معالجة العناصر الملوثة في التربة في مصفى الدورة

سندس هادي جمعه ، أحمد صبيح جاسم
وزارة النـــفـط، شركـة مصـافي الوسط،الهيـأة الفنيـة والهندسية،قســم البيئـــة

الخلاصة :

في هذا البحث تم دراسة امكانية إزالة بعض العناصر الثقيلة من التربة الملوثة بها كالرصاص ، الفناديوم ، النحاس ، الزرنيخ ، والقصدير ، بعد غسل التربة الملوثة بالماء لمدة ثلاثة ايام ، حيث كانت نسبة إزالة العناصر مقاربة إلى 30 %، ومن ثم استخدام طريقة استخلاص هذه العناصر باضافة المحلول المائي لملح(Na_2EDTA) بتراكيز مختلفة (0.03 M , 0.024 , 0.02 , 0.014 , 0.01)حيث وجد ان اعلى نسبة إزالة كانت لعنصر القصدير 89 % ، الرصاص 82 % ، النحاس 92 % ، الزرنيخ 84 % ، والفناديوم 94 % ، خلال فترة 11 يوماً من المعالجة وعند دالة حامضية مستقرة على التعادل عند تركيز(0.03 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)، والتي وصل عندها تركيز العناصر إلى مستوى اقل من الحد المسموح به في التربة حسب المحددات البيئية.

الكلمات الدالة : العناصر الثقيلة ، ملح Na_2EDTA

المقدمة :

هناك عدة طرق للمعالجة والطريقة المناسبة تكون حسب حالة التلوث و وضعها اي يجب ان يكون هناك محاكاة واقعية للتلوث على ارض الواقع وبناء عليها يتم اختيار الطريقة المناسبة ، ومن أهم الطرق المستخدمة في معالجة التربة الملوثة بالمواد النفطية والعناصر الثقيلة[1].

بشكل عام يوجد نوعين من الطرق التي يمكن اتباعها في تنظيف ومعالجة التربة من النفط وهما الطرق الفيزيائية والطرق البيولوجية فكلا الطريقتين تهدف إلى إزالة واحتواء المواد النفطية من التربة ، هذا فضلاً عن العمليات الطبيعية التي تحدث في النفط المتسرب وفي بعض الأحيان تستخدم الطرق الفيزيائية لتحسين العمليات الطبيعية في إزالة النفط.

أولاً : العمليات الطبيعية :**Natural operations**
فيها يتم إزالة النفط بشكل طبيعي وتشمل :

1- التبخر ، 2 - الأكسدة ، 3 - التحلل البيولوجي.

1-التبخر : يحدث عندما تكون مكونات النفط السائلة قابلة للتبخر ، حيث تتحول إلى بخار وتصعد إلى الجو وبالتالي تتم إزالة المواد ذات الوزن الخفيف من النفط بعد 12 ساعة من حدوث الانسكاب ، حيث من الممكن أن يتبخر 50% من المكونات الخفيفة الوزن ، مع العلم ان معظم المواد الخفيفة تكون عالية السمية للكائنات الحية.

2-الأكسدة : وتحدث عندما يلامس الأكسجين المركبات الكيميائية في النفط حيث تتم عملية الأكسدة لها فتتحول المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة تكون قادرة على الانحلال في الماء وبالتالي أصبح من الممكن تشتتها وتحللها بسهولة.

3-التحلل البيولوجي: يحدث عندما تصل البكتيريا آكلة النفط الموجودة في الطبيعة إلى النفط حيث تقوم بتفكيكه من أجل الحصول على الطاقة والغذاء.

ثانياً:الطرق الفيزيائية Physical Methods :

1-طريقة الشفط: وفي هذه الطريقة يتم سحب البترول الموجود في مسمامات التربة عن طريق الشفط بأجهزة مخصصة لهذه العملية والمتبقي من البترول في التربة تتم معالجته بيولوجياً.
2-طريقة الجمع والإزالة: عندما يتسرب النفط ليصبح تحت الرمال وبين الصخور يصبح أمر تنظيفه صعب جداً فإذا انتشر النفط في التربة على مسافة صغيرة فإن حرث وتقليب التربة يمكن ان يزيد من تبخر النفط نتيجة تعرضه للهواء و الشمس ، اما اذا تغلغل النفط في التربة لمسافات تصل إلى عدة بوصات عندها يمكن جلب بلدوزرات لإزالة الطبقات العليا و تجميعها من أجل معالجتها.
هذه الطريقة بسيطة لكنها تسبب تخريب للشكل الطبيعي للأرض وإلحاق الضرر بالنباتات والحيوانات التي تعيش في هذه التربة.

ثالثاً : الطرق البيولوجية Biological Methods:

وتتمثل هذه الطرق بإستخدام العوامل الحيوية في تسريع التحلل الطبيعي للنفط : حيث أن النفط قابل للتحلل الحيوي الطبيعي ولكن بشكل بطيء فقد تستغرق العملية أسابيع أو شهور أو سنوات ومن المعلوم أن الازالة السريعة للنفط من التربة تعتبر أمرا صعبا ولكنه مطلوب من اجل التقليل قدر الامكان من الضرر البيئي المحتمل على مناطق حدوث الانسكاب ، وتم التوصل إلى تقنيات تسرع من عملية التحلل البيولوجي من خلال اضافة مواد إلى التربة مثل محسنات أو البكتيريا ، الأمر الذي يؤدي إلى تسريع عملية التحلل البيولوجي . حيث انه في اغلب الاحيان يستعمل التحلل الحيوي بعد طريقة الشفط الفيزيائية ، وهناك طريقتان للمعالجة الحيوية للنفط هما:

1-التنشيط الحيوي : وفي هذه الطريقة يتم اضافة مواد معدنية مغذية مثل الفوسفور أو النتروجين إلى البيئة الملوثة من اجل تحفيز نمو الكائنات الحية المجهرية التي تقوم بعملية تحطيم النفط حيث تتحكم كمية المواد المغذية المضافة بنمو الكائنات الحية عند إضافتها بكميات معينة فيزداد عدد الكائنات المجهرية بسرعة وبالتالي تزداد سرعة الانحلال الحيوي للنفط.
2-الإكثار الحيوي : وهو إضافة الكائنات الحية المجهرية إلى الأحياء المجهرية الموجودة أصلا في التربة ، وفي بعض الأحيان تضاف أنواع غير موجودة فعلاً ، والغرض من ذلك هو زيادة أعداد و أنواع البكتيريا التي تقوم بعملية تفكيك النفط.

رابعاً: الاستصلاح بالنبات [2](Phytoremediation):

وهو قدرة النباتات على امتصاص كميات ضخمة من الملوثات وتركيزها في الكتلة الحيوية للنبتة Phytoextraction وازالة المواد من التربة او الماء واطلاقها في الهواء Phytovolatilization والحد من انتقال العناصر (المعادن) في البيئة عن طريق تثبيتها والحد من تسربها Phytostabilization وتوجد العديد من النباتات ذات القدرة العالية على امتصاص المواد الملوثة يطلق عليها تسمية Plants hyperaccumlatrices ومن هذه النباتات عباد الشمس ولهذا النبات المقدرة على امتصاص المعادن الثقيلة والمواد المشعة وتركيزها في اوراقها وكذلك نبات الخردل الهندي الذي له قابلية على امتصاص الرصاص وهناك نبات آخر يتبع فصيلة القطيفة(Amaranthus) الذي له قابلية على امتصاص العناصر المشعة اضافة الى نبات الذرة البيضاء ممكن ان تمتص العناصر الثقيلة ومن منافع هذه الطريقة انها غير مكلفةومن سلبياتها انها تستغرق وقتاً طويلاً.

خامساً: المعالجة الكيمياوية Chemical Methods:

فتتمثل بعملية تثبيت المعادن في التربة وتقليل قابليتها على الحركة (Stabilization Metals in the soil) تتضمن هذه العملية ترك المعادن الثقيلة في موقع التلوث من خلال آلية تقليل او ازالة سميتها وتقليل قدرتها على احداث اضرار على صحة الانسان والبيئة بشكل عام ، تتضمن هذه الطريقة اضافة مواد كيمياوية مثل المركبات المخلبية الى التربة المحتوية على المعادن الثقيلة والتي تؤدي الى تكوين مركبات لايمكن للنبات امتصاصها عن طريق جذوره وكذلك الحيوانات و الانسان ، تدعى هذه الطريقة بطريقة المعالجة الموقعية (In Situ) ، من مميزات هذه العملية انها لا تشوه منظر البيئة او توليد مخلفات خطرة بل على العكس فانها عند اضافة المواد الكيمياوية الى التربة فان تلك المواد تتفاعل مع المواد الملوثة (المعادن الثقيلة) منتجةً بذلك مركبات اقل خطورة وسمية وكذلك اقل انتشارا في التربة والمياه من المواد الاولية المتفاعلة ومنه اقل ايذاءا على البيئة والكائنات الحية فيها.

تضمن البحث الحالي دراسة إزالة المعادن الثقيلة الملوثة للتربة نتيجة لانسكابات النفط ومشتقاته المتعددة بطريقتين متتاليتين ؛ غسل التربة بالماء ومن ثم إضافة مادة عضوية كملح (Na_2EDTA) لفصل المعادن الثقيلة عن جزيئات التربة الحاوية لها وتقليل تراكيزها الى ما دون الحد المسموح به بيئيا.

من مميزات هذه الطريقة:

1- لا تتطلب السيطرة على ظروف التفاعل ولا تحتاج الى طاقة.

2- نتائج ملموسة في خفض تراكيز المعادن الثقيلة.

الاجهزة المستخدمة في البحث :

1- ميزان حساس لتحديد أوزان المواد الداخلة في البحث (METTLER TOLEDO PB 403-S FACT)

2- جهاز خلط (Hotplate Stirrer Lab Tech DAIHAN LABTECH).

3- جهاز قياس درجة الحامضية (Multi 350i / SET)(pH) .

4- ورق خاص لقياس درجة الحامضية (Universal indicator MERCK)(pH)

5- معدات زجاجية(Glassware)

6- جهاز لفحص العناصر في نموذج التربة (Sky Instrument Genius 9000 XRF).

الاساس النظري:

تتواجد الملوثات الغير عضوية وخاصة المعادن الثقيلة في التربة ولاسيما التربة القريبة من المناطق الصناعية والنفطية مثل حقول استخراج النفط الخام و المصافي النفطية متمثلة بمواقع خزن ونقل المواد النفطية كالنفط الخام وما ينتج عن تكريره من مشتقات متعددة.

تشكل هذه الملوثات خطورة على الحياة البيئية (الإنسان ، الحيوان ، والنبات) ولذا لابد من معالجة هذه التربة وعدم ترك التلوث دون معالجة لها لان ذلك سيؤثر سلبا على المياه السطحية (عند تساقط الامطار) ويبين الجدول (1) بعض تأثيرات العناصر الثقيلة على الانسان.

وكذلك على المياه الجوفية اثناء تغلغل تلك المعادن الى مستوى الماء الجوفي او الانتقال الى مناطق اخرى وتلويث تربتها.

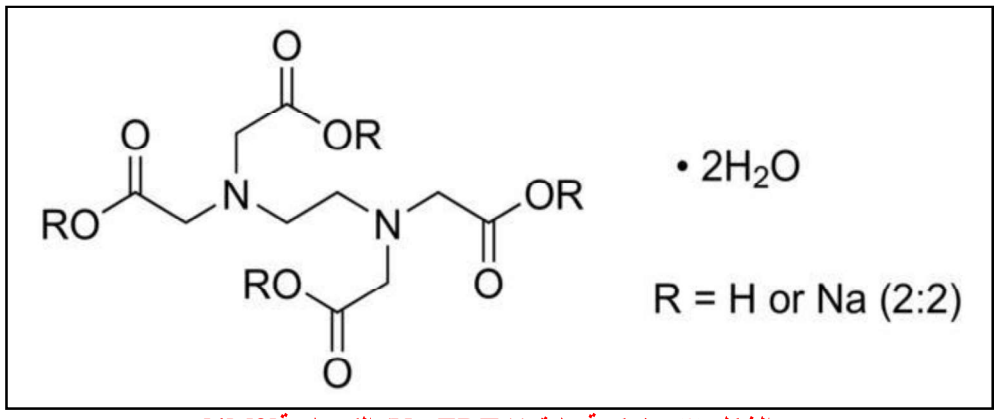
العناصر الثقيلة هي فلزات معينة يكون وزنها الذري اكبر من 4 وتكون ضمن الجدول الدوري للفلزات التي يبدأ وزنها الذري من 22-34-52-72-84 وقد ازداد الاهتمام العالمي بهذه العناصر خلال العشرين سنة الماضية بسبب التلوث البيئي لبعضها والاهمية الحياتية للبعض الاخر لادامة النمو في جسم الكائن الحي وتتصف هذه العناصر بخاصية التجمع في جسم الكائنات الحية وعدم قابليتها على التكسر الجيولوجي والبكترولوجي في البيئة

لذا فانها تدخل ضمن مياه الشرب والسلسلة الغذائية عبر امتصاص النباتات لها عن طريق الجذور وصولا الى الثمار التي يتناولها الكائن الحي وتتأثر سمية العناصر للكائن الحي بالعوامل البيئية مثل الدالة الحامضية والتركيب الكيمياوي والحالة الايونية اضافة قابلية العنصر على تكوين اواصر تساهمية مع عناصر اخرى .

ان مصادر العناصر الثقيلة في تربة المصفى هي وجودها في اصل التربة اضافة الى التلوث الحاصل بسبب المضافات الكيمياوية الى المنتوجات النفطية.

وتعتمد حركة الملوثات في التربة على الخواص الكيمياوية والفيزياوية للتربة ويتوقف معدل انتقال الملوثات على التوزيع الحجمي للحبيبات والكثافة لانهما يؤثران على حركة الماء والهواء خلال التربة ، فالزرنيخ والسلينيوم يكونا اكثر حركة في الظروف القاعدية بينما الرصاص ، الخارصين والكادميوم في الظروف الحامضية تصبح اقل حركة في الاراضي الخفيفة منه في الاراضي الطينية.

يتم انتزاع العناصر الملوثة باستخدام Na_2EDTA Disodium Ethylene Diamine Acetate كما مبين في الشكل (2).



الشكل (2) : تركيبة مادة (Na_2EDTA) الكيمياوية[3],[4].

تسبقها عملية غسل التربة بالماء المقطر (Leaching)

تعد عملية الغسل من العمليات المهمة وما عملية الغسل الا لاذابة مكونات التربة الصلبة في المحلول المائي والمواد المزالة من التربة تكون على شكل ايونات مذابة في المحلول المائي من الاملاح والكربونات والسيليكات الا ان تأثيرها يكون متناوبا بتفاوت قابلية كل منها للحركة في المحلول المائي وان اكثر العناصر التي لها قابلية للحركة هي Cl^- , Na^+ فيسهل غسلها.

ان بعض مركبات المعادن الثقيلة تكون قابلة للذوبان بالماء وبالتالي يمكننا ذلك من تقليل تراكيزها من التربة بواسطة غسل التربة بماء خالي من الاملاح ، في حين انه تكون عملية معالجتها بملح(Na_2EDTA) بمثابة انتقال ما تبقى من العناصر الثقيلة من التربة الى المحلول المائي للمادة.

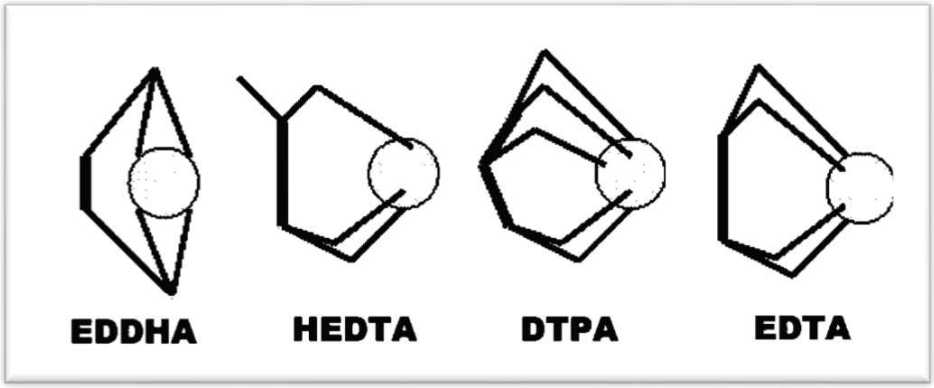
يعتبر ملح EDTA من المركبات المخلبية Chelatesوالتي لها القدرة على احتجاز أو مسك العناصر وحفظها بداخلها، ووسيلة المسك هنا هي الشحنات الكهربائية ، وتستخدم هذه المركبات في الكثير من المجالات الطبية ، الزراعية ، الصناعية وفي معالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة.

فمثلا في مجال الزراعة يستخدم في تغذية النبات هي مركبات عضوية تتحد مع بعض الأيونات المعدنية مثل الحديد، النحاس، المنغنيز أو الزنك وتكون مركب كيلاتي للمعدن Metal chelates وهو مركب ذا بناء حلقي

مع أحد هذه الكاتيونات، ويؤدي ذلك إلى فقدان هذا العنصر المرتبط لخواصه الأيونية، وبذلك يتوقف نشاطه وبالتالي تفاعله مع أي أيونات أخرى موجودة فى التربة، اما في مجال الصناعة فيستخدم في صناعة السمنت اضافة الى استخدامه بكثرة في ازالة الترسبات الملحية على جدران المراجل (Boilers).

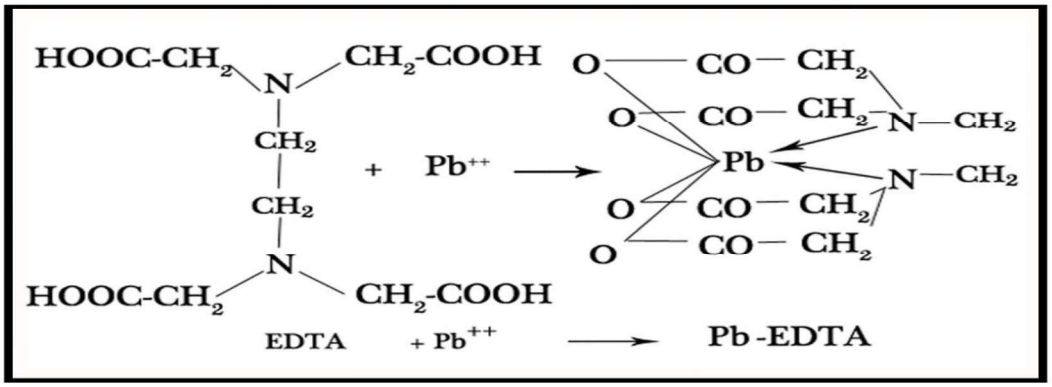
وهناك العديد من هذه المركبات يوضحها الشكل (3) ، ومن اهمها :

EDTA: Ethyline diamine tetra acetic acid.
DTPA: Diethyline triamine penta acetic acid.
HEDTA: Hydroxyle Ethyline diamine tri acetic acid.
EDDHA: Ethyline diamine di-o-hydroxyphenyl acetic acid.



الشكل (3) : رسم تخطيطي لبعض المركبات المخلبية[5]

ويمكن تمثيل آلية التفاعل بالشكل (4) كما يلي:



الشكل (4) : تفاعل مادة EDTA مع عنصر الرصاص[5]

الجدول (1) : تأثيرات العناصر على الإنسان التي تم دراستها في هذا البحث.

العنصر	تأثيراته
الرصاص Pb	يؤثر سلباً على الجهاز العصبي للأطفال والأشخاص البالغين . يسبب ضعف في الأصابع ، الرسغ والكاحل. يؤدي إلى رفع ضغط الدم وخاصة عند الأشخاص ذوي الأعمار المتوسطة وكبار السن. يسبب مرض فقر الدم. يسبب تشوهات خلقية في الأجنة . يتلف خلايا الدماغ ، الكلى وبالتالي إلى الموت [6].
الزرنيخ As	يسبب سرطان الكلى ، الكبد ، والمثانة. يؤدي إلى سرطان الجلد والبروستات. سرطان الرئتين وتجويف الأنف [7].
النحاس Cu	يؤدي عند زيادة التعرض له إلى تليف الكبد أو ما يعرف بـ (مرض ويلسون) عند الأشخاص الذين يملكون جينات وراثية معينة [8].
القصدير Sn	يؤثر سلباً على الأحياء المائية وخاصة على عملية تكاثرها[9].
الفناديوم V	جميع مركباته تعتبر سامة ، وتؤثر سلباً على الجهاز التنفسي والكبد و تؤدي إلى مشاكل صحية دائمة والى الموت[10].

التجربة :

في هذا البحث تم اخذ نموذج من التربة الملوثة من مواقع الخزانات المستخدمة لخزن المواد النفطية كما مبين في الشكل رقم (5) ، كما يوضح الجدول رقم (2) تركيبة وخصائص تربة المصفى.

الشكل (5): موقع اخذ عينة التربة الملوثة

الجدول (2) : تركيبة وخصائص تربة المصفى[11]

Property	Value
Particle size distribution (ASTM D 422)	
Sand (%)	10
Silt (%)	69
Clay (%)	21
Atterberg limits (ASTM D 2487)	
Liquid limit (%)	29
Plastic limit (%)	21
Plasticity index (%)	8
Initial pH	7.6
Electrical conductivity EC (µS/cm)	3280
Porosity (n)	0.438
Soil classification	Silty loam

تمت عملية المعالجة بمرحلتين :

المرحلة الاولى : ازالة المعادن الثقيلة بغسل التربة بالماء المقطر؛ اخذت عينة من التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة واجري عليها فحص العناصر بواسطة جهاز (Genius 9000 XRF)مع العلم ان هذه العناصر لا تمثل جميع العناصر التي تحتويها التربة بل حسب ما برمج عليه الجهاز للقياس من قبل الشركة المصنعة وكما مبين في الجدول (3)والتي من خلالها تبين تجاوز تلك المعادن عن المحدد المسموح به بيئياً وعليه تم في هذه الخطوة غسل التربة بالماء المقطر لازالة بعض من هذه الملوثات (التي لها قابلية على الذوبان بالماء) لتقليل تركيزها.

ان عدد العناصر التي تم رصدها من خلال الجهاز هي 18 عنصرا.

ولما كان النفط الخام يحتوي على العديد من المركبات والعناصر فمن البديهي إيجاد العديد من العناصر في التربة القريبة الملوثة من مواقع تخزينه.

اجريت التجربة لازالة كافة العناصر وتم اختيار خمسة منها لغرض الدراسة والبحث وهي العناصر الثقيلة (Heavy Metals)(Cu, V, Sn, Pb, As).

الجدول (3) : التراكيز الأولية للعناصر التي تم رصدها في نموذج التربة

Element	Concentration (ppm)	Standard (ppm)
K	15965	-
Ca	97173	-
Ti	3460	-
V	146	42
Cr	133	100
Mn	1100	-
Fe	35561	-
Ni	195	-
Cu	37	36
Zn	72	-
Ga	24	-
As	43	29
Rb	85	-
Sr	305	-
Y	15	-
Zr	165	-
Sn	15	-
Pb	328	85

اجريت عملية الغسل لمدة ثلاثة أيام على خمسة اجزاء لنموذج التربة ، كل جزء وزنه 60 غم تم نقعه بالماء المقطر (Soaking) وتبديل ماء الغسل كل 8 ساعات يوميا وكانت الدالة الحامضية pHللماء المقطر قبل التجربة تقدر بـ (7) و (T.D.S.) له (0) وبعد ثلاثة ايام استقر تركيز الاملاح الذائبة الكلية (T.D.S.) لماء الغسل المطروح 307 mg/L والدالة الحامضية pH وصلت الى 7.6 واستقرت هذه القراءات عليه تم ايقاف الغسل واخذت قراءات للعناصر المراد دراستها فلوحظ انخفاض في ازالة العناصر مقاربة الى 30% وكما مبين في الجدول (4).

الجدول (4) : تراكيز العناصر قبل وبعد عملية نقعها بالماء

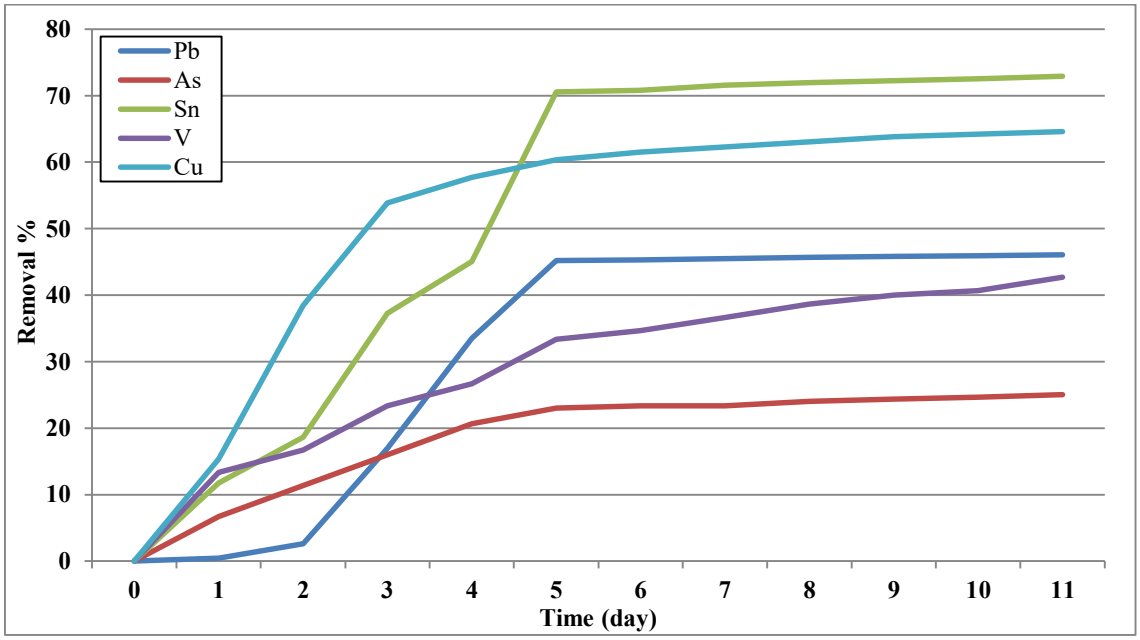
Element	Initial Concentration (ppm)	Concentration after soaking with water (ppm)
Lead	328	230
Arsenic	43	30
Copper	37	26
Vanadium	146	102
Tin	15	10.5

المرحلة الثانية : تم اخذ الاجزاء الخمسة التي تم غسلها لمعالجتها كيمياويا بمادة Na_2EDTAوكما يلي:

1- العينة الاولى :اخذت 60 غم من التربة المغسولة واضيف اليها 5 غم اي 0.01 M من مادة (Na_2EDTA) وكانت تراكيز العناصر الثقيلة كما مبين في الجدول رقم (5) ونلاحظ من الشكل رقم (6) ان اعلى نسبة ازالة كانت لعنصر القصدير حيث بلغت (72.9 %) اما اقل نسبة ازالة كانت لعنصر الزرنيخ (25 %)واجريت جميع التجارب بدرجة حرارة تتراوح من (20 الى 40 م°).

الجدول (5) : تراكيز العناصر عند إضافة(0.01 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

	Concentration of elements in (ppm)				
Time (day)	**Pb**	**As**	**Sn**	**V**	**Cu**
0	230	30	102	10.5	26
1	229	28	90.0	9.1	22
2	224	26.6	83.0	8.75	16
3	191	25.2	64.0	8.05	12
4	153	23.8	56.0	7.7	11
5	126	23.1	30.0	7	10.3
6	125.8	23	29.8	6.86	10
7	125.4	23	29.0	6.65	9.8
8	125	22.8	28.6	6.44	9.6
9	124.6	22.7	28.3	6.3	9.4
10	124.3	22.6	28.0	6.23	9.3
11	124	22.5	27.6	6.02	9.2

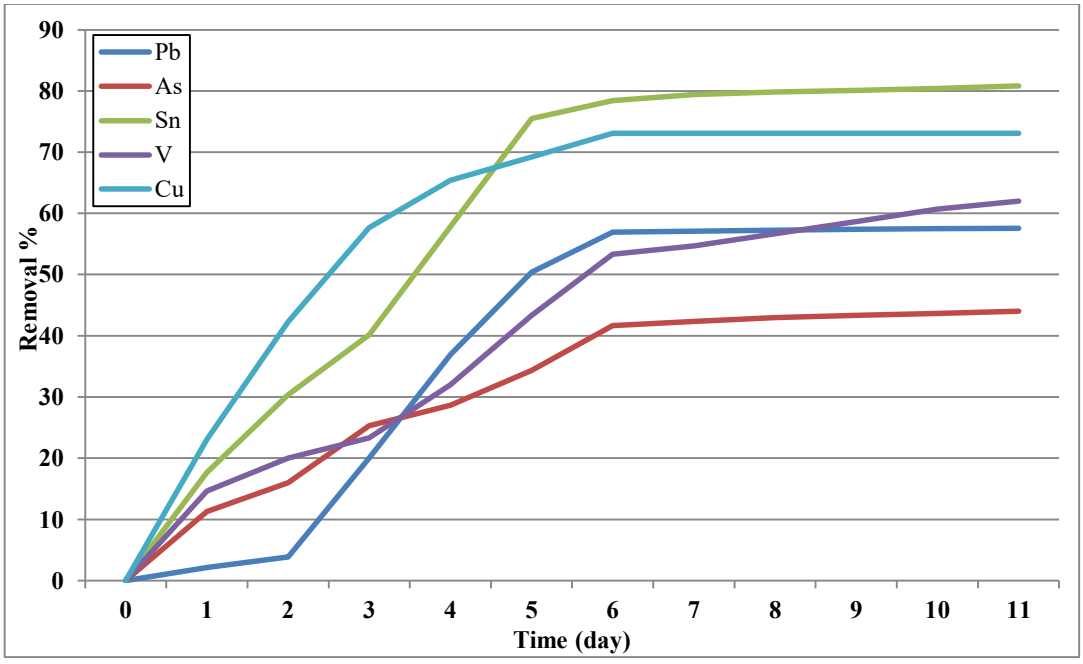


الشكل (6) : نسبة إزالة العناصر عند إضافة (0.01 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

2- العينة الثانية : اخذت 60 غم من التربة المغسولة واضيف اليها 7 غم اي 0.014 M من مادة (Na_2EDTA) وكانت تراكيز العناصر الثقيلة كما مبين في الجدول رقم (6) ونلاحظ من خلال الشكل رقم (7) ان اعلى نسبة ازالة كانت لعنصر القصدير حيث بلغت (80.8 %) اما اقل نسبة ازالة كانت لعنصر الزرنيخ (44 %).

الجدول (6) : تراكيز العناصر عند إضافة (0.014 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

	Concentration of elements in (ppm)				
Time (day)	**Pb**	**As**	**Sn**	**V**	**Cu**
0	230	30	102	10.5	26
1	225	26.6	84.0	8.96	20
2	221	25.2	71.0	8.4	15
3	184	22.4	61.0	8.05	11
4	145	21.4	43.0	7.14	9
5	114	19.7	25.0	5.95	8
6	99	17.5	22.0	4.9	7
7	98.7	17.3	21.0	4.76	7
8	98.3	17.1	20.6	4.55	7
9	98	17	20.3	4.34	7
10	97.8	16.9	20.0	4.13	7
11	97.5	16.8	19.6	3.99	7

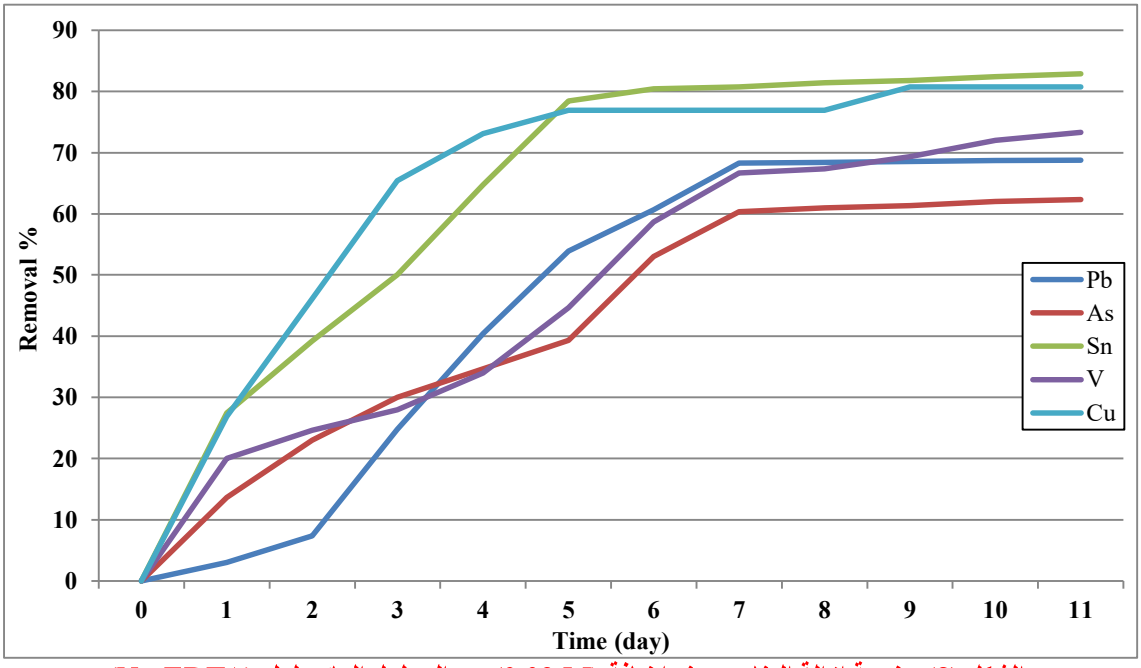


الشكل (7) : نسبة إزالة العناصر عند إضافة (0.014 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

3- العينة الثالثة : اخذت 60 غم من التربة المغسولة واضيف اليها 10 غم اي 0.02 M من مادة (Na_2EDTA) وكانت تراكيز العناصر الثقيلة كما مبين في الجدول رقم (7) ونلاحظ من الشكل رقم (8) ان اعلى نسبة ازالة كانت لعنصر القصدير حيث بلغت (82.8 %) اما اقل نسبة ازالة كانت لعنصر الزرنيخ (62.3 %).

4- الجدول (7) : تراكيز العناصر عند إضافة (0.02 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

	Concentration of elements in (ppm)				
Time (day)	**Pb**	**As**	**Sn**	**V**	**Cu**
0	230	30	102	10.5	26
1	223	25.9	74.0	8.4	19
2	213	23.1	62.0	7.91	14
3	173	21	51.0	7.56	9
4	137	19.6	36.0	6.93	7
5	106	18.2	22.0	5.81	6
6	90.5	14.1	20.0	4.34	6
7	73	11.9	19.7	3.5	6
8	72.7	11.7	19.0	3.43	6
9	72.3	11.6	18.6	3.22	5
10	72	11.4	18.0	2.94	5
11	71.9	11.3	17.5	2.8	5

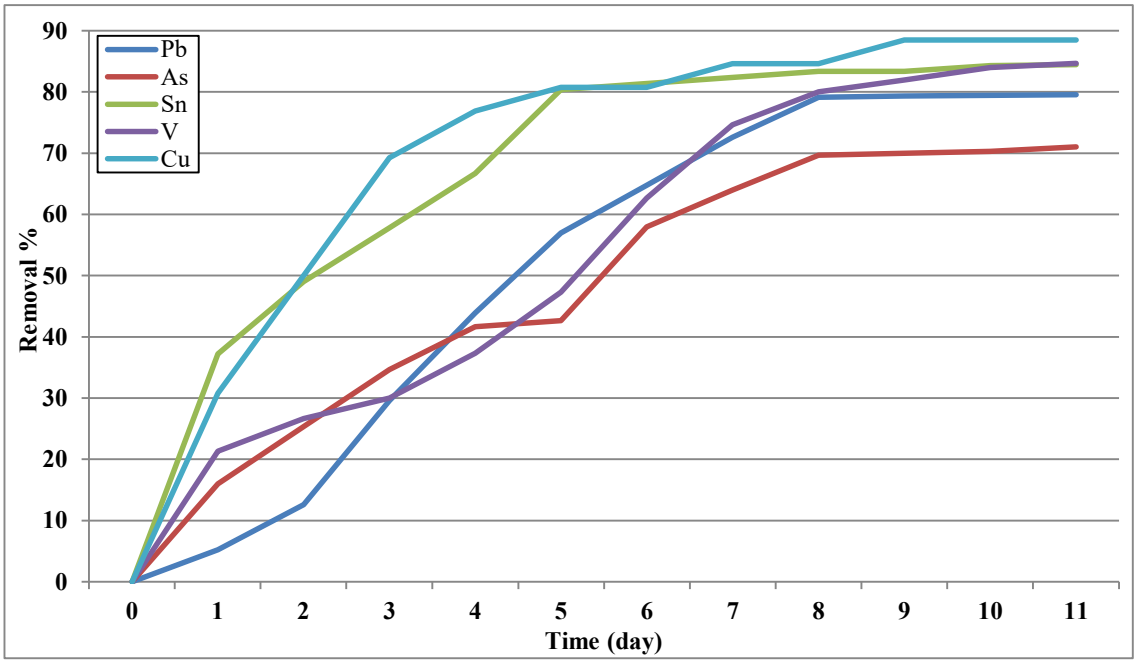


الشكل (8) : نسبة إزالة العناصر عند إضافة (0.02 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

5- العينة الرابعة : اخذت 60 غم من التربة المغسولة واضيف اليها 12 غم اي 0.024 M من مادة (Na_2EDTA) وكانت تراكيز العناصر الثقيلة كما مبين في الجدول رقم (8) ونلاحظ من الشكل رقم (9) ان اعلى نسبة ازالة كانت لعنصر النحاس حيث بلغت (88.4 %) اما اقل نسبة ازالة كانت لعنصر الزرنيخ (71 %).

الجدول (8) : تراكيز العناصر عند إضافة (0.024 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

	Concentration of elements in (ppm)				
Time (day)	**Pb**	**As**	**Sn**	**V**	**Cu**
0	230	30	102	10.5	26
1	218	25.2	64.0	8.26	18
2	201	22.4	52.0	7.7	13
3	162	19.6	43.0	7.35	8
4	129	17.5	34.0	6.58	6
5	99	17.2	20.0	5.53	5
6	81	12.6	19.0	3.92	5
7	63	10.8	18.0	2.66	4
8	48	9.1	17.0	2.1	4
9	47.6	9	17.0	1.89	3
10	47.2	8.9	16.0	1.68	3
11	47	8.7	15.8	1.61	3

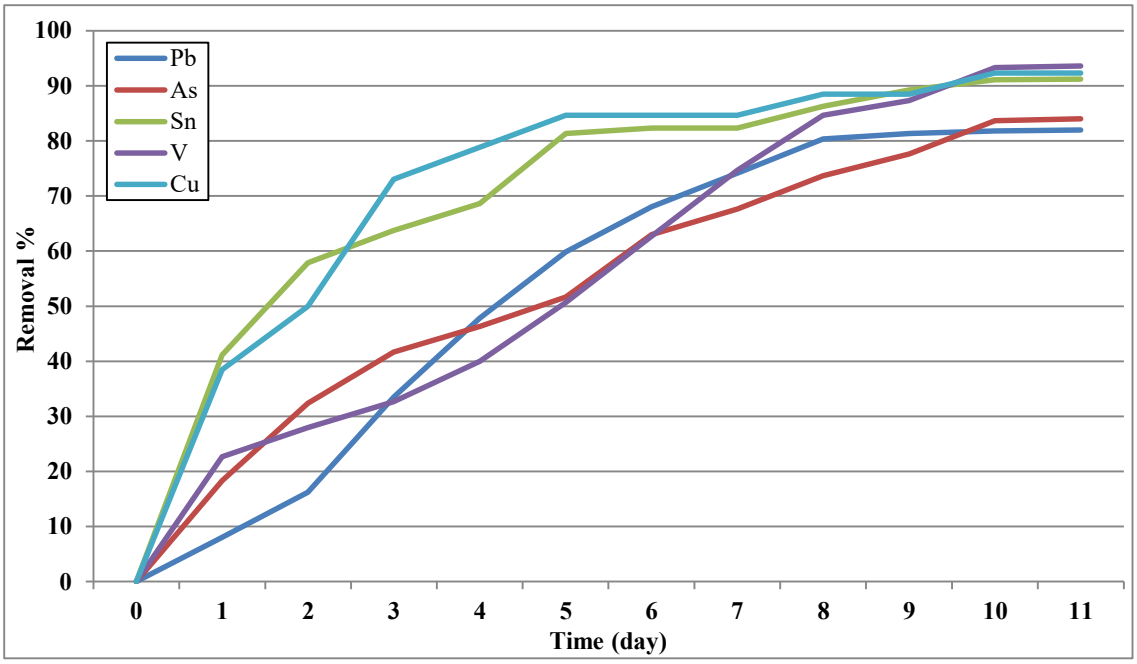


الشكل (9) : نسبة إزالة العناصر عند إضافة (0.024 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

6- العينة الخامسة : اخذت 60 غم من التربة المغسولة واضيف اليها 15 غم اي 0.03 M من مادة (Na_2EDTA) وكانت تراكيز العناصر الثقيلة كما مبين في الجدول رقم (9) ونلاحظ من الشكل رقم (10) ان اعلى نسبة ازالة كانت لعنصر الفناديوم حيث بلغت (94 %) اما اقل نسبة ازالة كانت لعنصر الرصاص (82 %).

الجدول (9) : تراكيز العناصر عند إضافة (0.03 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

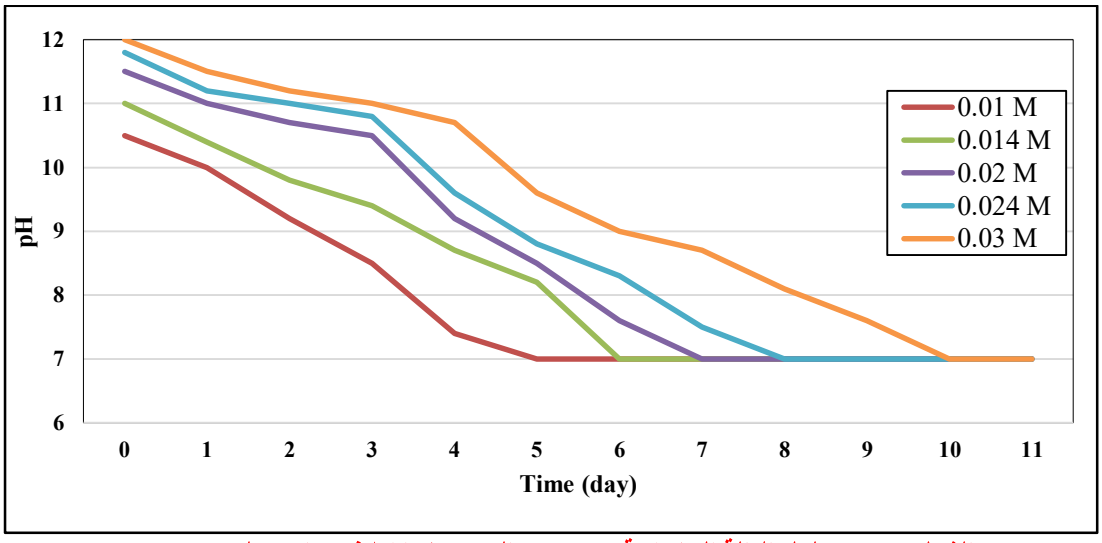
	Concentration of elements in (ppm)				
Time (day)	**Pb**	**As**	**Sn**	**V**	**Cu**
0	230	30	102	10.5	26
1	211.5	24.5	60.0	8.12	16
2	192.6	20.3	43.0	7.56	13
3	153	17.5	37.0	7.07	7
4	120	16.1	32.0	6.3	5.5
5	92.4	14.5	19.0	5.18	4
6	73.5	11.1	18.0	3.92	4
7	59.4	9.7	18.0	2.66	4
8	45.2	7.9	14.0	1.61	3
9	43	6.7	11.0	1.33	3
10	41.8	4.9	9.1	0.7	2
11	41.5	4.8	9.0	0.672	2



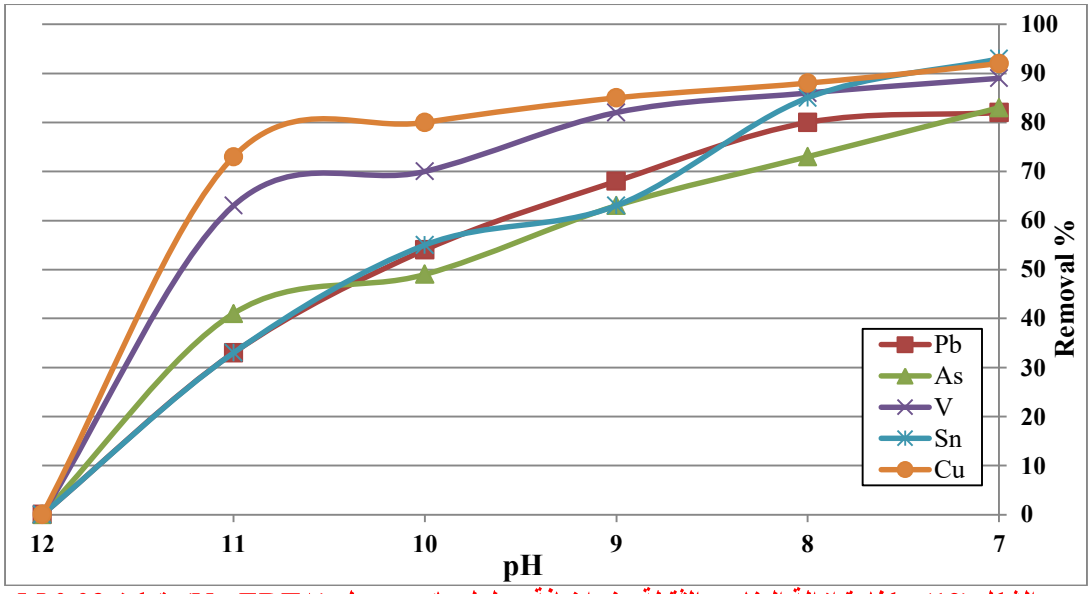
الشكل (10) : نسبة إزالة العناصر عند إضافة (0.03 M) من المحلول المائي لملح(Na_2EDTA)

يلاحظ عند اضافة المحلول المائي لمادة (Na_2EDTA) إلى التربة فان الدالة الحامضية (pH) ترتفع الى 12 بسبب ارتفاع قاعدية المادة التي تؤدي بالتالي الى رفع قاعدية التربة من pH (7.6) الى pH (10-12) حسب نسبة الاضافة التي تتراوح من (5gm – 15gm) وبمرور الوقت تبدأ بالانخفاض الى ان تستقر عند pH 7 بعد مرور 11 يوما وهنا يكتمل التفاعل بين عناصر التربة ومادة (Na_2EDTA)وكما مبين في الشكل رقم (11).

الشكل رقم (12) يوضح كفاءة ازالة العناصر الثقيلة عند اضافة محلول مائي من مادة (Na_2EDTA) بتركيز 0.03 M واختلاف الدالة الحامضية (pH).



الشكل (11) : سلوك الدالة الحامضية (pH) مع الزمن عند اختلاف تراكيز ملح(Na_2EDTA)



الشكل (12) : كفاءة ازالة العناصر الثقيلة عند اضافة محلول مائي من ملح(Na_2EDTA) بتركيز 0.03 M واختلاف الدالة الحامضية (pH)

بتراكيز مختلفة تتراوح بين (0.01 ،0.014 ، 0.02 ، 0.024 و 0.03) مولاري حيث تم خلط المادة مع التربة لمدة ساعة من الزمن لضمان حدوث الخلط الجيد بينهما باستخدام جهاز (Magnetic Stirrer)، ووجد بعد عملية الخلط ان درجة الحامضية للخليط (pH) تعتمد اعتماداًكبيراً على تركيزالمحلول المائي لمادة (Na_2EDTA) المضافة الى التربة كما مبين في الشكل رقم (11) .

إن جميع النماذج تم تركها لمدة (11) يوم لضمان حدوث تفاعل متكامل بين المادة المضافة والعناصر المراد ازالتها من التربة.

الجدوى الاقتصادية:

تعتبر هذه الطريقة شائعة الاستخدام ومن مميزاتها معالجة التلوث موقعيا دون نقل التربة ، اضافة الى ان هذه المادة تعتبر صديقة للبيئة ولا تترك مضار على التربة المعالجة كما ان لها قابلية على ازالة جميع العناصر الملوثة لقابليتها المخلبية على سحب الكاتيونات (Cations)واحلالها محل (H^+) و (Na^+) لتصبح التربة صالحة للاستخدام ثانية وتعتبر هذه الطريقة غير مكلفة فسعر الكيلوغرام الواحد منها (1 دولار) اي ان معالجة طن واحد من التربة كلفته (250 دولار) اضافة الى عدم استغراقها وقتا طويلا في عملية المعالجة.

الاستنتاجات :

اعتمادا على النتائج التي تم الحصول عليها من اجراء تجارب هذا البحث ، تم التوصل الى الاستنتاجات التالية :

1- ان التركيز المثالي لازالة العناصر الثقيلة من التربة الملوثة بها في هذا البحث كان(0.03 M) للمحلول المائي لمادة (Na_2EDTA)حيث وجد ان نسبة إزالة عنصر الفناديوم كانت (94 %) اما لعنصر الرصاص فكانت (82 %) ، ولعنصر النحاس كانت (92 %) ، اما لعنصر القصدير فكانت (91 %)ولعنصر الزرنيخ فهي (84 %) اعتمادا على الوزن الذري والجهد الايوني (Ionic Potential) والذي يعبر عنه بنسبة شحنة الايون (Z) الى (r) نصف قطر الايون .

2- الزمن المثالي لتحقيق اعلى كفاءة لازالة العناصر كانت تبلغ (11) يوما من مزج المحلول المائي لمادة (Na_2EDTA)مع التربة الملوثة عند التركيز المثالي (0.03 M) .

3- استخدام الماء المقطر لغسل التربة لازالة الاملاح المذابة والتي كانت بنسبة 30% وهي بدورها تقلل العبأ على مادة (Na_2EDTA) في احلال العناصر المتواجدة وبضمنها العناصر الثقيلة فتزداد كفاءة الازالة لهذه العناصر ولوحظ ان الفترة الزمنية للغسل هي 3 ايام اعتماداً على (T.D.S.) و pH للماء المقطر المستخدم للغسل ، تم توقف هذه العملية بثبات العاملين المذكورين واللذان يشيران الى ازالة جميع العناصر المذابة في التربة من قبل الماء المقطر.

4- للدالة الحامضية (pH) دورا واضحا في دراسة كفاءة إزالة العناصر الملوثة حيث ترتفع عند اضافة المحلول المائي لمادة (Na_2EDTA)وتبلغ 12 في بداية العملية وتبدأ بالهبوط تدريجيا لتستقر عند pH (متعادلة) مشيرة إلى بلوغ اعلى نسبة إزالة للعناصر التي تحتويها التربة الملوثة واستقرارها عند pH (7)تلك النسبة لكافة العناصر بعد اكتمال التفاعل بين عناصر التربة والمادة ، والتي استغرقت 11 يوما، ان وقت التماس للتفاعل له دور كبير في ازالة العناصر من التربة بشكل كفوء حيث نلاحظ من

خلال الاشكال (6-10) كلما ازدادت الفترة الزمنية لتماس (المادة مع التربة) ازدادت نسبة الازالة الى ان تتوقف عند حد pH (7).

تم اعتماد حساب نسبة الازالة للعناصر بموجب المعادلة (1) ادناه:

$$\eta \% = \frac{Co-Cf}{Co} * 100 \% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :

η %: النسبة المئوية لإزالة العناصر من التربة.

C_o: التركيز الأولي للعنصر في التربة مقاسا بوحدة (ppm).

C_f: التركيز النهائي للعنصر في التربة مقاسا بوحدة (ppm).

التوصيات :

نظرا لتلوث مساحات كبيرة من تربة المصفى بالعناصر الضارة فيمكن استخدام هذه الطريقة في المعالجة مع اجراء مسوحات دورية للتربة وخاصة التي تكون قريبة من مواقع تخزين المنتوجات النفطية والمواد الكيمياوية التي تتعرض الى انسكابات غير محسوبة لهذه المواد وهي بدورها تحتوي على عناصر ملوثة خطرة وسامة وفيما اذا تركت سوف تتسرب الى التربة والمياه الجوفية والتي تنعكس سلبا على الموارد البيئية.

المصادر:

1- http://www.first-forums.com/showthread.php?p=286
2- https://www.tunisia-sat.com/forums/threads/2594490/
3- http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/e5134?lang=en&region=IQ.
4- http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylenediaminetetraacetic_acid.
5- http://telc.tanta.edu.eg/hosting/pro11/containt/L4-12.htm
6- http://en.wikipedia.org/wiki/Lead.
7- http://en.wikipedia.org/wiki/Arsenic.
8- http://en.wikipedia.org/wiki/Copper.
9- http://en.wikipedia.org/wiki/Tin.
10- http://en.wikipedia.org/wiki/Vanadium.
11- Ayad A. H. Faisal, Rasha W. A., 2012, Electro - kinetic Remediation of Lead , Nickel and Zinc – Contaminated Soil , M.Sc. thesis, University of Baghdad.