IJCPE
Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering

المجلة العراقية للهندسة الكيمياوية وهندسة النفط
المجلد ١٤ العدد ٣ (ايلول ٢٠١٣) ١-٧
ISSN: 1997-4884

University of Baghdad
College of Engineering

المعالجة الاحيائية للزيوت المتواجدة في مياه مخلفات مصفى الدورة باستخدام نوعين من الفطريات *Trichoderma harzianum* و *Pencillium griseofulvum*

انعام نوري علي، حسين علي سبتي، خالد فالح حسن، صبا حسين ومحمد فوزي
وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مركز بحوث ومختبرات المياه

الخلاصة

استخدم نوعين من الفطريات المعزولة من مياه الصرف الصحي *Trichoderma harzianum* و*Pencillium griseofulvum* في خفض تراكيز الزيوت المتواجدة في احواض المعالجة لمياه مخلفات مصفى الدورة حيث تم جلب عينات من الحوض الميكانيكي وحوض التعويم وبقياس تراكيز الزيوت فيها قبل وبعد المعالجة الاحيائية باستعمال نوعين من الفطريات. سجل الفطر *P. griseofulvum* أعلى نسب خفض 98.11%، 98.19% لتراكيز الزيوت لحوضي التعويم والميكانيكي مقارنة بنسب الخفض 91.56%، 92.66% للفطر *T. harzianum* خلال فصل الشتاء واظهرالفطر *P. griseofulvum* كذلك نفس الكفاءة في الخفض مما للنوع الاخرخلال فصل الربيع. تراجعت كفاءة النوعين الفطريين *T. harzianum* و *P. griseofulvum* لخفض تراكيز الزيوت خلال فصلي الصيف والخريف ويعود هذا الى ان درجة الحرارة المرتفعة تؤثر على عملية المعالجة والتحطيم المايكروبي للملوثات وعلى الفعل الانزيمي الفطري فضلا عن تاثيرها على معدلات النمو. بينت النتائج قدرة النوعين من الفطريات على تحطيم الزيوت اذ سجلت اعلى كتلة حيوية للفطر *T. harzianum* ٣٥٠, 364.5 ملغم خلال فصل الشتاء لحوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم على التوالي مقارنة بالفصول الاخرى في حين سجل الفطر *P. griseofulvum* أعلى كتلة حيوية وخلال الفصل الشتاء ٣٥٥ و٣٦٧ ملغم مقارنة بفصل الصيف حيث كانت الكتلة الحيوية 59 و ٥٧,٥ ملغم ولحوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم على التوالي.

الكلمات الدالة: الزيوت النفطية، مياه المخلفات، الفطريات، التحطيم الاحيائي.

المقدمة

هناك اهتمام عالمي حول تلوث البيئة بالهيدروكاربونات الناتج عن النشاطات الصناعية ومن الحوادث العرضية المختلفة وتساهم مصافي النفط ومخلفات المصانع وعمليات نقل النفط الخام بشكل اساس في ادخال الهيدروكاربونات الى البيئة. ونتيجة للتقدم الصناعي الناتج عن نشاطات الانسان المختلفة اصبحت هذه الملوثات شائعة وادت الى التدهور البيئي بشكل خطير. وقد قدرت كمية الملوثات الهيدروكاربونية التي تدخل الى البيئة بحوالي 6 ملايين طن سنويا"، كما قدرت كمية النفط الخام التي تطلق الى المياه العالمية كل سنة بين 1.7- 1.8 مليون طن متري، وحوالي 90% من هذه الملوثات تطرح للبيئة نتيجة نشاطات الانسان [1]. تكون نواتج النفط من المصافي عادة مزيج من المركبات الهيدروكاربونية المعروفة حيث تعتبر الهيدروكاربونات النفطية من اهم الملوثات البيئية لكونها سامة لمعظم الكائنات الحية الموجودة في البيئة وخصوصا" الهيدروكاربونات الاروماتية من خلال انتقالها في السلسلة الغذائية وتمتلك خصائص مطفرة (Mutagenic) ومشوشة (Teratogenic) ومسرطنة (Carcinogenic) [2]. تزايدت الدراسات حول استغلال الاحياء المجهرية كالبكتريا والفطريات للهيدروكاربونات والتي لها القدرة على استهلاك المركبات الهيدروكاربونية كمصدروحيد للكاربون وللطاقة وتخليص البيئة من هذه الملوثات النفطية ومشتقاتها واستغلال الهيدروكاربونات كوسط زرعي لانتاج العديد من المواد النافعة كانتاج بروتين وحيد الخلية والدهون والفيتامينات والمستحلبات الاحيائية وغيرها[3] . هنالك انواع من الفطريات كالـ *Candida* و *Aspergillus* و *Botrytiscinera* لها القابلية على استهلاك المخلفات النفطية المتواجدة في التربة وفي الحمأة sludge الخارج من مراحل التصفية او من مياه وحدات المعالجة لمصافي النفط [4]. تتميز

الفطريات المستخدمة في هذه الدراسة بانها من الفطريات الخيطية المتواجدة بصورة شائعة على المواد الاساس المحللة للسيليلوز وتنتج انزيمات خارج الخلية والتي تحطم مدى واسع من المواد العضوية المختلفة مثل الهيدروكاربونات والراتنج والاسفلت [5] من الانزيمات الضرورية والمستخدمة في المعالجة الاحيائية لمختلف الملوثات العضوية والهيدروكاربونات هي lignin peroxidase, manganese-dependent peroxidase, laccase [6]. تهدف الدراسة الى استخدام نوعين من العزلات المحلية للفطريات *Trichoderma harzianum* و *Pencillium griseofulvum* وقياس مدى كفاءتها في التحطيم الاحيائي للمركبات الهيدروكاربونية في وحدات المعالجة لمصفى الدورة ببغداد وجعلها مقاربة للمحددات العراقية في المياه المعالجة.

المواد وطرائق العمل

محطة المعالجة في مصفى الدورة

يجدر بنا توضيح مراحل التصفية لمصفى الدورة حيث توجد اربعة احواض لمعالجة المخلفات النفطية المختلطة مع المياه وهي:

١- حوض تخمير المياه الملوثة Disc oil basine سعة ٦٠٠-٧٣٠ م^3/ ساعة توجد به اقراص تلتصق بها قطرات النفط ثم تتجمع في خزان مائل Sloped tank .

٢- المرحلة الميكانيكية وهو خزان يحوي على قاشطتين العلوية تعمل على تجميع النفط المزال من الخزان المائل sloped tank والقاشطة السفلية تعمل على تجميع المواد الصلبة المترسبة.

٣- حوض التعويم بالهواء المذاب DAF بسعة ٥٠٠ م^3 ويستقبل معدل جريان ٦٩٠-٧٣٠ م^3/ساعة ويحتوي الخزان على قاشطة تعمل على تجميع النفط بحجرة صغيرة ثم الى الخزان المائل.

٤- حوض المعالجة البايولوجية ويقسم الى حوضين سعة كل واحد ٢٠٥٠ م^3 يحتوي على مراوح تهوية ميكانيكية لتامين الاوكسجين للاحياء المجهرية لتحليل المواد العضوية هوائيا.

جمع العينات

تم جمع عينات المياه من محطة المعالجة لمصفى الدورة من حوضي التعويم والميكانيكي فصليا من عام ٢٠١١ في قناني معقمة ونظيفة ونقلت للمختبر لاجراء المعالجة الاحيائية عليها. تراوحت معدلات درجات الحرارة خلال فصل الشتاء بين ١٢-١٥ م° وفي فصل الربيع بين ٢٥-٢٧ م° بينما كانت في فصل الصيف ٤٠-٤٥ م° واخيرا سجلت درجات الحرارة في فصل الخريف ٣٢-٣٥ م°. رشحت العينات بجهاز الترشيح vacuum وعقمت بجهاز التعقيم autoclave لفترة ربع ساعة لغرض قتل الاحياء المتواجدة فيها.

قياس تركيز الزيوت

جلبت العينات من الاحواض الميكانيكية والتعويم وتم قياس تراكيز الزيوت مباشرة باستخدام جهاز Horbia (ياباني المنشأ) وحسب طريقة EPA test method 413.2 with the OCMA-350 وبالاعتماد على رابع كلوريد الكاربون HCl_4 المركز كمذيب وتم قياس تراكيز الزيوت بعد ثلاثة ايام من المعاملة بالفطريات *Tricoderma harzianum* و*Pencillium griseofulvum*.

عزل وتشخيص الفطريات المستخدمة في الدراسة

عزلت الفطريات *Penicillium griseofulvum* و*Trichoderma harzianum* من مياه الصرف الصحي وتم استزراعها وتكثيرها على الأوساط الزرعية المناسبة لها وهي وسط PDA و Corn meal agar واستخدمت طريقة الصب المباشر لعزل الفطريات. شخصت الفطريات باستخدام المجهر الضوئي وبالاستعانة بالمفاتيح التصنيفية المتخصصة [8,7].

خفض تراكيز الزيوت بالعزلات الفطرية

بعد تعقيم العينات وتبريدها اخذ حجم ٥٠ مل من العينات المعقمة لكل حوض ووضع في دوارق حجمية سعة ١٠٠مل، لقحت الدوارق بالفطريات المستخدمة في الدراسة وهي *T. harzianum* و *P. griseofulvum* وبواقع ٢ قرص فطري بقطر0.7 ملم من النمو الفطري على الوسط الزرعي الصلب وبواقع ثلاث مكررات لكل حوض/فطر. حضنت الدوارق هوائيا في حاضنة هزازة وحسب درجة الحرارة لكل موسم تمت فيه جلب العينات، بعد ثلاثة ايام من المعالجة رشحت العينات باستخدام جهاز الترشيح vacuum (الماني المنشأ) واستخدمت اوراق ترشيح Whatmann No.1 ذات حجم ثقوب 0.45µ، اخذ الراشح وتم قياس تركيز الـزيوت oil واستخرجت كفاءة خفض الزيوت بواسطة هذه العزلات من خلال القانون التالي:

$$\text{نسبة الخفض (\%)} = \frac{\text{تركيز الزيوت قبل المعاملة} - \text{تركيز الزيوت بعد المعاملة}}{\text{تركيز الزيوت قبل المعاملة}} \times 100$$

النتائج والمناقشة

تبين النتائج في الجداول (١،٢،٣،٤) كفاءة النوعين من الفطريات *T. harzianum* و *P. griseofulvum* في خفض تراكيز الزيوت الموجودة في مياه فضلات مصفى الدورة خلال فصلي الشتاء والربيع وبعد ثلاثة ايام من المعالجة مقارنة بالفصليين الاخريين (الصيف والخريف) حيث سجل الفطر *P. griseofulvum* اعلى نسب خفض لتراكيز الزيوت في حوضي التعويم والميكانيكي وبنسب 98.11%، 98.19% خلال فصل الشتاء و86.96% و 92.36% خلال فصل الربيع مقارنة بنسب الخفض باستخدام الفطر *T. harzianum* حيث كانت 91.56%، 92.66% و 83.54%، 84.39% وخلال فصلي الشتاء والربيع على التوالي وترجع هذه النسب العالية للخفض وخلال هذه الفترة القياسية من المعالجة الى كفاءة وقابلية هذه الانواع من الفطريات على تحطيم الهيدروكاربونات والزيوت النفطية المتواجدة في مياه الفضلات واستخدام الهيدروكاربونات كمادة اساس للنمو من خلال افرازها للانزيمات خارج الخلية والحوامض والتي تعمل على تحطيم جزيئات الهيدروكاربون ذات الوزن الجزيئي الكبير أو ذات السلاسل الطويلة من الكاربون والهيدروجين وتحويلها الى اشكال ابسط او نواتج يسهل امتصاصها واستخدامها كمغذيات للفطر[9]. في حين بين George-Okafor وجماعته [10] ان اعلى كفاءة تحطيم احيائي ٩٨% كانت عند استخدام النوعين *Aspergillus versicolor* و *Aspergillus niger* وخلال فترة سبعة ايام من المعالجة مقارنة بزمن المعالجة في الدراسة الحالية واظهرت دراسته ان الفطريات افضل محطمة للهيدروكاربونات من الاحياء المجهرية الاخرى ولهذا تستخدم في ازالة الهيدروكاربونات والزيوت النفطية من الترب والمياه الملوثة بالنفط. اثبت Obire وجماعته [11] في دراستهم ان الانواع الفطرية *Aspergillus* و*Trichoderma* و *Penicillium* كانت من اكفأ الانواع المزيلة للهيدروكاربون مقارنة بالاعفان الاخرى والتي تعود لنفس الرتبة وان التمثيل الايضي للهيدروكاربون يعود لسلالات فردية ضمن الرتبة، بينما وجد Okerentugba و Ezeronye [12] بان العزلات الفطرية *Penicillium spp.* و*Aspergillus spp.* و *Rhizopus spp.* المعزولة من البيئة المائية لمنطقة دلتا في نيجيريا لها القابلية على تحطيم الهيدروكاربونات خاصة في المزرعة الوحيدة للفطر. ان لدرجة الحرارة المنخفضة دور مهم واساسي في عملية التحطيم المايكروبي للهيدروكاربونات والملوثات النفطية وكفاءة الفعل الانزيمي الفطري في عملية التحطيم [13]، حيث لاحظ الباحثان Margesin و Shinner [14] في دراستهم كفاءة التحطيم الاحيائي للمركبات الهيدروكاربونية وبتراكيز ١-٢ غم منها عند درجة حرارة ٧ درجة مئوية وخلال فترة ٤٨ ساعة من المعالجة حيث سببت درجات الحرارة المنخفضة ازدياد للفعاليات الايضية للاحياء المجهرية. بين Zhou وShen [15] في دراستهم بان التحطيم الاحيائي باستخدام البكتريا والفطريات كان اسرع واكثر كفاءة في تحطيم الهيدروكاربونات البترولية الموجودة في مياه فضلات محطات المعالجة وبنسبة ازالة 95% من التحطيم الفيزيائي والكيميائي حيث سجلت 82% و75% على التوالي. تراجعت نسب الخفض لتراكيز الزيوت المتواجدة في حوضي التعويم والميكانيكي لمياه فضلات مصفى الدورة باستخدام الفطريات *T. harzianum* و *P. griseofulvum* وخلال فصلي الصيف والخريف ويعود هذا الى ان درجة الحرارة المرتفعة تؤثر على عملية المعالجة والتحطيم المايكروبي للملوثات وعلى الفعل الانزيمي الفطري فضلا عن تاثيرها على معدل النمو الفطري [16]. وجد Leitão [17] قابلية الجنس *Penicillium* ليس فقط على اكسدة المركبات الهيدروكاربونية وانما في تحويل المواد العضوية الى معادن (mineralization) وتحطيم المركبات الهيدروكاربونية كالفينولات والمركبات الهالوجينية والمركبات الهيدروكاربونية متعددة الحلقات الاروماتية الى المواد الاولية وتعتمد كفاءة التحطيم على تواجد المغذيات الكبرى كالفسفور والنتروجين. على الرغم من تراجع نسب الخفض لتراكيز الزيوت النفطية خلال فصلي الصيف والخريف ولكن سجلت هذه الانواع الفطرية نسب خفض وازالة للزيوت النفطية ويعود هذا الى امتلاكها لنظام انزيمي قوي وكفوء على تحطيم العديد من الملوثات الهيدروكاربونية حيث بين Gao وجماعته (٢٠١٠) [18] كفاءة هذه الانواع من الفطريات على تحطيم الهيدروكاربونات والزيوت في المياه والتربة بسبب انتاجها لانزيم laccase حيث وجدت علاقة موجبة بين الهيدروكاربونات الاروماتية وبين تواجد وفعالية انزيم laccase وقابلية الانواع الفطرية المنتجة لهذا الانزيم ومنها الفطر *Pseudotrametes gibbosa* والذي يعد من ضمن الفطريات الخيطية على تحطيم الهيدروكاربونات. ان للفطريات الخيطية ومنها الانواع *Aspergillus niger* و *Pencillium glabrum* و *Cladosporium cladosporioides* كفاءة عالية في المعالجة الاحيائية لمختلف الملوثات حيث تعمل على ازالة وتحطيم الهيدروكاربونات القوية بواسطة انزيماتها الفطرية وباستخدام لب قصب السكر كمادة اساسية ومغذية لهما لذلك تختلف قابلية التحطيم للزيوت

باختلاف الانواع الفطرية حيث ان لكل فطر معدلات نمو ويصل اقصاها ومن ثم يهبط بعد بضعة ايام نتيجة اسنزاف المغذيات المتواجدة في الوسط المحيط واطلاق المواد السمية الى الوسط المحيط[19]. عزل وشخص[20] و[21] في دراستهم انواع من الاعفان والخمائر من مياه المخلفات النفطية لها القابلية على تحطيم العديد من الهيدروكاربونات والزيوت المتواجدة فيه ومن هذه الانواع *Aspergillus versicolor, Aspergillus Mucor spp, Rhizopus arrhizus, niger, Aspergillus flavus, Candida, Yarrowia and Pichia.*

الجدول ١، خفض تراكيز الزيوت في عينات من مياه مخلفات مصفى الدورة باستخدام النوعين الفطريين *T. harzianum* و *P. griseofulvum* خلال فصل الشتاء من عام ٢٠١١

النوع الفطري	المرحلة او الحوض	تراكيز الزيوت		نسبة الخفض (%)
		قبل المعاملة (ملغم/لتر)	بعد المعاملة (ملغم/لتر)	
T. harzianum	التعويم DAF	122	10.3	91.56
P. griseofulvum			2.3	98.11
T. harzianum	الميكانيكية	237.0	17.4	92.66
P. griseofulvum			4.28	98.19

الجدول 2، خفض تراكيز الزيوت في عينات من مياه مخلفات مصفى الدورة باستخدام النوعين الفطريين *T. harzianum* و *P. griseofulvum* خلال فصل الربيع من عام ٢٠١١

النوع الفطري	المرحلة او الحوض	تراكيز الزيوت		نسبة الخفض (%)
		قبل المعاملة (ملغم/لتر)	بعد المعاملة (ملغم/لتر)	
T. harzianum	التعويم DAF	34.2	5.63	83.54
P. griseofulvum			4.46	86.96
T. harzianum	الميكانيكية	77.4	12.08	84.39
P. griseofulvum			5.91	92.36

الجدول 3، خفض تراكيز الزيوت في عينات من مياه مخلفات مصفى الدورة باستخدام النوعين الفطريين *T. harzianum* و *P. griseofulvum* خلال فصل الصيف من عام ٢٠١١

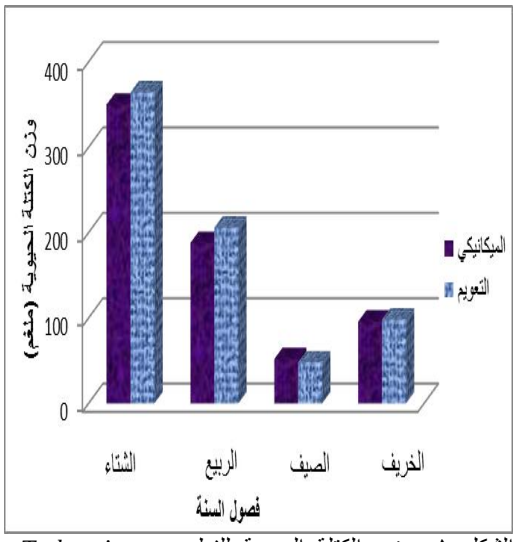
النوع الفطري	المرحلة او الحوض	تراكيز الزيوت		نسبة الخفض (%)
		قبل المعاملة (ملغم/لتر)	بعد المعاملة (ملغم/لتر)	
T. harzianum	التعويم(DAF)	١٧.٧	6.83	61.41
P. griseofulvum			6.54	63.05
T. harzianum	الميكانيكية	15.3	5.35	65.03
P. griseofulvum			4.69	69.35

الجدول ٤، خفض تراكيز الزيوت في عينات من مياه مخلفات مصفى الدورة باستخدام النوعين الفطريين *T. harzianum* و *P. griseofulvum* خلال فصل الخريف من عام ٢٠١١

النوع الفطري	المرحلة او الحوض	تراكيز الزيوت		نسبة الخفض (%)
		قبل المعاملة (ملغم/لتر)	بعد المعاملة (ملغم/لتر)	
T. harzianum	التعويم (DAF)	13.5	3.5	74.07
P. griseofulvum			2.8	79.26
T. harzianum	الميكانيكية	17.7	6.4	63.84
P. griseofulvum			4.8	72.88

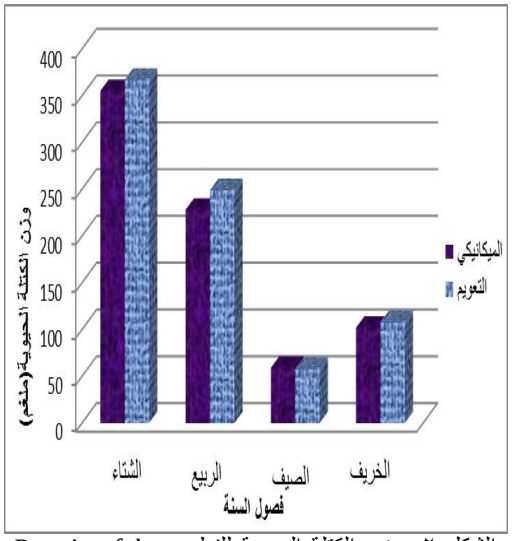
يبين الشكل(١) وزن الكتلة الحيوية للفطر *T. harzianum* المتولدة بعد المعاملة به في حوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم وخلال فصول السنة، حيث كانت اعلى كتلة حيوية للفطر ٣٥٠ و364.5 ملغم وخلال فصل الشتاء لحوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم على التوالي مقارنة بالفصول الاخرى. تعمل الكتل الفطرية الحيوية على تأيض وتحويل المركبات الهيدروكاربونية الاروماتية الى مركبات او اجزاء غير اروماتية او حلقية بفعل انزيماتها المحللة للكنين بخلاف الكتل الفطرية

الميتة او المقتولة بالحرارة حيث تعمد على امتزاز المركبات الهيدروكاربونية على سطوحها بسبب تواجد المواد البوليمرية خارج الخلية EPS (22). اظهر Leitão [21] في دراسته ان تنمية واستزراع فطر الـ *Penicillium* في مياه فضلات صناعة زيت الزيتون سبب زيادة في كتلته الحيوية بعد ٢٠ يوم من حضانته حيث انخفضت قيمة الـ COD بنسبة ٦١% والفينولات بنسبة ٥٤%.



الشكل ١، وزن الكتلة الحيوية للفطر *T. harzianum* المتولدة في مياه حوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم خلال فصول السنة

يوضح الشكل(٢) وزن الكتلة الحيوية للفطر *P. griseofulvum* المتولدة بعد ازالته لتراكيز الزيوت في حوضي المعالجة الميكانيكية والتعويم وخلال فصول السنة حيث سجلت اعلى كتلة حيوية للفطرخلال فصل الشتاء ٣٥٥ و٣٦٧ ملغم مقارنة بفصل الصيف حيث كانت الكتلة الحيوية 59.0 و ٥٧,٥ ملغم ولحوضي الميكانيكي والتعويم على التوالي. بين Jasti وجماعته [23] في دراستهم حصول زيادة في الكتلة الحيوية الفطرية للفطر *Rhizopus microspores* بعد معاملته لمياه فضلات معامل الذرة وخلال فترة سبعة ايام وان الكتلة الحيوية الناتجة تحوي نسبة من البروتين ٤٠% والتي تعتبر كغذاء او علف للحيوان. بينت المعالجة اللاهوائية باستخدام المفاعل الحيوي المختبري لمياه الصرف الصحي المحتوية على تراكيز من الزيوت والاحماض الدهنية الطيارة وعند درجات الحرارة ٣-٨ م° حصول زيادة في التحطيم الاحيائي للملوثات من خلال نسب الازالة للزيوت والـCOD ٩٥% و١٠٠% على التوالي عند استخدام المفاعل الحيوي اللاهوائي بدرجة حرارة ٤ م° [24].



الشكل ٢، وزن الكتلة الحيوية للفطر *P. griseofulvum* المتولدة في مياه حوضي المعالجة الميكانيكي والتعويم وخلال فصول السنة

الاستنتاجات

١- كفاءة هذه الانواع الفطرية المحلية على تحطيم الهيدروكاربونات والزيوت المتواجدة في مياه المخلفات النفطية وخلال فترة زمنية قياسية (ثلاثة ايام) مقارنة بالانواع المتواجدة في البحوث الاجنبية.

٢- كفاءة النوعين من الفطريات *T. harzianum* و*P. griseofulvum* على خفض نسبة الزيوت في مياه مخلفات مصفى الدورة وخلال فصل الشتاء وبنسبة خفض 91.56 % و98.11% لحوض التعويم وبنسب خفض92.66% و98.19% للحوض الميكانيكي.

٣- سلامة وعدم خطورة هذه الانواع الفطرية عند استخدامها في المعالجة.

المصادر

1- Zhu, X.; Albert, D.; Venosa, D. and Makram, T. (2004). Literature Review on the Use of Commercial Bioremediation Agents for Clean-up of Oil-Contaminated Estuarine Environments. U.S. EPA/600/R-04/075. July-Suidan.

2- Kanaly, B.A. and Harayama, S. (2000). Biodegradation of High-Molecular Weight Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Bacteria. Journal of Bact. 182(8): 2059-2067.

٣- الحيدري، نظام كامل و المصلح، رشيد محجوب (1989). الاحياء المجهرية

الصناعية. جامعة بغداد, مطبعة التعليم العالي في الموصل

4- Sakai, Y.; Maeng, J.H.; Tani, Y. and Kato, N. (1994). Use of Long-Chain n-Alkanes (C13 – C44) by an Isolate, Acinetobacter sp.M-1. Biosci. Biotech. Biochem. 58: 2128-2130.

5- Tortella G.R., Diez M.C. and Durán N. (2005). Fungal Diversity and Use in Decomposition of Environmental Pollutants. Crit. Rev. Microbiol. 31, 197-212.

6- Evans, C.S. and Hedger J.N. (2001). Degradation of Plant Cell Wall Polymers. En: Fungi in bioremediation. (G.M. Gadd, ed). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-26.

7- Raper, K.B. and Fennell, D.I. (1965)."The genus *Aspergillus"*.Williams and Wilking Co., Battimore, 686.

8- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (1972). "Illustrated Genera of Imperfect Fungi". 3rd ed. Burgess publication. co., Minnesota.

9- D'Annibale A., Rosetto F., Leonardi V., Federici F. and Petruccioli M. (2006). Role of Autochthonous Filamentous Fungi in Bioremediation of Soil Historically Contaminated with Aromatic Hydrocarbons. Appl. Environ. Microb. 72, 28-36.

10- George-Okafor, U.; Tasie, F. and Muotoe-Okafor, F. (2009). Hydrocarbon Degradation Potentials of Indigenous Fungal Isolates from Petroleum Contaminated Soils. J. Physical and Natural Sciences. 3(1): 1-6.

11- Obire, O.; Anyanwu, E.C. and Okigbo, R.N. (2008). Saprophytic and Crude Oil-Degrading Fungi From Cow Dung and Poultry Droppings as Bioremediating Agents. International Journal of Agricultural Technology. 4(2): 81-89.

12- Okerentugba, P.O. and Ezeronye, O.U. (2003). Petroleum Degrading Potentials of Single and Mixed Microbial Cultures Isolated from Rivers and Refinery Effluent in Nigeria. African Journal of Biotechnology 2(9): 288 – 292.

13- DasÂ, N. and Chandran, P. (2011). Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon Contaminants: An Overview. Biotechnology Research International. 25: 121-134.

14- Margesin, R., and Shinner, F. (1999). Biological Decontamination of Oil Spills in Cold Environments. J. Chem. Technol. Biotechnol. 74:381–389.

15- Zhou, Q. and Shen, B. (2010). Biodegradation Potential and Influencing Factors of a Special Microorganism to Treat Petrochemical Wastewater. Petroleum Science and Technology. 28,(2): 135-145.

16- Alagappan, G. and Cowan, R. M. (2001). Biokinetic Models for Representing the Complete Inhibition of Microbial Activity at High Substrate Concentrations. Biotechnol. Bioeng. 75: 393-405.

17- Leitão, A.L. (2009). Potential of *Penicillium* Species in the Bioremediation Field. Int. J. Environ. Res. Public Health.6: 1393-1417.

18- Gao, D.; Liang, H.;Du, L. and Chen, J. (2010). Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) by White Rot-Fungus *Pseudotrametes gibbosa* Isolated from the Boreal Forest in Northeast China. African Journal of Biotechnology Vol. 9(41), pp. 6888-6893.

19- Pérez-Armendáriz, B.; Martinez-Carrera, D.; Calixto-Mosqueda, M.; Alba, J. and Rodriguez-Vazquez, R. (2010). Filamenyous Fungi

Remove Weathered Hydrocarbons from Polluted Soil of Tropical Mexico. Rev. Int. Contam. Ambie. 26 (3) 193-199.

20- April, T.M.; Foght, J. M. and Currah, R.S. (2000). Hydrocarbon-degrading filamentous fungi isolated from flare pit soils in Northern and Western Canada. Canadian Journal of Microbiology, 46(1), 38-49.

21- Chaillana, F.; Flècheb, A.; Burya, E.; Phantavonga, Y-hui.; Saliot, A. and Oudot J. (2004). Identification and Biodegradation Potential of Tropical Aerobic Hydrocarbon-Degrading Microorganisms. Res. Microb. 155(7):587-595.

22- Shailaja, M.S.; Parameswaran, P.S. and Singh, S.K. (2006). Removal of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Aqueous Media by Themarine Fungus NIOCC # 312: Involvement of Lignin-Degrading Enzymes and Exopolysaccharides. Indian Journal of Geo-Marine Sciences (IJMS). 35: 373-379.

23- Jasti, N.; Rasmussen, M. L. ; Khanal, S. K.; Anthony, P.E.; Pometto, L. and Hans van Leeuwen, P.E. (2009). Influence of Selected Operating Parameters on Fungal Biomass Production in Corn-Ethanol Wastewater. J. Environ. Eng. 135, 1106.

24- Lettinga, G.; Rebac,S.; Parshina,S.; Nozhevnikova,A.; X van Lier,G.B. and Stams, A. J. M.(1999). High-Rate Anaerobic Treatment of Wastewater at Low Temperatures. Appl Environ Microbiol. 1999 April; 65(4): 1696–1702.