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

فعالية بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء في معالجة التربة الملوثة ببعض العناصر الثقيلة

صائب جاسم محمد[1]، غسان فارس عطية [2]*، وائل محمد مهدي[3]

1 قسم الثانويات، التعليم الديني، ديوان الوقف السني، العراق
2 قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة سامراء، العراق
3 قسم التقانات الاحيائية، كلية العلوم التطبيقية، جامعة سامراء، العراق

https://doi.org/10.54153/sjpas.2023.v5i1.483

CC BY

معلومات البحث:

تأريخ الاستلام: 2023/02/13
تأريخ القبـــول: 2023/03/26

الكلمات المفتاحية:

معالجة التربة، التلوث، استخدام البكتيريا، المعادن الثقيلة

معلومات المؤلف

الايميل:
saeb.alsamarra17@gmail.com
الموبايل:07709582014

الخلاصة:

تم استعمال بكتريا *Pseudomonas.aeruginosa* و *Staphylococcus.lentus* *ونبات الذرة الصفراء Zea Mays* في معالجة التربة الملوثة بالنفط الخام وبعض العناصر الثقيلة , اظهرت نتائج التحليل الفيزيائي والكيميائي ان تربة الدراسة كانت مزيجية , وان النوعيين البكتيريين حققا نتائج معنوية في ازالة العناصر الثقيلة والنفط الخام من التربة اذ حققت معاملة التداخل B3N1 بعد 60 يوم من المعالجة افضل ازالة لعنصر النحاس والكروم والنيكل والحديد من التربة (4.367 , 7.000 , 10.133 , 270.33 , 2.160)ppm على التوالي عند تركيز تلوث نفطي 6% , مقارنة بمعاملة السيطرة B0N0 التي حققت (8.033 , 15.600 , 19.500 , 541.67)ppm على التوالي للنحاس والكروم والنيكل والحديد والهيدروكربونات , وان معاملة التداخل بين النوعيين البكتيريين ونبات الذرة الصفراء حققت افضل نسبة ازالة للنفط الخام والعناصر الثقيلة ولمختلف التراكيز المستعملة في التجربة , كما ان البكتريا اثرت معنويا في ارتفاع النبات ومساحته الورقية مقارنة بمعاملة السيطرة .

المقدمة

يعرف التلوث البيئي بانه إدخال النفايات والمواد الكيميائية وغيرها من المخلفات للبيئات الطبيعية التي تسبب تغيرا سلبيا على البيئات والكائنات الحية التي تعيش بها [1] ويعد تلوث التربة من المشاكل الكبيرة التي يواجهها الإنسان المعاصر ومن اهم التحديات التي تواجهها التقنية الحيوية والهندسة الوراثية ، وهي بحاجة إلى تظافر الجهود لمعالجته والحد منه , ومما يزيد المشكلة تعقيداً إن للإنسان نفسه الدور الواضح في زيادة خطورته بفعل نشاطاته المختلفة التي أصبحت تهدد الحياة البشرية , فضلاً عن تأثيره على الكائنات الحية الأخرى مما يحدث تغيرا في التوازن الطبيعي للبيئة ومكوناتها المختلفة الحية وغير الحية [2].

أسهمت الثورة الصناعية التي اجتاحت العالم في تخريب البيئة ومعالمها ، إذ حلت الآلة مكان الإنسان واستبدلت الطرق البدائية بطرائق أكثر تطورا ، واستعمل المحركات البخارية التي تحتاج إلى مصادر جديدة للوقود مثل الفحم الحجري والبترول مما نتج عن ذلك حرق مواد كربونية بشكل كبير, فضلا عن الأبخرة المتصاعدة من الصناعات الكيماوية السامة , وان النفط الخام يحتوي على الهيدروكربونات التي تعد من أهم الملوثات البيئية حيث تسبب مشاكل للبيئة التي تتواجد فيها كونها سامة لمعظم الكائنات الحية وإن بعضها مواد مسرطنة فضلا عن احتواء النفط على بعض العناصر الثقيلة مثل (الكادميوم ,الرصاص , النيكل , الزنك , والنحاس) التي تتراكم داخل انسجة الكائنات الحية واغلبها سام وينتقل في السلسلة الغذائية لذا تعد معالجة الهيدروكربونات والعناصر الثقيلة الملوثة للبيئة أحد الأهداف المهمة لتجنيب المحيط الحيوي ضرر هذه المركبات الذي يطول معظم الكائنات الحية ومنها الإنسان [3].

هناك العديد من المصادر لتلوث التربة بالنفط ومنها الوسائل المستخدمة لشحن النفط، مراحل الخزن والتنقية، كما أن الحوادث العرضية والتلقائية تؤدي إلى تدفق النفط، وفي حالات أخرى يرجع تلوث التربة إلى التطبيقات الخاطئة للتخلص من البقايا والترسبات المتراكمة من النفط في مستودعات الخزن ولذلك فإن إسترداد التربة لوضعها الطبيعي يأتي من خلال وسائل المعالجة [4].

تعد التربة أول الموارد الطبيعية المتجددة وركيزة الوجود البشري وقاعدة الإنتاج الزراعي و مصدر غذاء الإنسان وكسائه وأسباب بقائه حيث تعد إحدى مكونات النظام البيئي , ويوجد عدد من وسائل المعالجة للترب الملوثة بالنفط منها وسائل ميكانيكية ، فيزيائية ، كيميائية ، بايولوجية [5], واوضح [6] ان المعالجة الحيوية للملوثات النفطية مهمة وان استعمال البكتريا يعد من اهم المعالجات التي تستعمل في معالجة تلوث التربة بالنفط بمختلف الظروف وعلى نطاق واسع كونها فعالة من حيث التكلفة، وبسيطة في التطبيق ، وأقل استهلاكاً للطاقة وصديقة للبيئة، وبين [7]، ان استعمال اكثر من نوع بكتيري في معالجة التلوث البيئي ضروري جدا لضمان وجود اليات ومسارات متعددة في المعالجة، اذ تعمل البكتريا للوصول الى افضل النتائج ، اضافة لما تمتلكه من مرونة عالية في التلاؤم مع البيئة التي تعيش فيها ، اذ تطور امكاناتها لاستعمال المواد الملوثة كمصادر للكاربون من خلال استعانتها بشبكة من الانزيمات والمسارات الحيوية التي تساعدها في تكسير المواد العضوية الى مركبات وسطية يمكن استعمالها في عملياتها الايضية ، فضلا عن امكانية استعمال المعادن الثقيلة لإنتاج الطاقة من خلال دورات الاكسدة والاختزال.

ان للنباتات لا سيما نبات الذرة الصفراء دور مهم وحيوي في معالجة التربة من الملوثات النفطية والعناصر الثقيلة السامة التي يحتويها النفط [8]، وتعمل النباتات على تفكيك بعض السلاسل المعقدة للمركبات الهيدروكربونية وزيادة أكسجة التربة وامتصاص بعض العناصر الثقيلة وهذا ينعكس بالايجاب على تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية التربة[9] ، وبين [10] ان استعمال البكتريا والنبات معا في معالجة التلوث النفطي للتربة اعطى نتائج ايجابية افضل من استعمال البكتريا او النبات على انفراد في استعادة الترب الملوثة وتحسين صفاتها وتحقيق نسبة ازالة عالية جدا للملوثات بفعل الدعم التآزري للبكتريا والنبات الذي ادى الى تقليل الاجهادات وزيادة فرصة البقاء لبعضهما.

لذا هدفت الدراسة الى: اختبار أفضل عزلة بكتيرية في ازالة الملوثات الهيدروكربونية والعناصر الثقيلة. تقييم مدى كفاءة التداخل بين انواع البكتريا المستعملة في الدراسة ونبات الذرة في ازالة الهيدروكربونات النفطية وبعض العناصر الثقيلة. تأثير النفط الخام على بعض الصفات الخضرية لنبات الذرة الصفراء.

موقع جمع عينات التربة الملوثة بالمخلفات النفطية

اختير مستودع نفط القلعة في حي القلعة، قضاء سامراء/ محافظة صلاح الدين، لأخذ عينات من تربته الملوثة بالنفط بتاريخ 2022/2/15م للتعرف على بعض انواع البكتريا الموجودة فيها ودراسة قابليتها على ازالة الملوثات النفطية من التربة, اذ اخذت خمسة عينات تربة بعمق 30 سم بعد ان رفع 2 سم من سطح التربة وبكمية 1 كغم لكل عينة موزعة على الموقع, اربعة منها على جوانب الموقع بالاتجاهات الاربعة والخامسة من منتصف الموقع, وجمعت هذه العينات سوية وخلطت بشكل جيد وجففت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم وحفظت بأكياس من البولي اثيلين ونقلت الى المختبر لحين فحصها.

موقع الدراسة وتصميم التجربة

اجريت تجربتان الأولى مختبرية تضمنت زراعة التربة الملوثة بالنفط في اطباق بتري في مختبرات قسم علوم الحياة - كلية التربية - جامعة سامراء وبواقع ثلاث مكررات للتعرف على بعض الانواع البكترية الموجودة فيها وتشخيصها ، وتضمنت التجربة الثانية الأصص الزراعية في الموسم الصيفي للعام 2022م ، ونفذت في ناحية المعتصم – قضاء سامراء باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D لدراسة امكانية وقدرة نبات الذرة *Z.mayz* في معالجة التربة من الملوثات النفطية والعناصر الثقيلة وكذلك اختبار امكانية افضل عزلتين بكتيرية حصلنا عليها من موقع الدراسة والتي شملت بكتريا *P.aeruginosa* وبكتريا *S.lentus* على تحطيم الملوثات النفطية في التربة والعناصر الثقيلة ومدى فعالية التداخل بين النبات المستعمل قيد الدراسة والانواع البكتيرية في تحسين المعالجة , واستعمل اختبار دنكن لدراسة الفروقات بين المعاملات .

التجارب المختبرية

تشخيص العزلات البكتيرية

عزلت الأجناس البكتيرية المستعملة قيد الدراسة من عينات التربة الملوثة وشخصت البكتيريا بشكل أولي عن طريق ملاحظة الصفات المزرعية للمستعمرات النامية على الأوساط الزرعية المستخدمة من حيث حجم وأرتفاع ولون المستعمرة وحضرت مسحات رقيقة وصبغت بصبغة كرام لملاحظة أشكال الخلايا وترتيبها وقابليتها للأصطباغ بهذه الصبغة [6].

تهيئة الحامل

استعمل حامل البتموس Peat moss المصنع من قبل منظمة الفاو FAO العالمية باعتباره ناقلاً جيداً يستعمل على نطاق واسع في مجال التسميد الحيوي , ونخلت كمية مناسبة من البتموس بمنخل معدني مشبك قطر فتحاته 2 ملم ووزع المنخول بأوزان متساوية 250 غم في أكياس بلاستيكية مصنعة من (البولي اثلين) المقاوم للحرارة العالية، مع التأكد من صحة الاس الهيدروجيني المشار اليه ضمن التعليمات الموجودة على عبوة الشركة المصنعة للبتموس pH (7.2)، ثم رطبت مادة البتموس في الأكياس بمقدار 20% من وزن الحامل، وبعدها أغلقت جزئياً لتعقيم المادة الحاملة بالمؤصدة في درجة حرارة 121°م وضغط 15 بار لمدة 30 دقيقة مع تكرار التعقيم ثلاث مرات متتالية، وتركت الأكياس لتبرد مع احكام غلقها قبل إخراجها من جهاز المؤصدة، ثم اختبرت عينات عشوائية من الحامل للتأكد من خلوه من الاحياء الدقيقة وذلك بأخذ واحد مل من التخفيف الأول ونمي على وسط Nutrient agar وبعد الحضانة تم التأكد من سلامة الحامل [11] .

تحضير لقاحات الاجناس

عقمت منطقة الحقن في جدار كل كيس معبأ بالبتموس قبل البدء بعملية إضافة اللقاح وذلك باستعمال قطعة من القطن الطبي مبللة بالكحول الاثيلي تركيز70%، ثم حقن اللقاح السائل في طور النمو اللوغارتمي أعلاه للعزلات البكتيرية تحت ظروف معقمة باستعمال محاقن طبية سعة 20 مل في منتصف كتلة الحامل بصورة مائلة لضمان عدم ثقب الجدار المقابل للكيس، وكان حجم اللقاح المضاف بمقدار 10 مل لإيصال رطوبة الحامل المعقم والملقح إلى نسبة 50 - 60 % من وزن الحامل ، وبعد إتمام الحقن أغلقت فتحة الحقن مباشرةً باستعمال شريط ورقي لاصق سجل عليه المعلومات الخاصة بالتجربة , وحرك الحامل الملقح بوساطة اليد لتوزيع اللقاح على جميع أجزاء الحامل في الكيس الواحد , ثم حضن في الحاضنة بدرجة حرارة 30°م لمدة 7 أيام مع التقليب اليومي بعدة اتجاهات [12]. بعدها قدرت أعداد الخلايا البكتيرية للسلالات الحية في الحامل الملقح بطريقة التخفيف والعد المباشر في الأطباق وذلك قبيل تلقيح التربة بإذابة 20 غم من اللقاح المصنع والممزوج جيدا في 180 مل من الماء المعقم تحت ظروف معقمة، وعلق الخليط بالتحريك المستمر لمدة 30 دقيقة. حضرت سلسلة من التخفيف، ثم أخذ 0.1 مل من التخفيف 10^{-8} ونشر بالناقل على وسط الاكار المغذي، ثم حضنت الأطباق المزروعة في درجة حرارة 28 °م لمدة 7 أيام وفحص النمو البكتيري لها قبل تلقيح التربة بالحامل، وبعدها اضيف 250 غم من حامل البتموس الملقح بالكتيريا الى كل المعاملات حسب نوع كل معاملة، وبعد 7 ايام من اضافة الحامل الى التربة اجريت زراعة مختبرية للتربة على وسط الاكار المغذي للتأكد من نمو وكثافة الانواع البكترية المستعملة

تعريف المختصرات

P : نسبة التلوث النفطي

N0 : بدون نبات الذرة لصفراء

N1 : وجود نبات الذرة الصفراء

B1 : بكتريا *Staphylococcus.lentus*

B2 : بكتريا *Pseudomonas.aeruginosa*

B3 : التداخل بين النوعين البكتيريين *Pseudomonas.aeruginosa*

النتائج والمناقشة

جدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل التلويث النفطي

الصفة		القيمة	الوحدة
pHتفاعل التربة (الاس الهيدروجيني)		7.3	-
EC التوصيل الكهربائي		7.52	ديسيسيمنز. م$^{-1}$
OMالمادة العضوية		3.1	غم. كغم$^{-1}$ تربة
النحاس		5.4	ppm
الكروم		13.6	
الزنك		19	
الحديد		483	
النيكل		16.6	
الايونات السالبة الذائبة	CO_3^{-1}الكربونات	0.2	ملغم. كغم$^{-1}$
	HCO_3البيكربونات	11.8	
	SO_4^{-2}الكبريتات	14.76	
الايونات الموجبة الذائبة	Mg^{+2}المغنيسيوم	30.11	
	Na^{+}الصوديوم	34.33	
	Ca^{+2} الكالسيوم	12.2	
مفصولات التربة	الرمل	40.48	غم. كغم$^{-1}$ تربة
	الغرين	32.42	
	الطين	27.10	
النسجة		تربة مزيجية	

تراكيز بعض انواع العناصر الثقيلة في التربة بعد 60 يوم من المعالجة

تركيز عنصر النحاس (Cu) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة:

يبين الجدول (2) تأثير المعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* في متوسط تراكيز عنصر النحاس في التربة بعد 60 يوم من عملية المعالجة .

فبالنسبة لمستويات التلوث النفطي المستعمل توضح نتائج الجدول الى وجود فروقات معنوية في متوسطات تركيز عنصر النحاس في التربة , اذ اعطى مستوى التلويث 0% انخفاضا معنويا في متوسط تركيز عنصر النحاس في التربة بلغ (2.6167)ppm مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 6% متوسط تركيز لعنصر النحاس (6.1042) ppm , ان سبب زيادة متوسط تركيز العنصر بزيادة تركيز التلوث النفطي قد يعود الى احتواء النفط الخام المضاف على عنصر النحاس وبذلك كلما زادت نسبة النفط الخام في التربة زاد تركيز عنصر النحاس معها وبالعكس [13] , [14] .

اما فيما يخص نوع المعالجة الحيوية فقد بين الجدول (2) بان هناك فروقات معنوية بين مختلف مستويات المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معاملة المعالجة (B3N1) محققة اقل متوسط لتركيز عنصر النحاس بلغ (2.992) ppm , بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N0) اعلى متوسط تركيز لعنصر النحاس بلغ (6.553) ppm .

وتظهر نتائج الجدول (2) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في تركيز عنصر النحاس في التربة , اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اقل تركيز لعنصر النحاس بلغ (1.567)ppm وتلتها متفوقة معنويا على بقية معاملات التجربة معاملة التداخل بين بكتريا *P.aeruginosa* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B2N1) بتركيز (1.800) ppm عند نفس مستوى التلويث النفطي , وان اعلى تركيز لعنصر النحاس بلغ (8.033)ppm كان في معاملة السيطرة B0N0 عند تركيز تلويث نفطي 6%.

ان سبب انخفاض تركيز النحاس عند استعمال نبات الذرة الصفراء *Z.mays* في المعالجة قد يعود الى قابلية نبات الذرة الصفراء على امتصاص النحاس من التربة وتخزينه في كتلته الحيوية, كما ان استعمال البكتريا خفض تركيز النحاس في التربة

وهذا قد يعود الى قدرة بكتريا *P.aeruginosa* و *S.lentus* على امتزاز النحاس من التربة , وان التآزر مابين النبات والبكتريا حقق اعلى نسبة ازالة والذي قد يعزى الى تضافر قوى الإزالة مابين النبات والبكتريا ومساعدة البكتريا للنبات على امتصاص العناصر الثقيلة بفعل تقليل الاجهاد البيئي على النبات [15] , وهذه النتائج تتوافق مع ما حصل عليه الباحثون [16] في تخفيض العناصر الثقيلة عند استعمالهم نبات الذرة والبكتريا في معالجة التربة الملوثة بها .

جدول (2) تأثير بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء على تركيز عنصر النحاس في التربة بعد 60 يوم من المعالجة بوحدة ppm

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N0	5.033 ef	6.100 cd	6.967 b	8.033 a	**6.533 a**
B0N1	2.367 kl	3.767 hi	5.067 ef	6.300 bc	**4.375 cd**
B1N0	3.200 ij	4.467 g	5.633 de	6.867 b	**5.042 b**
B1N1	2.067 lm	3.133 ij	4.300 g	5.500 de	**3.750 e**
B2N0	2.600 jk	4.033 gh	5.300 e	6.500 bc	**4.608 bc**
B2N1	1.800 lm	2.833 ijk	4.133 gh	5.200 e	**3.492 ef**
B3N0	2.300 kl	3.533 hi	4.867 fg	6.067 cd	**4.192 d**
B3N1	1.567 m	2.433 jkl	3.600 hi	4.367 g	**2.992 f**
متوسط التركيز	**2.6167 d**	**3.7875 c**	**4.9833 b**	**6.1042 a**	

*الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها

تركيز عنصر الكروم (Cr) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة:

يشير الجدول (3) الى مدى تأثير المعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء في متوسط تراكيز عنصر الكروم في التربة بعد 60 يوم من عملية المعالجة.

اذ اشارت نتائج الجدول الى وجود فروقات معنوية في متوسطات تركيز عنصر الكروم في التربة باختلاف مستويات التلويث النفطي المستعمل , اذ اعطى مستوى التلويث 0% انخفاضا معنويا في متوسط تركيز عنصر الكروم في التربة بلغ (8.299)ppm مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 6% اعلى متوسط تركيز لعنصر الكروم بلغ (10.121)ppm , ان سبب زيادة متوسط تركيز العنصر قد يعود الى احتواء النفط الخام على عنصر الكروم في تركيبه , ولذلك نلاحظ ارتفاع نسبة عنصر الكروم في التربة كلما زادة نسبة اضافة النفط الخام اليها [17].

اما فيما يخص نوع المعالجة باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء فقد بين الجدول (3) بان هناك فروقات معنوية بين مختلف مستويات المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معنويا معاملة المعالجة (B3N1) محققة اقل متوسط لتركيز عنصر الكروم بلغ (6.375) ppm , بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N0) اعلى متوسط تركيز لعنصر الكروم بلغ (14.358) ppm .

وتظهر نتائج الجدول (3) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في تركيز عنصر الكروم في التربة، اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اقل تركيز لعنصر الكروم بلغ (6.000)ppm , وان اعلى تركيز لعنصر الكروم بلغ (8.033)ppm كان عند تركيز تلويث نفطي 6% في معاملة السيطرة B0N0 .

قد يرجع سبب انخفاض تركيز عنصر الكروم عند استعمال بكتريا *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* الى امتصاص عنصر الكروم من التربة عن طريق الجذور وانتقاله الى اجزاء النبات المختلفة والاستفادة من جزء بسيط منه في التغذية فضلا عن ان عنصر الكروم سهل الامتصاص من التربة والانتقال داخل اجزاء النبات, بالاضافة الى قيام البكتريا بعمليات الترسيب او التحويل الانزيمي التي لها دور في تحطيم او تقليل تأثير العناصر الثقيلة عن طريق تحويلها الى اشكال اقل

خطورة او اكثر استقرارا في التربة وهذه العمليات قد تختلف من نوع بكتيري الى اخر [18] , وهذه النتائج تماشى مع النتائج التي حصل عليها [19] عند استعمالهم البكتريا ونبات الذرة الصفراء في معالجة عنصر الكروم من التربة الملوثة به .

جدول (3) تأثير بعض النواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء على تركيز عنصر الكروم (Cr) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة بوحدة ppm

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N0	13.000 d	14000 c	14.833 b	15.600 a	**14.358 a**
B0N1	8.033 jk	9.200 h	9.566 h	10.066 g	**9.216 c**
B1N0	9.00 hi	10.366 fg	11.000 e	11.400 e	**10.442 b**
B1N1	7.400 lm	7.800 kl	8.366 j	8.933 i	**8.125 d**
B2N0	8.433 j	9.900 gh	10.233 fg	10.666 f	**9.808 b**
B2N1	6.533 n	6.866 n	7.200 m	7.733 kl	**7.083 e**
B3N0	8.000 jk	8.733 ij	9.166 hi	9.566 h	**8.866 c**
B3N1	6.000 o	6.033 o	6.466 no	7.000 mn	**6.375 f**
متوسط التركيز	**8.299 c**	**9.112 b**	**9.604 ab**	**10.121 a**	

*الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها

تركيز عنصر النيكل (Ni) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة

يوضح الجدول (4) تأثير المعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* في متوسط تراكيز عنصر النيكل في التربة بعد 60 يوم من عملية المعالجة .

فبالنسبة لمستويات التلوث النفطي المستعمل توضح نتائج الجدول الى وجود فروقات معنوية في متوسطات تركيز عنصر النيكل في التربة , اذ اعطى مستوى التلويث النفطي 6% ارتفاعا معنويا في متوسط التركيز لعنصر النيكل بلغ (12.908)ppm مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 0% اقل متوسط لتركيز عنصر النيكل في التربة بلغ (10.646)ppm , ان سبب الاختلاف في متوسط تركيز عنصر النيكل بين المعاملات قد يعود الى اختلاف تراكيز التلويث النفطي المستعملة فضلا عن اختلاف انواع المعالجات المستعملة في التجربة والتي تبث احصائيا وجود اختلافات فيما ينها في تخفيض متوسط عنصر النيكل في التربة [20] .

ان لنوع المعالجة الحيوية المستعملة دور مهم في معالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة، اذ اشار الجدول (4) وجود فروقات معنوية بين مختلف مستويات المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معاملة المعالجة (B3N1) محققة اقل متوسط لتركيز عنصر النيكل بلغ (9.141) ppm , بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N0) اعلى متوسط تركيز لنفس العنصر بلغ (17.992) ppm .

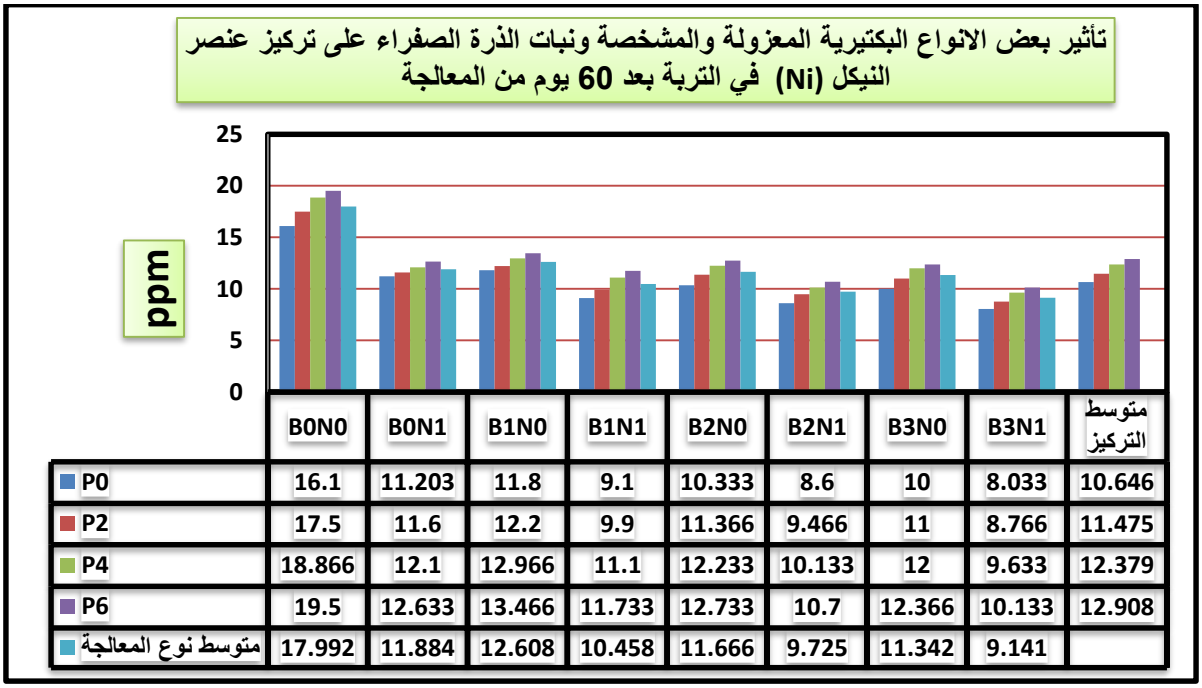
وتظهر نتائج الجدول (4) والشكل (1) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في تركيز عنصر النيكل في التربة , اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اقل تركيز لعنصر النيكل بلغ (8.033)ppm وتلتها متفوقة معنويا على بقية معاملات التجربة معاملة التداخل بين بكتريا *P.aeruginosa* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B2N1) بتركيز (8.600)ppm وان اعلى تركيز لعنصر النيكل بلغ (19.500)ppm كان في معاملة السيطرة (B0N0) عند تركيز تلويث نفطي 6%.

قد يعزى سبب الانخفاض في تركيز عنصر النيكل عند استعمال بكتريا *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* في المعالجة قد يعود الى قابلية النبات في التأثير على العناصر الثقيلة بفعل إفرازات الجذور التي تؤثر على الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة وهذه تؤثر على جاهزية العناصر وقابليتها على الحركة [21] , كما انه قد يعود الى الدور البكتيري الذي يحول العناصر الثقيلة الى عناصر خاملة وقليلة السمية وبالتالي تسهل عملية تحطيمها او استهلاكها [22] وهذه النتائج تتوافق مع ما حصل عليه [23] في دراستهم عند استعمالهم البكتريا ونبات الذرة لتخليص التربة من تلوث العناصر الثقيلة .

جدول (4) تأثير بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء على تركيز عنصر النيكل(Ni) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة بوحدة ppm

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N0	16.100 d	17.500 c	18.866 b	19.500 a	**17.992 a**
B0N1	11.203 j	11.600 hi	12.100 g	12.633 f	**11.884 bc**
B1N0	11.800 h	12.200 g	12.966 ef	13.466 e	**12.608 b**
B1N1	9.100 n	9.900	11.100 jk	11.733 h	**10.458 de**
B2N0	10.333 l	11.366 ij	12.233 g	12.733 f	**11.666 bc**
B2N1	8.600	9.466 mn	10.133 l	10.700 k	**9.725 ef**
B3N0	10.000 l	11.000 jk	12.000 g	12.366 g	**11.342 cd**
B3N1	8.033 p	8.766 o	9.633 m	10.133 l	**9.141 f**
متوسط التركيز	**10.646 c**	**11.475 b**	**12.379 a**	**12.908 a**	

*الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها



شكل (1) تأثير بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء على تركيز عنصر النيكل(Ni) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة بوحدة ppm

تركيز عنصر الحديد (Fe) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة

يبين الجدول (5) تأثير المعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* في متوسط تراكيز عنصر الحديد في التربة بعد 60 يوم من عملية المعالجة .

اذ بينت نتائج الجدول بالنسبة لمستويات التلوث النفطي المستعمل وجود فروقات معنوية في متوسطات تركيز عنصر الحديد في التربة، اذ اعطى مستوى التلويث 0% انخفاضا معنويا في متوسط تركيز عنصر الحديد في التربة بلغ (324.88)ppm مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 6% متوسط تركيز لعنصر النحاس بلغ (387.96) ppm , ان هذه النسبة العالية من متوسط تركيز عنصر الحديد في التربة قد تعود الى نسبته العالية قبل اضافة التلويث

النفطي وهذا ما ثبته الجدول رقم (1) الذي وضح خصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة قبل التلويث النفطي فضلا عن ان الاختلاف في مستوى التلويث النفطي له دور في زيادة متوسط التركيز لعنصر الحديد وذلك لاحتواء النفط الخام على الحديد [24].

اما فيما يخص نوع المعالجة الحيوية فقد بين الجدول (5) بان هناك فروقات معنوية بين مختلف انواع المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معاملة المعالجة (B3N1) محققة اقل متوسط لتركيز عنصر الحديد بلغ (247.00)ppm , بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N0) اعلى متوسط تركيز لعنصر الحديد بلغ (511.67)ppm .

وتظهر نتائج الجدول (5) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في تركيز عنصر الحديد في التربة، اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اقل تركيز لعنصر الحديد بلغ (215.00)ppm وتلتها متفوقة معنويا على بقية معاملات التجربة معاملة (B2N1) بتركيز (800.1)ppm كما تلتها متفوقة معاملة (B1N1) على بقية المعاملات عند تركيز تلويث نفطي 0% محققة تركيز بلغ (278.00)ppm لعنصر الحديد , وان اعلى تركيز لعنصر الحديد بلغ (541.67)ppm كان في معاملة السيطرة B0N0 عند تركيز تلويث نفطي 6% , وهذه النتائج تتماشى مع ما حصل عليه [25] في تخفيض العناصر الثقيلة عند استعمالهم البكتريا ونبات الذرة الصفراء في معالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة .

جدول (5) تأثير بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة ونبات الذرة الصفراء على تركيز عنصر الحديد (Fe) في التربة بعد 60 يوم من المعالجة بوحدة ال ppm

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N0	476.00 d	508.00 c	521.00 b	541.67 a	**511.67 a**
B0N1	316.00 lm	342.33 j	356.33 j	371.00 i	**346.42 c**
B1N0	386.00 i	415.33 g	432.00 f	447.33 e	**420.17 b**
B1N1	278.00 op	305.33 mn	312.67 lm	328.00 k	**306.00 d**
B2N0	350.00 j	378.00 i	415.33 g	431.33 f	**393.67 b**
B2N1	253.00 q	287.00 o	299.00 no	313.00 lm	**288.00 d**
B3N0	325.00 kl	345.00 j	389.00 hi	401.00 h	**365.00 c**
B3N1	215.00 r	243.00 q	259.67 q	270.33 p	**247.00 e**
متوسط التركيز	**324.88 c**	**353.00 b**	**373.13 a**	**387.96 a**	

*الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها

بعض صفات النمو لنبات الذرة الصفراء بعد 60 يوم من المعالجة

ارتفاع النبات Plant height

يبين الجدول (6) تأثير اضافة النفط الخام للتربة والمعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة في ارتفاع نبات الذرة الصفراء *Z.mays* بعد 60 يوم من عملية المعالجة . بالنسبة لمستويات التلوث النفطي المستعمل توضح نتائج الجدول الى وجود فروقات معنوية في متوسطات ارتفاع النبات , اذ اعطى مستوى التلويث 0% ارتفاعا معنويا في متوسط ارتفاع النبات اذ بلغ (55.49)سم مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 6% اقل متوسط ارتفاع للنبات بلغ (32.08)سم , وان سبب انخفاض ارتفاع النبات مع زيادة مستوى التلويث بالنفط الخام قد يعزى الى انخفاض في جاهزية العناصر الغذائية والماء في التربة مع زيادة مستوى التلويث النفطي المضاف وبذلك كلما زادت نسبة النفط الخام في التربة انخفض مها ارتفاع النبات وبالعكس [27].

اما فيما يخص نوع المعالجة الحيوية فقد بين الجدول (6) بان هناك فروقات معنوية بين مختلف مستويات المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معاملة المعالجة (B3N1) محققة اعلى متوسط ارتفاع بلغ (47.8) سم، بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N1) اقل متوسط ارتفاع بلغ (37.66) سم.

وتظهر نتائج الجدول (6) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في ارتفاع النبات، اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اعلى ارتفاع للنبات (59.33)سم وتلتها متفوقة معنويا على بقية معاملات التجربة معاملة (B1N1) عند نفس تركيز التلوث النفطي اذ حققت ارتفاع نبات بلغ (57.00)سم , وان اقل ارتفاع نبات حققته معاملة السيطرة (B0N1) بلغ (37.66)سم عند مستوى تلويث نفطي 6 % .

ان سبب زيادة ارتفاع نبات الذرة الصفراء *Z.mays* عند استعمال البكتريا مع النبات قد يعود الى قدرة الاحياء المجهرية على تقليل مستوى التلويث النفطي في التربة وتقيل الظروف الاجهادية التي يسببها وجود النفط الخام في تربة وتحسين نوع التربة وتوفير المغذيات وبالتالي زيادة ارتفاع النبات , وهذه النتائج تتوافق مع ما حصل عليه [28] من ان وجود المخلفات النفطية في التربة يقلل من قدرة النبات على النمو .

جدول (6) تأثير اضافة النفط الخام للتربة والمعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة في ارتفاع نبات الذرة الصفراء *Z.mays* بعد 60 يوم من عملية المعالجة

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N1	50.33 d	38.33 g	34.33 i	27.67 k	**37.667 d**
B1N1	57.00 b	43.67 e	38.33 g	30.00 j	**42.250 c**
B2N1	55.33 c	45.00 e	40.33 f	34.00 i	**43.667 b**
B3N1	59.33 a	48.67 d	43.67 e	36.67 h	**47.084 a**
متوسط التركيز	**55.4998 a**	**43.9168 b**	**39.1665 c**	**32.0835 d**	

*الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها

المساحة الورقية Leaf area:

يوضح الجدول (7) تأثير اضافة النفط الخام للتربة والمعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة في المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء *Z.mays* بعد 60 يوم من عملية المعالجة . فبالنسبة لمستويات التلوث النفطي المستعمل توضح نتائج الجدول الى وجود فروقات معنوية في متوسطات المساحة الورقية، اذ اعطى مستوى التلويث 0% ارتفاعا معنويا في متوسط المساحة الورقية (72.33) سم مقارنة بباقي مستويات التلويث النفطي الاخرى في حين اعطى مستوى التلويث النفطي 6% اقل متوسط مساحة الورقية (47.58) سم.

اما فيما يخص نوع المعالجة الحيوية فقد بين الجدول (7) بان هناك فروقات معنوية بين مختلف مستويات المعالجة المستعملة، اذ تفوقت معاملة المعالجة (B3N1) محققة اعلى متوسط للمساحة الورقية (47.8) سم، بينما اعطت معاملة السيطرة (B0N1) اقل متوسط للمساحة الورقية (37.66) سم.

كم تظهر نتائج الجدول (7) لمعاملات التداخل المشترك بين معاملات المعالجة ومستويات التلويث النفطي بان هناك فروقات معنوية ايضا في المساحة الورقية، اذ تفوقت معاملة التداخل بين النوعين البكتيريين *P.aeruginosa* و *S.lentus* ونبات الذرة الصفراء *Z.mays* (B3N1) عند تركيز تلويث نفطي 0% معنويا على جميع معاملات التجربة محققة اعلى المساحة الورقية (75.66)سم , وان اقل المساحة الورقية حققتها معاملة السيطرة (B0N1) (35.33)سم عند مستوى تلويث نفطي 6 % .

ان سبب الانخفاض في المساحة الورقية للذرة الصفراء *Z.mays* عند زيادة مستوى التلويث النفطي قد يعزى الى سمية النفط الخام واحتواءه على العناصر الثقيلة التي تسبب اضرار فسلجية ومظهرية للنبات اذ تقلل من نمو النبات ومساحته الورقية [29]، وهذه النتائج تتماشى مع ما توصل اليه [30] ان المساحة الورقية للنباتات تقل مع زيادة التلويث النفطي للتربة .

جدول (7) تأثير اضافة النفط الخام للتربة والمعالجة الحيوية باستعمال بعض الانواع البكتيرية المعزولة والمشخصة في المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء *Z.mays* بعد 60 يوم من عملية المعالجة

التركيز / نوع المعالجة	P0	P2	P4	P6	متوسط نوع المعالجة
B0N1	d69.333	j51.667	l44.667	m35.333	**0 d50.25**
B1N1	b73.667	.000 g59	i53.333	k47.333	**c58.333**
B2N1	c70.667	f63.333	gh58.333	j50.667	**0 b60.75**
B3N1	a75.667	e67.333	.000 f62	.000 h57	**00 a65.5**
متوسط التركيز	**a72.3335**	**b60.3333**	**c54.5833**	**d47.5833**	

***الحروف المتشابهة تعني عدم وجود فروقات معنوية بينها**

الاستنتاجات:

يتبين من النتائج ان البكتريا قادرة على معالجة التربة من بعض العناصر الثقيلة ومن الهيدروكربونات النفطية. كما ان استعمال التداخل بين الانواع البكتيرية عن معالجة الترب الملوثة أفضل من استعمالها على انفراد. وقدرة نبات الذرة الصفراء على معالجة التربة من بعض العناصر الثقيلة والهيدروكربونات النفطية.

References

[Rizos, K., Meleti, C., Kouvarakis, G., Mihalopoulos, N., & Melas, D. (2022). Determination of the background pollution in the Eastern Mediterranean applying a statistical,Atmospheric Environment,276(119067).

[2] Yang, J., Strokal, M., Kroeze, C., Ma, L., Bai, Z., Teurlincx, S., & Janssen, A. B. (2022). What is the pollution limit? Comparing nutrient loads with thresholds to improve water quality in Lake Baiyangdian. *Science of the Total Environment*, *807*, 150710.

[3] Gospodarek, J., Petryszak, P., Kołoczek, H., & Rusin, M. (2019). The effect of soil pollution with petroleum-derived substances on Porcellio scaber Latr.(Crustacea, Isopoda). *Environmental monitoring and assessment*, *191*, (1-10).

[4] Okmyanskaya, V. M., & Bogdanova, O. V. (2022). Evaluation of soil toxicity of an oil and gas condensate field after reclamation of disturbed lands on the example of the field of the Yamal-Nenets Autonomous District. *Journal of Ecological Engineering*, *23*(7), 257-267.

[5] Kaplan, G., Aydinli, H. O., Pietrelli, A., Mieyeville, F., & Ferrara, V. (2022). Oil-Contaminated soil modeling and remediation monitoring in arid areas using remote sensing. *Remote Sensing*, *14*(10), 2500.

[6]Huang, X., He, J., Wei, H. F., Zhao, X. Y., Liu, Y., & Ji, Z. X. (2022). Influence of Suaeda heteroptera–microorganisms–*Nereis succinea* on soil enzyme activities in oil-contaminated soil. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, *102*(6), 1229-1244.

[7]Edemhanria, L., & Osubor, C. C. (2022). Optimization of Bioremediation Enhancement Factors in an Aged Crude Oil Polluted Soil. *Jordan Journal of Biological Sciences*, *15*(2).farming for metals (pp. 157-188). Springer, Cham.

[8]Yousaf, U., Khan, A. H. A., Farooqi, A., Muhammad, Y. S., Barros, R., Tamayo-Ramos, J. A., & Yousaf, S. (2022). Interactive effect of biochar and compost with Poaceae and Fabaceae plants on remediation of total petroleum hydrocarbons in crude oil contaminated soil. *Chemosphere*, *286*, 131782

[9] Zhu, W., Zhu, D., He, J., Lian, X., Chang, Z., Guo, R., & Wang, Y. (2022). Phytoremediation of soil co-contaminated with heavy metals (HMs) and tetracyclines: effect of the co-contamination and HM bioavailability analysis. *Journal of Soils and Sediments*, 1-12.
[10] Benaissa, A. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria a review. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, *5*(1).
[11] Koinange, M. K. (2015). *Influence of biochar amendment on the effectiveness of elite Kenyan rhizobia nodulating common bean (Phaseolus vulgaris L.)* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
[12] Brinkman, W. F., Dynes, R. C., & Rowell, J. M. (1970). Tunneling conductance of asymmetrical barriers. *Journal of applied physics*, *41*(5), 1915-1921.
[13] Nguyen, K. B. T., & Phan, T. H. T. (2023, January). Application of Plant Endophytic Microorganisms (Endophytes) in the Treatment of Heavy Metal Pollution in Soils. In *Advances in Research on Water Resources and Environmental Systems: Selected papers of the 2nd International Conference on Geo-Spatial Technologies and Earth Resources 2022* (pp. 199-221). Cham: Springer International Publishing.
[14] Chetverikov, S., Vysotskaya, L., Kuzina, E., Arkhipova, T., Bakaeva, M., Rafikova, G., & Kudoyarova, G. (2021). Effects of association of barley plants with hydrocarbon-degrading bacteria on the content of soluble organic compounds in clean and oil-contaminated sand. *Plants*, *10*(5), 975.
[15] Shah, V., & Daverey, A. (2020). Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. *Environmental Technology & Innovation*, *18*, 100774.
[16] Saleh, M. M., Salman, J. M., & Almamoori, A. M. (2017). Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons by using *Zea mays* and inoculating with bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*) and fungi *(Penicillium expansum*). *Mesopotamia Environmental Journal (mesop. environ. j) ISSN: 2410-2598*, *3*(3), 10-25.
[17] Chibuike, G. U., & Obiora, S. C. (2014). Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and environmental soil science*, *2014*.
[18] Kumar, L., Bharadvaja, N. (2020). Microbial Remediation of Heavy Metals. In: Shah, M. (eds) Microbial Bioremediation & Biodegradation. Springer, Singapore.
[19] Wyszkowska, E., Mieszczynski, C., Azarov, A., Jóźwik, I., Kosińska, A., Chromiński, W., ... & Jagielski, J. (2023). Tuning heterogeneous ion-radiation damage by composition in Ni x Fe 1− x binary single crystals. *Nanoscale*, *15*(10), 4870-4881.
[20] Alengebawy, A., Abdelkhalek, S. T., Qureshi, S. R., & Wang, M. Q. (2021). Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: Ecological risks and human health implications. *Toxics*, *9*(3), 42.
[21] Pehoiu, G., Murarescu, O., Radulescu, C., Dulama, I. D., Teodorescu, S., Stirbescu, R. M., & Stanescu, S. G. (2020). Heavy metals accumulation and translocation in native plants grown on tailing dumps and human health risk. *Plant and Soil*, *456*, 405-424.
[22] Oaikhena, E. E., Makaije, D. B., Denwe, S. D., Namadi, M. M., & Haroun, A. A. (2016). Bioremediation potentials of heavy metal tolerant bacteria isolated from petroleum refinery effluent. *Am J Environ Protect*, *5*(2), 29-34.
[23] Li, S. N., Zhang, C., Li, F., Ren, N. Q., & Ho, S. H. (2023). Recent advances of algae-bacteria consortia in aquatic remediation. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *53*(3), 315-339.
[24] Zhang, S., Yao, L., Sun, A., & Tay, Y. (2019). Deep learning based recommender system: A survey and new perspectives. *ACM computing surveys (CSUR)*, *52*(1), 1-38.

[25] AL-Huqail, A. A., & El-Bondkly, A. M. A. (2022). Improvement of Zea mays L. growth parameters under chromium and arsenic stress by the heavy metal-resistant Streptomyces sp. NRC21696. *International Journal of Environmental Science & Technology (IJEST)*, *19*(6).
[26] Njoku, K. L., & Nwani, S. O. (2022). Phytoremediation of heavy metals contaminated soil samples obtained from mechanic workshop and dumpsite using Amaranthus spinosus. *Scientific African*, *17*, e01278.
[27] Konur, O. (2021). Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons in Contaminated Soils: A Review of the Research. *Petrodiesel Fuels*, 995-1013.
[28] Gkorezis, P., Daghio, M., Franzetti, A., Van Hamme, J. D., Sillen, W., & Vangronsveld, J. (2016). The interaction between plants and bacteria in the remediation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. *Frontiers in microbiology*, *7*, 1836.
[29] Olaranont, Y., Stewart, A. B., & Traiperm, P. (2021). Effects of crude oil on plant growth and leaf anatomical structures in a common coastal plant. *International Journal of Phytoremediation*, *23*(2), 162-170.
[30] Chetverikov, S., Vysotskaya, L., Kuzina, E., Arkhipova, T., Bakaeva, M., Rafikova, G., & Kudoyarova, G. (2021). Effects of association of barley plants with hydrocarbon-degrading bacteria on the content of soluble organic compounds in clean and oil-contaminated sand. *Plants*, *10*(5), 975.

IRAQI Academic Scientific Journals

Samarra Journal of Pure and Applied Science

SJPAS

www.sjpas.com

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

The effectiveness of some isolated and identified bacterial species and maize plant in treating soil contaminated with some heavy metals.

Saeb Jassim Mohammed[1] Ghassan Fares Attia[2]*, Wael Mohammad Mahdi[3]

1 Department of Secondary Schools, Religious Education, Sunni Endowment Office, Iraq
2 Department of Biology, College of Education, University of Samarra, IraqIraq
3 Department of Biotechnology, College of Applied Sciences, University of Samarra, Iraq

Article Information

Received:
Accepted:

Keywords:

Soil treatment, pollution, zae mays, use of bacteria, heavy metals

Corresponding Author

E-mail:
saeb.alsamarra17@gmail.com
Mobile: 07709582014

Abstract

The bacteria *Pseudomonas.aeruginosa* and *Staphylococcus.lentus* and yellow corn plant *Zea Mays* were used in the treatment of soil contaminated with crude oil and some heavy elements. The results of the physical and chemical analysis showed that the soil of the study was mixed, and that the two types of bacteria achieved significant results in removing heavy elements and crude oil from the soil. After 60 days of treatment, the interaction treatment B3N1 achieved the best removal of copper, chromium, nickel,and iron from the soil (4.367, 7.000, 10.133, 270.33, 2.160) ppm, respectively, at a concentration of oil contamination of 6%, compared to the control treatment B0N0, which achieved (8.033). , 15.600, 19.500, 541.67) ppm, respectively, for copper, chromium, nickel, iron, and hydrocarbons, and the interaction treatment between the two types of bacteria and the yellow corn plant achieved the best removal percentage of crude oil and heavy elements for the various concentrations used in the experiment, and the bacteria had a significant effect on plant height and area leaf compared to the control treatment.