

استخدام طريقة الاستخلاص التتابعي BCR لتحديد محتوى كل من الحديد والمنغنيز والنيكل في الرمال الشاطئية السورية

الدكتور محمد رأفت معروف*

مي بدر بدر**

تاريخ الإيداع 17 / 5 / 2017. قَبْلُ للنشر في 17 / 8 / 2017

□ ملخص □

تعد طريقة الاستخلاص المتتابع طريقة مفيدة لتحديد مدى ارتباط المعادن النزرة السامة بجزيئات الرمل ومدى القوة التي تربطها بها. يتضمن الاستخلاص التتابعي مجموعة من عمليات الاستخلاص على العينة نفسها من التربة أو الرمل أو الخبث باستخدام مجموعة من السوائل المستخلصة المتوقع منها ان تعزز خفض حركية أجزاء المعادن بالرمل . يقوم منهج التتابع المختار لهذه الدراسة على مخطط مكون من أربع خطوات يدعى (Community Bureau of Referenc) "هيئة التعاون للمراجع" BCR ولكن مع التحسين الذي طرأ على الخطوة الرابعة حيث أصبحت عبارة عن جزأين: الأول باستخدام الماء الملكي والثاني باستخدام حمض الفلور. وقد طبقت الدراسة على سبع عينات مختلفة من الرمال من مواقع شاطئية في سوريا حيث تم تحديد كل من (Fe,Mn,Ni) باستخدام Atomic Absorption Spectrometry with Flame) FAAS ("مطيافية الامتصاص الذري باللهب" إذ بينت النتائج أن التراكيز المثوية المرتفعة لكل من Fe,Mn,Ni تظهر في مرحلة الأجزاء المتبقية (Residual Fraction) حيث أنها تتراوح للحديد بين 0.97266% - 4.11822% وللمنغنيز تتراوح بين 0.501866% - 0.022437% وللنيكل تتراوح بين 0.03034% - 0.0009714%.

الكلمات المفتاحية: المعادن النزرة، الاستخلاص التتابعي، الرمال الساحلية السورية

* أستاذ - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية
** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Using Determination of (Fe, Mn, Ni) in Syrian Costal Sand by BCR sequential extraction method.

Dr. M.Maarouf*
Mai Badr**

(Received 17 / 5 / 2017. Accepted 17 / 8 /2017)

□ ABSTRACT □

Sequential extraction is a useful method of identifying how toxic trace metals bind to sand particles and the strength of these bonds. Sequential extraction uses a series of extractions on the same sample, by using extraction liquids expected to promote decreasing mobility of metal fractions in the sand . The selected sequence process named BCR (Community Bureau of Reference), is consisting of four-steps, but with improvements in the fourth step (so it has become two parts ;the first is: by using the Aqua regia and the second is : by using Hydrofluoric acid).Seven different samples of sand from coastal areas in Syria have been studied. (Fe ,Mn,Ni) have been analyzed and their concentrations have been determined by using Atomic Absorption Spectrometry (AAS),the results have shown that the increasing percentage concentration for Fe, Mn,Ni in the residual fraction, are: for Fe between 0.97277% - 4,11822% , for Mn between 0.022437% - 0.501866%, and for Ni between 0,0009714% - 0.03034%.

Keywords: Heavy metals; Sequential extraction; sand; Syria.

*Professor , Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria
**Postgraduate student , the Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University , Lattakia, Syria

مقدمة:

تستخدم طريقة الاستخلاص المتتابع لتحديد التركيز الفعلي (الحقيقي) لبعض العناصر النزرة السامة من أجل التعرف على سمية هذه المعادن على الكائنات الحية في التربة حيث إن المحتوى الكلي للمعادن في التربة لا يعطي معلومات كافية لتوضيح تلك السمية. إن انحلالية المعادن تجعلها تنتقل إلى الكائنات الحية عن طريق السلسلة الغذائية لتصل إلى الإنسان [1].

تعمل عملية تجزئة مراحل الاستخلاص على تبيان اختلاف توزع المعادن بكل مرحلة وهي تعد مؤشرا "حقيقيا" على اختلاف المعادن بقوة ارتباطها بحبيبات التربة [2].

تستطيع الأجزاء شديدة الذوبان الانتقال بقوة عالية إلى النبات وبالتالي ستكون أكثر سمية على النباتات والحيوانات والإنسان . لذا فإن تجزئة استخلاص المعادن من التربة هو المؤشر الأكثر أهمية لوصف خصائص المعدن بدلا" من تحديد المحتوى الكلي له والتي تتحقق باستخدام طريقة الاستخلاص المتتابعي [3].

تهدف إجراءات الاستخلاص المتتابع متعددة المراحل إلى تجزئة المعادن النزرة في التربة والطين والرمل والرواسب وذلك وفق الطبيعة الكيميائية لكل منهم . ولكن بالرغم أن هذه العملية تستهلك وقتا "طويلا" إلا أنها تزودنا بمعلومات هامة عن الحالة الأصلية للتربة أو الرمل والتوافر البيولوجي والتوافر الكيميائي و عن حركية المعادن النزرة داخلها [4].

تعددت مناهج هذه النظرية في الاستخلاص الكيميائي المتتابع على العينة نفسها وتطورت عبر الزمن لتتمايز عن بعضها بعدد المراحل الخاصة بكل منهج وهي مجموعة من مراحل الفصل التي يجب أن يتقيد فيها الباحث عند القيام بعمليات الفصل الكيميائي وهي المراحل التالية: [5]

1- مرحلة الأجزاء القابلة للتبديل .

2- فصل الجزء القابل للإرجاع أو المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغنيز .

3- فصل الجزء القابل للأكسدة أو المرتبط بالمواد العضوية والكبريتيدية

4- مرحلة الجزء المتبقي أو المرتبط بالسيليكات

تحتجز أيونات المعادن في هذه الأطوار بعدة آليات وهي : التبادل الأيوني ، الامتزاز ، الترسيب أو الترسيب المشترك [6] .

يحدد محتوى المعادن في كل جزء مستخلص باستخدام تقنيات تحليلية متوفرة ، نذكر منها جهاز تقانة مطيافية

الامتصاص الذري AAS وتقانة ICP "البلازما المقرونة حثيا" وغيرها من التقانات الأخرى .

حددت هذه المناهج بأربعة هي [7]:

- Tessier(1979)
- Sposito(1928)
- BCR(1999)
- Silver(2006)

تميز كل منهج بمراحل لعملية الفصل خاصة فية ، واختلف عن غيره من المناهج بالكواشف الكيميائية التي استخدمها وهي المبينة بالجدول الآتية:

الجدول (1) : منهج tessier1979 [8] :

المرحلة	المذيب	الشروط
Exchangeable	8 ml 1M MgCl ₂ (pH=7)	1 h, room temperature
Carbonates	8 ml 1M NaOAc (pH = 5)	5 h, room temperature
Fe and Mn oxides	20 ml 0.04M NH ₂ OH/HCl in 25% (v/v) HOAc	6 h, 96°C
Organic matter	3 ml 0.02M HNO ₃ + 5 ml 30% H ₂ O ₂ (pH = 2)	3 h, 85°C
Residual	HNO ₃ -HCl digestion	

يتضمن هذا المنهج خمس مراحل متتابعة وأول مرحلة هي أجزاء الروابط القابلة للتبديل ثم مرحلة الأجزاء الكربونية ثم تليها مرحلة أكاسيد الحديد والمنغنيز ثم تليها مرحلة المواد العضوية وأخيرا الأجزاء المتبقية ويوضح الجدول المستخلص المستخدم في كل مرحلة مع شروطه.

الجدول (2) : منهج sposito1982 [7] :

المرحلة	المذيب	الشروط
Exchangeable	10 ml 0.5M KNO ₃	16 h, 25°C
Organic matter	10 ml 0.5M NaOH	16 h, 25°C
Fe and Mn oxides	10 ml 0.05M Na ₂ EDTA	6 h, 25°C
Residual	10 ml 4M HNO ₃	16 h, 25°C

نلاحظ هنا أن هذا المنهج يتكون من أربع مراحل متتابعة هي أولا الأجزاء القابلة للتبديل ثم مرحلة المواد العضوية ثم مرحلة أكاسيد الحديد والمنغنيز وأخيرا الأجزاء المتبقية كما يوضح المادة المستخلصة المستخدمة بكل مرحلة وشروط الاستخلاص.

الجدول (3) : منهج BCR1999 [9] :

المرحلة	المذيب	الشروط
Exchangeable	40 ml 0.11M CH ₃ COOH	16 h, room temperature
Reducible (Fe and Mn oxides)	40 ml 0.5M NH ₂ OH-HCl (pH= 1.5)	16 h, room temperature
Oxidisable (Organic matter)	10 ml 8.8M H ₂ O ₂	16 h, room temperature
Residual	HNO ₃ -HCl digestion	

نلاحظ هنا ان هذا المنهج يتكون من أربع مراحل متتابعة أولها الأجزاء القابلة للتبديل ثم تليها مرحلة أكاسيد الحديد والمنغنيز ثم مرحلة المواد العضوية وبالنهاية الأجزاء المتبقية كما يبين المستخلصات المستخدمة بكل مرحلة والشروط المطبقة .

الجدول (4) : منهج Silveira2006 [7] :

المرحلة	المذيب	الشروط
Soluble-exchangeable	15 ml 0.1M CaCl ₂	2 h, room temperature
Surface adsorbed	30 ml 1M NaOAc (pH = 5)	5 h, room temperature
Organic matter	5 ml NaOCl (pH= 8.5)	30 min, 90–95°C
Mn oxides	30 ml 0.05M NH ₂ OH-HCl (pH= 2)	30 min, room temperature
Poor crystalline Fe oxides	30 ml 0.2M oxalic acid + 0.2M NH ₄ oxalate (pH =3)	2 h, dark
Crystalline Fe oxides	40 ml 6M HCl	24 h, room temperature
Residual	HNO ₃ -HCl digestion	

يتم الاستخلاص وفق منهج silveira بسبع مراحل متتالية حيث تتم تجزئة مرحلة الاجزاء القابلة للتبديل الى مرحلتين وتم تجزئة مرحلة أكاسيد الحديد والمنغنيز إلى ثلاثة أجزاء وتم توضيح الكواشف المستخدمة بهذا المنهج وشروط كل جزء منه.

إن المستخلصات الأكثر شيوع المستخدمة في طرائق الاستخلاص التتابعي هي الأملاح الموقية، الحموض الضعيفة، الكواشف المرجعة، الكواشف المؤكسدة والحموض القوية [10].

أهمية البحث وأهدافه:

تتركز أهمية هذا البحث في أخذ عينات رملية طبيعية من شواطئ الساحل السوري لمحافظة اللاذقية ومحافظة طرطوس بهدف التقصي عن وجود عناصر معدنية مرافقة لحبيبات السيليس SiO₂ والسعي لاحقاً من أجل استثمارها في عمليات تكنولوجية لصناعة أنواع مميزة من الزجاج .

يهدف البحث إلى دراسة مجموعة من الخطوات :

- 1- أخذ عينات من مواقع مختلفة على شاطئ البحر الأبيض المتوسط الموافق للشريط الساحلي السوري .
- 2- دراسة إمكانية تطبيق طريقة الاستخلاص التتابعي على العينات الرملية من أجل الكشف عن كل من Fe, Mn, Ni وتحديد نسبة كل منها في الرمال الساحلية السورية .
- 3- محاولة تفسير اختلاف محتوى العنصر الواحد باختلاف منطقة وجوده على الساحل السوري .

طرائق البحث ومواده:

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

يتم إجراء زجاجية مختلفة السعة، أرلنماير سعة 500 مل ، دوارق المعايرة سعة 25 مل، أسطوانات مدرجة مختلفة السعة ، خلاط ميكانيكي، جهاز امتصاص ذري (AAS) من نوع Varian موديل 220، المثقلة، عبوات بلاستيكية، جهاز قياس الأشعة السينية المفلورة XRF .

المواد المستخدمة:

حمض كلور الماء (37% عالي النقاوة)، حمض الخل (99.5%)، حمض الآزوت عالي النقاوة 65%، هيدروكسي لأمين حمض كلور الماء، ماء أوكسجيني 33%، حمض الفلور (48%)، ماء مقطر، محلول الحديد القياسي (1000ppm Merck)، محلول المنغنيز القياسي (1000 ppm Merck)، محلول النيكل القياسي (Merck 1000 ppm).

العمل المخبري:

الاعتيان:

تم جمع عينات الرمال من سبع مواقع منتشرة على طول الشاطئ السوري وهي :

1- البسيط

2- رأس ابن هاني

3- مزار الخضر

4- جبلة الشقيقات

5- جبلة

6- بانياس

7- طرطوس



حيث تم اعتيان العينات الرملية بواسطة أسطوانة مصنعة من مادة البولي فينيل كلورايد Poly Vinyl Chloride (P.V.C). وضعت في أكياس مصنعة من مادة البولي إيثيلين وتقل إلى المختبر وتحفظ في جمادة عند الدرجة (C° -20) إلى حين استخلاصها .

النتائج والمناقشة :

نتائج العمل التجريبي :

تم تحديد تراكيز العناصر المدروسة باستخدام طريقة الفلورة بأشعة إكس XRF وطريقة مطيافية الامتصاص الذري AAS :

أولاً: تحليل XRF باستخدام مصعد من النحاس والخط الطيفي $K\alpha$ لكل من العناصر الثلاث لعينات رمال الشريط الساحلي السوري كما هو موضح بالجدول (5):

جدول (5) : نتائج تحليل عينات الرمل باستخدام جهاز الفلورة بأشعة إكس XRF :

	طرطوس	جبلة	مزار الخضر	البسيط	الشقيقات	رأس ابن هاني	بانياس
	average	average	Average	average	Average	Average	Average
K ppm	9187	12377	11980	5104	8317	8105	6895
Ca ppm	358.10^3	519.10^3	513.10^3	663.10^2	299.10^3	163.10^3	252.10^3
Ti ppm	1976	870	245	4009	1016	1140	1.50

Mnppm	522	560	328	1128	569	697	1042
Fe ppm	139.10 ²	108.10 ²	209.10 ²	477.10 ²	279.10 ²	150.10 ²	632.10 ²
Nippm	25.4	25.7	27.8	427	289	31.4	127
Cu ppm	<16	<16	99.0	37.5	<16	18.2	21.3
Znppm	28.0	31.4	288	69.4	36.0	40.3	71.3
Brppm	7.41	14.6	34.1	1.70	19.7	4.26	11.7
Rbppm	2.35	4.60	2.85	9.57	6.80	18.5	3.40
Srppm	2391	2434	2845	190	987	498	1153
Yppm	11.6	15.4	5.62	9.15	10.8	8.35	14.6
Pbppm	<35	<35	<35	<35	<35	<35	<35

بالاعتماد على الجدول السابق لوحظ أن تركيز كل من النيكل والمنغنيز يقع ضمن مجال ال ppm وتركيز الحديد مثوي وبالتالي تم اختيارهم للدراسة بطريقة مطيافية الامتصاص الذري لتحديد نزر هذين العنصرين.

ثانياً: خطوات العمل للتحليل بجهاز مطيافية الامتصاص الذري:

مرحلة الغسل: يتم أخذ 10 غرام من عينة الرمل ويتم غسلها بالماء العادي ثم بحمض الآزوت الممدد 1:1 ثم

يتم غسله بالماء المقطر حتى تمام زوال آثار الحمض

تؤخذ العينة المغسولة وتوضع في ارلنماير سعة 500 مل وتبدأ مراحل المعالجة الموضحة بالجدول (6):

جدول (6) : مراحل معالجة عينات الرمل :

المرحلة	المذيب	الشروط
exchangeable	100ml,0.11M CH ₃ COOH	18h,100°,PH=2
Fe and Mn oxide	100ml,0.5 MNH ₂ OH-HCL	18h,100°,PH=2
Organic matter	100ml,8.8H ₂ O ₂	18h,100°,PH=2
Residual	90mlHCL+30mlHNO ₃	20h,100°,PH=2
Silicat	50mlHF	24h,100°,PH=2

تفصل الرشاحة باستخدام مثقلة سرعتها 6000 دورة بالدقيقة .

تؤخذ الرشاحة إلى التحليل باستخدام جهاز مطيافية الامتصاص الذري وذلك من أجل تحديد تراكيز العناصر

المدروسة باستخدام طريقة المنحنيات العيارية حيث يتم تحضير سلاسل عيارية لكل من الحديد والمنغنيز والنيكل وذلك باستخدام علاقة مور للتمديد.

وتوضح السلاسل المحضرة في أرلنماير سعة 25 مل لكل من هذه العناصر والكمية المأخوذة بالجدول (7):

جدول (7) :تحضير سلسلة من المحاليل العيارية للعناصر المدروسة :

العنصر	السلسلة المحضرة	الكميات المأخوذة
الحديد	5,10,15,20ppm	(0.125,0.25,0.375,0.5)ml
المنغنيز	5,10,15,20 ppm	(0.125,0.25,0.375,0.5)ml
النيكل	5,10,15,20 ppm	(0.125,0.25,0.375,0.5)ml

ثم تتم عملية التحديد لكل عنصر على جهاز مطيافية الامتصاص الذري باستخدام تقنية اللهب بعد تحديد شروط القياس لكل منهم كما هو موضح بالجدول (8):

جدول (8) :شروط العمل على جهاز مطيافية الامتصاص الذري :

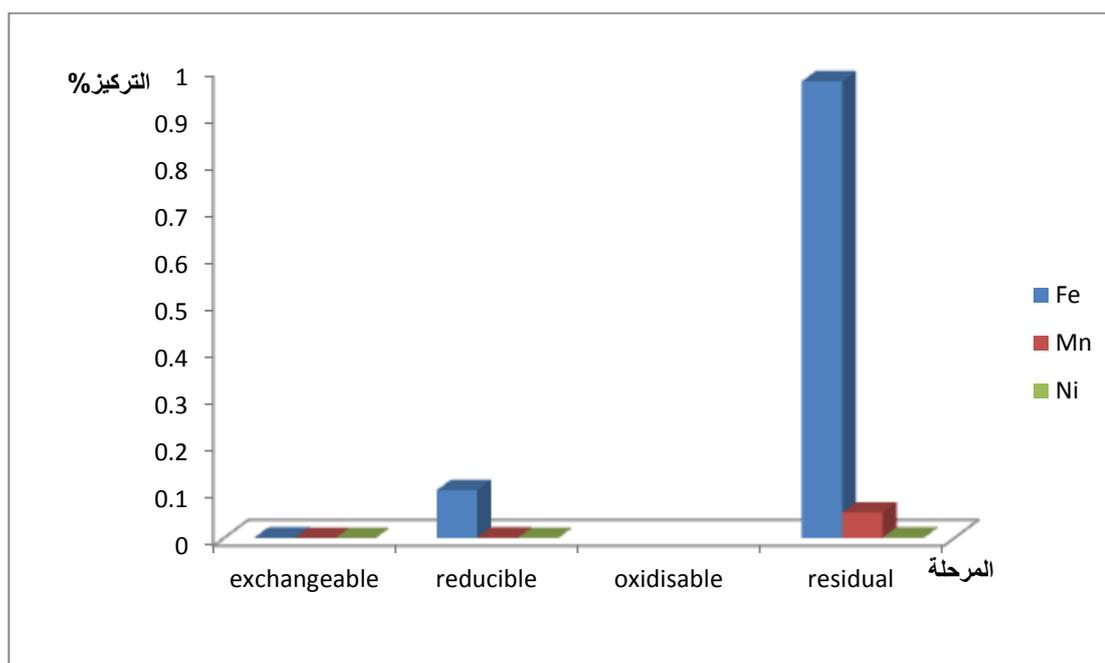
اسم العنصر	نوع اللهب	طول الموجة	عرض الشق الطيفي
الحديد	هواء/أستيلين	284.3 nm	0.2 nm
المنغنيز	هواء/أستيلين	279.5 nm	0.2 nm
النيكل	هواء/أستيلين	232 nm	0.2 nm

الجدول (9) يبين نتائج تحليل العناصر المدروسة في عينات الرمل التي تم اعيانها من مواقع مختلفة باستخدام طريقة مطيافية الامتصاص الذري AAS :

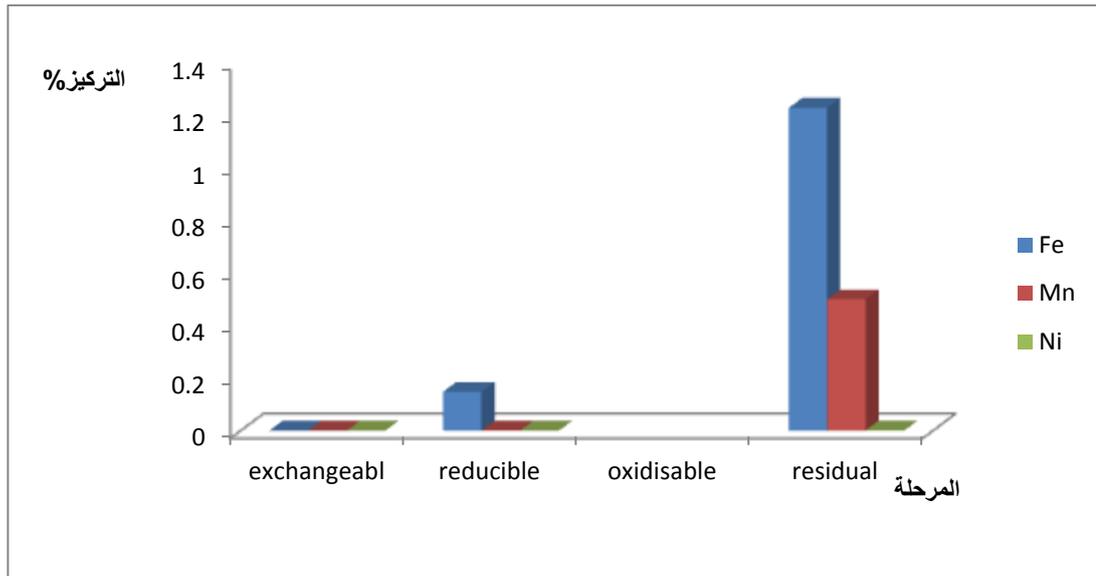
Ni(C%)	Mn(C%)	Fe(C%)	المرحلة	المنطقة
0.000066	0.0000877	0.001	Exchangeable	جبلية
0.000757	0.0017	0.1023	Fe and Mn Oxides	
_____	_____	_____	Oxidisable	
0.001746	0.05429	0.97266	Residual	
0.000061	0.0000772	0.001233	Exchangeable	طرطوس
0.000703	0.001643	0.14872	Fe and Mn Oxides	
_____	_____	_____	Oxidisable	
0.0017015	0.501866	1.22819	Residual	
0.0004879	0.0000797	0.1633	Exchangeable	بانياس
0.001441	0.001976	1.9939	Fe and Mn Oxides	
_____	_____	_____	Oxidisable	
0.0019714	0.10092	4.11822	Residual	
0.000985	0.001197	0.16425	Exchangeable	البيسط
0.011342	0.019876	1.39462	Fe and Mn Oxides	
_____	_____	_____	Oxidisable	
0.03034	0.088924	3.19705	Residual	
0.000065	0.0008632	0.005853	Exchangeable	مزار الخضر
0.000852	0.008751	0.57895	Fe and Mn Oxides	

—————	—————	—————	Oxidisable	الشقيفات
0.001845	0.0224307	1.488097	Residual	
0.0009763	0.0000865	0.009986	Exchangeable	
0.009873	0.00175	0.99888	Fe and Mn Oxides	
—————	—————	—————	Oxidisable	رأس ابن هاني
0.017232	0.05489	1.69883	Residual	
0.000086	0.0000878	0.005833	Exchangeable	
0.000954	0.00875	0.2432	Fe and Mn Oxides	
—————	—————	—————	Oxidisable	
0.001983	0.05989	1.24764	Residual	

النتائج المدونة في الجدول السابق وضحت في الأشكال التالية:

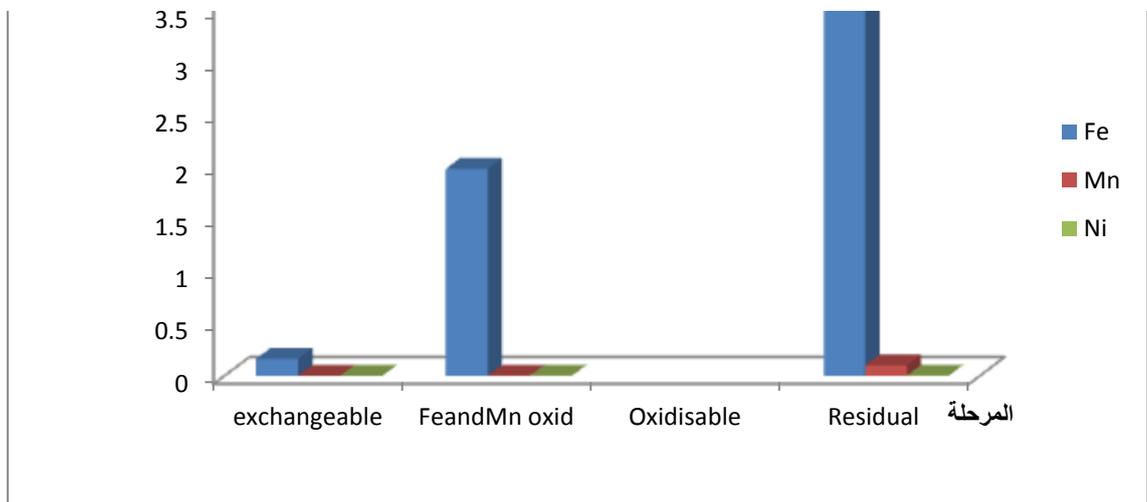


الشكل (1) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة جبلة

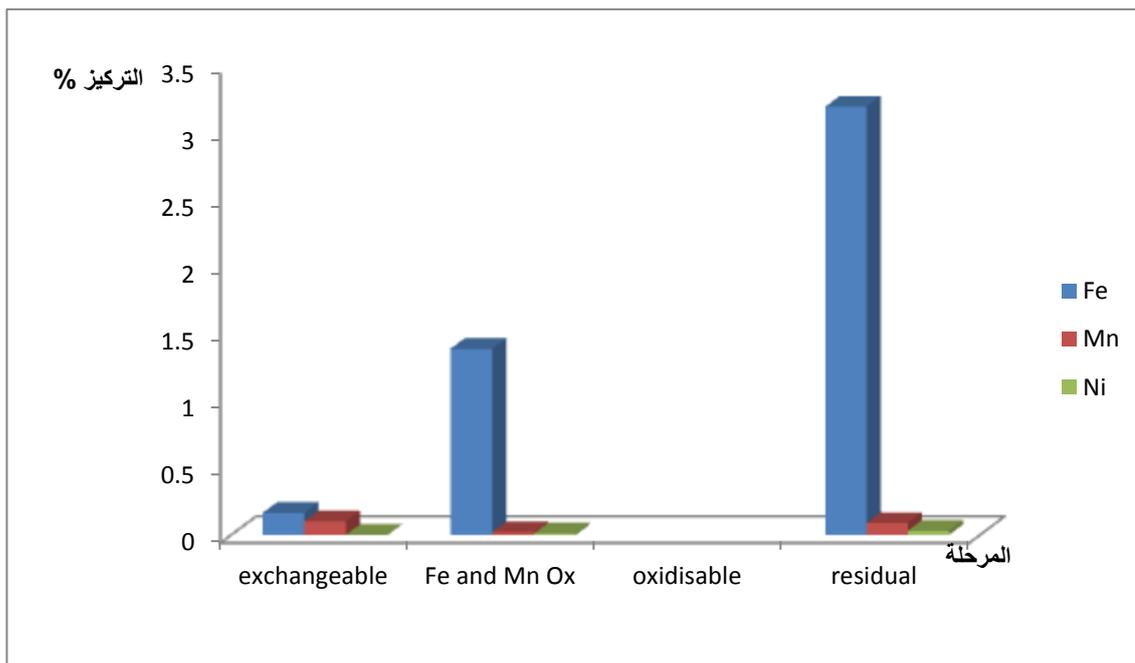


الشكل (2) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة طرطوس

يبين كل من الشكلين (1) و (2) أن تركيز الحديد هو الأعلى يليه تركيز المنغنيز أما تركيز النيكل فهو الأقل في كل مرحلة من المراحل الموضحة بالشكلين .
ويبين أيضا ان اعلى التراكيز تم الحصول عليها في مرحلة الأجزاء المتبقية تليها مرحلة الأجزاء القابلة للارجاع واقلها في مرحلة الأجزاء الكربوناتيية
كما يبين انه لم يتم استخلاص اي جزء من التراكيز في مرحلة الأجزاء القابلة للأكسدة وذلك لان الرمل لا يحتوي على اي اجزاء مؤكسدة.

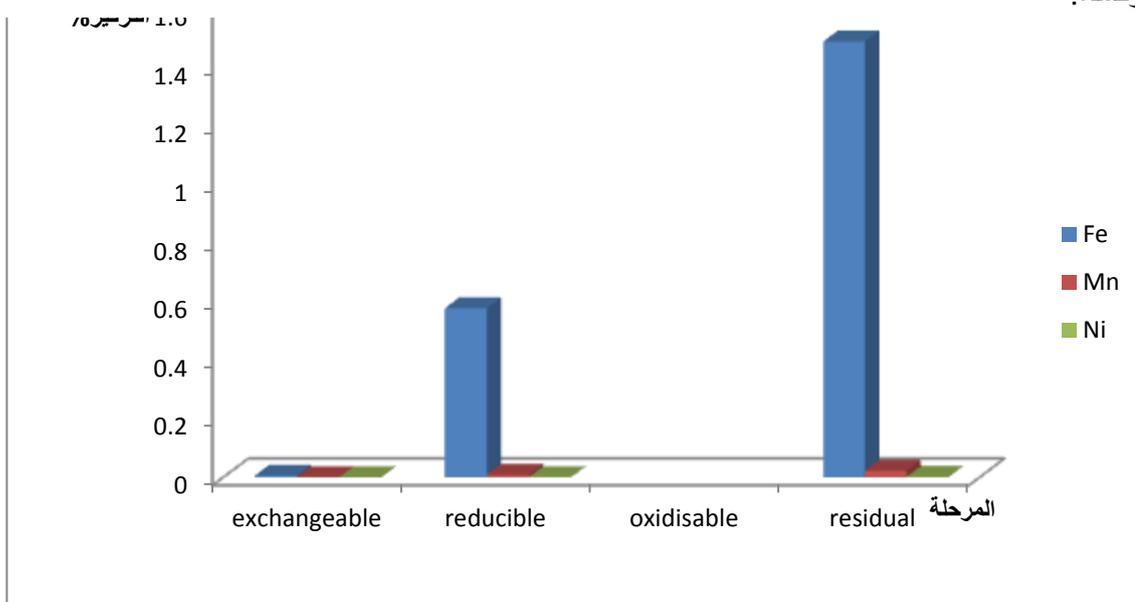


الشكل (3) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة بانياس

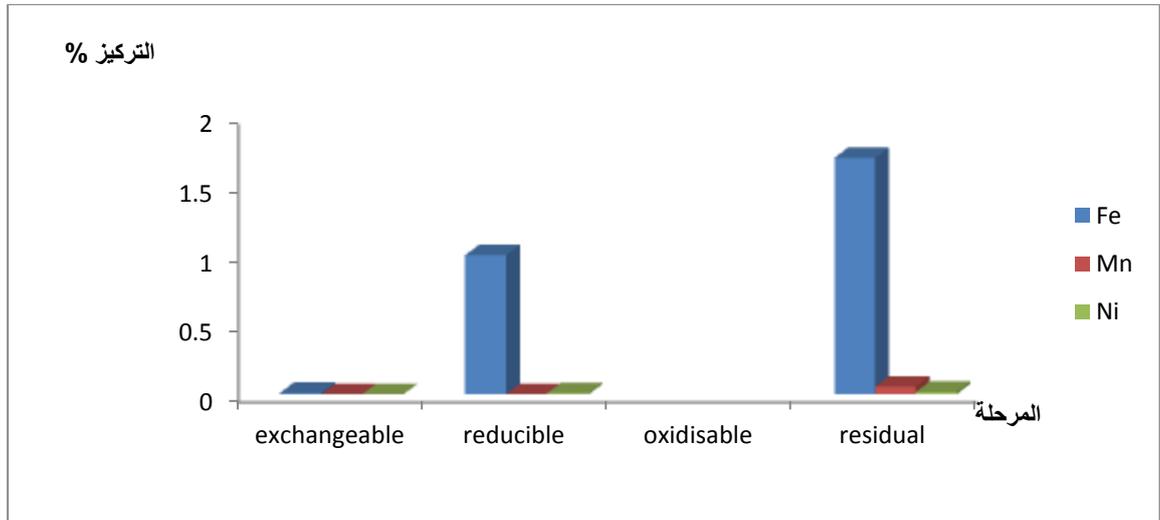


الشكل (4) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة البسيط

يبين كل من الشكلين (3) و (4) أن تركيز الحديد هو الأعلى يليه تركيز المنغنيز أما تركيز النيكل فهو الأقل في كل مرحلة من المراحل الموضحة بالشكلين .
ويبين أيضا ان اعلى التراكيز تم الحصول عليها في مرحلة الأجزاء المتبقية تليها مرحلة الأجزاء القابلة للارجاع واقلها في مرحلة الأجزاء الكربوناتيية
كما يبين انه لم يتم استخلاص اي جزء من التراكيز في مرحلة الأجزاء القابلة للأكسدة وذلك لان الرمل لا يحتوي على اي اجزاء مؤكسدة.

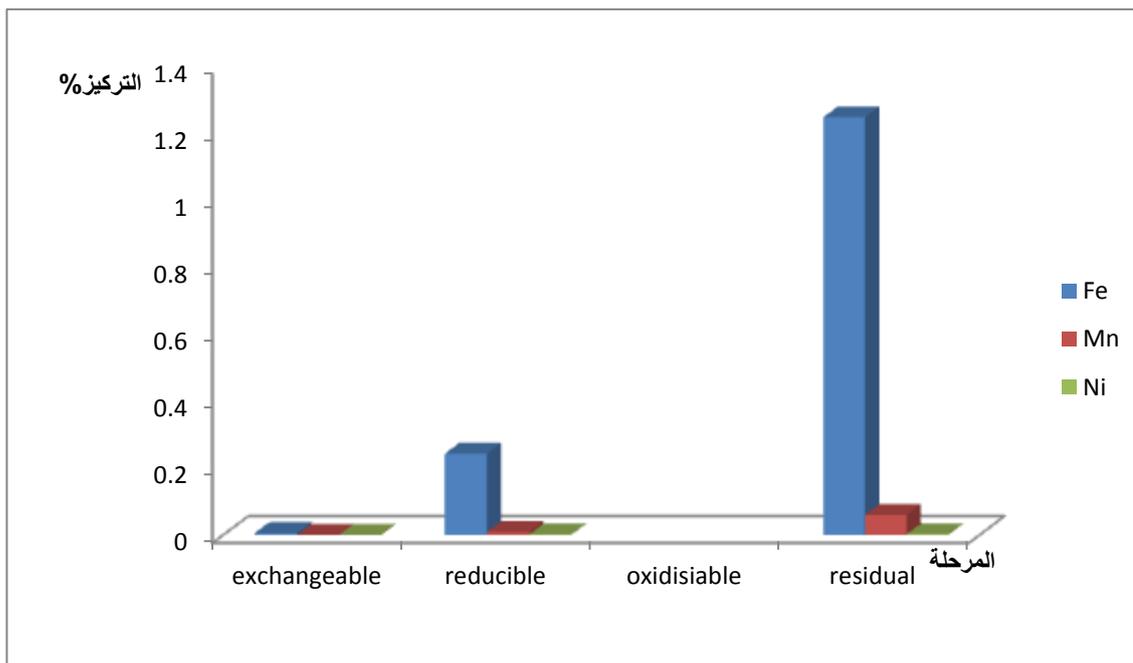


الشكل (5) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة مزار الخضر



الشكل (6) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة جيلة الشقيفات

يبين كل من الشكلين (5) و (6) أن تركيز الحديد هو الأعلى يليه تركيز المنغنيز أما تركيز النيكل فهو الأقل في كل مرحلة من المراحل الموضحة بالشكلين .
ويبين أيضا ان اعلى التراكيز تم الحصول عليها في مرحلة الأجزاء المتبقية تليها مرحلة الاجزاء القابلة للارجاع واكلها في مرحلة الاجزاء الكربوناتيية
كما يبين انه لم يتم استخلاص اي جزء من التراكيز في مرحلة الاجزاء القابلة للأكسدة لان الرمل لا يحتوي على اي اجزاء مؤكسدة.

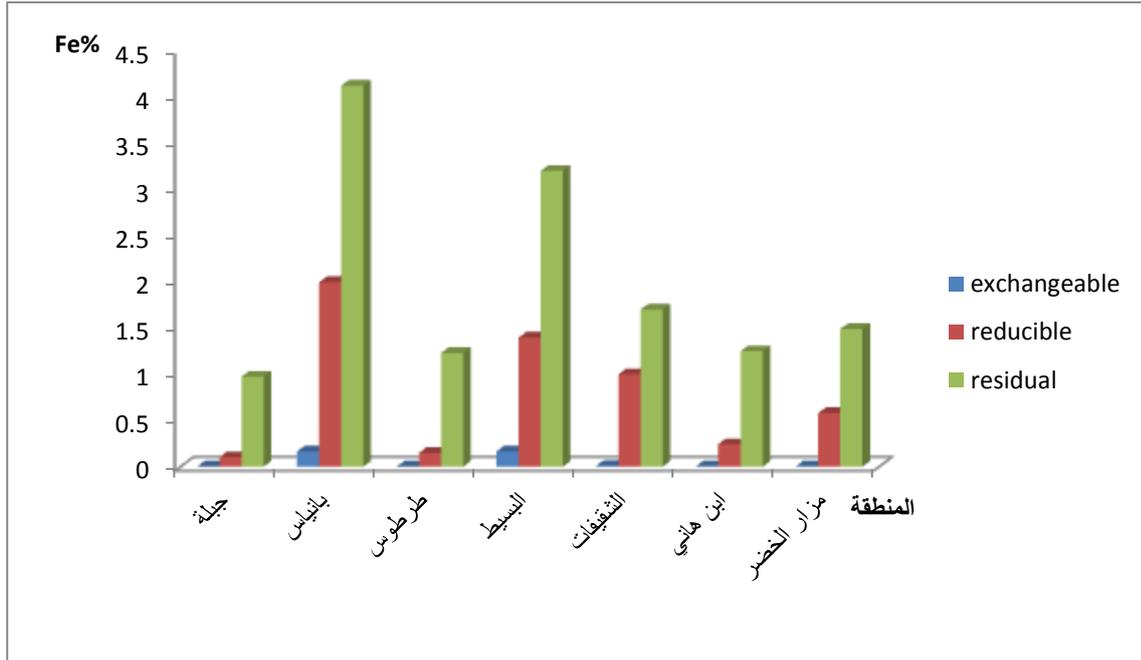


الشكل (7) : مخطط توزيع تراكيز الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة رأس ابن هاني

يبين الشكل (7) أن تركيز الحديد هو الأعلى يليه تركيز المنغنيز أما تركيز النيكل فهو الأقل في كل مرحلة من المراحل الموضحة بالشكل. ويبين أيضا ان اعلى التراكيز تم الحصول عليها في مرحلة الأجزاء المتبقية تليها مرحلة الاجزاء القابلة للارجاع واقلها في مرحلة الاجزاء الكربوناتيية كما يبين انه لم يتم استخلاص اي جزء من التراكيز في مرحلة الاجزاء القابلة للأكسدة وذلك لان الرمل لا يحتوي

الجدول (10) يبين مقارنة تراكيز عنصر الحديد في رمال الساحل السوري بمناطق مختلفة :

مزار الخضر	ابن هاني	الشقيفات	البسيط	طرطوس	بانياس	جبله	Fe%
0.005853	0.005833	0.009986	0.16425	0.001233	0.1633	0.001	Exchangeable
0.57895	0.2432	0.99888	1.39462	0.14872	1.9939	0.1023	Fe and Mn Oxides
							Oxidisable
1.488079	1.24764	1.69705	3.19705	1.22819	4.11822	0.97266	Residual



الشكل (8) يوضح مقارنة توزيع تركيز الحديد في الشريط الساحلي باختلاف المرحلة

يبين الشكل (8) اختلاف توزيع عنصر الحديد في الشريط الساحلي السوري باختلاف المرحلة حيث أن التركيز الأدنى للحديد في مرحلة الأجزاء القابلة للتبديل والتركيز الأعلى في مرحلة الأجزاء المتبقية في كل المناطق ، كما يوضح ان تركيز الحديد في بانياس < البسيط < الشقيفات < مزار الخضر < رأس ابن هاني < طرطوس < جبلة

..

الدراسة الإحصائية:

تم إجراء الدراسة الإحصائية بحساب الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%، وحد الثقة ضمن مجال (95%). كما هو موضح بالجدول 11، 12، 13، 14: وأجريت جميع الحسابات بعد اعتماد نتائج ثلاث تجارب (n=3) وحسبت القيمة الوسطية Average value من العلاقة:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

والانحراف المعياري النسبي (RSD) Relative Standard Deviation من العلاقة:

$$RSD\% = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

وحد الثقة Confidence Limit من العلاقة:

$$CL = t \times \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

الجدول 11: توضح الدراسة الإحصائية لكل من الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقتي جبلة وجبلة الشقيفات :

جبلة الشقيفات			منطقة جبلة			المعالجة الإحصائية	العنصر
residual	Fe and Mn oxides	exchangeable	residual	Fe and Mn oxides	exchangeable		
1.6988	0.9988	0.0099	0.973	0.1023	0.001	\bar{x}	Fe
0.4	0.5	1.8	0.5	0.8	1.5	RSD%	
0.26	0.06	0.0028	0.02	0.002248	0.000248	حد الثقة (cl)	
0.05489	0.00175	0.000087	0.05429	0.0017	0.0000877	\bar{x}	Mn
1.5	2.1	3.2	1.7	2.1	3.35	RSD%	
0.003	0.0006	0.00001	0.006	0.0002	0.00001	حد الثقة (cl)	
0.017232	0.009873	0.0009763	0.001746	0.000757	0.000066	\bar{x}	Ni
1.2	1.7	3.5	1.5	3.2	4.2	RSD%	
0.006	0.002	0.0002	0.0002	0.0001	0.00001	حد الثقة (cl)	

الجدول 12: توضح الدراسة الإحصائية لكل من الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقتي طرطوس وبناباس :

بناباس			منطقة طرطوس			المعالجة الإحصائية	العنصر
residual	Fe and Mn oxides	exchangeable	residual	Fe and Mn oxides	exchangeable		
4.118	1.9939	0.1633	1.22	0.14	0.001	\bar{x}	Fe
0.42	0.7	0.87	0.74	0.8	1.5	RSD%	
0.27	0.16	0.049	0.16	0.000248	0.000248	حد الثقة (cl)	
0.1	0.001976	0.0000797	0.05018	0.00164	0.0000772	\bar{x}	Mn
1.5	2.4	3.7	1.7	2.1	3.4	RSD%	
0.13	0.0012	0.001	0.12	0.0012	0.001	حد الثقة (cl)	
0.00197	0.001441	0.000487	0.0017	0.0007	0.000061	\bar{x}	Ni
2	2.4	3.5	1.5	3.2	4.2	RSD%	
0.00024	0.0005	0.0002	0.0004	0.0001	0.00001	حد الثقة (cl)	

الجدول 13: توضح الدراسة الإحصائية لكل من الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقتي البسيط ومزار الخضر :

مزار الخضر			البسيط			المعالجة الإحصائية	العنصر
residual	Fe and Mn oxides	exchangeable	residual	Fe and Mn oxides	exchangeable		
1.488	0.578	0.0058	3.197	1.394	0.164	\bar{x}	Fe

0.5	0.9	2.4	0.5	0.5	0.8	RSD%	
0.15	0.027	0.00062	0.05	0.16	0.049	حد الثقة (cl)	
0.0224	0.0087	0.00086	0.0889	0.0198	0.0011	∞	Mn
1.3	1.65	2.5	0.72	0.9	1.7	RSD%	
0.0037	0.0006	0.00024	0.0037	0.0015	0.0005	حد الثقة (cl)	Ni
0.00184	0.000852	0.000065	0.030	0.011342	0.000985	∞	
1.32	2.45	3.23	1.2	1.34	2.4	RSD%	
0.001	0.00024	0.00002	0.0065	0.00024	0.00024	حد الثقة (cl)	

الجدول 14: توضح الدراسة الإحصائية لكل من الحديد والمنغنيز والنيكل في منطقة ابن هاني :

منطقة ابن هاني			المعالجة الإحصائية	العنصر
residual	Fe and Mn oxides	exchangeable		
1.247	0.24	0.0058	∞	Fe
0.47	0.87	1.67	RSD%	
0.07	0.049	0.0006	حد الثقة (cl)	
0.0598	0.0087	0.000087	∞	Mn
1.34	2.78	3.2	RSD%	
0.029	0.0006	0.00002	حد الثقة (cl)	
0.0019	0.00095	0.000086	∞	Ni
1.5	2.11	3.1	RSD%	
0.001	0.0003	0.000024	حد الثقة (cl)	

الإستنتاجات والتوصيات :

- 1- نستنتج أن مجموع تراكيز العناصر التي تم الحصول عليها في مراحل طريقة الاستخلاص التتابعي تساوي تقريباً التراكيز الناتجة من التحليل بطريقة الفلورة بأشعة إكس XRF أي أن هناك تقارب في دقتي الطريقتين لتحليل الرمال الشاطئية.
- 2- نستنتج أن التراكيز الأعلى للعناصر تظهر متأخراً في مرحلة الأجزاء المتبقية وذلك لأن الرمل لا يذوب متحولاً إلى السيليس إلا بعد إضافة حمض فلوريد الهيدروجين HF .
- 3- نستنتج أن تراكيز الحديد في منطقتي البسيط وبانياس هي الأعلى وذلك يعود إلى الطبيعة الصخرية الموجودة هناك وهي صخور الميكا والتي تحتوي ضمن تركيبها نسبة من الحديد .
- 4- نستنتج أن تراكيز المنغنيز والنيكل Mn, Ni صغيرة جداً مقارنة بتراكيز الحديد أي أنها معادن لا تترافق مع الطبيعة الصخرية للميكا .

5- تعتبر كمية كل من النيكل والمنغنيز المستخلصة من الرمال الشاطئية السورية غير اقتصادية ، بينما يمكن اعتبار كمية عنصر الحديد الموجودة في الرمال الشاطئية السورية في منطقة بانياس اقتصادية ويمكن استثمارها حيث تبلغ قيمتها (6.32%) .

المراجع:

- 1-YUSUF,K.*Sequential Extraction of Lead,Copper,Cadmium and Zinc in soils near Ojota Waste Site.*Journal of Agronomy,Nigeria,2007,331-337.
- 2-SALOMONS,W.*Trace Metal Analysis Of Polluted Sediments.*Environmental Technology,Germany,1980,1,pp 506.
- 3-AHMED,A;BELHADJ,S.*Determination of heavy metals (Cd,Cr,Cu,Fe,Ni,Pb,Zn) by ICP-OES and their speciation in Algerian Mediterranean Sea Sediments After a five-stage sequential extraction procedure.*EnvironMoint Assess,Alerian,2007,135,265-280.
- 4-LWEGBUE,C;EMUH,F;ISIRIMAH,N;EGUN,A.*Fractionation,characterization and speciationofheavy metals in compost and compost-amended soils.*African Journal of Biotechnology,Nigeria,2007,67-78.
- 5-KALEMBKIEWICZ,J;SOCO,E.*Investigation of Chemical Fraction of Cr in Soil.*Polish Journal of Environmental , Poland,2005,14,593-598.
- 6-FILGUEIRAS,A; LAVILLA,I; BENDICHO,C.*Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples.*JournalEnviron Moint,Spain,2002,4,823-857.
- 7-MOHAMED,I;REN,Y;ALI,M;HASSAN,W;ZENG,F.*Assessment of Trace and Heavy Metal Distribution by Four Sequential Extraction Procedures in a Contaminated Soil.*China, Soil & Water Res, 8, 71-76.
- 8-TESSIER,A;CAMPBELL,P;BISSON,M.*Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals.*ANALYTICAL CHEMISTRY,Canada,1979,51, NO. 7.
- 9-DAVIDSON,C;DUNCAN,A;LITTLEJOHN,D;URE,A;GARDEN,L. *A critical evaluation of the three-stage BCR sequential extraction procedure to assess the potential mobility and toxicity of heavy metals in industrially-contaminated land.*AnalyticaChimica,UK, 1998,363.45-55.
- 10-SILVEIRA,M;ALLEONI,L;CONNOR,G;CHANG,A. *Heavy metal sequential extraction methods—A modification for tropical soils.*Chemospher,USA,2006,64,1929-1938.