the yield and IN of the AC.

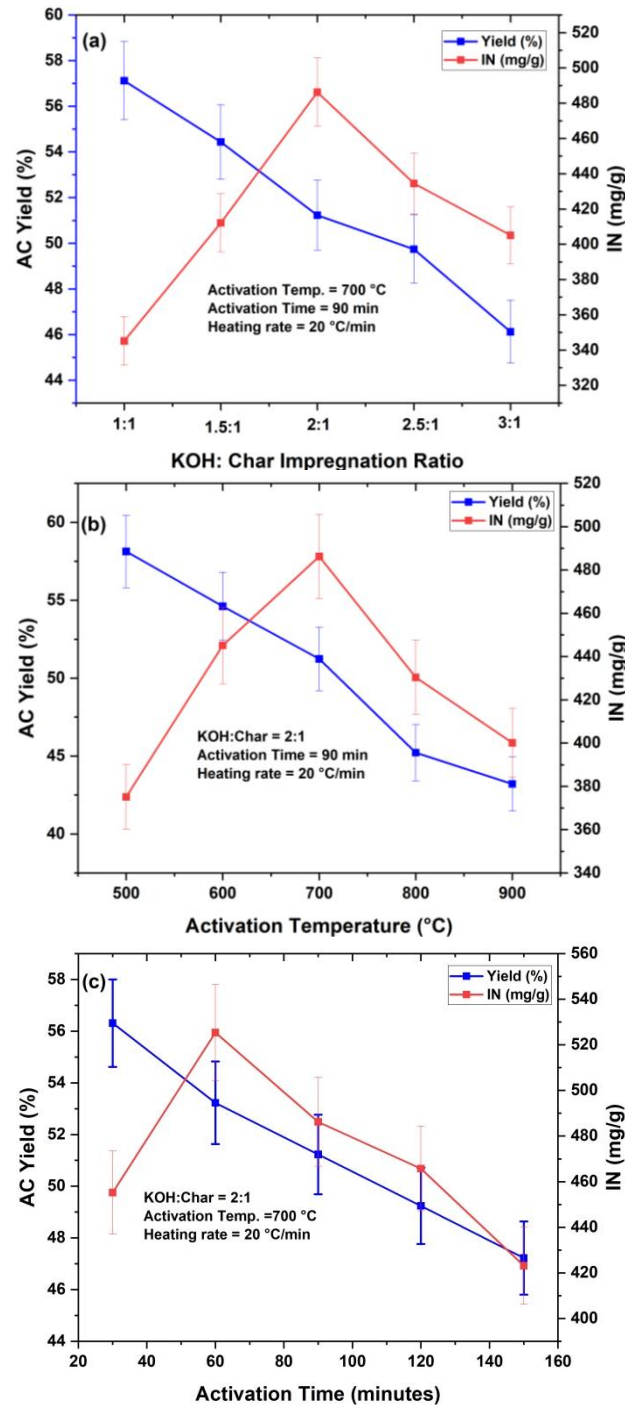


Figure 1. Effect of (a) impregnation ratio of KOH, (b) activation temperature, and (c) activation duration on the yield and IN of AC.

Assessing the effect of the activator: feed impregnation ratio was carried out by trying multiple impregnation ratios ranged from (1:1 – 1:3 feed: KOH), while the activation temperature, activation period, and rate of heating were maintained fixed presented in the legend of **Fig.1(a)**, which showed that the yield of the AC diminished with a further increase in the amount of the activator employed in the preparation as an outcome of the intense action of KOH promoted the oxidation and gasification reactions of the char, causing a decline in the AC yield [13]. The outcomes achieved here were analogous to those established for AC samples created from the coke obtained by the thermal destruction of atmospheric distillation

residue besides the biochar creating from waste peels of potatoes via KOH- activation [11,14], respectively. Increasing the impregnation ratio of KOH from 1:1 to 2:1 improved the IN of the resulting AC from 345.12 mg/g to 486.23 mg/g, as presented in **Fig.1(a)**. This finding may be due to the conversion of KOH into K_2CO_3 , which is further decomposed into CO_2 and K_2O . Thus, the intercalation of potassium compounds in the carbon lattice will increase, creating a more porous structure. Thus, the IN of the resultant AC increases [13]. The impregnation ratios of KOH above 2:1 lessened the IN. The overdose of KOH promotes the further reaction of KOH to the carbon and destroys the as-created microporous structure into meso- and macropores, leading to a decrease in the IN [15].

Evaluating the activation temperature influence was performed by carrying out the activation of the samples at different temperatures in the range of 500-900 °C, with preserving other variables fixed as demonstrated in the legend of **Fig.1(b)**. The AC yield lessened when the activation temperature increased from 500 °C to 900 °C as an outcome of further thermal decomposition the carbon structure of the PC with raising the activation temperature, leading to the maximum elimination of non-carbon ingredients in the form of volatiles. Thus a new pure carbon skeleton with a lower yield will be created [16]. Also, higher activation temperatures with a high amount of the activator will accelerate the gasification of more C atoms from the pyrolytic char composition, giving rise to a lower AC yield[11]. Hasan and Fadhil[11] declared similar observations. **Fig.1(b)** also exhibited that the IN of the synthesized AC improved from 375.12 mg/g to 486.23 mg/g as the activation temperature increased from 500 °C to 700 °C. The pyrolytic char will suffer from further thermal decomposition with increased activation temperature. This will enhance the creation of AC with a higher porous structure as an outcome of eliminating the non-carbon gases from the authentic skeleton of the char, besides further gasification of the C-atoms leading to an increase in the IN[16]. Nonetheless, activation temperature above 700 °C dropped the IN of the produced AC due to the micropores widening besides the decomposition of microporous structure at higher temperatures into larger pores (meso and macro-pores)[17]. These findings aligned with those established in the literature [11,15,17].

Multiple periods ranged from 30-150 min were tried upon the activation of the samples, with keeping other variables fixed, as illustrated in the legend of **Fig.1(c)**. It was noticed that extending the activation period was accompanied by a diminish in the yield of AC. The prolonged activation time causes a severe decomposition of the PC. Also, with considerable amounts of the activator besides the high activation temperature, extending the activation period will cause further removal of non-carbon elements from the char structure, causing a decrease in the AC yield [11,14]. These outcomes were also announced by several researchers [11,17]. The IN of the resulting AC improved from 455.23 mg/g to 525.41 mg/g with extending the activation duration from 30 minutes to 60 minutes, as presented in **Fig.1(c)**. The porous composition of the resulting AC will damage with the exposure of AC carbon at the elevated temperatures for extending periods [18,19]. The outcomes are comparable to those declared by other rebreathers [11,16].

2. Diagenesis of the AC

The AC sample created employing 2:1 KOH: PC impregnation ratio at 700 °C for 1h at a heating rate of 20 °C/min, was examined by numerous techniques to examine its texture, morphology, chemical, and physical features. The FESEM, whose images are demonstrated in **Fig.2** at various magnifications, was employed to identify the morphological characteristics of the as-obtained AC. The AC surface was rough and unequal. It also contained multiple pores and cavities of various sizes with the occurrence of some grains. Such a rough and porous structure surface helps to eliminate numerous pollutants in the liquid phase.

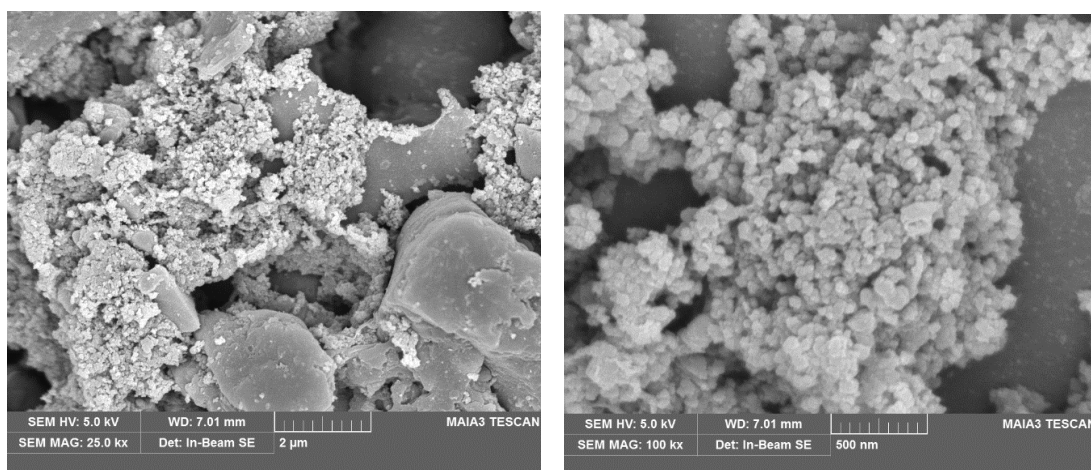


Figure 2. FESEM images of the prepared AC at different magnifications.

The EDX map, which shows the elemental analysis of the as-created AC, is presented in **Fig.3**. The main elements that formed the AC were, C (88.20%), O (9.20 %), K (1.20 %), Si (0.60 %), Cl (0.30 %), Al (0.30 %), and Ca (0.20 %). Based on these outcomes, the occurrence of K and O demonstrates the formation of K_2CO_3 as an intermediate phase upon activation.

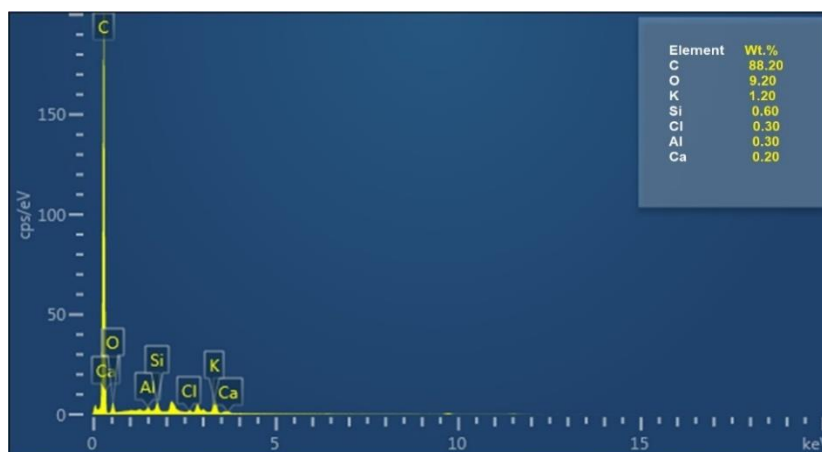


Figure 3. The EDX map of the resulting AC.

The XRD diffractogram of the so-acquired AC is offered in **Fig.4**, which displayed a binary very broad reflection peaks at nearly $2\theta = 26.15^\circ$ and $2\theta = 43.32^\circ$. These broad reflection peaks are typical peaks of disordered aromatic rings structure, designating the amorphous nature of the AC [8]. With an amorphous nature, the AC is essential for adsorption as more adsorbate species will be trapped in its empty pores and voids [20].

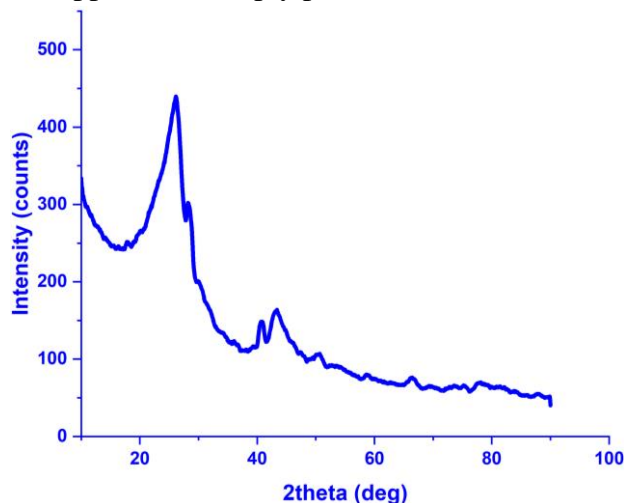


Figure 4. The XRD diffractogram of the resulting AC.

Fig.5 refers to the N_2 adsorption-desorption isotherms besides the pore size distributions for synthesized AC. The isothermal profile of the AC coincided with Type IV with Type H4 hysteresis as per the IUPAC classifications [21].

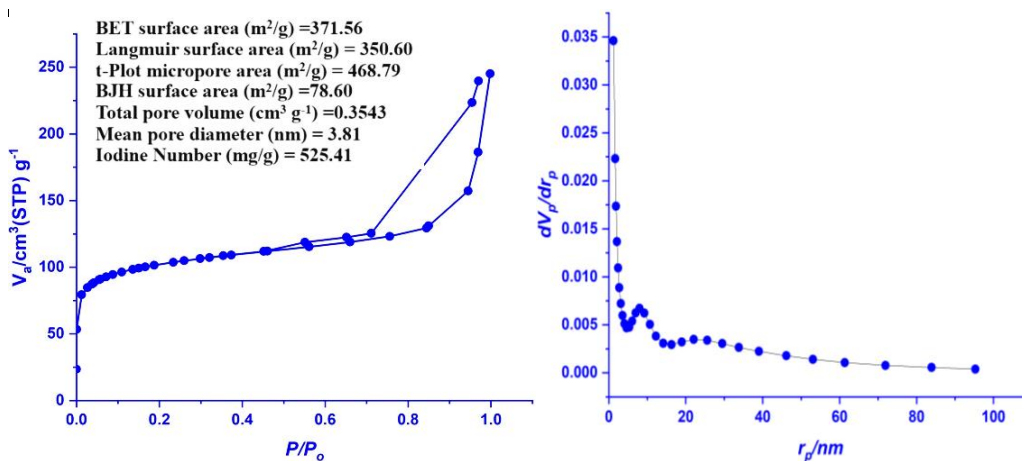


Figure 5. N_2 -adsorption-desorption isotherms and pore size distribution of the AC.

The mismatch of the adsorption-desorption isotherms curves of the adsorbent is responsible for mesoporosity in the adsorbent due to particles' aggregation. It is not an essential mesoporosity (pores inside the particle) but the melting of several merged carbon particles [8]. The specific surface area calculated following the BET method (SA_{BET}) for the AC was $371.56 \text{ m}^2/\text{g}$. The mean pore diameter of the AC was 3.81 nm , demonstrating the mesoporous nature of the as-obtained AC. The BJH surface area for the AC was $78.60 \text{ m}^2/\text{g}$, indicating mesoporosity participation of 21.15 %.

3. The AR experiments

The AR trials of DBT and EBT from synthetic models of fuel and water, respectively, were accomplished by the typical AC. The effect of utilizing various concentrations of DBT or EBT (25-200 mg/L) on their adsorption capacity over the AC is demonstrated in **Fig.6(a)** with keeping the AC mass, temperature, and time fixed at 0.25 g, 35 °C, and 120 min, respectively. It is evident from **Fig.6(a)** that the adsorptive capacity of DBT and EBT enhanced as their initial concentrations increased from 25 ppm to 200 ppm. The finding could be due to an increase in the adsorbate driving power, including Vander Waal's force to the adsorption positions of the AC surface at the elevated concentrations of the adsorbate. Similar consequences were established by Hasan and Fadhil[11] and Zeydouni et al.[22] during the elimination of DBT from model fuel and EBT from wastewater over the AC originated from atmospheric distillation residue and surfactant-modified clay, respectively.

Several experimental trials were carried out with varying dosages of the AC (0.05 – 0.50 g) at 200 mg/L of the adsorbates (DBT or EBT) mg to determine the effect of adsorbent dosage on the AR % of both pollutants. These tests were accomplished employing 200 mg/L of DBT or EBT solution at 35 °C for 120 min. **Fig.6(b)** revealed that an increment in the AR % of both pollutants accompanied the increasing AC dosage. This is because the increase in the adsorbent dosage is linked to an increase in its surface area and the number of adsorption-effective binding positions [12]. However, the dosage that led to the maximum elimination of DBT from the liquid was 0.35 g, while 0.20 g of the AC was enough to achieve the ultimate removal of EBT from water. The variation in the amount of AC required to achieve the best elimination of pollutants from the liquid medium could be ascribed to many reasons, including the molecular size of the adsorbate, pore size of the adsorbent, and nature of the medium (water or hexane). Nevertheless, an overdose of AC caused a drop in the entire surface area accessible for adsorption and an expansion of the diffusion path, resulting in a decline in the AR % of both pollutants from their liquid phases. Also, overlapping of the significant places on the AC surface could happen at the overdose of AC, which diminishes the number of energetic sites on the AC surface ready for adsorption [11]. Following the literature, DBT elimination by the AC created from atmospheric distillation residue [11] and EBT removal from the aqueous phase over the AC developed from waste tires rubber [12] announced similar consequences.

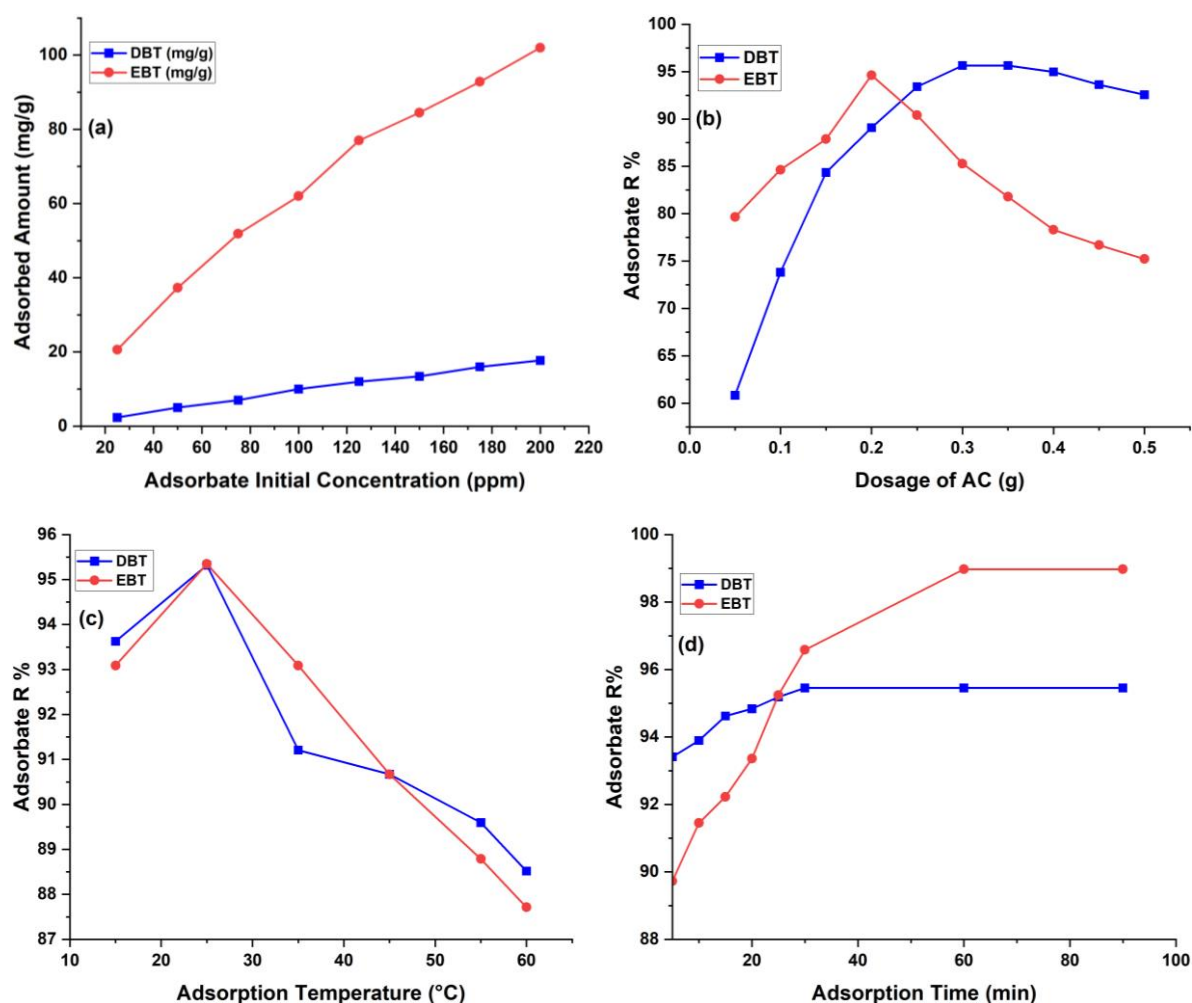


Figure 6. Impact of (a) DBT and EBT initial concentration, (b) AC dosage, (c) Temperature, and (d) time on the adsorption process.

Assessing the temperature's influence on the AR % of DBT and EBT employing the so-prepared AC was accomplished by conducting several experiments at multiple temperatures (10 - 60 °C) using 200 mg/L of DBT or EBT solution and 0.20 g of AC for DBT and 0.30 g of AC for EBT for 120 min. **Fig.6(c)** showed rising the adsorption temperature was accompanied by a decline in the AR % of both pollutants, suggesting the exothermic nature of the adsorption process. The diminish in the AR% of DBT and EBT with rising temperature may be ascribed to multiple factors, including the tendency of the adsorbed species of pollutants to be desorbed from the AC surface in the liquid phase [23]. Moreover, with the rising adsorption temperature, shrinkage and alteration of the AC surface's energetic positions may occur, which then increases the mobility of the pollutant species, and lessens the AC energetic surface area [23]. The adsorption of DBT and EBT over AC samples created respectively from atmospheric distillation residue [11] waste tires rubber [12] exhibited similar consequences.

Diverse experiments were performed at multiple durations (5-120 min) to inspect the impact of the contact period on the AR% of DBT and EBT from their liquids. At the same time, other

conditions were maintained at their typical values. The data illustrated in **Fig.6(d)** showed that increasing the contact period enhanced the AR % of both DBT and EBT. However, the AC's best AR % of DBT was attained at 35 minutes, while 60 minutes was enough to exhibit the maximum AR % of EBT over the AC. These differences in the period required to eliminate pollutants from its liquid phase entirely could be ascribed to factors shown previously. Nonetheless, contact periods above the typical periods did not influence the AE % of both pollutants. These outcomes were similar to studies on eliminating DBT and EBT using AC samples developed from various model fuel and aqueous phases [11,15].

4. Comparison between adsorbents

One of the criteria that can influence the adsorbent's practical use in industry is its maximum adsorption capacity (q_{\max}). Adsorbents' efficacy in cleaning up aqueous solutions is affected by variables, including the number and nature of their active surface site, the contaminants themselves, the type of precursor utilized in creating adsorbent, and modification approaches

Table 2: The adsorptive capacity of EBT and DBT compared to other adsorbents.

Adsorbent	Adsorbed amount of EBT (mg/g)	Reference
NiFe ₂ O ₄ magnetic NPs	47.0	[90]
Alumina	57.25	[91]
Activated clay	24.04	[92]
NaOH-modified steel dust	119.02	[93]
AC from WT	76.92	[94]
AC from mixed WT+DS	129.87	This study
Adsorbent	Adsorbed amount of DBT (mg/g)	Reference
AC	9.0	[95]
2.5Al/AC	14.19	[96]
Corncob activated carbon	9.68	[97]
AC _{ZnCl₂}	16.26	[99]
AC from mixed WT+DS	34.48	This study

Several studies focused on boosting the adsorption capacity of adsorbents while decreasing their cost. As such, we employed a mixture of waste materials as a cheap precursor for creating AC. The q_{\max} values for DBT and EBT adsorption over the as-obtained AC were compared with those established for the adsorption of these pollutants from their liquid phases. It is evident from **Table 2** that the q_{\max} values for DBT and EBT adsorption over the AC were comparable to those established in the literature and sometimes better. The difference in the q_{\max} values among various adsorbents may belong to numerous factors, such as the total surface area and average pore diameter of the adsorbent, besides sorts of influential efficient groups existing on its surface. As presented in **Table 2**, the q_{\max} value for the AC synthesized here possesses a good position among the other adsorbents announced in the literature.

5. Reusability and regeneration of AC

A significant quantity of the adsorbates would be continuously discarded into the environment if the consumed adsorbents were thrown away. Furthermore, obtaining new adsorbents for each adsorptive elimination operation is prohibitively expensive. It is consequently necessary to examine the regeneration capability of the spent adsorbent [24]. The regeneration outcomes of the spent AC, which are presented in **Fig.7** exhibited that the regenerated AC was operative in excluding DBT from the fuel with an acceptable efficiency until the 5th cycle. In contrast, there was a steep decrease in the adsorptive efficiency of the regenerated AC in removing EBT with increasing reusability. Nonetheless, the as-created AC can be recommended for eliminating pollutants from the liquid phase.

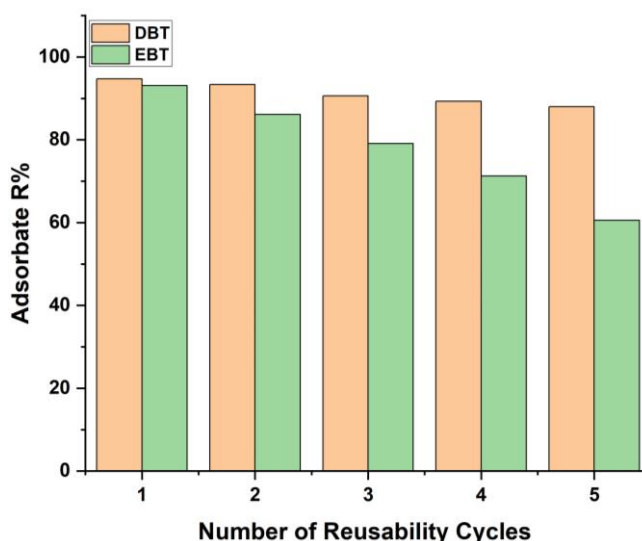


Figure 7. Reusability tests of the spent AC.

Conclusions

Co-pyrolysis of an equal blend of WT and DS in a batch vertical reactor for the production the pyrolytic char was successfully performed. The PC was converted into mesoporous AC employing a 2:1 KOH: PC impregnation ratio at 700 °C for 1h. The AC was efficient in removing DBT from model gasoline (200 ppm DBT/hexane) and EBT dye from synthetic water (200 ppm EBT/water). Eliminating DBT from model fuel was 95.45 % at 25 °C for 30 min utilizing 0.30 g of AC, while maximum removal of EBT from water reached 98.97 % using 0.20 g of AC at 25 °C for 60 min. The regeneration tests disclosed that this AC can be recycled for multiple times with a good adsorption capability.

References

- S. M. Kharrazi, M. Soleimani, M. Jokar, T. Richards, A. Pettersson, and N. Mirghaffari, "Pretreatment of lignocellulosic waste as a precursor for synthesis of high porous activated carbon and its application for Pb (II) and Cr (VI) adsorption from aqueous solutions," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 180, no. June, pp. 299–310, 2021, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.03.078.
- S. A. Khan, S. B. Khan, and A. M. Asiri, "Layered double hydroxide of Cd-Al/C for the Mineralization and De-coloration of Dyes in Solar and Visible Light Exposure," *Sci. Rep.*, vol. 6, no. November, pp. 14–18, 2016, doi: 10.1038/srep35107.
- S. Gita, A. Hussan, T. G. Choudhury, S. Gita, P. Soholar, and A. Hussan, "Impact of Textile Dyes Waste on Aquatic Environments and its Treatment," *Environ. Ecol.*, vol. 35, no. 3C, pp. 2349–2353, 2017.
- M. T. Uddin, M. A. Rahman, M. Rukanuzzaman, and M. A. Islam, "A potential low cost adsorbent for the removal of cationic dyes from aqueous solutions," *Appl. Water Sci.*, vol. 7, no. 6, pp. 2831–2842, 2017, doi: 10.1007/s13201-017-0542-4.
- M. Moradi, R. Karimzadeh, and E. S. Moosavi, "Modified and ion exchanged clinoptilolite for the adsorptive removal of sulfur compounds in a model fuel: New adsorbents for desulfurization," *Fuel*, vol. 217, no. April, pp. 467–477, 2018, doi: 10.1016/j.fuel.2017.12.095.
- R. Dehghan and M. Anbia, "Zeolites for adsorptive desulfurization from fuels: A review," *Fuel Process. Technol.*, vol. 167, pp. 99–116, 2017, doi: 10.1016/j.fuproc.2017.06.015.
- A. B. Fadhil and B. A. Kareem, "Co-pyrolysis of mixed date pits and olive stones: Identification of bio-oil and the production of activated carbon from bio-char," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 158, no. September, 2021, doi: 10.1016/j.jaap.2021.105249.
- M. C. F. da Silva *et al.*, "KOH activated carbons from Brazil nut shell: Preparation, characterization, and their application in phenol adsorption," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 187, no. November, pp. 387–396, 2022, doi: 10.1016/j.cherd.2022.09.012.
- A. M. Daabo, L. I. Saeed, M. H. Altamer, A. B. Fadhil, and T. Badawy, "The production of bio-based fuels and carbon catalysts from chicken waste," *Renew. Energy*, vol. 201, no. December, pp. 21–34, 2022, doi: 10.1016/j.renene.2022.10.088.
- G. Zhang, H. Yang, M. Jiang, and Q. Zhang, "Preparation and characterization of activated carbon derived from deashing coal slime with ZnCl₂ activation," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 641, no. May, 2022, doi: 10.1016/j.colsurfa.2021.128124.
- R. A. Hasan and A. B. Fadhil, "Conversion of atmospheric residue into upgraded fuel and carbon adsorbent for the adsorptive desulfurization process," *Fullerenes Nanotub. Carbon Nanostructures*, vol. 31, no. 5, pp. 423–434, 2023, doi: 10.1080/1536383X.2023.2169676.

- N. A. Omar, Y. M. S. Al-Shaker, and A. B. Fadhil, "Development of mesoporous activated carbon from waste tires rubber via one-step activation using a blend of ZnCl₂/FeCl₃ and its application in Eriochrome Black T and Cr(VI) removal from aqueous phase," *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, pp. 1–5, 2023, doi: 10.1080/03067319.2023.2178914.
- S. Charola, H. Patel, S. Chandna, and S. Maiti, "Optimization to prepare porous carbon from mustard husk using response surface methodology adopted with central composite design," *J. Clean. Prod.*, vol. 223, no. June, pp. 969–979, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.169.
- A. Pyrolysis, "Bio / KOH ratio effect on activated biochar and their dye based wastewater depollution," vol. 162, no. March, pp. 1–7, 2022.
- Z. Qiu *et al.*, "Biochar-based carbons with hierarchical micro-meso-macro porosity for high rate and long cycle life supercapacitors," *J. Power Sources*, vol. 376, no. February, pp. 82–90, 2018, doi: 10.1016/j.jpowsour.2017.11.077.
- D. P. Kumar, D. Ramesh, P. Subramanian, S. Karthikeyan, and A. Surendrakumar, "Activated carbon production from coconut leaflets through chemical activation: Process optimization using Taguchi approach," *Bioresour. Technol. Reports*, vol. 19, no. September, pp. 1–7, 2022, doi: 10.1016/j.biteb.2022.101155.
- M. Kaya, Ö. Azahin, and C. Saka, "Preparation and TG/DTG, FT-IR, SEM, BET Surface Area, Iodine Number and Methylene Blue Number Analysis of Activated Carbon from Pistachio Shells by Chemical Activation," *Int. J. Chem. React. Eng.*, vol. 16, no. 2, pp. 1–9, 2018, doi: 10.1515/ijcre-2017-0060.
- B. R. Patra, S. Nanda, A. K. Dalai, and V. Meda, "Taguchi-based process optimization for activation of agro-food waste biochar and performance test for dye adsorption," *Chemosphere*, vol. 285, no. December, pp. 1–7, 2021, doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.131531.
- S. Mopoung, P. Moonsri, W. Palas, and S. Khumpai, "Characterization and Properties of Activated Carbon Prepared from Tamarind Seeds by KOH Activation for Fe(III) Adsorption from Aqueous Solution," *Sci. World J.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/415961.
- M. A. Zazycki, M. Godinho, D. Perondi, E. L. Foletto, G. C. Collazzo, and G. L. Dotto, "New biochar from pecan nutshells as an alternative adsorbent for removing reactive red 141 from aqueous solutions," *J. Clean. Prod.*, vol. 171, pp. 57–65, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.007.
- M. Thommes *et al.*, "Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report)," *Pure Appl. Chem.*, vol. 87, no. 9–10, pp. 1051–1069, 2015, doi: 10.1515/pac-2014-1117.
- G. Zeydouni *et al.*, "Eriochrome black-T removal from aqueous environment by surfactant

modified clay: equilibrium, kinetic, isotherm, and thermodynamic studies,” *Toxin Rev.*, vol. 38, no. 4, pp. 307–317, 2019, doi: 10.1080/15569543.2018.1455214.

- Z. Esvandi, R. Foroutan, S. J. Peighambaroust, A. Akbari, and B. Ramavandi, “Uptake of anionic and cationic dyes from water using natural clay and clay/starch/MnFe₂O₄ magnetic nanocomposite,” *Surfaces and Interfaces*, vol. 21, no. December, 2020, doi: 10.1016/j.surfin.2020.100754.
- T. A. Saleh, S. A. Al-Hammadi, A. Tanimu, and K. Alhooshani, “Ultra-deep adsorptive desulfurization of fuels on cobalt and molybdenum nanoparticles loaded on activated carbon derived from waste rubber,” *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 513, no. March, pp. 779–787, 2018, doi: 10.1016/j.jcis.2017.11.076.

Green mould disease caused by *Penicillium halotolerans* infecting locally cultivated *Citrus latifolia* in Iraq

Mohammed Yahya Allawi*

Bilal Salim Al- Taie*

Noor myasar sadiq*

* University of Mosul - College of Environmental Science and Technologies

(Received 31/10/2023 , Revised 20/11/2023 , Accepted 23/11/2023)

Abstract

To identify the causal agent, a total of 8 symptomatic fruits were collected. The features were as follow: green-blue fungus growth on the fruitiness superficial, after that fruit decaying finally. The fungi were grown on Cazepek yeast extract agar, Malt extract media, and Glycerol nitrate agar, Incubation in different temperature (4, 25, and 37 °C). Molecular identification of *P. halotolerans* was utilized for the genomic DNA extraction by utilizing an extraction kit (Zymo Research environmental purification, Quick-DNA™ Miniprep Plus Kit). The sequences of isolate MBI1 were deposited in GenBank (OR622875), which was first report of green mould disease caused by *P. halotolerans* infecting *Citrus latifolia* in Iraq.

مرض العفن الاخضر الناجم عن اصابة فطر *Penicillium halotolerans* لثمار

الحمضيات المزروعة محلياً في العراق

محمد يحيى علاوي¹ بلال سالم الطائي² نور ميسر صادق²

¹ قسم الصحة البيئية / كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل

² قسم علوم البيئة / كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل

تاريخ الإستلام 2023/10/31 , تاريخ المراجعة 2023/11/20 , تاريخ القبول 2023/11/23

الملخص

للتعرف على العامل المسبب للمرض تم جمع 8 ثمار تظهر عليها اعراض العفن الاخضر. وكانت الاعراض كالاتي: نمو فطري أخضر مزرق على سطح الثمرة ومن ثم اضمحلال الثمار نهائياً. تمت تنمية الفطريات على الاوساط الزرعية Cazepek yeast extract agar, Malt extract media, and Glycerol nitrate agar وحضنت في درجات حرارة مختلفة (4، 25، 37 درجة مئوية). التشخيص الجزيئي للفطر تم اتباع طريقة استخلاص ال DNA وفقاً لشركة المصنعة (Zymo Research environmental purification, Quick-DNA™ Miniprep Plus Kit). تم تسجيل العزلة للفطر *P. halotolerans* في بنك الجينات ذو الرقم (OR622875) بأسم (MBJ1) كأول عزلة فطرية تصيب الليمون المحلي في العراق.

Introduction

The name of this fungus has been linked to the antibiotic penicillin, as it is extracted from it (Purohit & Mukherji, 1985). *Penicillium* is a widespread fungus grows on various food sources causing spoil. It causes damage to wood and cotton fabrics because of its ability to decompose cellulose. Some types of *Penicillium* are used in cheese making, such as *P. roquefort*, another specieses also used in the manufacture of citric and oxalic acid (Meena *et al.*, 2018).

This fungus has filaments spread in all directions. There are some filaments grow far from the culture medium called conidiophore, which are divided by septa. The conidiophore begins to branch into primary sterigmata are covered by secondary sterigmata, which are responsible for producing conidia colored blue or green and are shaped like penicillus, which distinguishes penicillium (Pitt *et al.*, 1997).

These fungi lives a saprophytic nutrition, growing on rotting fruits, especially lemons and oranges. The affected fruits appear soft and saturated with water, and the white-colored mycelium of the fungus is revealed on the fruits, then the blue-colored fungus spores are revealed, and the disease is known as blue mold disease, or the olive-green conidial fungus spores are revealed, and the disease is known as green mold (Papoutsis *et al.*, 2019).

P.halotolerans is a kind of the gender of *penicillium* has the ability to tolerate 5% NaCl. The fungus remains from one season to another in crops in the form of conidial spores. The primary infection occurs through conidial spores that are transmitted through the air and infect fruits from affected areas. Colonies on potato dextrose agar medium at first seemed as colorless mycelium then form bluish-grey conidia with colorless margins (Houbraken *et al.*, 2012).

The hyphae of *P. halotolerans* are transparent, narrow, tubular and branched. They have cross walls, that separate different areas. Cytoplasm, organelles and nutrients can move freely between filamentous compartments by the porous nature of these barriers Mycelium filaments can intertwine with each other to form complex networks. *P. halotolerans* usually starts out as a white, powdery mass that later turns green mold(Park *et al.*, 2020).

Materials and Methods

1. Fungi isolation

To identify the causative factor, a total 8 infected fruits were came for. Short pieces (1 cm×1 cm) were remedy by surface disinfection 70% ethanol and 1 percent of NaOCl, then drain three times with sterilized filtered water, and transport onto (PDA) media then incubated at 28 °C for seven days. neat cultures were gained by the single-spore isolation pattern.(Lee *et al.*, 2019).

3. Fungi identification

3-1. Morphological identification of fungi:- A portion of the fungal colony took by using a sterile needle and placed on a glass slide containing a drop of methylene blue dye and examined under a microscope to identify the shape of conidia and characteristics of the mycelium. After that, the fungi were grown on the following media (Cazepek yeast extract agar, Malt extract media, and Glycerol nitrate agar) and incubation under different temperature (4, 25, and 37 °C) (Pitt & Hocking, 2009).

3-2 :- Molecular identification of fungi:- total 40 mg of *P. halotolerans* was utilized for DNA extraction by utilizing an extracting kit (Zymo Research ecological purity, Quick-DNA™ Miniprep Plus Kit) based on Kit's information, depending on the primer (Figure 1) and specific program (Figure 2) (Allawi, 2022).

primer	Sequences
Forward	TCGATGAAGAACTCACTCTTTGC
Revers	TTCCTTTATACTTTCCGCTTATTGT

Figure 1:- Specific primer

No.	Stages	Temperature	Time	Cycles
1	Initial denaturation	95	5 min.	1
2	denaturation	90	45 sec.	40
3	Annealing	50	1 min.	
4	Extension	70	1 min.	
5	Final extension	70	7 min.	1

Figure 2:- Specific program for reaction

Results and Discussion

Citrus latifolia is considered an important cultivated species of citrus in Iraq and has become the preferred juice of citrus species due to its desired flavour which gives it high economic value (Lopes *et al.*, 2020). From 2012 to 2023, postharvest green mould disease was observed in the locally harvested lime at many locations in Mosul, Ninawa Governorate, Iraq (Figure 3).



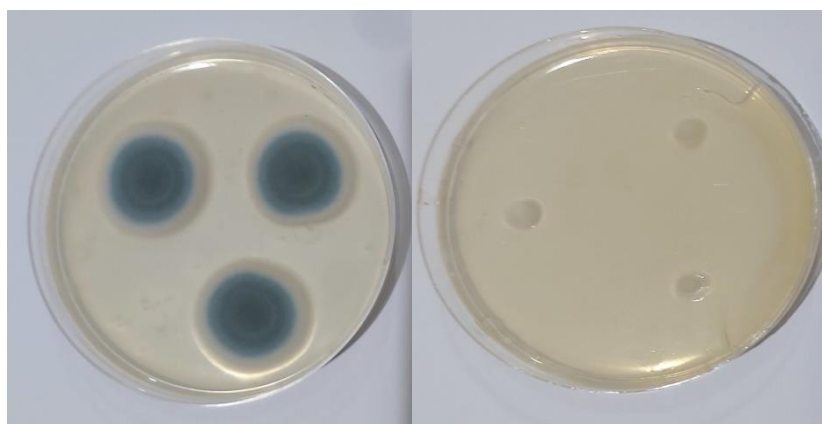
Figure 3: Symptoms observed on lime fruit *Citrus latifolia*

The features were as follow: green-blue fungus growth on the fruitiness superficial, after that fruit decaying finally. Colonies on (PDA) media at first seemed as colorless filements then form bluish-grey conidia with white or colorless margins on (PDA) media (Figure 4).



Figure 4: The morphology of the isolated species *P. halotolerans* on (PDA) media.

On malt extract agar, the diameter of the fungal colonies was about 2.2-2.4 cm at 25°C, and it was noted that no dye was added to the medium, while at 4°C there was no growth (Figure 5).



A

B

Figure 5:- A) *P.halotolerans* growth on Malt extract agar media at 25 °C.

B) *P.halotolerans* growth on Malt extract agar media at 4 °C.

On glycerol nitrate agar medium, the fungal colonies appeared gray color and varied in diameter about 2.2-3.3 cm at 25 °C (Figure 6).

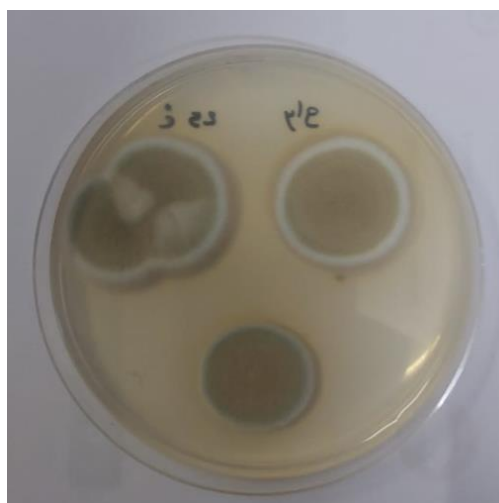


Figure 6:- *P.halotolerans* growth on Glycerol nitrate agar media at 25 °C.

The vegetative part of a fungus was having partitioned by a septum and uncolored. A conidium-bearing hypha (Conidiophores) were mostly monoverticillate, sometime biverticillate. Stipes were tall and accurate. Conidia were sleek-walled and paly green, with spherical to ellipsoidal form (Figure 7).

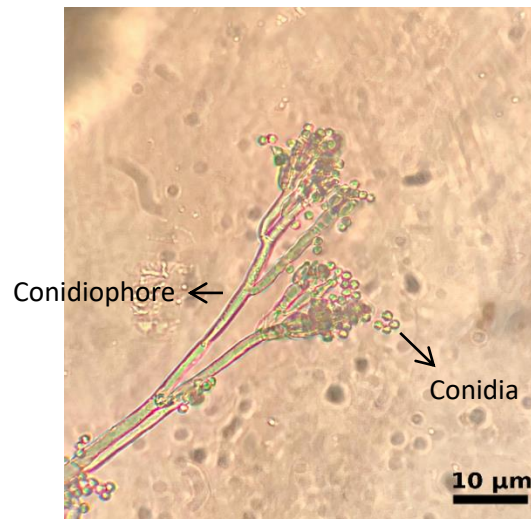


Figure 7: Microscopic field of *P. halotolerans* at 40X

Relating to the form or structure of *P. halotolerans*, the isolates correspond the characterization of the gender *Penicillium* (Xiao *et al.*, 2022). Genomic DNAs from isolate (MBJ1) were taken out with a fungal genomic DNA kit of extraction (Figure 8).

The rDNA ITS area was used to utilize the primer ITS1/ITS4 (Bellemain *et al.*, 2010). The data bases of isolate MBJ1 were banked in GenBank (OR622875).

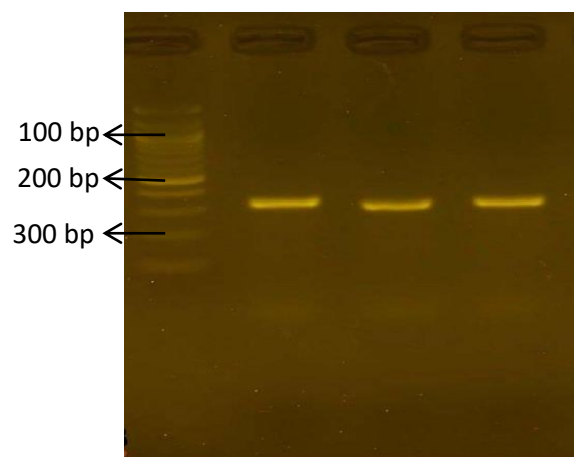


Figure 8: DNA band of *P. halotolerans* at 256 bp

All data bases appeared about 98.29% likeness to *P. chrysogenum* (partial data base; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA factor). The isolate was thus fixed as *P. halotolerant* according to form or structure and molecular features of fungus. Causing disease tests were carried out in triplicate by fertilizing the injured lime fruit with 20 μl of suspension of conidia (10⁶ conidia/ml) of the MBJ1 isolate. The test was carried out twice. All the injected

fruits were put in sterile Petri dishes with wet condition, and keep them at 28 °C. Fruit showed the identical features as noticed in the previously situation. The re-isolated fungi from the artificially rotten fruit molds were identified as *P. halotolerans* utilize the procedure described on top of, while the standard fruit which remedy with sterilized water not show features, proving Koch's postulates, this consider the first determination of *P. halotolerans* bring about rot disease on *C. latifolia* in Iraq, which would be a potentially novel menace to the crops.

References

- Allawi, Y. J. A. o. R. I. (2022) Isolation and Identification of *Penicillium rubens* from the Local Strain in Mosul, Iraq, and Investigation of Potassium Phosphate Effect on its Growth. 77, 421.
- Bellemain, E., Carlsen, T., Brochmann, C., Coissac, E., Taberlet, P. and Kauserud, H. J. B. m. (2010) ITS as an environmental DNA barcode for fungi: an in silico approach reveals potential PCR biases. 10, 1-9.
- Houbraken, J., Frisvad, J. C., Seifert, K., Overy, D. P., Tuthill, D., Valdez, J., *et al.* (2012) New penicillin-producing *Penicillium* species and an overview of section *Chrysogena*. 29, 78-100.
- Lee, Y. J., Jeong, J.-J., Jin, H., Kim, W., Jeun, Y. C., Yu, G.-D., *et al.* (2019) In vitro and in vivo inhibitory effects of gaseous chlorine dioxide against *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* isolated from stored sweetpotato: study II. *The plant pathology journal*, 35, 437.
- Lopes, J. M., Marques, N. C., dos Santos, M. D. d. M. C., Souza, C. F., Baldissera, M. D., Carvalho, R. C., *et al.* (2020) Dietary limon *Citrus× latifolia* fruit peel essential oil improves antioxidant capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. *Aquaculture Research*, 51, 4852-4862.
- Meena, M., Zehra, A., Dubey, M. K., Aamir, M. and Upadhyay, R. S. (2018) *Penicillium* enzymes for the food industries. In *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering*, pp. 167-186. Elsevier.
- Papoutsis, K., Mathioudakis, M. M., Hasperu , J. H., Ziogas, V. J. T. i. F. S. and Technology. (2019) Non-chemical treatments for preventing the postharvest fungal rotting of citrus caused by *Penicillium digitatum* (green mold) and *Penicillium italicum* (blue mold). 86, 479-491.
- Park, M. S., Lee, J. W., Kim, S. H., Park, J.-H., You, Y.-H. and Lim, Y. W. J. M. (2020) *Penicillium* from rhizosphere soil in terrestrial and coastal environments in South Korea. 48, 431-442.
- Pitt, J. I. and Hocking, A. D. (2009) *Fungi and food spoilage*. Springer.
- Pitt, J. I., Hocking, A. D., Pitt, J. I., Hocking, A. D. J. F. and spoilage, f. (1997) *Penicillium* and related genera. 203-338.

- Purohit, S. and Mukherji, S. (1985) Growth regulating activity of penicillin in higher plants. In *Hormonal Regulation of Plant Growth and Development*, pp. 265-278. Springer.
- Xiao, R., Chen, Y., Chen, M., Liu, X., Wang, J. and Liu, B. (2022) First Report of Green Mold Disease Caused by *Penicillium ochrochloron* on Medicinal Plant *Pseudostellaria heterophylla* in China. *Plant Disease*.

Study the Antioxidant and Anti Bacterial Activity of Fruits, Peels and Juice of *Punica granatum* L

Teba Taha Mohammed, Sundus Hameed Ahmed

Mustansiriyah University , College of Science , Science of Biology

(Received 12/11/2023 , Revised 29/11/2023 , Accepted 5/12/2023)

Abstract

Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit is being cultivated since the civilization is known, and its production and consumption have been increased since the last century due to the scientific confirmation of its health benefits. Pomegranate fruits, juice, its seeds, and peels are known to have higher contents of bioactive compounds, viz., phenolic acids, flavonoids, and hydrolysable tannins. Capacity to scavenge free radicals for each of the five extracts (hot alcoholic, hot water, cold alcoholic, cold water, and juice extract). At 400 µg/mL, the highest percentage of scavenging activity was found in hot alcoholic extract (77.97, 69.43, 51.54, 46.12, and 44.21%), respectively. The antimicrobial activity was evaluated by agar diffusion method. All concentrations of *Punica granatum* extracts had antibacterial activity against *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidemics*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., and *Pseudomonas aeruginosa*. the highest antibacterial activity of Peel Hot alcoholic extract at concentration 200 µg/ml was the highest effective against bacteria under study inhibition zone was (28, 22, 32,16 mm).

Keywords: Pomegranate Peel, Extracts, Bacteria

دراسة الفعالية المضاد للأكسدة والمضادة للبكتيريا لنبات (*Punica granatum* L.) للثمرة والقشور والعصير

طبية طه محمد , سندس حميد أحمد

قسم علوم الحياة / كلية العلوم / الجامعة المستنصرية

تاريخ الإستلام 2023/11/12 , تاريخ المراجعة 2023/11/29 , تاريخ القبول 2023/12/5

الملخص

منذ فجر الحضارة قام الناس بزراعة فاكهة الرمان (*Punica granatum* L.) ، وفي القرن الماضي اتسع إنتاجها واستهلاكها نتيجة التأكيد العلمي على فوائدها الصحية. ومن المعروف أن ثمار الرمان وعصيره وبذوره وقشوره تحتوي على مستويات أعلى من المواد النشطة بيولوجيا مثل الفلافونويد والأحماض الفينولية والتانينات القابلة للتحلل. القدرة على امتصاص الجذور الحرة لكل واحد من المستخلصات الخمسة (خلاصة العصير، الكحول الساخن، الكحول البارد، الماء الساخن، والكحول الساخن. تركيز 400 ميكروغرام/مل، أعطى أعلى نسبة لفعالية إزاحة الجذور الحرة للمستخلص الكحولي الساخن (77.97، 69.43، 51.54، 46.12، و44.21%)، على التوالي. تم تقييم الفعالية المضادة للميكروبات بطريقة انتشار الأجار. كان لجميع تراكيز مستخلصات *Punica granatum* فعالية مضادة للبكتيريا *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidemics*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*. وكان أعلى فعالية مضادة للبكتيريا لمستخلص الكحولي بتركيز 200 ميكروغرام/مل كان أعلى تأثير ضد البكتيريا (28، 22، 16، 32 ملم)

الكلمات المفتاحية: قشور الرمان، مستخلص ، بكتيريا

Introduction

Recent studies on the antibacterial properties of conventional plant-based medications have been carried out within the previous ten years (Jazani *et al.*, 2007). It has been demonstrated that various medical plants are efficient against bacteria, such as *Staphylococcus aureus* and *E. coli*. Many plants have been tested for their ability to inhibit the growth of bacteria, including *S. aureus* and *E. coli* (Kumar *et al.*, 2012).

Exciting characteristics of plant secondary metabolites may offer fresh ammunition in the battle against microbial resistance (Kuok *et al.*, 2017). Phytoconstituents such as alkaloids, flavonoids, polyphenols, and tannins can function as antimicrobials and resistance modifiers. It's important to highlight that plant extracts can bind to protein domains, which may suppress or alter protein-protein interactions. Because they can kill microbial cells and reduce the chance that bacteria may become resistant to botanical plant products, and their extracts can be used as modulators of cellular processes (Lee *et al.*, 2017).

However, *P. granatum* fruit and its parts are most universally used because of its antibacterial properties (Hussain *et al.*, 2012). Peels, seeds, and juice of *P. granatum* have been shown to have antimicrobial activity against a variety of waterborne and foodborne bacteria as well as human pathogens, such as *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium spp.*, *Helicobacter pylori*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholera*, and others (Gupta *et al.*, 2017)

Material and Methods

plant Material and Sample Preparation

Pomegranate fruits were harvested from Al-Rashidiya/Baghdad trees. After being divided into groups, they were cleaned using distilled water after first using tap water. For the first group, the pomegranate fruit was peeled, and we took the peel; second, we made juice from the seeds; third, the fruit and peels was dried in the shade, but the liquid was divided into dishes and dried for 72 hours at 40 °C in an oven. After being roughly ground with a grinder, the ground sections are kept out of the light, heat, and moisture in clean plastic containers until needed. Additional information was printed on containers designated for a certain plant.

Preparing plant extracts

Five extracts of *P. granatum* were prepared as follows:

Cold water extract

One hundred of *P. granatum* whole fruit, peel, and juice powder, Were transfered it in a particular beaker for each, and then 500 ml of DW. After that beaker was placed in the vibrating incubator for 24 hours at 37 °C, the water extract was first filtered using a Buchner funnel and a piece of gauze. Following a 15-minute centrifugation at 2500 rpm, the filtrate was incubated at 37 °C for 48–72 hours. Until it is needed, the dried filtrate is stored in the refrigerator at 4 °C (Gupta *et al.*, 2017).

Hot water extract

Hot water extract entails weighing 100 g of whole fruit, peel, and juice powder and mixing them with 500 ml of sterile distilled water. The extract is filtered and dried at 40°C after being in the Soxhlet apparatus for 24 hours. It is then kept at four °C until needed (Rummun *et al.*, 2013).

Cold alcoholic extract

To prepare the cold alcoholic extract, 100 grams of whole fruit, peel, and juice powder, were transferred into a baker, 600 mililiters of ethanol were added. After placing the cup in the vibrating incubator for a full day at 37 °C, the alcoholic extracts were filtered twice: once using Whatman No. 1 filter paper and once using a Buchner funnel with a piece of gauze. After centrifuging the filtrate for 15 minutes at 2500 rpm, it was incubated for 48–72 hours at 40–45 °C to produce a dry extract. It was then stored at 4 °C in the refrigerator until needed (Aviram *et al.*, 2020).

Hot alcoholic extract

A 100 g of powdered fruit, peel, and juice powder, which were weighed and wrapped in gauze, and incubated for 24 hours in the soxhlet apparatus before being mixed with 99% ethanol. After the process was done multiple times an adequate amount of active components were appeared, the final product was dried in an incubator at 40 to 45 °C before being used (Jurenka *et al.*, 2008).

Qualitative analysis of some bioactive components of plant extracts:

Glycosides

Benedict's reagent and 1 milliliter of the plant extract were combined in a test tube for detection. It is well shaken before the solution is submerged for five minutes in a bath of hot water. Glycosides are apparent as a red sediment that forms in the tube when cooled (Grady *et al.*, 2014).

Tannins

A test tube containing 0.5 ml of the extract was filled with a few drops of a 1% FeCl₃ solution, and the formation of a bluish-green color indicated the presence of tannins (Adiga *et al.*, 2014).

Phenols

Adding a few drops of a 1% FeCl₃ solution to a test tube containing 0.5 ml of the extract, one might identify tannins by watching for the formation of a bluish-green color (Guerrero-Solano *et al.*, 2020).

Flavonoids: Equal parts of the solution and the plant extract are combined to create the detection solution, which is then created by adding 10 milliliters of 50% ethyl alcohol to 10 milliliters of 50% potassium hydroxide (KOH) solution. The yellow color's appearance indicated the presence of flavonoids (Al-Zoreky, 2009).

Saponins

The test is administered using the following two procedures:

A distinct and in-depth plant powder aqueous solution is prepared. After adding the solution, the test tube was shaken ferociously. The long-lasting formation of dense, persistent foam could be used to identify the presence of soap (Dahham, 2010).

When B-(1-3) ml of 1% mercuric chloride solution (HgCl₂) was applied to 5 ml of the plant extract, a white precipitate developed as evidence of positive detection (Malviya and Jha, 2014).

Resins

10 ml of each extract was combined with (20) ml of distilled water that had been acidified with hydrochloric acid (4% HCl). The appearance of turbidity indicated the possibility of resins.

Alkaloids

Two methods exist for detecting something: First, take one milliliter of the extract and a few drops of Marquis Reagent. The color turned gritty gray, indicating the presence of alkaloids.

Secondly, Mayer's reagent was added to one milliliter of the extract, and the resultant white precipitate or cream showed that alkaloids were present.

Proteins

The test solution was treated with a 4% NaOH solution. According to (Jurenka, 2008)), the presence of proteins is shown by the emergence of a violet color after adding 1% CuSo₄ solution.

Culture of microorganisms

According to the protocol developed by the Veterinary Drugs Research and Production Center, the bacteria isolates were cultivated on Muller Hinton Agar (MHA) medium, incubated for twenty-four hours at 37 °C, and then stored at four °C until needed.

Bacterial isolates

Bacillus subtilis, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Echerichia coli*, *Klebsiella spp.*, and *Pseudomona aeruginosa*

The antibacterial activity of the plant extracts was evaluated using the agar-well diffusion method (Elshafie *et al.*,2021). Following production and plating onto the Petri dishes, a bacterial solution containing approximately 10⁶ CFU/mL was swabbed onto the Muller Hinton agar medium using a sterile cotton swab. The wells were punched with a conventional, sterile cork borer with a 6 mm diameter before being filled with 50 mL of plant extract. The plates were incubated at 35°C for 20 to 24 hours. To assess the antibacterial activity, the inhibition zone's diameter was evaluated. The average was determined following three attempts at each test.

Estimation of Free Radical Scavenging Activity by DPPH Method (Antioxidant)

Using 1,1 difenyl-2-picryl-hydrazyl, the extract's antioxidant activity was evaluated (DPPH). Essentially, the extract's stock solution (10 mg/mL) was diluted with diluent until it reached a final concentration of (100–400) g/mL, at which point ascorbic acid was added. After adding 2.5 mL of the sample solution in various concentrations to 1 mL of 0.3 mM DPPH in methanol, the mixture remained at room temperature for 30 minutes in the dark. The inhibitory effect of DPPH was calculated using the formula $[(Ac-As)/Ac] \times 100\%$ free radical scavenging activity (Tanveer *et al.*,2021). Control absorbance is represented by the letter Ac, and extract-preserved absorbance is represented by the letter As. All samples were compared to a methanol blank at 517 nm for measurement.

Statistical analysis

The resulting of this study was analyzed related to objectives and presented under the following headings:

A general descriptive of the sample. Statistics Package for Social Science (SPSS), version 25 for Windows software, was used for statistics analysis, Microsoft package (Excel & Word). The data are normally distributed and expressed as mean \pm standard deviation (SD)

The data are normally distributed and analyzed by using frequency and percentage distribution.

$$\% = \text{frequency}/n * 100$$

Student's t-test was performed to analyze the statistical significance of the difference between groups (1 and 2). Significant was considered whenever the p-value was equal to or less than (0.05)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$$

Way Analysis of Variance (ANOVA) is used to compare the parameters among groups, followed by post hoc test Least Significant Difference (LSD)

A difference among groups was defined to be statistically significant if the corresponding p-value was less than 0.05

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_0 : At least there is one unequal pair(20).

Result and discussion

Detection of phytochemical compounds in pomegranate fruit and juice extracts table (1) revealed the phytochemical component of pomegranate extracts; results were, flavonoids, and coumarins are present in all extracts but the tannins, glycosides, and carbohydrates were absent from cold alcoholic, hot alcoholic, and al coholic water extracts. Cold alcoholic, hot alcoholic, and cold water extracts all contain flavonoids; hot alcoholic extracts contain alkaloid saponin, and cold alcoholic extracts contain flavonoids.

The active component in peel

Alcoholic water extract, hot and cold alcohol, and cold alcohol all include carbohydrates. Glycosides in alcoholic water, hot alcoholic water, cold alcoholic water, and Alkaloid was present in both hot and cold alcoholic extracts; flavonoids are present in all extracts except for hot alcoholic; phenols are absent from cold alcoholic extract; and commarine is present in cold alcoholic extract. Table (2).

Table2: phytochemical compound in pomegranate fruit and juice extracts

Seq.	Detection Type	Cold Alcoholic Extract	Cold water Extract	Hot water Extract	Hot Alcoholic Extract	juice
1	Tannins	+	+	+	+	+
2	Carbohydrate	+	+	+	+	+
3	Glycosides	+	+	+	+	+
4	Phenols	+	+	+	+	–
5	Resins	–	–	+	–	–
6	Flavonoids	+	+	+	–	+
7	Saponin	–	–	+	–	–
8	Alkaloid	–	–	–	+	+
9	Coumarins	+	–	+	+	+

Table3: phytochemical compound in pomegranate peel extracts

Seq.	Detection Type	Cold Alcoholic Extract	Cold water Extract	Hot water Extract	Hot Alcoholic Extract
1	Tannins	+	+	++	+
2	Carbohydrate	+	+	+	+
3	Glycosides	+	+	–	+
4	Phenols	–	+	+++	+
5	Resins	–	–	+	–
6	Flavonoids	+	+	++	–
7	Saponin	–	–	–	–
8	Alkaloid	+	–	–	+
9	Coumarins	+	–	–	–

Estimation of Free Radical Scavenging Activity by DPPH Method (Antioxidant)

Table (3) displayed the pomegranate fruit and juice extracts' capacity to scavenge free radicals for each of the five extracts (hot alcoholic, hot water, cold alcoholic, cold water, and juice extract). At 400 µg/mL, the highest percentage of scavenging activity was found in hot alcoholic extract (77.97, 69.43, 51.54, 46.12, and 44.21%), respectively. Table (4) displayed, at a concentration of 400 µg/mL, the free radical scavenging activity of the four extracts (hot alcoholic, cold alcoholic, hot water, and cold water extract) from pomegranate peels with the highest activity. The pomegranate extract's antioxidant capacity was different in all of the solvents. We found that the hot alcoholic extract gave the highest scavenging activity(89.4%), probably due to a maximum quantity of flavonoids, phenols, and tannins in the peels (Bialonska *et al.* , 2009).

Table 3: AntiOxidantof pomegranate fruit and juice extracts'

Extracts	Concentration s(µg/m	Mean ± Sd / LSD	P value
Alcoholic cold extract	100	22.85±0.79 D	0.000**
	200	33.00±1.36 C	
	300	48.14±0.24 B	
	400	51.28±0.28 A	
Watery cold Extract	100	13.97±0.27 D	0.000**
	200	27.07±0.26 C	
	300	33.06±0.46 B	
	400	44.22±0.43 A	
Watery HOT extract	100	35.04±0.19 D	0.000**
	200	46.51±0.34 C	
	300	54.16±0.18 B	
	400	68.71±0.63 A	
Hot alcohol extract.	100	42.87±0.55 D	0.000**
	200	54.42±0.96 C	
	300	64.3±0.29 B	
	400	78.41±0.49 A	
juice	100	16.14±0.23 D	0.000**
	200	23.14±0.67 C	
	300	34.32±0.62 B	

Table 4: AntiOxidantof pomegranate peel extracts'

Extracts	Concentrations (µg/ml)	Mean ± Sd	P value
Alcoholic cold extract	100	34.61±0.55 D	0.000**
	200	44.64±0.98 C	
	300	50.17±0.45 B	
	400	64.07±0.56 A	
Watery cold Extract	100	24.62±0.16 C	0.000**
	200	37.23±0.3 B	
	300	41.52±5.83 B	
	400	54.08±0.53 A	

Watery extract	HOT	100	48.07±0.64 D	0.000**
		200	52.9±1.09 C	
		300	63.81±0.63 B	
		400	79.11±0.59 A	
Hot alcohol extract		100	55.72±1.06 D	0.000**
		200	67.95±0.61 C	
		300	73.01±0.56 B	
		400	89.4±0.12 A	0.000**

Table 5: Antimicrobial activity (Inhibition Zone)

Extracts	µg/ml Con c.	<i>S.aureus</i>		<i>S.epidemids</i>		<i>B.subtills</i>		<i>E.coli</i>		<i>P.aeruginosa</i>	
		Mean ± Sd	P value	Mean ± Sd	P value	Mean ± Sd	P value	Mean ± Sd	P value	Mean ± Sd	P value
HOT Alcoh olic	50	15.67±0.58 C	0.000**	12±1 C	0.000**	15.33±0.58 C	0.000**	4.67±1.53 C	0.000**	19±1 B	0.000**
	100	21.67±1.53 B		16.33±1.15 B		26.33±1.53 B		11.67±0.58 B		25±1 A	
	200	28±1 A		22±1 A		32.67±1.53 A		16.33±0.58 A		14±1 C	
HOT water	50	9±1 C	0.000**	4.67±1.15 C	0.000**	3.33±0.58 C	0.000**		0.000**	16.67±1.15 B	0.000**
	100	16±1 B		14.33±0.58 B		9±1 B		6.33±1.15 B		16.67±1.15 B	
	200	24.67±1.53 A		20.67±1.53 A		15.33±0.58 C		11.67±1.15 A		24.33±1.53 A	

Punica granatum has antibacterial activity. In the current study (Table 6), MIC values for crude Punica granatum extracts Following what was mentioned by Fischer *et al.*(2011), the tables (7), and (8) demonstrated that the values of the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) increase with the concentration of extracts in the medium. This indicates that the process of reducing the growth of bacteria is directly influenced by the increase in the concentration of the plant extract, and this may be due to the increase in the concentration of the active substance in it. The MIC & MBC for Hot Alcoholic extract were determined to be 100 µg/ml for B. subtilis and E. coli bacteria and 200 µg/ml for S. aureus, S. pneumoniae, and Klebsiella spp. MIC and MBC at concentrations of 50 and 100µg/ml. Additionally, we discovered that the MIC and MBC for hot water extract were 100 and 200µg/ml for E. Coli, P.aeruginosa, S. epidemics, and Klebsiella spp., and 100 and 200 µg/ml for B. subtilis and 50 and 100 µg/ml for S. aureus, respectively.

Following what was mentioned by Gil (2020), tables (7) and (8) demonstrated that the values of the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) increase with the concentration of extracts in the medium. This indicates that the process of reducing the growth of bacteria is directly influenced by the increase in the

concentration of the plant extract, and this may be due to the increase in the concentration of the active substance in it. The MIC & MBC for Hot Alcoholic extract were determined to be 100 µg/ml for *B. subtilis* and *E. coli* bacteria and 200 µg/ml for *S. aureus*, *S. pneumoniae*, and *Klebsiella* spp. MIC and MBC at concentrations of 50 and 100 µg/ml. Additionally, we discovered that the MIC and MBC for hot water extract were 100 and 200 µg/ml for *E. Coli*, *P. aeruginosa*, *S. epidemics*, and *Klebsiella* spp., and 100 and 200 µg/ml for *B. subtilis* and 50 and 100 µg/ml for *S. aureus*, respectively.

Punica granate is one of these herbs used extensively in traditional medicine. Because of its antiparasitic, antibacterial, antifungal, antiproliferative, apoptotic, and anti-cancer properties—as well as its ability to ward off herpes virus, inhibit LDL oxidation, reduce the formation of atheromatous plaque, and lower systolic blood pressure—pomegranate is well-known for having a wealth of pharmacological properties. It has been shown that the pomegranate extract's hydrolyzable tannins and polyphenolics, notably punicalagin and gallagic acid, may be responsible for its antibacterial activity. This indicates that tannins' toxicity and molecular makeup are linked to their antimicrobial activity (Reddy *et al.*, 2007).

Because tannins can precipitate proteins, they can act on the cell wall and across the cell membrane. Moreover, they might inhibit a variety of enzymes, including glycosyltransferases (Gosset-Erard *et al.*, 2021). Gallic acid, a tannic acid, has the strongest antibacterial action against tested sensitive species, even at low doses, as shown (Singh *et al.*, 2018). Therefore, polyphenol structures may impact the bacterial cell wall, block enzymes through oxidizing agents, interact with proteins, and disrupt the co-aggregation of microorganisms, all of which may be connected to *Punica granatum*'s antibacterial activity (Robinson *et al.*, 2015).

Table(7) MIC *Punica granatum* combined extracts.

Extracts	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>S.epidermids</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Klebsiella</i> <i>spp.</i>
HOT Alcoholic	100 A	50 B	100 A	50 B	50 A	50 B
HOT Water	100 A	100 A	50 B	100 A	25 B	100 A
P value	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

Table (8) MBC *Punica granatum* combined extracts.

Extract	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>S.epidermids</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Klebsiella</i> <i>spp.</i>
HOT Alcoholic	200 A	100 B	200 A	100 B	100 A	100 B
HOT WATER	200 A	200 A	100 B	200 A	50 B	200 A
P value	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**

References

- Jazani, N. H. Shahabi, S. Ali, A. A. Zarrin S and Daie N A (2007). " In Vitro Antibacterial Activity of Garlic Against Isolate of Acinetobacter Sp". *Journal of Biological Science*, 7(5),p. 819-822.
- Kumar, A. Dora, J., Kumar , A. and Kumar, A. (2012). " Pomegranate (*Punica granatum*)-Overview". *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Science*, 1(4), p. 1218-1222.
- Kuok, C. S, Hoi, C. Chan, I. Fong, C., Meng, N. L. and Fong P (2017) "Synergistic Antibacterial Effects of Herbal-Extracts and Antibiotics on Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: A Computational and Experimental Study". *Experimental Biology and Medicine*, 242, p. 731–743.
- Lee, C., Lee, J. H., Park, M. Park, K. S. Bae, K. Kim, Y. B. Cha, C. Jeong, B.C. and Lee, S.H.(2017). " Biology of *Acinetobacter baumannii*: pathogenesis, Treatment Options. Frontier" *Cellular and Infection Microbiology*,7,(55), p. 1-35.
- Hussain, M.S. Fareed, S. Ansari, S. Rahman, M.A. Ahmad, I.Z. Saeed, M.(2012) "Current approaches toward production of secondary plant metabolites", *J. Pharm. Bioallied Sci.*, 4, p. 10–20.
- Gupta, P.D. Birdi, T.J. (2017). " Development of botanicals to combat antibiotic resistance",*J. Ayurveda Integr. Med.*, 8, p. 266–275.
- Rummun, N. Somanah, J. Ramsaha, S.; Bahorun, T. Neergheen-Bhujun, V.S.(2013). "Bioactivity of Nonedible Parts of *Punica granatum* L.: Potential Source of Functional Ingredients", *Int. J. Food Sci.* 6, (2) p.312.
- Aviram, M. Dornfeld, L. Rosenblat, M. Volkova, N. Kaplan, M. Coleman, R.; Hayek, T. Presser, D. Fuhrman,(2000) . "Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer". *Breast Cancer Research and Treatment* ,71, p. 203–217,
- Jurenka, J.S. (2008). "Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.) ": A review. *Altern. Med. Rev.*, 13, p. 128–144.
- Grady L.; Sigge G., Caleb, J. Opara, L. (2014) . " Bioactive compounds and quality attributes of pomegranate arils(*Punica granatum* L.) processed after long-term storage". *Food Package*, 2, p. 30–37.
- Adiga, S. Tomar, P. Rajput, R.R.(2010). "Effect of *Punica Granatum* Peel Aqueous Extract on Normal and Dexamethasone Suppressed Wound Healing in Wistar Rats". *Int. J. Pharm. Sci, Rev. Res.*, 5, p. 34–37.

- Guerrero-Solano, J.A. Jaramillo-Morales, O.A. Velázquez, C. De La O-Arciniega, M. Castañeda-Ovando, A. Betanzos-Cabrera, G. Bautista, M.(2020). " Pomegranate as a Potential Alternative of Pain Management": A Review. *Plants*, 9, p. 419.
- Al-Zoreky, N.(2009). "Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels". *Int. J. Food Microbiol*, 134, p. 244–248.
- Dahham, S. Ali, M.N. Tabassum, H. Khan, M.(2010). *Studies on Antibacterial and Antifungal Activity of Pomegranate(Punica granatum L.)*. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9, p. 273–281.
- Ferrazzano, G.F.; Scioscia, E.; Sateriale, D.; Pastore, G.; Colicchio, R.; Pagliuca, C.; Cantile, T.; Alcidi, B.; Coda, M.; Ingenito, (2017). " In Vitro Antibacterial Activity of Pomegranate Juice and Peel Extracts on Cariogenic Bacteria". *BioMed Res. Int.*, 21, (5) p. 27-49.
- Malviya, S. Jha, A.(2014). "Hettiarachchy, N. Antioxidant and antibacterial potential of pomegranate peel extracts". *J. Food Sci. Technol.*, 51, p. 4132–4137.
- Elshafie, H. Caputo, L. De Ma.tino, L. Sakr, S. De Feo, V. Camele, I. (2021). " Study of Bio-Pharmaceutical and Antimicrobial Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Leathery Exocarp Extract". *Plants*, 10, p. 153.
- Tanveer, A.; Farooq, U.; Akram, K.; Hayat, Z.; Shafi, A.; Nazar, H.; Ahmad, Z.(2014). "Pomegranate Extracts: A Natural Preventive Measure against Spoilage and Pathogenic Microorganisms". *Food Rev. Int.* 31, p. 29–51.
- Bialonska, D. Kasimsetty, S.G. Schrader, K.K. Ferreira, D. (2009). " The Effect of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Byproducts and Ellagitannins on the Growth of Human Gut Bacteria". *J. Agric. Food Chem.*, 57, P. 8344–8349.
- Fischer, U.A. Carle, R. Kammerer, D.R.(2011). " Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate(*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD–ESI/MSn". *Food Chem.*, 127, P. 807–821.
- Gil, M.I. Tomás-Barberán, F.A. Hess-Pierce, B. Holcroft, D.M. Kader, A.A.(2000). "Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing". *J. Agric. Food Chem.* 48, p. 4581–4589.
- Reddy, M.K. Gupta, S.K. Jacob, M.R. Khan, S.I. Ferreira, D. (2007). "Antioxidant, Antimalarial and Antimicrobial Activities of Tannin- Rich Fractions, Ellagitannins and Phenolic Acids from *Punica granatum* L". *Planta Med.* 73, p. 461–467.
- Gosset-Erard, C. Zhao, M. Lordel-Madeleine, S. Ennahar, S.
(2021). "Identification of punicalagin as the bioactive compound behind the antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peels". *Food Chem.* 352, p. 12, p. 93-96.

- Singh, B. Singh, J.P. Kaur, A. Singh, N. (2018). "Antimicrobial potential of pomegranate peel": A review. *Int. J. Food Sci. Technol.* 54, p. 959–965.
- Robinson, P.K.(2015). "Enzymes: Principles and biotechnological applications". *Essays Biochem.* 59, p.1–41.



Journal of Rafidain Environment

Vol. [2]

January 2024

No. [1]

Editor in Chief

Prof. Dr. Kossay Kamalaldeem Al-Ahmady

Editorial Board

Assistant Prof. Dr. Yusra M. Al-Shaker

Prof. Dr. Mohammad I. Khalil

Prof. Dr. Mahmood I. Al-Jubori

Assistant Prof. Dr. Ramzi R. Ibrahim

Assistant Prof. Ahmed J. Obadi

Prof. Dr. Sundus H. Ahmed

Assistant Prof. Dr. Mariam A. Ibrahim

Assistant Prof. Dr. Rana H. Hameed

Assistant Prof. Dr. Jwan H. Ibbini

Assistant Prof. Dr. Abduljalil H. Albadri

Assistant Prof. Dr. Youssef El-Gumri

Managing Editor

Assistant Prof. Dr. Zahra I. Dallalbashi

Technical Coordinator

Senior Programmer Noor S. Al-Taani

**Published by: College of Environmental Science and
Technology/University of Mosul**

E-mail: raf.env22@uomosul.edu.iq

Index

Structural Properties of Thick Films prepared from PMMA & Copper (II) Sulfate in different proportion Muthar M.kasim AL-Shammam, Ahmed Noori Mahmood	1
Adsorptive Removal of Pollutants from Liquid Phase Using Activated Carbon Developed from a Blend of Solid Wastes Zainab M. Mahmod, Yusra M.S. Al-Shaker, Abdelrahman B. Fadhil	10
Green mould disease caused by <i>Penicillium halotolerans</i> infecting locally cultivated <i>Citrus latifolia</i> in Iraq Mohammed Y. Allawi, Bilal S. Al- Taie, Noor M. Sadiq	27
Study the antioxidant and bacterial activity of fruits, peels and juice of <i>Punica granatum</i> L. Teba Taha Mohammed, Sundus Hameed Ahmed	35

Ministry of Higher Education
and Scientific research
University of Mosul



Journal of Rafidain Environment

ISSN: 2957-6601

Vol.: 2 No.: 1

January 2024