IRAQI Academic Scientific Journals
Samarra Journal of Pure and Applied Science
SJPAS
مجلة سامراء للعلوم البحتة والتطبيقية
www.sjpas.com
p ISSN: 2663-7405
e ISSN: 2789-6838

استخدام مخلفات النخيل ونواتج الايض الثانوي للفطر ترايكودرما كمرشح حيوي لمعالجة مياه الصرف الصحي

دنيا حسين جاسم، رنا هادي حميد الشمري*
قسم علوم الحياة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق
البحث مستل من رسالة ماجستير الباحث الاول

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

https://doi.org/10.54153/sjpas.2023.v5i2.569

معلومات البحث:
تأريخ الاستلام: 2023/05/28
تأريخ التعديل : 2023/06/15
تأريخ القبــول: 2023/07/03
تأريخ الـنشر : 2023/09/30

الكلمات المفتاحية:
الفطريات، مخلفات النخيل، معالجة حيوية ،مياه الصرف

معلومات المؤلف

الايميل: ranahhameed3@gmail.com
الموبايل: 07902257121

الخلاصة:

يعد التلوث بالمواد العضوية في النظم البيئية المائية واحد من اهم انواع التلوث الذي تهدد البيئة المائية. اذ تم إزالة هذه الملوثات من المياه عن طريق تقييد نواتج الايض الثانوية لفطر ترايكودرما والفحم العضوي المنتج بعملية الانحلال الحراري لمخلفات النخيل بمادة الاكار اكار كمادة مسامية والتحري عن التأثير التآزري لزيادة كفاءة الهضم الحيوي للملوثات العضوية في المحاليل المائية. تضمنت الدراسة الحالية عزل انواع فطريات متحملة للملوثات من مناطق شديدة التلوث من نهر دجلة والتحري عن انتاجها مواد ايض ثانوية فعالة, اذ تم اختيار الجنس ترايكودرما واثبت انتاجه لأكثر من 20 مادة فعالة مسؤولة عن ازالة الملوثات تم التحري عنها بجهاز مطياف الكتلة GC-Ma وكون هذه المواد الفعالة غير مستقرة تم تقييدها بنسبة (1:1) لمادة الاكار اكار بنسبة 6% و5 غرام الفحم العضوي المنتج بعملية الانحلال الحراري لمخلفات النخيل ولسهولة التعامل بها وسهولة ازالتها من المياه واعادة استعمالها لعدة مرات في عملية التصفية. اذ تم معالجة المياه الملوثة بواسطة مفاعل حيوي وتم التحقق من المجاميع الفعالة المسؤولة عن سحب الملوثات بواسطة فحص الاشعة الحمراء طيفية التصوير (FTIR) اثبت الكشف عن وجود السكريات المتعددة مثل الكايتين والكلوكان الداخلة في تركيب المجاميع الفعالة وبعد فحص المادة تحت المجهر الالكتروني للتأكد من تقييد المواد داخل التركيب المسامي للأكار, تم معالجة المياه الملوثة بواسطة المرشح الحيوي وخلال 24 ساعة تم التخلص وبنسبة 98% من كل الملوثات في المياه شملت العكورة وطلب الاوكسجين الحيوي والاس الهيدروجيني وتراكيز عالية من المضادات الحياتية.

المقدمة:

إن النشاط الإنتاجي والصناعي والاستعمالات المنزلية و مياه الصرف الصحي و خاصة مياه مخلفات المستشفيات التي تصب في الانهار تؤثر في نوعية المياه وعلى الأحياء المائية إضافة إلى استعمالات الأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية في الزراعة ويعد نهر دجلة من الأنهار الرئيسية التي تعرضت لتأثير العديد من الفعاليات البشرية [1] اذ ان الملوثات العضوية تثير قلقًا كبيرًا عند مقارنتها بالملوثات السامة الأخرى كونها بطيئة للتحلل ويمكن أن تتراكم في الأنسجة الحية ، وبالتالي تصبح مركَّزة من خلال السلسلة الغذائية وتتسبب في مشاكل صحية خطيرة للكائنات الحية [2]. ان إزالة هذه الملوثات من المياه أمر مهم للغاية للتخلص من المشاكل البيئية والاقتصادية والصحية التي تسببها, من الطرق التقليدية المتبعة للتخلص من هذه الملوثات هي الترسيب والتبادل الأيوني والأكسدة - الاختزال والترشيح والتحليل الكهربائي [3-5] هذه التقنيات لها عيوب كثيرة منها عملية استرداد غير المكتملة والتكلفة المادية ونواتج التفاعل السامة في البيئة المائية مع زيادة الوعي البيئي والقيود القانونية المفروضة على تصريف النفايات السائلة هي عوامل رئيسية لاستحداث تقنيات بديلة فعالة من حيث التكلفة مثل استعمال الكتلة الحيوية للأحياء المجهرية كخيار لتطوير عملية معالجة مياه الصرف الصحي الاقتصادية والصديقة للبيئة من الطرق البديلة هي الامتصاص الحيوي ، والتي تستعمل مواد طبيعية من أصل حيوي مثل البكتيريا والفطريات والخميرة والطحالب [6]. اذ تلعب الفطريات دور كبير في تحليل المركبات العضوية سواء أكانت على شكل صلب أم ذائب وعندما تكون الظروف ملائمه فإن تحليل المواد يصل إلى ثاني أوكسيد الكاربون وماء وبضعة

أملاح لا عضوية [7] ان هذه الأنواع من الفطريات قادرة على أن تحلل الكثير من الملوثات العضوية إلى عناصرها تحويلاً تامًا وقد لوحظ كثرة تواجد أنواعها في المياه الملوثة بالمواد العضوية [8] ، كما لوحظ تواجد هذه الفطريات في المياه الملوثة بالمعادن الثقيلة اذ أكد[9] على قدرة الفطريات الخيطية على تحليل المواد العضوية في المخلفات المنزلية الملوثة للبيئة المائية وبذلك يمكن عدها مؤشرًا لتلوث البيئة بهذا النوع من الملوثات ولزيادة فعالية هذه الفطريات في تنقية المياه تم تقييدها للفحم الحيوي الناتج من الانحلال الحراري السريع Pyrolysisهو طريقة التحول الحراري الكيميائي لإنتاج الوقود من الكتلة الحيوية .تلك العملية تنطوي علي التحلل الحراري السريع والمركبات العضوية في غياب الأكسجين، يستخدم الانحلال الحراري السريع وأنواع مختلفة من المواد الأولية، لذلك يمكن اعتبار هذه العملية كأداة لإدارة النفايات الصلبة وهناك أنواع أخرى من المواد الأولية تنتج من الزراعة ،مثل المخلفات الزراعية، النفايات البلاستيكية، واستخدام السماد الحيواني في دراسات الانحلال الحراري حول العالم ويلقى إنتاج الوقود السائل باستخدام الانحلال الحراري السريع الكثير من الاهتمام في الفترة الأخيرة اذ له العديد من التطبيقات مثل الفحم الحيوي وغيرها .تم الوصول لفكرة هذا العمل بعد الاطلاع على دراسات سابقة حول انتاج الفحم الحيوي الفعال من المخلفات الزراعية مثل مخلفات الرز والذرة [10] وكما هو معروف ان الفطريات تنتج مواد فعالة يمكن ان تهضم الملوثات في البيئة حسب نتائج الدراسة [11] تم دمج هذه المواد مع الفحم المنتج وتقييدها على الاكار كمادة جيلاتينية او مادة مسامية متوفرة وزهيدة الثمن للتخلص من الملوثات.

المواد وطرائق العمل:

جمع عينات المياه

جمعت العينات من نهر دجلة قرب مصب مياه الصرف لمدينة الطب خلال شهر كانون الاول 2022, جمعت عينات تربة رطبة قريبة من الجرف لعزل الفطريات باستعمال قناني بلاستيكية معقمة سعة 250 ملليتر ، اخذت العينات بعمق 5 سم لتفادي التلوث واغلقت القناني ونقلت مباشرة بعد جمعها إلى المختبر لإجراء الفحوصات التكميلية عليها .

طريقة عزل الفطريات

عزلت الفطريات بطريقة التخفيف العشرية للتربة. حضنت الأطباق داخل الحاضنة تحت درجة حرارة 20^0 م و فحصت الأطباق بعد مرور 48 ساعة بوساطة المجهر الضوئي لمراقبة نمو الخيوط الفطرية بالاعتماد على الطريقة الموضحة من قبل [12]المتضمنة التركيز على الجوانب المظهرية للتراكيب الخضرية و التكاثرية و من بين أبرز الصفات المظهرية للتراكيب الخضرية درست شكل الخيوط الفطرية وملاحظة وجود أو عدم وجود حواجز *Septa* فيها و عن التراكيب التكاثرية اللاجنسية .

بعد تشخيص الفطريات تم اختبار تحملها للملوثات بتعريضها لتراكيز متزايدة من الملوحة والمضادات الحياتية كما في [13] تم اختيار الفطر ترايكودرما كونه الاكثر تحملا وتم زراعته على وسط جابك الإغناء لمدة 14 يوم بدرجة حرارة 20^0 م لإنتاج نواتج الايض الثانوية اذ تم استخلاصها باستخدام المذيب العضوي حامض الميثانول بتركيز 70% كما هو موضح في [14].

تحضير الفحم الحيوي وتقييد نواج الايض الثانوية لفطر ترايكودرما على الاكار

جمعت مخلفات النخيل من المزارع قطعت الى قطع صغيرة مختلفة الابعاد وغسلت بماء الحنفية للتخلص من الاتربة العالقة ثم جففت بالفرن الكهربائي لمدة ساعتان بدرجة 70 ^{0}م بعدها عقمت بالموصد الكهربائية لمدة 20 دقيقة وتحت ضغط 15 باوند تحت درجة حرارة 121 ^{0}م اذ تم طحنها وتعريضها لعملية الانحلال الحراري وبدرجات حرارة متدرجة من 100 وصولا لدرجة 400 ^{0}م بغياب الاوكسجين في فرن حراري خاص للحصول على الفحم الحيوي [15].ولتقييد نواتج الايض الثانوية للترايكودرما المتبعة في الدراسة [16] اذ تم اضافة 50 مل من هذه النواتج مع 50 غرام من الفحم الحيوي المحضر سابقا مع اضافة 6 % من أكار أكار لتصليب المواد وتثبيتها في دورق زجاجي سعة 250 مل اذ تركت المواد لتتصلب لمدة ساعتين في الثلاجة بعدها قعت الى مكعبات بحجم 5×5 ملم كما موضحة في الشكل 2 والرسم التوضيحي شكل 3.

تصميم المرشح الحيوي

تم اعتماد تصميم مفاعل حيوي محلي من نوع العمودي ذو الفقاعات الهوائية المستمر اذ يتكون من انبوب زجاجي اسطواني سعة لترين طول 50سم والقطر 15سم ذو مخرجين الاسفل لضخ الهواء بواسطة مضخة هواء والجانبي لأخذ عينة لفحص تراكيز

الملوثات الرسم التوضيحي (4) يوضح المفاعل في حالة التشغيل تدوير العينة مع الاكار, تم اضافة تراكيز متزايدة من المضادات (5,10,20) جزء بالمليون للمضادات المدروسة (الاموكسيلين , تتراسيكلين , ازثرومايسين) شكل (1).

تم انجاز هذه التجربة بأربعة معاملات لاختبار كفاءة المواد المضافة لإزالة الملوثات

المعاملة الأولى: اضافة الفحم الحيوي 5 غرام المقيد للاكار 6% فقط مع المياه الملوثة

المعاملة الثانية: اضافة نواتج الايض بنسبة (1:1) مع الفحم الحيوي 5 غرام المقيدة على الاكار مع المياه الملوثة

المعاملة الثالثة: اضافة نواتج الايض المقيدة على الاكار فقط مع المياه الملوثة

المعاملة الرابعة: الاكار اكار بنسبة 6% فقط مع المياه الملوثة

تم الاعتماد على المعادلة التالية لحساب النسبة المئوية لأزاله الملوثات [17]

ازالة الملوثات العضوية(%)= $\frac{ci-ce \times 100}{ci}$

اذ ان Ci يمثل التركيز الابتدائي وCe يمثل التركيز النهائي بعد المعالجة

قياس تراكيز الملوثات

تم قياس تراكيز المضادات بواسطة جهازHPLC الكروماتوغرافيا عالية الفصل حسب الطريقة الموضحة في [18].

توصيف منتجات ايض الفطر المقيدة على الكاربون الفعال

تم التحري عن المواد الفعالة في نواتج الايض الثانوي للفطر باستخدام جهاز *GC-MAS* ,تم الكشف عن المجاميع الفعالة بواسطة *FT-IR 8400S,shimadzu (Japan)* اذ تم طحن وتجفيف العينات ثم تم الفحص ارتباط مواد الايض الثانوي مع الفحم الحيوي على الاكار تم الكشف عنها بواسطة المجهر الالكتروني الماسح , تم تأكيد هضم المضادات بواسطة الفطر باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا عالية الفصل جدول (3) يوضح النواتج .

التحليل الاحصائي:

تم اجراء المعاملات السابقة بواقع ثلاث مكررات لكل معاملة بالاعتماد على برنامج Spss الاحصائي لإيجاد الفروق المعنوية بين المعاملات.

النتائج والمناقشة:

تشير نتائج الدراسة إلى أن منطقة عزل الفطر ملوثة فوق الحدود المسموح بها لتصنيف تلوث المياه (منظمة الصحة العالمية، 2015) لتصل إلى التركيزات القصوى للعناصر المقاسة كما في الجدول(1) الأكثر شيوعًا، وهناك العديد من أسباب تلوث المياه مع وجود عناصر ملوثة تحيط بالنهر من الأراضي القاحلة ذات الملوحة وكذلك المحيط [18]، أو مياه الصرف الصحي للمستشفى .

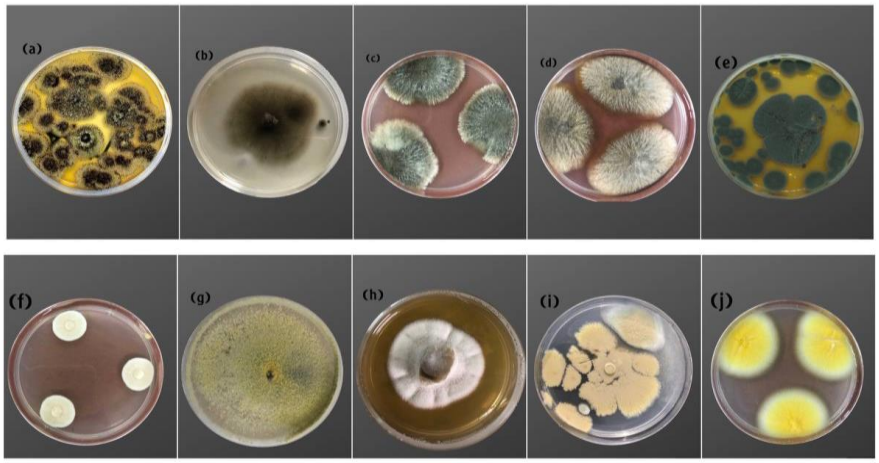
جدول(1): مقارنة المؤشرات البيئية للمياه المعالجة قبل وبعد المعاملة

المؤشر البيئي	قبل المعاملة	بعد المعاملة

الاس الهيدروجيني	6.3±6.8	7.1±*0.2*
العكورة*(NTU)*	125±0.2	23±0.6
النترات*mg/L*	8.8±*0.3*	1.3 ±*0.4*
mg/L المتطلب الكيميائي للاوكسجين	1304±*0.2*	211±*0.1*
*mg/L*المتطلب الحيوي للاوكسجين	52±*0.1*	11±*0.2*
العوالق*mg/L*	207±*0.4*	8±*0.1*

الفطريات المعزولة لهذه الدراسة

تم عزل أربعة عشر نوع للفطريات المائية، صنفت الفطريات المعزولة إلى خمسة اجناس (*Aspergillus niger, A. flavous, A. fumigatus, Penicillum* sp. and *Trichoderma* sp) تم التصنيف الاعتماد على الصفات الشكلية للمستعمرات والتشخيص المجهري للأنواع المعزولة كما موضحة في الشكل (1).



شكل(1): مستعمرات الفطريات بعد مرور 5 أيام على وسط البطاطا بدرجة حرارة 25 درجة مئوية : *(a): Aspergillus niger, (b) Curvolaria sp., (c)Asp. sp.1, (d)Asp. sp2., (e) Asp. fumigatus, (f) Penicillium sp., (g) Trichoderma viride, (h) Fusarium oxysporium, (i) A. terreus and (j) A.glaucus*

نواتج الايض الثانوي للترايكودرما وهضم الملوثات

يعتمد بقاء الخلايا على قدرتها على تنظيم تركيز المعادن داخل الخلايا التي يمكن للعديد من الفطريات تخزينها وتحمل تراكيز عالية من الملوثات والمضادات [19] ومن تكيفات الخلية للتخلص من الملوثات وافراز انزيمات محللة أو ربطها بمركبات أخرى أو تقليل غشاء النفاذية أو زيادة تدفق هذه الملوثات الى داخل الخلية [20] في هذه الدراسة اعتمدت كفاءة الامتزاز الحيوي للفحم الحيوي مضاف لها فعالية الانزيمات الهاضمة للفطريات اعتمدت على العديد من العوامل كالألفة للملوثات وجودة التكنولوجيا الحيوية، فضلا عن ظروفها الفيزيائية والكيميائية لجعل الملوثات الملتصقة لجدران الخلايا والأسطح الخارجية في عزلة عن التمثيل الغذائي هو الآلية الوحيدة في حالة الكتلة العضوية الميتة مقارنة بالامتصاص الحيوي ينطوي أساسا على استيعاب مسارات الامتزاز المادي والامتزاز الكيميائي أو امتزاز الايونات [21]. من خلال الجدول (1)، نلاحظ قيم فحص المياه الملوثة من حيث العكورة والمتطلب الحيوي للأوكسجين، حيث تم تسجيل اعلى نسبة ازالة في المعاملة الثالثة المتضمنة استخدام النواتج الأيض الثانوي للفطر

مع الفحم الحيوي التي تم تثبيتها على الاكار، وهذا الخليط في هذا الماء الملوث في المفاعل الحيوي، وبد مرور فترة 24 ساعة أيام لتأكيد معدلات إزالة هذه المعادن بشكل طبيعي بواسطة هذه الفطريات.

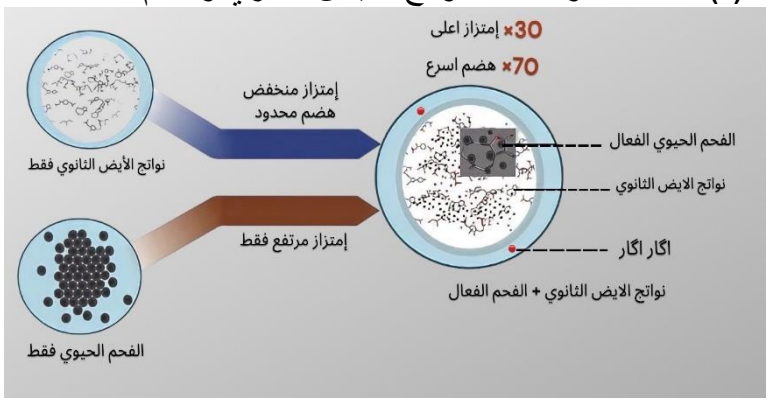
حيث تم تسجيل اعلى نسبة ازالة 98% للعكورة عند معاملة الاولى عند مقارنتها بمعاملة المياه الملوثة بالفطر اذ بلغت نسبة الازالة 61% ونسبة الازالة في معاملة الفحم الحيوي 40% .

اما بالنسبة للمضادات الحياتية اذ سجل نسبة ازالة 97% في المعاملة الاولى مقارنة مع نسبة الازالة بالفطر فقط كانت 21% والازالة بالفحم الحيوي فقط كانت 31%

مواد الايض الثانوية للترايكودرما مع الفحم الحيوي مقيدة بالاكار

تمثل مواد النفايات الزراعية الطبيعية موارد غير مستخدمة في الدول، ويسهل توافرها وجعلها بمثابة مادة صالحة للإزالة الحيوية للملوثات من أجل تحسين نوعية البيئة. ان جريد النخيل من المخلفات النباتية غير المكلفة ومتجددة ومتوفرة على مدار السنة اذ تمثل شبكة ليفية مفتوحة معقدة ثلاثية الأبعاد مصنوعة من الألياف الدقيقة المجوفة *lignocellulosic* هي مسامية للغاية ، وبالتالي تعطي مساحة سطحية واسعة للمواد المُمتزة. وقد استغلت هذه المواد في دراستنا الحالية اذ تم جمعها من المزارع المحلية وقطعت إلى قطع (*5* × *5* ملم) الشكل (2) وكما موضح في الشكل (3) طريقة تقييد مواد الايض الثانوي والفحم في مادة الاكار.

شكل (2): مادة الاكار محملة بنواتج الايض الثانوي والفحم بعد التصلب والتقطيع الى مربعات

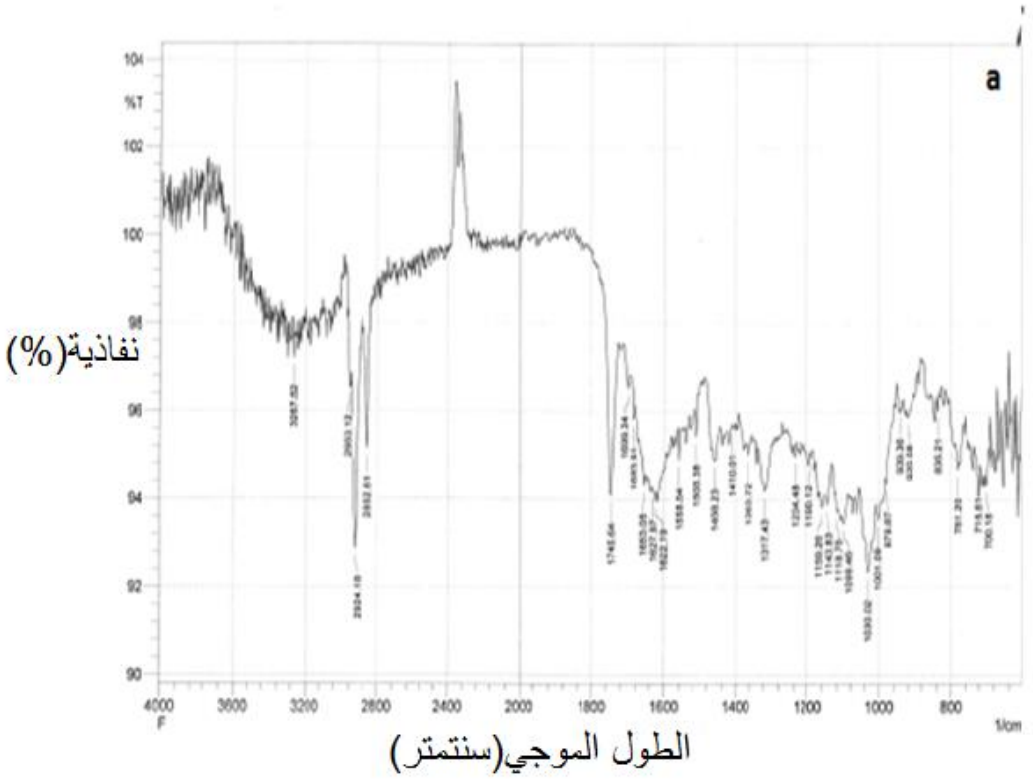


شكل(3): رسم توضيحي لعملية التقييد

تحديد المجاميع الوظيفية الفعالة في المادة المقيدة

ان الفحص بواسطة الطيف FTIR قبل وبعد عملية الامتزاز شكل(4) يوضح المجموعات الوظيفية المسؤولة عن الملوثات الممتزة زاد التقعر حوالي 1024 سم −1 إلى 1016 سم -1 . وهذا يشير إلى أن مجموعة كاربوكسيلي الحرة قد تحولت إلى مجموعة كاربوكسيليت، وهي ظاهرة تحدث عادة أثناء التفاعل بين المعادن ومجموعة كاربوكسيلي تشير إلى تفاعلات محددة للموقع وفقًا لـ [22] استخدام الكائنات الحية الدقيقة *Arthrobacter* تعرض كفاءة ازالة ممتازة لمادة الأترازين بواسطة الخلايا الحرة في الماء دون التخلص منها للتغلب على المشكلة، استخدم هذا البحث هايفات الفطر المقيدة على جريد النخيل لضمان اتمام عملية

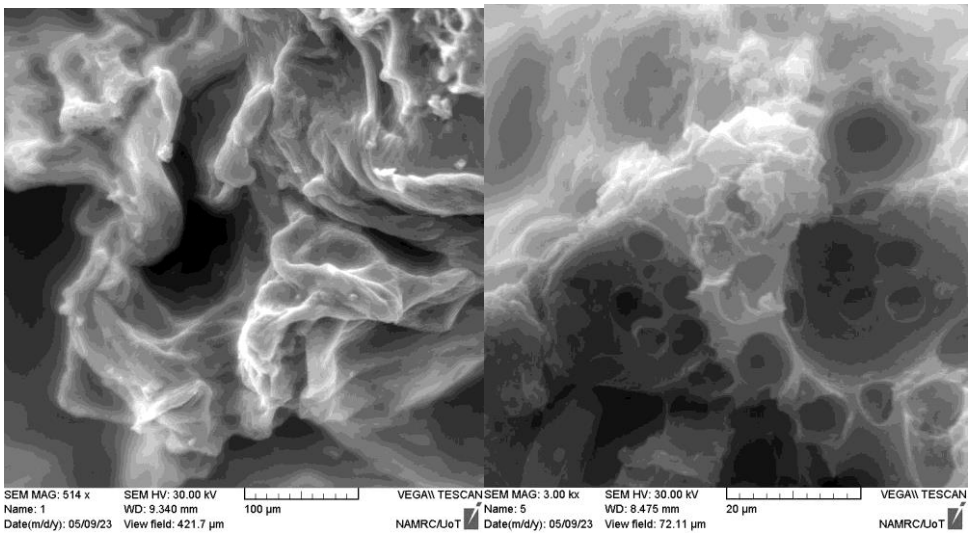
الازالة. أن جدران الفطريات تحتوي على جزيئات الكيتين وهو سلسلة طويلة من البوليمر *N-acetylglucosamine* و المجموعات الوظيفية المحددة، *-OH*، *-NH* و*-CH 3* اذ ذكر [23] أن حلقة الأكسجين ومجموعات الهيدروكسيل من *N-acetylglucosamine* يلعب دورا هاما في ربط الأيونات الرصاص والحديد عن طريق الاواصر الايونية. ويوفر هذا التحول مؤشرا على أن المجموعات الحمضية، ومجموعات الكركبوكسيلي والهيدروكسيل هي المساهمين المهيمنين في تكوين معقد الرصاص-كيتين. اظهرت النتائج عند منطقة الامتصاص 3200-3600 سم1 إلى وجود مجموعات *OH* أو *COOH* والامتصاص الضعيف في 1690- 1760 سم1 يشير إلى وجود مجموعة *C-O*.ووجود نطاق واسع الامتصاص عند 1200-1220 سم1 عن مجموعتي *CO* و*OH* في *COOH*، و الامتصاص عند 1050-1300 سم1 عن مجموعة *C-O* على السطح. وبالتالي ، فإن أطياف FTIR تشير إلى أن الأسطح البيوريمائية غنية بمجموعات الهيدروكسيل البوليمرية ، ومجموعات *CH* و *COO* ، ومجموعات *OH* من السكريات. وعادة ما تتكون منتجات المخلفات الزراعية من اللجنين والسليلوز المتكونة من المجموعات الوظيفية من الألدهيدات والكيتونات والكاربوكسيليك والفينولية ومجموعات الأثير التي لديها جميعا القدرة إلى حد ما على ربط المعادن الثقيلة عن طريق التبرع من زوج إلكترون من هذه المجموعات لتشكيل معقدات مع الأيونات المعدنية في محلول مائي ووافقت الدراسة الحالية النتائج التي توصل إليها الباحثون في أطياف FTIR في وجود النحاس والكادميوم اذ أشارت إلى أن مجموعات مماثلة تشارك في ربط هذه المعادن الثقيلة. وهذا يشير إلى تفاعل المعادن الثقيلة مع هذه المجموعات الوظيفية المحددة الموجودة على سطح الخلية. وأشارت أطياف *FTIR* التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة إلى أن المجموعات الأمينية كانت تشارك في ربط الكروم كما لوحظ سابقاً من قبل [24] مع فطر *Aspergillus*. والفطر *Penicillium* [25،26] .



شكل(4): فحص *FTIR* للكشف عن المجاميع الفعالة المسؤولة عن ارتباط الملوثات بالمادة المقيدة

فحص المجهر الالكتروني الماسح لدراسة المواد مع بعضها

اظهرت نتائج فحص المجهر الالكتروني لمادة الاكار بعد تقييد نواتج الايض الثانوي والفحم الحيوي الشكل (5) صورة (a) سيطرة بدون اضافات (b) بعد تقييد الفحم الحيوي .



شكل (5): صور المجهر الالكتروني الماسح الصورة على اليمين قبل التقييد والصورة الى اليسار بعد تقييد الايض الثانوي للفطر والكاربون الفعال.

الاستنتاجات.:

يمكن امتصاص الملوثات بواسطة مواد الايض الثانوي للفطر و الكاربون الحيوي الفعال المقيدة في مادة الاكار ضمن الظروف البيئية المتغايرة على خلاف اعتماد الكتلة الحيوية للفطر اذ تحتاج ظروف بيئية محددة مثل درجة حرارة واس هيدروجيني كما يمكن اعادة استخدام المرشح خمس مرات متكررة للمعالجة وهضم تام الملوثات بواسطة هذا المفاعل اذ تم تصفية المياه بعد مرور 24 ساعة من المعالجة كما ان التكلفة المادية الواطئة مقارنة مع الطرق الحديثة المتبعة في التخلص من الملوثات.

التشكرات:

يتقدم الباحثين بالشكر والامتنان لقسم علوم الحياة في كلية العلوم الجامعة المستنصرية لإتمام هذا البحث فيه.

References

1. World Health Organization (WHO), (1996).Guidelines for Drinking-Water Quality, vol. 1, second ed., WHO, France.

2. Tansens, P., Rodal, A. T., Machado, C. M., & Soares, H. M. (2011). Recycling of aluminum and caustic soda solution from waste effluents generated during the cleaning of the extruder matrixes of the aluminum industry. *Journal of hazardous materials, 187*(1-3), 459-465. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.048.

3. Damodaran, D., Balakrishnan, R. M., & Shetty, V. K. (2013). The uptake mechanism of Cd (II), Cr (VI), Cu (II), Pb (II), and Zn (II) by mycelia and fruiting bodies of Galerina vittiformis. *BioMed research international*, 2013. doi.org/10.1155/2013/149120.

4. Abbaszadeh, S., Alwi, S. R. W., Webb, C., Ghasemi, N., & Muhamad, I. I. (2016). Treatment of lead-contaminated water using activated carbon adsorbent from locally available papaya peel biowaste. *Journal of Cleaner Production*, *118*, 210-222. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.054

5. Bahadir, T., Bakan, G., Altas, L., & Buyukgungor, H. (2007). The investigation of lead removal by biosorption: An application at storage battery industry wastewaters. *Enzyme and microbial technology*, *41*(1-2), 98-102. doi.org/10.1016/j.enzmictec.2006.12.007.

6. Wang, J., & Chen, C. (2009). Biosorbents for heavy metals removal and their future. *Biotechnology advances*, *27*(2), 195-226. doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.002

7. Omar Wael Majid, & Abdullah Abd Al-kareem Hassan. (2021). Isolation and characterization of endophytic fungi and evaluation of their efficiency in control of white rot and damping off diseases on Tomato. *Samarra Journal of Pure and Applied Science, 3*(1), 87–97.doi.org/10.54153/sjpas.2021.v3i1.170

.8Vaksmaa, A., Guerrero-Cruz, S., Ghosh, P., Zeghal, E., Hernando-Morales, V., & Niemann, H. (2023). Role of fungi in bioremediation of emerging pollutants. *Frontiers in Marine Science.*

9. Abboud, J. N., Al-Khesraji, T. O. ., & Hamoody, A.-H. M. (2020). Evaluation of the predatory efficiency of some nematode destroying fungi, that isolated from the rhizosphere of some plants in Salahadin Governorate: Array. *Samarra Journal of Pure and Applied Science, 2*(1), 1–8. Retrieved from https://sjpas.com/index.php/sjpas/article/view/3

10. Collivignarelli, M. C., Sorlini, S., Milanese, C., Illankoon, W. A. M. A. N., Caccamo, F. M., & Calatroni, S. (2022). Rice Industry By-Products as Adsorbent Materials for Removing Fluoride and Arsenic from Drinking Water—A Review. *Applied Sciences*, *12*(6), 3166. doi.org/10.3390/app12063166.

11. Deng, L., Guo, W., Ngo, H.H., Zhang, X., Wang, X.C., Zhang, Q., Chen, R. (2016) . New functional biocarriers for enhancing the performance of a hybrid moving bed biofilm reactor-membrane bioreactor system, Bioresource Technology doi: doi.org/10.1016/j.biortech.2016.02.057.

12. Barnett H L & Hunter B B.(1972).Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Co., Minneapolis, Minnesota, USA. Barnett H.L. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 2 nd. Ed. Burgess publishing company. Pp 550.

13 . Nguyen, T.A.H., Ngo, H.H., Guo, W.S., Zhang, J., Liang, S., Yue, Q.Y., Li, Q., Nguyen, T.V., (2013). Applicability of agricultural waste and by-products for adsorptive removal of heavy metals from wastewater. *Bioresour. Technol. 148*, 574–585.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.08.124.

14. Harikrishnan, M., Prakash, P., Jayabaskaran, C., & Bhat, S. G. (2021). Multi-functional bioactive secondary metabolites derived from endophytic fungi of marine algal origin. *Current Research in Microbial Sciences, 2*, 100037. doi.10.1016/j.crmicr.2021.100037

15. Nguyen, T. B., Truong, Q. M., Chen, C. W., Chen, W. H., & Dong, C. D. (2022). Pyrolysis of marine algae for biochar production for adsorption of Ciprofloxacin from aqueous solutions. *Bioresource technology, 351*, 127043. doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127043

16. Kumar, R., Negi S. , Sharma P., Prasher, I.B., Chaudhary S., Dhau S., Umar A.(2018). Wastewater cleanup using *Phlebia acerina* fungi: An insight into mycoremediation. *Journal of Environmental Management, 228:* 130–139. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.091

17. Yu, T., Wang, L., Ma, F., Yang, J., Bai, S., & You, J. (2019). Self-immobilized biomixture with pellets of *Aspergillus niger* Y3 and *Arthrobacter*. sp ZXY-2 to remove atrazine in water: A bio-functions integration system. *Science of The Total Environment, 689*: 875-882. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.313

18. Al-Samarrai , M. F. H. ., Hanon , E. T. ., & Khaleel , A. I. . (2021). Development of high-performance liquid chromatography using simplex method for the simultaneous determination of some decongestant drugs. *Samarra Journal of Pure and Applied Science, 3*(3), 1–17. doi.org/10.54153/sjpas.2021.v3i3.2

19. Gambhir, R. S., Kapoor, V., Nirola, A., Sohi, R., & Bansal, V. (2012). Water pollution: Impact of pollutants and new promising techniques in purification process. *Journal of Human Ecology*, 37(2): 103-109.

20. Gola, D., Chauhan, N., Malik, A., Ahammad, Z.S. (2016). Bioremediation approach for handling multiple metal contamination. In: Das, Surajit, Dash, Hirak R. (Eds.),*Handbook of Metal-Microbe Interactions and Bioremediation*. Taylor & Francis (CRC Press), ISBN 9781498762427.

21. Jin, Y., Yu, S., Teng, C., Song, T., Dong, L., Liang, J., ... & Qu, J. (2017). Biosorption characteristic of *Alcaligenes* sp. BAPb. 1 for removal of lead (II) from aqueous solution. *3 Biotech*, 7(2): 123.

22. Yu, T., Wang, L., Ma, F., Yang, J., Bai, S., & You, J. (2019).Self-immobilized biomixture with pellets of *Aspergillus niger* Y3 and *Arthrobacter*. sp ZXY-2 to remove atrazine in water: A bio-functions integration system. Science of The Total Environment, 689:875-882..

23. Sriharsha, D. V., Kumar, L., & Savitha, J. (2017). Immobilized fungi on Luffa cylindrica: An effective biosorbent for the removal of lead. Taiwan Institute of Chemical Engineers, 80:589-595.

24. Bai, R.S., Abraham, T.E., (2002). Studies on enhancement of Cr(VI) biosorption by chemically modified biomass of *Rhizopus nigricans*. *Journal of Water Research* . 36, 1224–1236. http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00330-X 2.

25. Sarret, G., Manceau, A., Spadini, L., Roux, J., Hazemann, J. L., Soldo, Y. and Menthonnex, J. (1999). Structural determination of Pb binding sites in Penicillium chrysogenum cell walls by EXAFS spectroscopy and solution chemistry. *Journal of synchrotron radiation*, 6(3): 414-416.

26. T. Hamdan, N. (2022). Novel iraqi fungal isolates of *Trichoderma reeseir* egistration. *Samarra Journal of Pure and Applied Science, 4(*2), 42–57. https://doi.org/10.54153/sjpas.2022.v4i2.376

IRAQI Academic Scientific Journals

Samarra Journal of Pure and Applied Science

SJPAS

www.sjpas.com

p ISSN: 2663-7405
e ISSN: 2789-6838

Use of Date Palm Wastes and *Trichoderma* as A Biofilter for Wastewater Treatment

Dunia Hussein Jassim and Rana Hadi Hameed Al-Shammari*
Department of Biology, College of Sciences, Mustansiriyah University, Iraq

Article Information
Received: 28/05/2023
Accepted: 03/07/2023

Keywords:
Fungi, Date palm waste, bioremediation, wastewater

Corresponding Author

E-mail: ranahhameed3@gmail.com
Mobile: 07902257121

Abstract

in aquatic ecosystems is one of the most important types of pollution that threatens the aquatic environment. These pollutants were removed from the water by extracting the secondary metabolites of the Trichoderma fungus after restricting them with organic charcoal produced by the thermal decomposition process of palm waste and investigating the synergistic effect of increasing the efficiency of the biological digestion of organic pollutants from their aqueous solutions. The current study included isolating pollutant-tolerant fungi from highly polluted areas. From the Tigris River and investigated its production of effective secondary metabolites, as the genus Trichoderma was selected and proved to produce more than 20 active substances responsible for the removal of pollutants, which were investigated by the GC-MAS device, and the fact that these substances are effective, vital and unstable were restricted to the organic charcoal produced by the pyrolysis process of waste Palm trees and for its ease of handling and ease of removal from the water and reuse for five times. The polluted water was treated by a bioreactor that contains the mushroom complex bound by active carbon produced from palm residues, as the effective aggregates responsible for the withdrawal of pollutants were verified by FTIR (spectral infrared imaging) as it was detected the presence of multiple sugars such as chitin and glucan included in The composition of the effective aggregates, the polluted water was treated by the biological filter and within 24 hours, 98% of all the pollutants in the water were eliminated, including turbidity, BOD, pH, and high concentrations of antibiotic.