دراسة إمكانية إزالة الهيدروكربونات النفطية وبعض الملوثات في مياه المخلفات النفطية لمصفى النجف

1-باستعمال الفطريات المفردة

ميسون مهدي صالح الطائي **نداء شهاب حمد** **جولان جبار صاحب البكري**

كلية العلوم -جامعة بابل كلية علوم البنات-جامعة بابل

maysoon.mehdi@yahoo. com nida.shab@yahoo.com eng_2013altaee@yahoo.com

الخلاصة

تضمنت الدراسة محورين الأول عزل وتشخيص الفطريات من مياه المخلفات النفطية في مصفى النجف الناتجة من تكرير النفط والترب المحيطة بها . تم عزل(5) أنواع تعود الى(3) أجناس شملت (22) عزلة لفطر *Aspergillus niger* و (72) عزلة لفطر *Aspergillus terreus* و(8) عزلات لفطر *Aspergillus versicoler* و (102) عزلة لفطر *PenIcillium sp.* وعزلتين لخميرة *Rhodotorula sp.*وكان مجموع العزلات (206) عزلة من الترب الملوثة بالنفط ،أما من مياه مصفى النجف فقد تم عزل (3) عزلات لفطر *A. niger* و(8)عزلة لخميرة . *Rhodotorula sp* وكان مجموع العزلات (11) عزلة ،وتم اختيار ثلاثة أنواع من الفطريات المعزولة ذات العزلات الاكثر تردد وهي*Penicillium sp.* بنسبة (49.51%) و *A. niger* بنسبة 10.67% و *A. terreus* بنسبة 34.95% و المحور الثاني دراسة كفاءة ثلاثة أنواع من الفطريات ذات العدد الأكبر وهي*Penicillium sp.*و *Aspergillus terreus* و*Aspergillus niger* في تكسير الهيدروكربونات في الوسط كمصدر وحيد للكاربون والطاقة .وكانت أكثر العزلات كفاءة *Penicilium sp.* اذ استهلك55% من وزن الهيدروكربون الموجود بالوسط واقلها كفاءة *Aspergillus niger* اذ استهلك (41%) منه . واظهر *Penicillium sp.* كفاءة في تقليل التوصيلية والملوحة والمواد الذائبة الكلية والعسرة الكلية وعسرتي المغنيسيوم والكالسيوم والكبريتات واظهر *A. niger* كفاءة أعلى من الفطريات تحت الدراسة في تقليل النترات والنتريت والفوسفات وكفاءة متساوية مع. *Penicillium sp* في تقليل القاعدية .

الكلمات المفتاحية: المعالجة الحيوية .الفطريات. الهيدروكربونات النفطية الكلية

Abstract

The study included two axes the first is isolate and diagnose fungal oil waste water refinery resulting from oil in Najaf refining and the surrounding soils.Five species isolates belong to(3)genera included (22) isolation of fungus *Aspergillus niger* and (72) the isolation of fungus *Aspergillus terreus* and (8) the isolation of the fungus *Aspergillus versicoler* and (102) isolation of fungus *Penicillium sp.* and (2)isolate yeast *Rhodotorula* sp. The total isolates (206) isolated from oil-contaminated soils, either from Najaf refinery water has been isolated (3) isolation of the fungus *A. niger* and (8) the isolation of yeast. *Rhodotorula sp* The total isolates (11) isolation, was chosen three types of fungi isolated with the most frequency which *Penicillium sp.* By (49.51%) and *A. niger* by 10.67% and *A. terreus* by 34.95% and Axis two study the efficiency of fungus three types choose for exposel to Najaf refinery wastewater for 7 days agreat removal percent occure for hydrocarbons with *Penicillium sp.* As consumed 55 % of the weight of the existing total hydrocarbon in media and the least efficient *A. niger* as consumed (41%) of it. Showed *Penicillium sp.* Efficiency in reducing the conductivity, salinity and total TDS and total hardness and calcium hardness, magnesium hardness and sulfate showed *A. niger* fungus higher efficiency under study to reduce nitrate and nitrite, phosphate and equal efficiency with *Penicillium sp* in the alkalinity reduce.

keyword. Bioremdation.Fungi.Total petroleum hydrocarbon.

المقدمة

برزت مشكلة التلوث النفطي بسبب التطور التقني السريع في صناعة النفط الذي نتجت عنه زيادة في إنتاجه وزيادة غير منتظمة في استعماله، لذلك ازداد طرح النفط ومشتقاته إلى البيئة لاسيما البيئة المائية لكثرة حوادث النقل(Kvenvolden and Cooper.,2003) وتعد فضلات مصافي النفط وعمليات الشحن

والتفريغ والخزن وحوادث السفن النفطية المصدر الرئيس للنفط الداخل إلى البيئة المائية (Lim *et al.*,1999) .

يعد البترول مزيج من المركبات الهيدروكربونية وتتضمن مجاميع كبيرة ومتنوعة من المركبات العضوية التي تحتوي على عنصري الهيدروجين والكاربون لذلك فان مصطلح HCs يتضمن المركبات العضوية المختلفة الذرات (Ojumu *et al* .,2005) و تعد الهيدروكربونات النفطية من أهم الملوثات البيئية لكونها سامة لمعظم الكائنات الحية الموجودة في البيئة لاسيما الهيدروكاربونات الاروماتية المتعددة الحلقات ، وبسبب طبيعتها الذائبة في الدهون فان لهذه المركبات دوراً كبيراً في التكبير الاحيائي من خلال انتقالها في السلسلة الغذائية وانها تمتلك خصائص مطفرة ومسرطنة (Kanaly and Harayama, 2000; Toledo *et al.*, 2006) .

لقد برزت أهمية المعالجة الاحيائية للملوثات في السنين الأخيرة مع زيادة تسرب المشتقات النفطية كطريقة متطورة تستخدم الاحياء المجهرية الطبيعية لاختزال تركيز وسمية مواد كيميائية مختلفة مثل مشتقات البترول والهيدروكربونات الاروماتية والالفاتية والمذيبات الصناعية بسبب قدرة عدد من الاحياء(فطريات وبكتريا) على التكسير الاحيائي للمركبات الهيدروكربونية (Atlas and Bartha,1972) وتحويلها الى مواد بسيطة من الماء وثاني اوكسيد الكاربون ومواد وسطية تستخدمها الفطريات كمصدر وحيد للكاربون والطاقة (Ewis *et al* .,1998) وتؤثر الأحياء المجهرية (كالبكتريا والفطريات) تأثيراً مهما في التحليل الاحيائي للمواد الهيدروكاربونية (Benner .,1990) . وقد تزايدت الدراسات حول استغلال الاحياء المجهرية للهيدروكاربونات التي لها القدرة على استهلاك المركبات الهيدروكاربونية كمصدر وحيد للكاربون وللطاقة وتخليص البيئة من هذه الملوثات النفطية ومشتقاتها واستغلال الهيدروكاربونات كوسط زرعي لإنتاج العديد من المواد النافعة كإنتاج البروتين والدهون والفيتامينات والمستحلبات الاحيائية وغيرها (الحيدري ،1989)

تمتاز الأحياء المجهرية المستهلكة للهيدروكاربونات بقدرتها على تفكيك معظم مكونات النفط، ومستقرة وراثياً ، ولها القدرة على التكاثر بسرعة، وتمتلك إنزيمات التفكك والقدرة على منافسة الأحياء الأخرى الموجودة طبيعياً في موقع التلوث وأخيراً تمتاز بعدم أحداث تأثيرات جانبية سلبية وغير مرضية او منتجة لمواد ايضية سامة (Atlas,1977).وبينت دراسة إلى أن الأعفان التي تعود إلى جنس *Aspergillius sp.* و *Penicillium sp.* و*Fusarium* و*Amorphoteca* و *Neosartoya* والخمائر مثل *Candida* و *Pichia* أظهرت كفاءة عالية في إزالة الملوثات النفطية (Chaillan *et al.*,2006).

هدف الدراسة

- دراسة امكانية معالجة الهيدروكربونات النفطية المتخلفة من مصفى النجف بوساطة بعض الفطريات وذلك بما يأتي :

1-عزل وتشخيص الفطريات من الفضلات المائية والترب المحيطة بها من داخل مصفى النفط في النجف .

2- اختبار قابلية بعض الفطريات المعزولة ذات التردد الاعلى في اختزال المركبات الهيدروكربونية من مياه فضلات مصفى النجف وبعض الملوثات الاخرى مثل التوصيلية الكهربائية والملوحة والمواد الذائبة الكلية والعسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنيسيوم والقاعدية والنترات والنتريت والفوسفات الفعالة و الكبريتات.

المواد وطرائق العمل

جمع النماذج Samples collection

جمعت العينات بواقع مرتين خلال فترة البحث توزعت كالآتي قناني زجاجية معقمة ومعتمة عدد (6) سعة (2.5) لتر من مياه الفضلات من عدة أماكن متفرقة من المجرى الذي تطرح فيه فضلات مصفى النجف وقد تم خلطها لعمل عينه مركبة و (6) نماذج من التربة المحيطة بالمجرى .

زرع النماذج Sample culture

وُزِن (0.5) غم من التربة المجمعة والممزوجة جيدا وعُلِّقت في (100) مل من الماء المقطر المعقم وتم إضافة (0.5) مل من المعلق لكل نموذج ووضع في طبق وأضيف إليه (20) مل من الوسط الزرعي PDA بواقع (3) مكررات لكل عينه ، وحُرِكّت حركة دائرية خفيفة في كل الاتجاهات لضمان تجانس الوسط واللقاح ثم تركت لتتصلب بدرجة حرارة 28 ±2م° لمدة (7) أيام ، نُقِلت لقاحه من أي مستعمرة تظهر الصفات الزرعية لمزرعة الفطر وفقا لما ذكره . (Raper, and Fennel, 1965) واستعملت الاوساط الزرعية (وسط اكار البطاطا دكستروز و وسط اكار الزابك و وسط البطاطا دكسنروز السائل)

تصميم التجربة Experience design

عرضت مياه الفضلات الصناعية لمصفى النجف للفطريات التي أظهرت أكثر عددا ضمن الفطريات المعزولة من التربة والمياه وهي *Pencillium sp.* و *A.terrus* و *A.niger* وقد صممت التجربة لمدة (7) ايام واخذت النماذج من المياه تحت التجربة لاجراء الفحوصات المختلفة في اليوم الأول والثالث والخامس والسابع فضلا عن نموذج السيطرة (بدون اضافة اللقاح الفطري) لغرض دراسة امكانية هذه الفطريات في معالجة المركبات الهيدروكربونية و بعض الملوثات الاخرى .

قصل الهيدروكربونات من مياه الفضلاتSeparation of hydrocarbons from the waste water

تم استخلاص المركبات الهيدروكربونية النفطية الممزوجة بالفضلات الصناعية باستعمال قمع فصل سعة (1L) وذلك بمزج 50 مل الماء الصناعي مع (99.8%) diethyl ether بنسبة 3:1 (v/v) مع الرج لمدة (10) دقائق بدرجة حرارة الغرفة إذ تنفصل الطبقة العضوية فوق طبقة الماء وتم سحبها من الأسفل، ثم غسلت الطبقة المائية مرة اخرى بـــ (50) مل من ثنائي اثيل ايثر ثم رشحت وجمعت بدورق نظيف وجاف (Nadalig *et al* .,2000) .

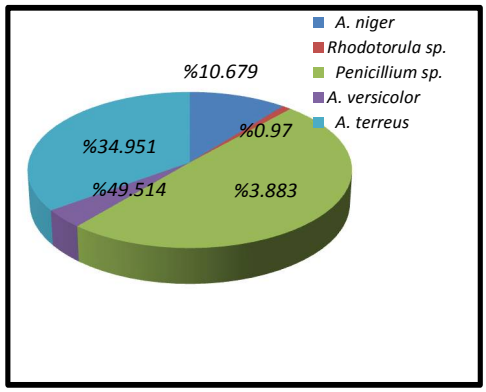
الفحوصات الفيزيائية والكيميائية Physical &Chemical Analysis

تم قياس كلا من الاس الهيدروجيني والتوصيلية والمواد الذائبة الكلية باستعمال (Multi meter) والملوحة باستعمال الطريقة الحسابية والعسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنيسيوم والقاعدية والنتريت باستعمال الطرائق الموضحة في(APHA,2005) والنترات والفوسفات والكبريتات باستعمال الطرائق الموضحة في (APHA,2003)وتم تقدير الكتلة الحيوية حسب الطريقة الموضحة في (Ko and Ya,1970).

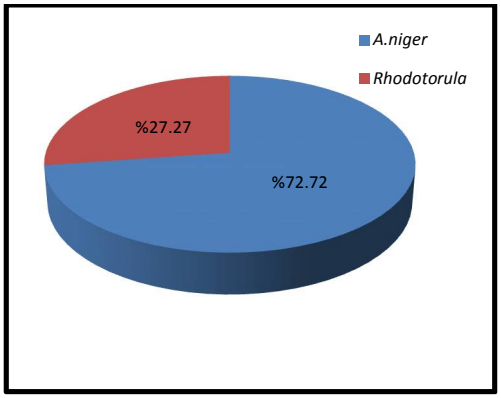
النتائج والمناقشة Results and Discussion

بينت النتائج سيادة لفطر *Penicillium sp.* بالمناطق الملوثة بالنفط شكل رقم (1و2) وتوافق مع ماذكره (April *et al.*,2000;Saraswathy and Hallberg,2002 ;Juhasz and Naidu,2000) في أن فطر *Penicillium sp.* من الفطريات الأكثر سيادة بالمناطق الملوثة بالنفط لامتلاكه قدرة على الاندماج السريع مع مكونات التربة الملوثة وعلى النمو والتكاثر في بيئات تنخفض بها تركيز المغذيات والرطوبة والاس الهيدروجيني ومما يزيد من اهمية هذا النوع من الفطريات قدرته على تكوين السبورات

(Mollea *et al* .,2005;Potin *et al* .,2004). وتكمن اهمية *Penicillium sp.* في قدرته على انتاج الانزيمات بصورة كمية ونوعية بعد تنمية الفطر على وسط يحتوي على تراكيز مختلفة من النفط الخام وقدرة على تحمل التراكيز العالية من الملوثات الهيدروكربونية وتكوين مستعمرات كثيفة (Mohsenzadeh *et al* .,2012) وان النقص الحاصل في قيم المركبات الهيدروكربونية يرجع الى استخدامها في بناء جدار الخلية وزيادة الكتله الحيوية (Haferburg *et al* .,1986).



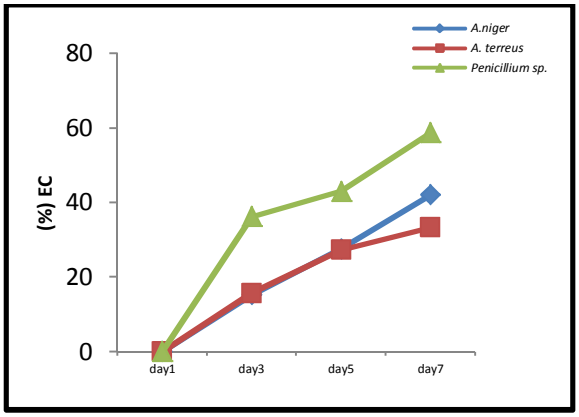
شكل(1) النسبة المئوية لأنواع الفطريات المعزولة من التربة في مصفى النجف النفطي (%)



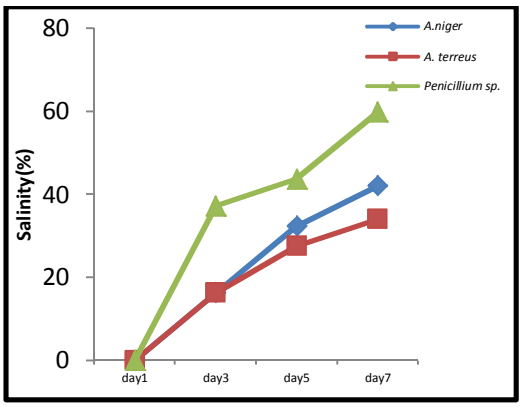
شكل(2) النسبة المئوية لأنواع الفطريات المعزولة من مياه فضلات مصفى النجف النفطي (%)

التوصيلية الكهربائية والملوحة والمواد الذائبة الكلية

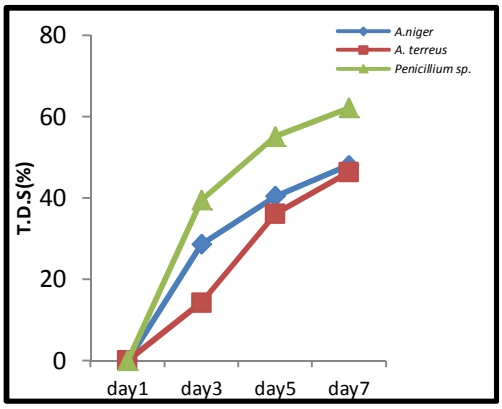
أظهرت نتائج الدراسة أن مياه فضلات مصفى النجف ذات توصيلية عالية بلغت 970 مايكروسيمنز/سم وقد انخفضت الى 400 مايكروسيمنز/سم عند معاملتها بالفطريات المفردة اذ سجلت اعلى قيمة للفطر *Penicillium sp.* في اليوم السابع من مدة التجربة بنسبة مئوية بلغت (58.8 %) شكل (3) يليه الفطر *A.niger* بنسبة (42.07%) ثم الفطر*A.terreus* بنسبة (33.3"%)، وأن ارتفاع هذه القيمة يرجع الى ان المتدفق محمل بالأيونات والاملاح الذائبة (Al-Lami,2002) وأن النقصان بالتوصيلية خلال مدة التجربة نتيجة تأثر الاملاح الموجودة في العينات الملوثة ربما بسبب استخدام الاحياء المجهرية الى المغذيات الصغيرة (micro –nutrient) وامتصاص الايونات المتكونه نتيجة تكسير الهيدروكربونات والاستفادة منها في زيادة الكتلة (Abu and Akomah ,2008 ; Zhu *et al* .,2001) وقد وجد اختلاف في قابيلة الفطريات المفردة في تقليل الملوحة لمياه فضلات مصفى النجف حيث سجل فطر *Penicillium sp.* اعلى نسبة مئوية للازالة بلغت (59.8%) في اليوم السابع من مدة التجربة وتصنف مياه فضلات مصفى النجف بانها مياه متوسطة الملوحة حسب تصنيف مختبر الملوحة الامريكي التي تراوحت بين(0.62-0.18) جزء بالالف نتيجة طرح المياه الحاوية على الاملاح والايونات مع الفضلات (Bartram and Ballance,1996) وتشير نتائج الدراسة الى وجود نسبة عالية من المواد الذائبة الكلية والتوصيلية الكهربائية مما يرفع قيمة الاملاح الذائبة بالماء (Wetzel,2001) مما يُعزا انخفاض تركيز TDS الذي يرتبط مع تركيز العسرة وتركيز الملوحة إلى إن المواد الذائبة الكلية هي عبارة عن كاربونات وبيكاربونات وكلوريدات وكبريتات ونترات وصوديـــوم وبوتاسيوم وكالسيوم ومغنيسيوم (EPA , 1986)



شكل(3) النسبة المئوية لانخفاض التوصيلية الكهربائية لمياه فضلات مصفى النجف



شكل(4) النسبة المئوية لازالة الملوحة لمياه فضلات مصفى النجف

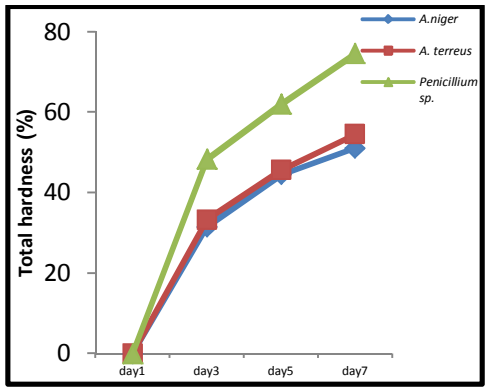


شكل(5)النسبة المئوية لازالة المواد الذائبة الكلية لمياه فضلات مصفى النجف

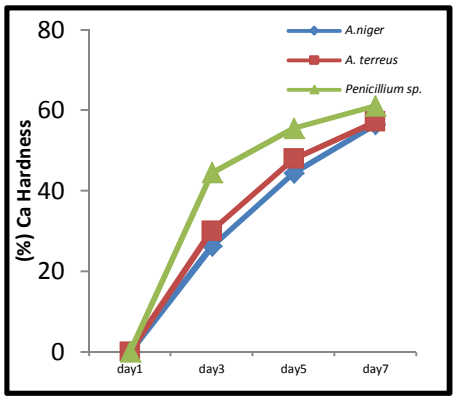
العسرة الكلية وعسرة الكالسيوم والمغنيسيوم والقاعدية

العسرة هي وجود ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء (Bartram and Balance,1996) وتحتاج الاحياء الفطرية الايونات الموجبة كالكالسيوم والمغنيسيوم فضلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم بتراكيز اقل ويؤثر تركيزها في التنظيم الازموزي للاحياء المجهرية (Wetzel and Likens,2000 .وتعد مياه فضلات مصفى النجف النفطي عسرة جدا حسب تصنيف كيفن (Kevin, 1999) وانها عسرة كالسيوم وقد يُعزا ذلك الى زيادة تحلل المواد العضوية التي تزيد من انتاج ثاني اوكسيد الكاربون ومن ثم الزيادة في تحول كاربونات الكالسيوم غير الذائبة الى بيكاربونات الكالسيوم الذائبة(Salpekar,2008).وبينت النتائج أن هناك اختلافاً في نسبة إزالة العسرة الكلية بفعل الفطر الواحد لمياه فضلات مصفى النجف اذ بلغت اعلى قيمة عند المعاملة بالفطر *Penicillium sp.* (74.6%) خلال اليوم السابع من مدة التجربة وسجل كلا من*A.niger* و *A.terreus* (51.11%)، (54.5%) على التوالي شكل (6) أما نسبة ازالة عسرتي الكالسيوم والمغنيسيوم فقد كانت أعلى نسبة عند المعاملة بفطر*Penicillium sp.* حيث بلغت (61.1 %) و(89.27%)على التوالي كما في شكل (7 و8) .

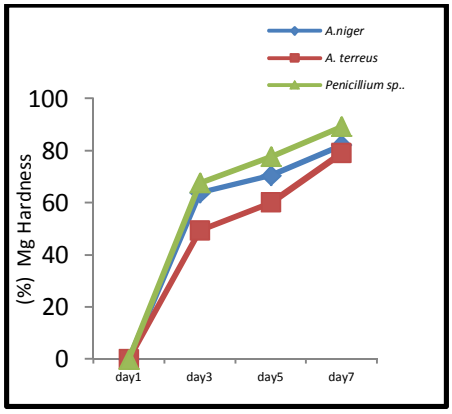
تعد القاعدية دالة لمحتوى المياه من الكاربونات والبيكاربونات والهيدروكسيدات(APHA,1999) وتتأثر قيم القاعدية بدرجة الحرارة وزيادة تحلل المواد العضوية وزيادة تركيز CO_2 وتركيز المغنيسيوم(Wetzel ,2001) وأظهرت النتائج انخفاضاً في قيم القاعدية مياه فضلات مصفى النجف ذات قيم قاعدية عالية ويعزا ذلك إلى نشاط الاحياء المجهرية في تكسير المواد العضوية حيويا مثل تحويل كاربونات الكالسيوم الى بيكاربونات(Weiner,2000) و تكوين حامض الكربونيك في الماء (Smith,2004) أو بسبب تكون ثاني أوكسيد الكاربون كناتج نهائي لعمليات المعالجة الاحيائية الذي يرتبط بالماء مما يقلل القاعدية وسجل كلا من الفطرين *Penicillium sp.* و *A.niger* أعلى نسبة مئوية لازالة القاعدية بلغت (75.2%) في اليوم السابع من مدة الدراسة وسجل *A.terreus* اقل نسبة مئوية لازالة القاعدية (66.6%) شكل(9)



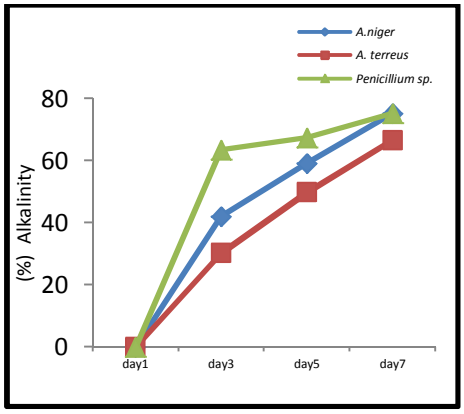
شكل(6) النسبة المئوية لازالة العسرة الكلية لمياه فضلات مصفى النجف



شكل(7) النسبة المئوية لازالة عسرة الكالسيوم لمياه فضلات مصفى النجف



شكل(8) النسبة المئوية لازالة عسرة المغنيسيوم لمياه فضلات مصفى النجف



شكل (9) النسبة المئوية لازالة القاعدية لمياه فضلات مصفى النجف

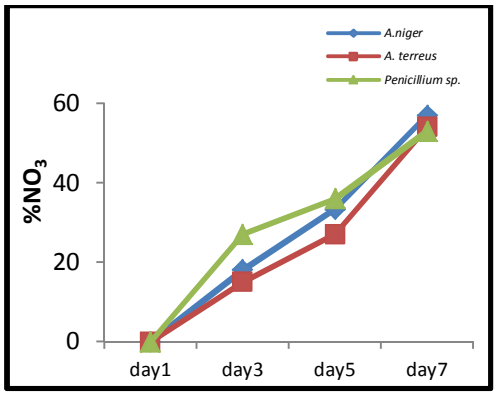
النترات والنتريت والفوسفات

تعد المغذيات من المحفزات الحياتية (Biostimulation) والمحددة لعمليات التفكيك الحياتي نظراً لأهمية هذه العناصر في نمو الأنزيمات وبنائها التي تستخدمها الكائنات الحية في تكسير الهيدروكاربونات.

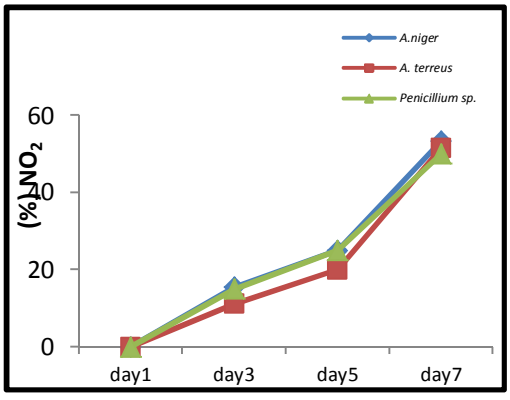
(Atlas,1984) . ويعد الكاربون عنصراً اساسياً من المغذيات التي تحتاجها الاحياء المجهرية والمتوفر في الفضلات النفطية فضلا عن المغذيات الاخرى مثل الفوسفور والنتروجين ،وان توازن المغذيات الاساسية الامثل لنجاح عمليات المعالجة الحيوية هي C N P يساوي 100:10:4بشكل عام (1ppm) من الامونيا (نتروجين الامونيوم) و 0.4 من الفوسفات الفعالة(orthophosphate) (Abu and Ogiji,1996 ; Zhu *et al* .,2001) وتباينت نسبة الانخفاض في تركيز النترات خلال ايام المعاملة وسجل فطر *A.niger* اعلى نسبة مئوية للازالة بلغت (63.6%) شكل (10) يليه فطر *Penicillium sp.* بنسبة (61.8 %) و فطر *A.terreus* بنسبة (60%) في حين سجل فطر *A.niger* أعلى نسبة مئوية لازالة النتريت بلغت (٥٣.٣%) شكل(11) والفوسفات (٥٧%) شكل (12)

الكبريتات

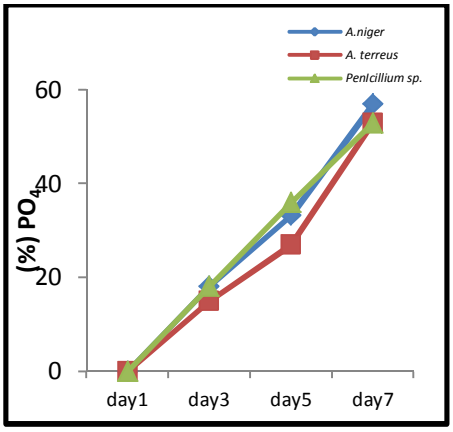
يتضح من الشكل (13) وجود اختلاف في قابلية الفطريات المفردة في تقليل الكبريتات لمياه فضلات مصفى النجف تراوحت بين(٢٤٣.٣-٧٠٠.٢) ملغم/لتر حيث سجل فطر *Penicillium sp.* أعلى نسبة مئوية بلغت (٦٥.٢%) في اليوم السابع من مدة التجربة في حين بلغت النسبة المئوية لازالة الكبريتات(57.1%) و(47.8%) للفطرين *A.niger* و *A.terreus* على التوالي ،واظهرت النتائج زيادة قيمة الكبريتات في العينات الاصلية لمياه فضلات مصفى النجف نتيجةً لطرح الفضلات السائلة الحاوية على الكبريتات الناتجة من تكريرالنفط مع الماء (المفرجي والعزاوي، 1991) . وأن أيون الكبريتات يدخل في تركيب أجزاء النفط الخام مثل البارافينات وalkIthiol وthiophens (Atlas,1981) تستخدمه الاحياء المجهرية لانتاج الاحماض الامينية الكبريتية (Sulfydryl amino acide) والفيتامينات(Walker,2004) وقد يرجع الانخفاض في قيمة الكبريتات الى استخدامه كمستقبل للالكترون من قبل الاحياء في حالات التلوث القوي بالنفط الخام (Gaylarde *et al.*,1999).



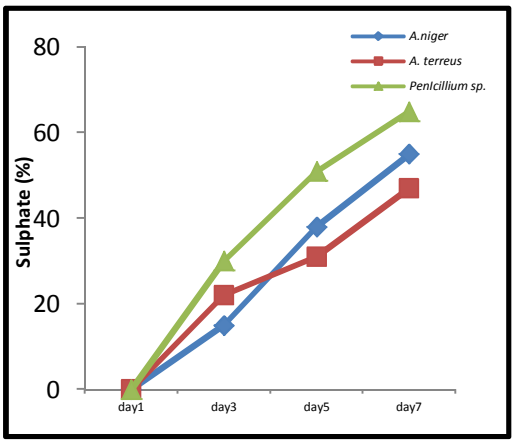
شكل(10) النسبة المئوية لازالة النترات لمياه فضلات مصفى النجف



شكل(11) النسبة المئوية لازالة النتريت لمياه فضلات مصفى النجف



شكل(12) النسبة المئوية لازالة الفوسفات لمياه فضلات مصفى النجف



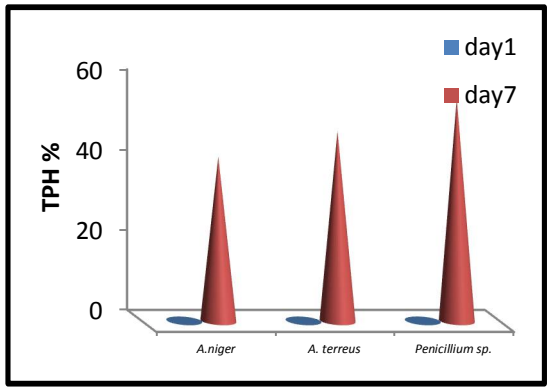
شكل(13) النسبة المئوية لازالة الكبريتات لمياه فضلات مصفى النجف

المركبات الهيدروكربونية النفطية الكلية (TPH) Total Petroleum Hydrocarbons

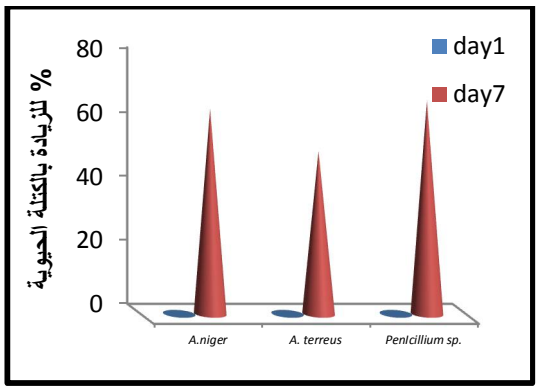
اظهرت نتائج الدراسة انخفاض قيمة المركبات الهيدروكربونية الكلية خلال اليوم السابع من مدة التجربة يعزا الى تكسير تلك المركبات بفعل الفطريات واستعماله كمصدر وحيد للكاربون وللطاقة (Adekunle and Adebambo.,2007) و طرح غاز ثنائي اوكسيد الكاربون والماء والطاقة لاستعمالها لزيادة الكتلة الحيوية وبناء الانزيمات الضرورية للتكسير (Keeler,1991) فقد وجد في بعض الدراسات إن فطر *Penicillium sp.* قد سجل اعلى نسبة نشاط لإنزيم Catalase ونلاحظه أقل في انواع *Aspergillius sp.* وكذلك انزيمي peroxidase&phenol oxidase وتطوير انزيمات جديدة مثلHydrolaseepoxide ذات دور رئيس في عملية التكسير الاحيائي للنفط ومشتقاته (Kotik *et al*,.2005;Ugochukwu *et al* 2008).فقدرة الازالة الكبيرة للـــ TPH ترجع الى تكيف تلك الفطريات مع المكونات الملوثة وبالتالي تطوير نظام انزيمي خاص بها استطاعت تكسير المركبات العضوية ذات اوزن جزيئية عالية (Alexander,1999) وافرازها انزيمات تكسر المواد الهيدروكربونية المعقدة الممزوجة مع النفط الخام في التربة(Bossert and Bartha,1984) والبيئة المائية النهرية (Cooney,1984) والبيئة البحرية (Floodgateg,1984)اذ بلغت اعلى نسبة مئوية عند المعاملة بالفطر *Penicillium sp* (50.63 %) خلال اليوم السابع من مدة التجربة وسجل كلا من *A.niger* و *A.terreus* (41%)،(47.4%) على التوالي شكل(14)

الكتلة الحيوية Biomass

بينت النتائج أن هنالك زيادة متدرجة في النمو بمرور مدة الحضانة ووصلت العزلات الفطرية إلى اكبـــر نمو في اليوم السابع وجاءت هذه النتائج متوافقة مع ما ذكره (Adekunle and Adebambo,2007)على قدرة الفطريات على الزيادة والنمو في وسط يحوي على النفط الخـــام او الكيروســـين او الـــديزل او زيـــت المحركات نتيجة استخدام المركبات الهيدروكربونية كمغذيات للزيادة والنمو في وسط PDA وسجلت اعلـــى نسبة مئوية للزيادة للفطر *Penicillium sp.* في اليوم السابع من مدة التجربة بمقدار (66.59)%، شـــكل (15) يليه فطر *A.niger* و*A.terreus* بالمرتبة الثانية والثالثة على التوالي (64.05) % و(50.81) %



شكل (14)النسبة المئوية لازالة المركبات الهيدروكربونية لمياه فضلات مصفى النجف



شكل (15)النسبة المئوية للزيادة بالكتلة الحيوية (غم) لمياه فضلات مصفى النجف

References

الحيدري، نظام كامل و المصلح، رشيد محجوب (١٩٨٩)الاحياء المجهرية الصناعية جامعة بغداد، مطبعة التعليم العالي في الموصل

المفرجي ، طالب كاظم والعزاوي ، شذى سلمان (١٩٩١) . " علم الاحياء المجهرية للتربة والمياه الجزء العملي " ، ديوان العلوم للطباعة – بغداد

A.P.H.A. (American Public Health Association). (1999,2003). Standard methods for examination of water and waste water.20th Ed. Washington DC, USA.

Abu, G. O. and Ogiji, P. A. (1996). Initial test of a bioremediation scheme for the cleanup of an oil-polluted water body in a rural community in Nigeria. Bioresource Technology 58, 7-12.

Abu, G. O., and Akomah, O. N. (2008). A laboratory assessment of anaerobic biodegradation of petroleum hydrocarbons in a typical Niger Delta Wetland. Global Journal of Pure Applied Sciences 14 (1): 97-102.

Adekunle, A.A,and Adebambo, O.A.(2007). Petroleum Hydrocarbon Utilization by Fungi Isolated From Detarium Senegalense (J. F Gmelin) Seeds.

Alexander, M. (1999) . Biodegradation and Bioremediation, Academic Press Inc., E. U. A.

Al-Lami, A.A. (2002). Water and sediment quality of Tigris river before and after Baghdad–Iraq.Iraqi Journal of Biology, 2(2): 289-296(in Arabic).

(APHA) AWWA and WEF. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; APHA, AWWA and WEF, 21st Edition, 2005.

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.

Atlas R. M. and Bartha R (1972). Degradation and Mineralization of Petroleum by two bacteria isolated from coastal waters. Biotechnology and Bioengineering 14(3) 297 – 308.

Atlas, R. M. (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbon. Microbiol. Rev. 45: 180- 209.

Atlas, R.M. (1977). Stimulated petroleum biodegradation. Crit. Rev. Microbiol. 5: 371-386.

Atlas,R.M. (1984). Pathways of hydrocarbon degradation. In petroleum Microbiology. Macmillan Publishing company, 3ed.New York, USA, P.1-15.

Bartram, J. and Ballance, R. (1996). Water Quality monitoring E & FN Spon, An imprint of Chapman & Hall, London.

Benner,B.A.(1990).Polycyclic aromatic hydrocarbons emissions from the combustion of crude oil on water.Environ .Sci .Technol .24 ;1418-1427

Bossert, I.and Bartha, R. (1984). The Fate of Petroleum in Soil Ecosystems. In Petroleum Microbiology, RM Atlas (ed.), Macmillan, New York, pp.453-473.

Chaillan,F. Chaineau,C.H. Point,V. Saliot A.,and Oudot, J. (2006). Factors inhibiting bioremediation of soil contaminated with weathered oils and drill cuttings Environ. Poll. 37: 1490 -1497.

Cooney, J.J. (1984). The fate of petroleum pollutants in freshwater ecosystems. K 03099 Pollution; J 02905 Water; P 2000 Freshwater Pollut.

EPA (1986) . Safe Drinking water Act Amendment by Congress .

Ewis,J.B. Ergas,S.J. Chang,D.P.Y.and Schroeder,E.D. (1998). Bioremediation principles. MacGraw-Hill. Inc , Toronto.

Floodgate, G.D. (1984). The fate of petroleum in marine ecosystems. In RM Atlas, Petroleum microbiology. pp. 355-397. New York: MacMillan

Gaylarde,C.G. Bento, F.M. and Kelley, J .(1999). Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control. Rev Microbiol 30:1–10.

Haferburg,D. Hommel, R. Claus, R.and Kleber, H.P. (1986). Extracellular microbial lipids as biosurfactants. Adv. Biochem. Eng. Biotech. 33:53- 93.

Juhasz, A.L. and Naidu, R. (2000). "Bioremediation of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons: a review of the mi crobial degradation of benzo[a]pyrene". International Biodeterioration & Biodegradation. 45, 57- 88 .

Kanaly,B.A. and Harayama,S. (2000). Biodegradation of high-molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by bacteria. J. Bact. 182(8): 2059-2067.

Keeler, R. (1991). 'Bioremediation', healing the environment naturally. R & D Magazine (2) 34 – 40.

Kevin,R.(1999).Scaling in geothermal heat pump systems. Oregon Institute of Technology ,U.S. Department of Energy.

Kotik,M. Brichac, J,and Kyslik, P.(2005): Novel microbial epoxide hydrolases for biohydrolysis of glycidyl derivatives. J Biotech, 12:364–375.

Ko,P.C. and Ya, L. (1970) Microbiological production of high protein compositions useful as protein additive for mammalia consumption .Ching Sung Brit.,1(201):638 .

Kvenvolden, K.A. and C. K. Cooper.(2003). "Natural seepage of crude oil into the marine environment," Geo-Marine Letters، vol. 23, no. 3-4, pp. 140–146 .

Lim,L.H. R.M.Harrison, and S. Harrad. (1999). The contribution of traffic to atmospheric concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons Environ. Sci. Technol. 33: 3538-3542.

Mohsenzadeh, F. Chehregani, R.A. and Akbari, M. (2012). Evaluation of oil removal efficiency and enzymatic activity in some fungal strains for bioremediation of petroleum-polluted soils.

Mollea,C. Bosco, F.,and Ruggeri, B., (2005). Fungal biodegradation of naphthalene: microcosms studies. Chemosphere 60, 636–643.

Nadaling,T.N.,Raymond,M.Gilewiez and H.Budziniski.(2000). Development of a protocol to study aerobic bacterial degradation of PAHs .Polycyclic Aro .Comp.18:177-192.

Ojumu,T.V., Bello,O.O.and Solomon, B.O.(2005).Evaluation of microbial system for bioremediation of petroleum refinery effluentin Nigeria .Afr .Biotechnol .4(1):31-35.

Potin, O., Rafin, C.,and Veignie, E., (2004). Bioremediation of an aged polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)-contaminated soil by filamentous fungi isolated from the soil. International Biodeterioration& Biodegradation 54, 45–52.

Raper, B.K.and Fennel, D.I.(1965) The Genus Baltimor. Williams and Wilkins Co.

Salpekar, A. (2008). Water pollution. Jnanada Prakashan publishing . New Delhi.

Saraswathy, A.,and Hallberg, R.,(2002). Degradation of pyrene by indigenous fungi from a former gaswork site. FEMS Microbiology Letters 210227–232.

Smith, R. (2004). Current methods in aquatic science. University of Waterloo, Canada.

Toledo, F. L.; Calvo, C.; Rodelas, B. and Lopez, L.G. (2006). Selection and identification of bacteria isolated from waste crude oil with polycyclic aromatic hydrocarbons removal capacities. Syst. Appl. Microbiol. 29: 244-252.

Ugochukwu KC, Agha NC,and Ogbulie JN(2008) Lipase activities of microbial isolates from soil contaminated with crude oil after bioremediation.African J Biotech , 7:2881–2884.

Walker, G.M.(2004)Metal in yeast fermentation processes . Advances in Applied Microbiology,54,197-229.

Weiner, E.R. (2000). Application of Environmental chemistry.Lewis Publisher, London, Newyork.

Wetzel, R. G. (2001). Limnology, lake and river ecosystems. th ed. Academic press, An Elsevier science imprint, SanFrancisco, New York, London.

Wetzel, R.G. and Likens, G.E. (2000). Limnological analyses, 3nd ed.Springer.

Zhu, X., A.D. Venosa, M.T. Suidan and K. Lee, (2001).Guidelines for the bioremediation of marine shorelines and freshwater wetlands.U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.