

## تحديد تركيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في أنواع مختلفة من الرمال البحرية لشاطئ مدينتي اللاذقية وبانياس

الدكتور سامر غدير غدير\*

الدكتور حسام الدين لايقة\*\*

(تاريخ الإيداع 23 / 3 / 2017. قُبِلَ للنشر في 20 / 7 / 2017)

### □ ملخص □

يركز هذا البحث على تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة (الرصاص (Pb)، المنغنيز (Mn)، النيكل (Ni)، النحاس (Cu) والكاديوم (Cd)) في أنواع مختلفة من الرمال البحرية لشاطئ مدينتي اللاذقية وبانياس في ربيع 2015 باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer: AAS) في مناطق مختلفة من حيث الموقع الجغرافي والتأثر بمصادر التلوث.

تشير نتائج البحث إلى وجود ارتباط بين تغير تراكيز العناصر المعدنية المدروسة (Pb, Ni, Cu, Cd&Mn) وطبيعة ونوعية الرمال من جهة، واختلاف نوع وطبيعة مصادر التلوث ودورها من جهة أخرى، حيث لوحظ سيادة للرسوبيات الرملية الناعمة والمتوسطة نسبياً في شاطئ مدينة اللاذقية مقارنة مع سيادة للرمل المتوسطة والخشنة في رمال شاطئ مدينة بانياس.

أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز كل من عنصري المنغنيز (361.33-968.54mg/kg) والرصاص (25.09 - 169.51mg/kg) في الأنواع المختلفة من الرمال المدروسة في كلا المدينتين، في حين كان هناك تغيرات مكانية واضحة تجلّت في انخفاض تراكيز كل من النحاس (83.72-272.22mg/kg) والنيكل (99.55-132.11mg/kg) وارتفاع تراكيز الكاديوم (5.92-11.25µg/kg) في رمال مدينة بانياس مقارنة مع العينات الرملية المأخوذة من محافظة اللاذقية (3.33-5.31µg/kg، 285.01-620.11mg/kg، 390.61-53.85mg/kg).

**الكلمات المفتاحية:** العناصر المعدنية الثقيلة، الرصاص، النحاس، المنغنيز، النيكل والكاديوم، الرمال البحرية، حجم الحبيبات.

\* مدرس - قسم الجيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\* مدرس - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Identify the concentration of some heavy metal elements in different types of marine sediments dispersed on Lattakia and Baniyas coast

Dr. Samer Ghadeer Ghadeer\*  
Dr. Hussam Eddin Laika\*\*

(Received 23 / 3 / 2016. Accepted 20 / 7 / 2017)

### □ ABSTRACT □

This research focuses on identifying the concentration of some heavy metal elements (Lead (Pb), manganese (Mn), nickel (Ni), copper (Cu), cadmium (Cd)), in different types of marine sediments dispersed along Latakia and Baniyas coastal area during spring period of 2015 using the Atomic Absorption (Atomic Absorption Spectrophotometer: AAS). The samples were collected from regions differ from each other in terms of geographical location and nature of the pollutants.

The results of the research indicate a correlation between the change in the concentration of studied elements (Pb, Ni, Cu, Mn & Cd) and the nature and quality of the sand on one hand, and the different sources of pollution and its role in changing the concentration of these elements values on the other hand. The results also showed that the fine sand are dominant in the Latakia beach compared with Baniyas sediments where medium and coarse sand are dominant.

The results also showed that the concentration of manganese (361.33-968.54mg / kg) and lead (25.09 - 169.51mg / Kg) is high in both sites, while there was a clear spatial changes reflected in the low concentration of both copper ( 83.72-272.22mg / kg) and nickel (99.55-132.11mg / kg) and high concentration of cadmium (5.92-11.25µg / kg) in the samples of Baniyas beach compared with the samples taken from Latakia beach (285.01-620.11mg / kg, 53.85-390.61 mg / kg and 3.33-5.31µg / kg, respectively).

**Keywords:** Trace heavy metals: Lead, Manganese, Nickel, Copper and Cadmium – Sand – grain size

---

\* Assistant Professor, Department of Marine Geology, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Latakia, Syria.

\*\* Assistant Professor, Department of Marine Chemistry, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Latakia, Syria.

**مقدمة:**

بدأ الاهتمام العالمي بدراسة التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة بالازدياد نتيجة للزيادة الهائلة في حجم الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية من جهة وارتفاع تركيز هذه العناصر في الهواء، المياه والرسوبيات من جهة أخرى (Fang and lin, 2002; Santos *et al.*, 2002; Woitke *et al.*, 2003; Paetzel *et al.*, 2003; Adamo *et al.*, 2005)

ينتشر التلوث بالعناصر الثقيلة في كل مكان من بيئتنا، وينتج من النشاطات البشرية المتنوعة، كمخلفات المصانع والتعدين وصناعة الطلاء والسيارات، وطبيعياً من تجوية صخور القشرة الأرضية (Kaiser *et al.*, 2006 ; Taiwo *et al.*, 2014). يمتص قسم من العناصر المعدنية الثقيلة المتواجدة في المياه من قبل الكائنات النباتية الحية بينما يدمص القسم الآخر على الدقائق الجزيئية المعلقة في العمود المائي ليستقر لاحقاً في الرسوبيات الخاضعة للتغيرات البيئية المختلفة (Belen *et al.*, 2011). تنتقل أغلب العناصر المعدنية بسرعة في النظام المائي وتتوضع على المواد الصلبة، نتيجة ضعف انحلاليتها (Forstner and Wittman, 1981)، حيث تستقر في الرسوبيات وبهذا الشكل فإن تركيزها يكون مرتفعاً فيها مقارنة مع المياه وبالتالي فهي تعطينا فكرة أوسع عن جودة المنطقة المدروسة بيئياً وبالتالي إمكانية اعتبارها مؤشراً للتلوث (Ebah *et al.*, 2007 ; Alvarez-Iglesias, 2007 ; Tessier and Campbell, 1988; *al.*, 2016)

يعد تزايد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة النزر في البيئة البحرية (مياه، أحياء ورسوبيات) من المشاكل البيئية الخطيرة، وذلك نتيجة استقرارها فيها لكونها ذات طبيعة مقاومة وغير قابلة للتفكك الحيوي، هذا بالإضافة إلى قدرتها على التراكم عن طريق السلسلة الغذائية (Fatoki and Mathabatha, 2001 ; Fernandes *et al.*, 2008 ; Kucuksezgin *et al.*, 2008 ; Gopinath *et al.*, 2009 ; Nobie *et al.*, 2010; Ebah *et al.*, 2016; Kamalifar *et al.*, 2016)

تختلف تراكيز العناصر المعدنية في المنطقة الشاطئية باختلاف شكل الشاطئ من حيث الاتساع، عمق المياه و حركة الأمواج (Piedracoba *et al.*, 2005)، علماً أن هذه المنطقة تتأثر باليابسة وبمصادر المياه العذبة والتمتيزة بإنتاجية كبيرة نتيجة عمليات التدفق الموجي الصاعد (Upwelling) الفصلية (Fraga, 1981) والتغير في حركة الأمواج (Vilas *et al.*, 2005). تختلف تراكيز العناصر المعدنية في الرسوبيات نتيجة اختلاف العمليات البيولوجية، الكيميائية والفيزيائية في البيئة الشاطئية، كذلك نتيجة التغيرات في الرسوبيات السطحية والعمود المائي الأمر الذي يقود إلى تغيرات مكانية للعناصر المعدنية في الرسوبيات السطحية هذا بالإضافة إلى مساهمة الملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة (الصناعية، مياه الصرف الصحي) (Axtmann *et al.*, 1997; Baptista Neto *et al.*, 2000 ; Angelidis and Aloupi, 2000)

تناولت دراسات قليلة ارتباط الحجم الحبيبي للرسوبيات بالتلوث الناتج عن العناصر المعدنية الثقيلة (Chester & Voutsinou, 1981)، حيث يتعلق مدى الانتشار والاحتفاظ بالعناصر المعدنية في الرسوبيات بنوعية الحجم الحبيبي الذي بدور يعتبر مؤشراً جيداً على مصدر هذه العناصر سواء كانت من الأنشطة البشرية أم من مصادر طبيعية كالحث والتآكل. تظهر دراسات كل من (Poulton *et al.*, 1996 ; Kut *et al.*, 2000 ; Fatoki and Mathabatha, 2001 ; McCready *et al.*, 2006) بأن العلاقة غير الخطية ما بين الحجم الحبيبي وتركيز العناصر المعدنية ما هو إلا دليل على نوع مصدر تلوث التربة بالعناصر.

## أهمية البحث وأهدافه:

### أهمية البحث:

تأتي أهمية هذا البحث من كونه سيحدد محتوى أنواع مختلفة من الرمال البحرية من تراكيز عناصر الرصاص، المنغنيز، النيكل، النحاس والكاديوم، وستقدم هذه الدراسة معلومات وبيانات عن تأثير الحجم الحبيبي ونوع الرمال على محتواها من هذه العناصر في المناطق المدروسة في مدينتي اللاذقية وبانياس، مما يمهد لأبحاث مستقبلية في إمكانية استخدام نوع معين من الرمال في التخفيف من التلوث الخطر بالعناصر المعدنية.

### أهداف البحث:

#### يهدف هذا البحث إلى:

1. دراسة التركيب الحبيبي للرمال البحرية لتحديد طاقة الوسط.
2. تحديد تراكيز عناصر الرصاص (Pb)، المنغنيز (Mn)، النحاس (Cu)، النيكل (Ni) والكاديوم (Cd).
3. تحديد علاقة الارتباط بين التركيب الحبيبي للرمال البحرية المختلفة وتراكيز العناصر المعدنية المدروسة.

#### منطقة الدراسة:

تم جمع عينات الرمال البحرية من منطقة مصب نهر الكبير الشمالي ومنطقة مصب ساقية موسى (محافظة اللاذقية)، من الشط المقابل لمدينة بانياس والمحطة الحرارية (مدينة بانياس) وذلك في ربيع 2015 (الجدول 1، الشكل 1)، ويعود سبب اختيار هذه المواقع الستة إلى اختلاف مصادر التلوث فيها وبالتالي كان من الأهمية بمكان دراسة تأثير نوع وحجم الرمال المترسبة في تلك المناطق على محتواها من العناصر المعدنية الثقيلة علماً أن هذه الدراسة هي استكمال لدراسات سابقة في شاطئ مدينتي بانياس واللاذقية (Ghadeer, 2016; Ghadeer, 2017).

الجدول (1): يمثل رموز ومواقع العينات الرسوبية المدروسة.

رمز العينة	اسم الموقع	إحداثيات الموقع
St1	مصب نهر الكبير الشمالي	N 35° 29' 58" 35° 48' 42"E
St2	مصب ساقية موسى	35° 35' 30" N 35° 45' 23"E
St3	الشط المقابل لمدينة بانياس	35° 09' 53" N 35° 55' 65"E
St4	الشط المقابل لمدينة بانياس	35° 09' 96" N 35° 55' 55"E
St5	مقابل المحطة الحرارية (على بعد 50m)	35° 09' 96" N 35° 55' 65"E
St6	يسار المحطة الحرارية (على بعد 1000m)	35° 09' 96" N 35° 55' 55"E



الشكل (1): يمثل مواقع اعتيان أنواع مختلفة من الرمال المدروسة

## الأجهزة والمواد المستخدمة في البحث:

### الأجهزة المستخدمة:

- جهاز امتصاص ذري **AAS**: Atomic Absorption Spectrophotomètre موديل Varian 220 المتوفر في مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية.
- فرن تجفيف ماركة Bleu M.
- هزاز ميكانيكي مع مناخل بأقطار مختلفة (6 mm, 4mm, 2mm, 1mm, 500µm, 250µm, 125µm, 63µm)
- هيدروميتر (DESC: SoilHydrometer) موديل 152H.
- أدوات مخبريه وزجاجية مختلفة.
- خلاط كهربائي.

- غطاس بلانكر (blancker).

- ميزان حساس 0.0001 gr.

### المواد الكيميائية المستخدمة:

- حمض الآزوت المركز ( $HNO_3$ ) عالي النقاوة (TEKIM57%).

- حمض كلور الماء المركز (HCl) عالي النقاوة (Panreac 37%).

- حمض فلور الهيدروجين (HF) عالي النقاوة (Che-LAB 40%).

- حمض البوريك ( $H_3BO_3$ ) عالي النقاوة (Merk).

- بيرو فوسفات الصوديوم ( $Na_2O \cdot 12NaPO_3$ ) (Sodium Hexametaphosphate) عالية النقاوة.

- محاليل قياسية للعناصر المدروسة (Merck 1000 mg/l).

### الأعمال الحقلية:

تم أخذ خمس عينات من الرمال البحرية من كل موقع من المناطق المدروسة وذلك باستخدام أنبوب من البولي إيثيلين (P.V.C : Poly Vinyl Chloride)، حيث أخذت العينات من الطبقة السطحية (ذات العمق 0 إلى 12 cm) والتي تدعى بالرسوبيات الحديثة، تم خلط العينة بشكل جيد ثم أخذ منها حوالي نصف كخوضعت في أكياس من البولي بروبيلين لتنتقل بعدها مباشرة إلى مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية ليتنقى بعد ذلك القيام بالتحاليل المطلوبة.

### الأعمال المخبرية:

#### دراسة التركيب الحبيبي:

تم تجفيف العينات الرسوبية في فرن التجفيف (Bleu M) عند الدرجة  $105^{\circ}C$  لمدة 24 ساعة وذلك حتى تمام التجفيف وثبات الوزن (Heiriet *et al.*, 2001)، ثم تم القيام بإجراء فرز حبيبي بالاعتماد على اختلاف أقطار الرسوبيات وذلك باستخدام مناخل متعددة الأقطار (6 mm & 4mm, 2mm, 1mm 500 $\mu$ m, 250 $\mu$ m, 125 $\mu$ m, 63 $\mu$ m) المتوفرة في المعهد العالي للبحوث البحرية. خضعت العينات التي مرت من المنخل ذو القطر 63 $\mu$ m والتي كانت أوزانها أكثر من 12g لتجارب الهيدروميتر وذلك بهدف معرفة طبيعة نوعية الرسوبيات المدروسة.

تم استخدام برنامج USGS GSSTAT وذلك بالاعتماد على المعاملات الإحصائية الترسيبية للحجم الحبيبي، بغية معرفة حجم الحبيبات الرسوبية وذلك باستخدام دالة فاي (phi notation) حيث إن  $\phi = -\log_2 x$  (حيث x تعني القيمة المعطاة بـ mm) (Poppe *et al.*, 2003, 2004, 2008)؛ المساعدة للمساهمة في تفسير النتائج كما يلي:

• **معامل التشتت (Mean Size:  $M_z$ ):** المتوسط البياني الشامل ( $M_z$ ) وهو متوسط حجم الحبيبات، كلما تناقص حجم الحبيبات كلما كانت قيمة هذا المعامل أكبر، ويعطينا صورة عن طاقة الوسط ومقدار القوة المطبقة على منطقة الدراسة ودور كل من الرياح والمياه في نقل الحبيبات الرسوبية.

• **معامل الفرز (Deviation):** هو معامل يعبر عن مدى القوة التي تحدد وتتحكم في توزع الرسوبيات، إذ تدل القيم الكبرى على حدوث فرز سيئ وقليل للرسوبيات في أثناء عملية النقل والترسيب، بينما تدل القيم المنخفضة لمعامل الفرز على حدوث الفرز الجيد من خلال طاقة الوسط التي لها دور بنقل وترسيب الحبات.

• **معامل الالتواء (Skewness:SK):** يستخدم هذا المعامل في تحديد ميل المنحني، فإذا كان الميل بالاتجاه الإيجابي فهذا يدل على أن المنطقة تميل إلى أن تكون منطقة ترسيب وبالتالي زيادة في الرسوبيات الناعمة وإزالة انتقائية للحبيبات الأخصن، أما في حال كان ميل المنحني بالاتجاه السالب، فهذا يدل على أن المنطقة تجري فيها عمليات حت وتعرية وزيادة في الرسوبيات الأكثر خشونة، أما المنحني المتماثل فيدل على وجود كل من الرسوبيات الناعمة والخشنة وتوزعها توزيعاً متماثلاً.

• **معامل التفرطح البياني (Kurtosis: K):** يعتبر معامل التفرطح مقياساً كمياً يستخدم لوصف حالات الخروج عن المألوف أثناء توزع الرسوبيات ضمن بيئة الترسيب. فهو يستخدم في قياس نسبة الفرز بين طرفي المنحني والفرز في الجزء الأوسط، فإذا كان الجزء الأوسط أجود فرزاً من الأطراف، فيوصف المنحني بأنه شديد التفرطح أي أنه ذو قمة حادة (leptokurtic)، وبالعكس يكون المنحني مسطحاً ومنبسثاً (platykurtic) إذا كانت الأطراف أفضل فرزاً من جزئه الأوسط.

• **معامل الوسيط البياني (Median :Md):** يعبر عن قطر الحبيبات المقابل للنسبة 50% على المنحني الترددي التكراري ويمكن أن يعبر عنه بوحدة القياس mm وأبدالة  $\phi$  (phi notation:  $\phi$ )، مع العلم أن هذا المعامل لا يعبر غالباً عن الحجم الكلي للرسوبيات لذلك يفضل عدم الاعتماد عليه (Gee *et al.*, 1986).

الجدول (2): يبين المعاملات الإحصائية الترسيبية للحجم الحبيبي وما يقابلها من دلائل ومؤشرات وفقاً لـ (Folk & Ward, 1957)

Inclusive graphic mean size (Mz $\phi$ )	Inclusive graphic standard deviation( $\sigma\phi$ )
-2 - -1 $\phi$ gravel حصى	
-1 - 0 $\phi$ very coarse sand رمال خشن جداً	< 0.35 $\phi$ very well sorted فرز جيد جداً
0 - 1 $\phi$ coarse sand رمال خشن	0.35 - 0.50 $\phi$ well sorted فرز جيد
1 - 2 $\phi$ medium sand رمال متوسطة	0.50 - 0.71 $\phi$ moderately well sorted فرز معتدل جيد
2 - 3 $\phi$ fine sand رمال ناعمة	0.71 - 1.00 $\phi$ moderately sorted فرز معتدل
3 - 4 $\phi$ very fine sand رمال ناعمة جداً	1.00 - 2.00 $\phi$ poorly sorted فرز سيئ
4 - 5 $\phi$ coarse silt سلت خشن	2.00 - 4.00 $\phi$ very poorly sorted فرز سيئ جداً
5 - 6 $\phi$ medium silt سلت متوسط	> 4.00 $\phi$ extremely poorly sorted فرز سيئ للغاية
6 - 7 $\phi$ fine silt سلت ناعم	
Inclusive graphic skewness (Sk $\phi$ )	Inclusive graphic kurtosis (k $\phi$ )
+ 1.0 - + 0.3 very positively skewed مائل جداً نحو الإيجابي	< 0.67 very platykurtic مسطح جداً
+ 0.3 - + 0.1 positively skewed مائل نحو الإيجابي	0.67 - 0.90 platykurtic مسطح
+ 0.1 - - 0.1 nearly symmetrical شبه متماثل	0.90 - 1.11 mesokurtic متوسط التفرطح
0.00 perfect symmetrical متماثل تماماً	1.11 - 1.50 leptokurtic مفرطح
- 0.1 - - 0.3 negatively skewed مائل نحو السلي	1.50 - 3.00 very leptokurtic مفرطح جداً
- 0.3 - - 1.0 very negatively skewed مائل جداً نحو السلي	>3.00 extremely leptokurtic مفرطح للغاية

### تحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة:

تم تحديد تركيز العناصر المعدنية المدروسة في الرسوبيات الشاطئية الحديثة وذلك بعد تجفيف العينات عند درجة  $105^{\circ}\text{C}$  في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة أو حتى ثبات الوزن (Heiriet *al.*, 2001). تم تهضيم العينات المدروسة وفق الطرق المرجعية المتبعة عالمياً في مخابر الوكالة الدولية لهيئة الطاقة الذرية (IAEA, 2006) والتي تعتمد على معالجة العينات بواسطة حمض الآزوت وحمض كلور الماء (الماء الملكي) وحمض الفلور وحمض البور، حيث أخذ وزن 1g جاف من العينات المدروسة ووضعت في عبوات من البولي إيثيلين ثم أضيفت إليها الأحماض وتركت لمدة ساعة بدرجة حرارة الغرفة وتم إغلاق عبوات البولي إيثيلين بلطف (إغلاق غير كامل) ومن ثم وضعت في حمام مائي حتى تمام عملية التهضيم. تم تبريد العينات بعد ذلك إلى درجة حرارة الغرفة ومددت بالماء المقطر إلى الحجم المطلوب لينتجى قياسها وفق الشروط التحليلية الموضحة في الجدولين (3) و (4).

الجدول (3): يمثل الشروط الآلية المعتمدة لتحديد تركيز كل من الرصاص، النيكل، المنغنيز والنحاس وفق تقانة اللهب:

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب
Pb	HCL	217	10	1	هواء-استلين
Ni	HCL	228.8	4	0.2	هواء-استلين
Mn	HCL	279.5	5	0.2	هواء-استلين
Cu	HCL	324.8	4	0.5	هواء-استلين

الجدول (4): يمثل الشروط الحرارية المستخدمة لتحديد تركيز عنصر الكاديوم وفق تقانة التذرية الكهرو حرارية:

العنصر	المرحلة	درجة الحرارة (مئوية)	زمن التسخين (S)	سرعة تدفق الغاز (L/min)	وقف تدفق الغاز
Cd	تجفيف	120	10	3	
	ترميد	250	5	3	
	تذرية	1800	2	0	Gas Stop*
	تنظيف	1800	2	3	

\* تدفق الغاز معدوم

تم إجراء قياسات الامتصاصية باستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري ( AtomicAbsorption Spectrophotometer: AAS) موديل Varian 220، وقد سمحت التراكيز المرتفعة لعنصر الرصاص، النيكل، المنغنيز والنحاس باستخدام تقانة التذرية باللهب (Flame- ASS) هواء - استلين، فيما استخدمت تقانة التذرية الكهروحرارية (ETA-ASS) في تحديد نزر عنصر الكاديوم، حيث تم تحضير سلسلة محاليل عيارية لكل عنصر (Pb, Ni, Mn, Cu and Cd) من المحلول الحاوي على نترات العنصر المدروس وبتركيز 1000ppm ماركة Merck وأجريت القياسات ضمن المجالات الخطية لمنحنيات معايرة كل من سلسلة المحاليل العيارية، حيث تم تحديد التراكيز في العينات المدروسة ضمن المجال الخطي لمنحني المحاليل العيارية مع الأخذ بعين الاعتبار معامل التمديد

عند حساب التراكيز في حال تم تمديد العينات ذات التراكيز المرتفعة وذلك حسب الحاجة لأن هذا الأمر يختلف من عينة لأخرى.

### النتائج والمناقشة:

#### نتائج الفرز الحبيبي للعينات الرسوبية المدروسة:

تم إدراج نتائج الدراسة الحالية والتحليل الحبيبية وجميع قيم معاملات الفرز الحبيبي بالإضافة إلى النسب المئوية للأجزاء الحبيبية من حصى ورمال وسلت وغضار لجميع العينات الرسوبية المأخوذة من منطقة الدراسة في الجدول (5).

نلاحظ من خلال النتائج سيطرة كاملة للرمال التي تتوزع على كامل مواقع الاعتيان مع ملاحظة وجود بعض الحصويات ضمنها. تزداد خشونة الرسوبيات في العينات المأخوذة من الشط المقابل لمدينة بانياس (مثلاً: St5, St6) عن نسبتها في العينات المأخوذة من الشط المقابل لمحافظة اللاذقية (مثلاً: St1, St2) وهذا يتطابق مع ما أثبتته الدراسات السابقة (Ghadeer, 2016; Ghadeer, 2017).

أظهرت نتائج المعاملات الإحصائية الترسيبية اختلافاً في القيم حسب المواقع (الجدول 5) حيث بلغت قيمة المتوسط البياني الشامل ( $M_z$ ) في العينات المدروسة  $0.26\phi$  (رمال خشنة)، وبلغ متوسط معامل الفرز  $0.59\phi$  ( $\sigma_1$ ) (فرز معتدل جيد)، أما فيما يتعلق بمعامل الميل البياني ( $S_k$ ) فقد بلغ متوسطه  $0.11\phi$  (مائل نحو السلبي)، وأخيراً أظهرت التحاليل أن متوسط معامل التفرطح ( $K_g$ ) في العينات المدروسة هو  $0.94\phi$  (متوسط التفرطح). تشير قيم المعاملات السابقة إلى أن الترسيب بالإجمال تم تحت ظروف طاقة متوسطة إلى عالية مع حدوث لعمليات حت وتعرية أدت إلى زيادة في الرسوبيات الخشنة على حساب الناعمة وخصوصاً في العينات المأخوذة من الشاطئ المقابل لمدينة بانياس. تشير تلك القيم أيضاً إلى حدوث شبه استقرار في ظروف وطبيعة وسط الترسيب وأن جودة الفرز لكامل منطقة الدراسة كانت متكافئة.

الجدول (5): يمثل تغيرات التركيب الحبيبي لأنواع مختلفة من الرمال البحرية الشاطئية

في مناطق محددة من محافظة اللاذقية و مدينة بانياس:

Location	Sediment Type	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %	Median	Mean ( $M_z$ )	Sorting ( $\sigma_1$ )	Skewness ( $S_k$ )	Kurtosis ( $K_g$ )
St1	sand	0.31	99.68	-	-	-0.12	-0.16 VCS	0.42 WS	-0.12 $NS_k$	0.85 PKg
St2	Sand	0.05	99.94	-	-	-0.05	-0.07 VCS	0.43 WS	-0.12 $NS_k$	0.84 PKg
St3	Sand	0.11	99.88	.	-	1.34	1.25 MS	0.50 MWS	-0.33 $VNS_k$	0.98 MKg
St4	Sand	0.11	99.88	.	.	1.32	1.21 MS	0.93 MS	0.63 MWS	0.94 MKg
St5	Gravelly sand	4.49	95.50	.	.	-0.32	-0.43 VCS	0.65 MWS	-0.30 $NS_k$	0.88 PKg
St6	Sand	2.08	97.91	.	.	0.38	-0.23 VCS	0.66 MWS	-0.45 $VNS_k$	1.17 LKg

دليل الاختصارات: MS: رمال متوسطة-VCS: رمال خشنة جدا-MWS: فرز معتدل جيد-MS: فرز معتدل-WS: فرز جيد -

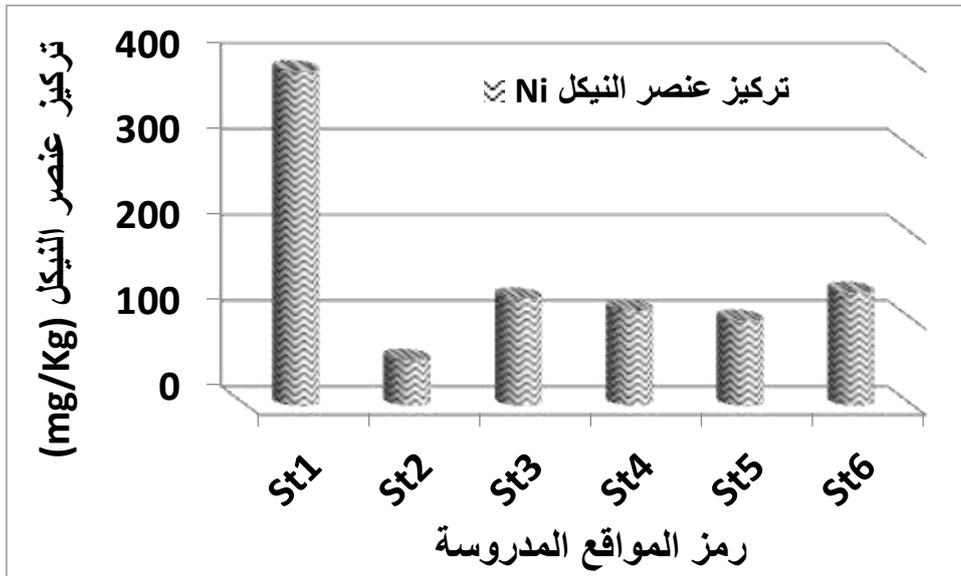
$NS_k$ : مائل نحو السلبي -  $VNS_k$ : مائل جدا نحو السلبي - PKg: مسطح - MKg: متوسط التفرطح - LKg: مفرطح.

### تراكمات العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة في أنواع مختلفة من الرمال السطحية البحرية:

تم تحديد تركيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة (الرصاص (Pb)، المنغنيز (Mn)، النيكل (Ni)، النحاس (Cu) والكاديوم (Cd)) في كل عينة من العينات الخمسة التابعة لكل موقع ومن ثم تم أخذ متوسط خمس عينات ليعطي مؤشراً جيداً عن التركيز في كل موقع من المواقع الستة المدروسة.

#### تراكمات النيكل (Ni):

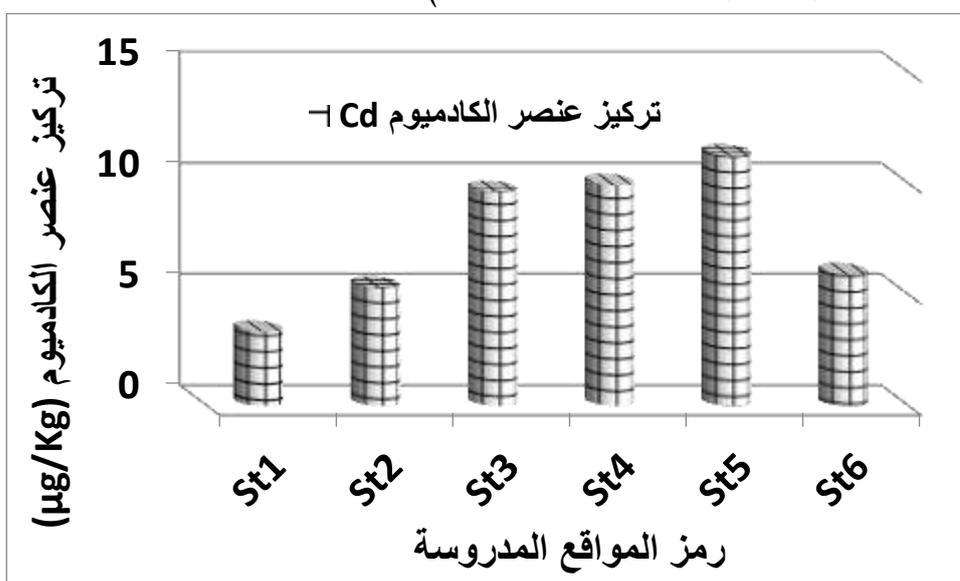
تراوحت قيم تراكمات النيكل بين  $53.85 \text{ mg/kg}$  و  $390.61 \text{ mg/kg}$ ، حيث سجلت أعلى قيمة في المحطة St1 ( مصب نهر الكبير الشمالي: مياه عذبة وصرف صحي وصناعي وزراعي) وأخفض قيمة في المحطة St2 (مصب ساقية موسى : صرف صحي وزراعي). لوحظ تقارب في تراكمات النيكل في محطات St3, St4, St5 & St6 في مدينة بانياس حيث تراوحت القيم بين  $99.55 \text{ mg/kg}$  و  $132.11 \text{ mg/kg}$  (صرف صحي وصناعي وعمليات اختلاط كبيرة مع مياه البحر) (الشكل 2). يمكن أن يعزى سبب الاختلافات المكانية في التراكمات إلى حركة الكتل المائية وما تسببه من تغير في ترتيب العمود الرسوبي من جهة وإلى اختلاف المعاملات الجيولوجية المدروسة وبالتالي طاقة الوسط من جهة أخرى. تراوحت قيم معامل الفرز في العينات المدروسة بين فرز معتدل إلى فرز معتدل جيد ومعامل الالتواء مائل بالإجمال نحو السلبي بينما التفرطح فكان بين المسطح ومتوسط التفرطح (الجدول 5). جميع هذه المعاملات تدل على أن طاقة الوسط من أمواج وتيارات كانت مرتفعة نسبياً وحجم الحبيبات كانت خشنة جداً وبالتالي كان هناك ضعف في عملية ادمصاص عنصر النيكل على سطوح الحبيبات مما أدى إلى انخفاض تركيزه في أغلب المحطات باستثناء المحطة St1 حيث يمكن أن يعزى التركيز العالي فيها للطبيعة وتركيز و قرب مصدر الملوثات الموجودة فيها إذا ما قورنت مع المحطات الأخرى (Piedracoba et al., 2005 ; Sue et al., 2012; Kamalifaret al., 2016).



الشكل (2): يمثل تراكمات عنصر النيكل (Ni).

### تراكيز الكاديوم (Cd):

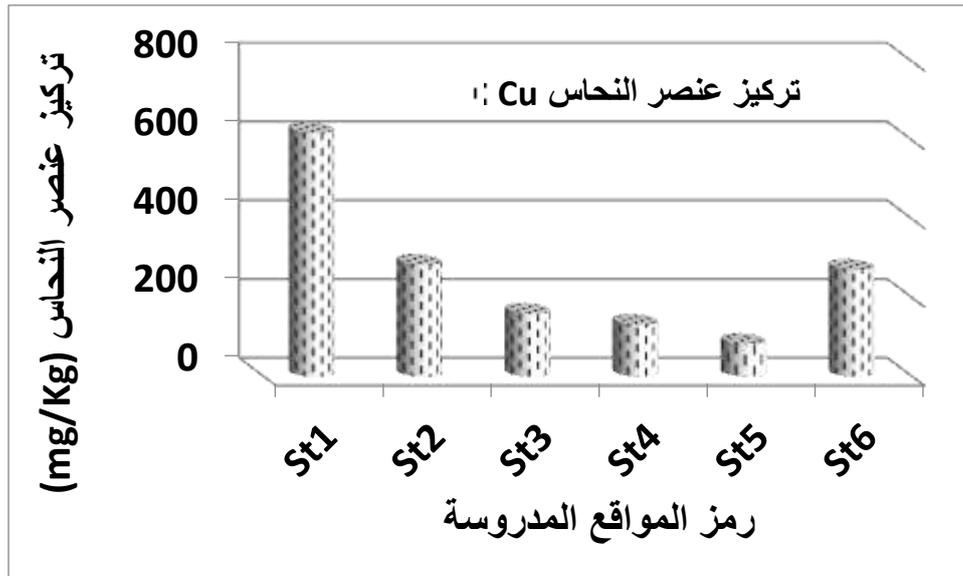
تراوحت قيم تراكيز الكاديوم بين  $1.25\mu\text{g/kg}$  و  $3.33\mu\text{g/kg}$ ، وكانت أعلى قيمة في المحطة St5 وأخفض قيمة في المحطة St1 (الشكل 3). بشكل عام بينت النتائج ارتفاع قيم تراكيز الكاديوم في أغلب محطات مدينة بانياس مقارنة مع الرمال المأخوذة من محافظة اللاذقية وهذا يمكن أن يعود إلى اختلاف مصادر التلوث بهذا العنصر من جهة، وإلى اختلاف قيم المعاملات الترسيبية فيها حيث هيمنت الرمال الخشنة والمتوسطة وكان الفرز جيداً، وأعطى معامل التفريغ تفرطح مائل للسليبي ومسطح وبالتالي لم يكن لطاقة الوسط وحجم الحبة تأثير كبير في زيادة تراكيز الكاديوم. من جهة أخرى فإن الكاديوم من العناصر بطيئة الانحلال في المياه ويكون بشكل أكاسيد مستقرة بالرسوبيات لذا ارتفعت قيمة تراكيزها في رمال مدينة بانياس عنها في محطات محافظة اللاذقية كونها مناطق مصيبيّة (Chester and Voutsinou, 1981; Rubio *et al.*, 1999).



الشكل (3): يمثل تراكيز عنصر الكاديوم (Cd).

### تراكيز النحاس (Cu):

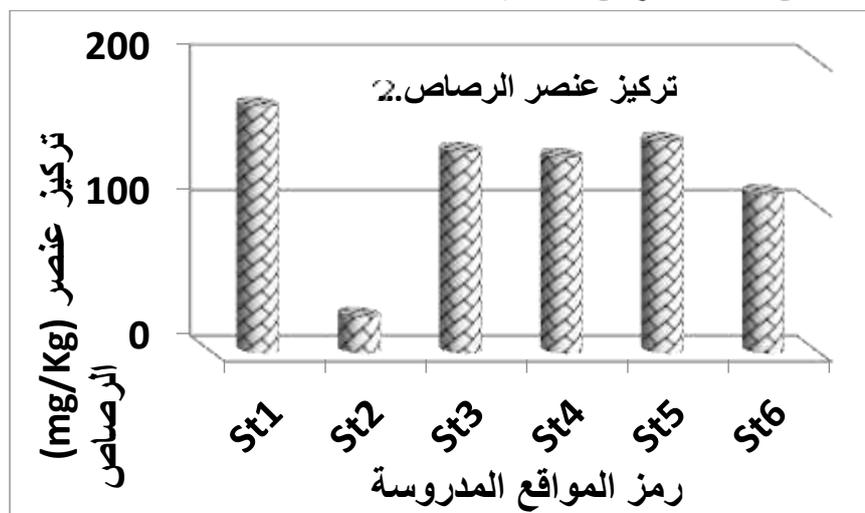
تراوحت قيم تراكيز النحاس بين  $83.72\text{mg/kg}$  و  $620.11\text{mg/kg}$ ، حيث سجلت أعلى قيمة في المحطة St1 وأخفض قيمة في المحطة St5. لوحظ انخفاض تراكيز النحاس في محطات مدينة بانياس مقارنة مع محطات محافظة اللاذقية (الشكل 4). يمكن أن يعزى سبب هذا الانخفاض إلى زيادة في طاقة الوسط من أمواج وتيارات بحرية في شاطئ مدينة بانياس وبالتالي زيادة في حجم الحبيبات عما هي في محطات اللاذقية (الجدول 5)، الأمر الذي أدى إلى نقصان في عملية ادمصاص عنصر النحاس على سطوح الحبيبات (Ackerman *et al.*, 1983). أما في الموقعين St1 & St2 فقد سجلت الرمال المأخوذة من محافظة اللاذقية قيم أعلى نسبياً لتراكيز النحاس ويمكن أن يعزى ذلك إلى تنوع مصادر التلوث بهذا العنصر، كون المحطات مصيبيّة من جهة، وبالتناقص حجم الحبيبات نسبياً إذا ما قورنت مع رمال شاطئ بانياس الأمر الذي أدى إلى زيادة السطح النوعي وبالتالي ازدياد عملية ادمصاص عنصر النحاس على سطوح الحبيبات من جهة أخرى (Fraga, 1981).



الشكل (4): يمثل تراكيز عنصر النحاس (Cu).

### تراكيز الرصاص (Pb):

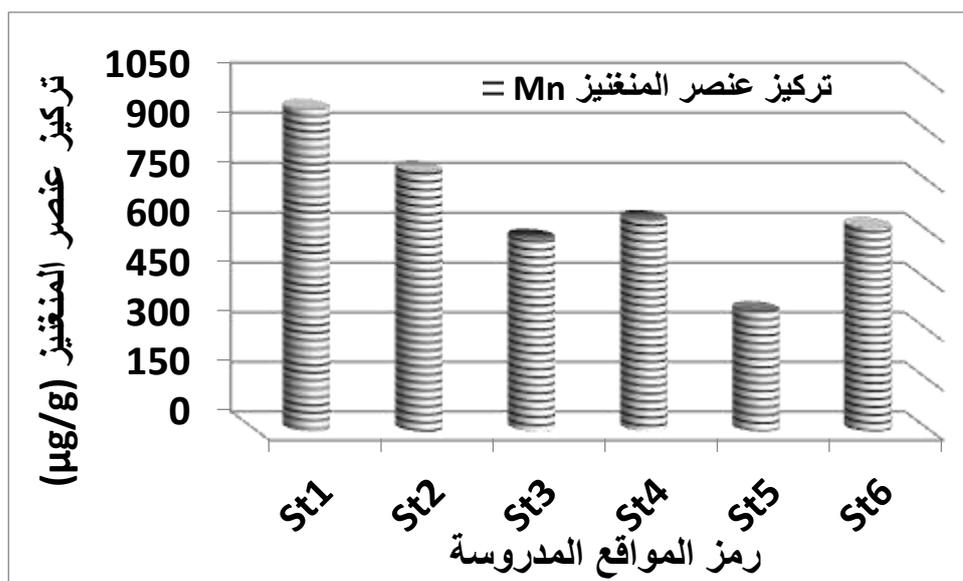
تراوحت قيم تراكيز الرصاص بين  $25.09 \text{ mg/kg}$  في المحطة St2 و  $169.51 \text{ mg/kg}$  كأعلى قيمة في المحطة St1 (الشكل 5). كانت تراكيز الرصاص في معظم عينات مدينة بانياس متقاربة (St3, St4 & St5) لكونها عرضة لنفس مصدر التلوث (تلوث صحي وصناعي) تدرت نسبياً في المحطة St6 لبعدها عن مصدر التلوث من جهة واختلاطها أكثر مع مياه البحر من جهة أخرى. أما في محافظة اللاذقية فلو حظ ارتفاع واضح في تراكيز الرصاص في المحطة St1 ويمكن أن يعزى ذلك إلى كون الرمال أقل خشونة وبالتالي هناك زيادة في السطح النوعي إضافة إلى أن المنطقة مصيبة تنتوع فيها مصادر التلوث القادمة من القارة (مياه عذبة وصرف صحي وصناعي وزراعي). إن القيمة الشاذة المنخفضة لتركيز الرصاص في المحطة St2 يمكن أن تعزى إلى طبيعة مصادر التلوث (صرف صحي وزراعي) من جهة وبعدها عن تلك المصادر من جهة ثانية.



الشكل (5): يمثل تراكيز عنصر الرصاص (Pb).

### تراكيز المنغنيز (Mn):

تراوحت قيم تراكيز المنغنيز بين  $361.33 \text{ mg/kg}$  كأخفض قيمة في المحطة St5 و  $968.54 \text{ mg/kg}$  كأعلى قيمة في المحطة St1. بشكل عام، لوحظ ارتفاع تراكيز المنغنيز في رمال كافة المحطات المدروسة على اختلاف مصدر هذا العنصر (الشكل 6)، ولكن كانت أعلاها في محطات مدينة اللاذقية (St1 & St2) والسبب في ذلك هو أن طاقة الوسط من أمواج وتيارات كانت أدنى منها في محطات مدينة بانياس وبالتالي كانت الرمال أقل خشونة؛ أدى ذلك إلى زيادة السطح النوعي وبالتالي ازدياد عملية ادمصاص عنصر المنغنيز على سطوح الحبيبات (Salomons, and Frstner, 1984 ; Kamalifar *et al.*, 2016).



الشكل (6): يمثل تراكيز عنصر المنغنيز (Mn).

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### الاستنتاجات:

- أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز كل من المنغنيز والرصاص في الأنواع المختلفة من الرمال المدروسة في كل من محافظة اللاذقية ومدينة بانياس.
- بينت النتائج تغيرات مكانية واضحة في انخفاض تراكيز كل من النحاس والنيكل وارتفاع تراكيز الكاديوم في رمال مدينة بانياس مقارنة مع الرمال المأخوذة من محافظة اللاذقية.
- لعبت طبيعة ونوعية الرسوبيات دوراً هاماً في تغير قيم تراكيز العناصر المعدنية المدروسة.
- بينت النتائج اختلاف طبيعة الرمال بين محافظة اللاذقية (رملية متوسطة ورملية ناعمة مع بعض الطمي) ومدينة بانياس (رملية خشنة ورملية متوسطة).
- يمكن الاعتماد على تحديد تراكيز العناصر الثقيلة النزر في الرمال كمؤشر لجودة ونوعية المياه العذبة ونوع الأنشطة البشرية في المنطقة المدروسة.

• أعطت قيم المعاملات الإحصائية معلومات عن ميكانيكية المناطق المدروسة حيث دلت قيم معاملات الفرز والتشتت والتفرطح أن طاقة الوسط عالية في شاطئ مدينة بانياس مما يدل على وجود تيارات بحرية نشطة وفعالة انعكست على طبيعة الرسوبيات المتوضعة فيها، في حين كانت طاقة الوسط في محطات محافظة اللاذقية متوسطة إلى ضعيفة نسبياً مما يدل على ضعف في نشاط التيارات البحرية.

#### التوصيات:

- ✓ الاستمرار بمثل هذه الدراسات على كامل الشاطئ السوري لما لها من أهمية كبيرة في تحديد نوعية الملوثات الخطيرة على البيئة بشكل عام وعلى الإنسان بشكل خاص.
- ✓ الاعتماد على الفرز الحبيبي للرسوبيات والاستفادة من المعاملات الاحصائية الترسيبية المتعلقة بها لما لذلك من أثر في تحديد طاقة الوسط من جهة والعوامل المؤثرة على تركيز الملوثات فيها من جهة أخرى.
- ✓ إمكانية استخدام الرمال ذات الحجم الحبيبي الناعم في تنقية المياه بشكل عام (مياه شرب، صناعية وصرف صحي) من العناصر المعدنية الثقيلة لما توفره من سطح نوعي مناسب لإمصاع العناصر المعدنية الثقيلة.

#### المراجع

1. ACKERMAN, F., BERGMANN, H. & SCHLEICHERT, U. *Monitoring of heavy metals in coastal and estuarine sediments. A question of grain size: <20 µm versus <60 µm.* Environmental and Technological Letters, 1983, Vol. 4, pp. 317-328.
2. ADAMO, P., ARIENZO, M., IMPERATO, M., NAIMO, D., NARDI, G., STANZIONE, D., *Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port.* Chemosphere 61, 2005, pp. 800-809.
3. ALVAREZ-IGLESIAS, P., QUINTANA, B., RUBIO, B. & PÉREZ-ARLUCEA, M. *Sedimentation rates and trace metal input history in intertidal sediments derived from 210Pb and 137Cs chronology.* Journal of Environmental Radioactivity, 2007, Vol. 98, pp. 229-250
4. ANGELIDIS, M.O., ALOUPI, M., *Geochemical study of coastal sediments influenced by river-transported pollution: southern Evoikos Gulf, Greece.* Marine Pollut. Bull. 2000, VOL. 40, pp. 77-82.
5. AXTMANN, E.V., CAIN, D.J., LUOMA, S.N., *Effect of tributary inflows on the distribution of trace metals in finegrained bed sediments and benthic insects of the Clark Fork river, Montana.* Environ. Sci. Technol. 1997, VOL. 31, pp. 750-758.
6. BAPTISTA NETO, J.A., SMITH, B.J., MCALLISTER, J.J., *Heavy metal concentrations in surface sediments in a nearshore environment, Jurujuba Sound, Southeast Brazil.* Environ. Pollut. 2000, VOL. 109, pp. 1-9.
7. BELÉN, R.; PAULA A.I.; ANA, M. B.; IVÁN, L.; KAIS, J. M.; DANIEL, R and FEDERICO, V. *Factors Controlling the Incorporation of Trace Metals to Coastal Marine Sediments: Cases of Study in the Galician Rías Baixas (NW Spain). Relevant Perspectives in Global Environmental Change, Dr. Julius Agboola (Ed.). 2011, ISBN : 978-953-307-709-3.*
8. CHESTER, R. & VOUTSINO, F. G. *The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments.* Marine Pollution Bulletin, 1981, Vol. 12, pp. 84-91.
9. EBAH, E., TERSAGH, I., OKPOKWASILI, C. G. *Studies on Seasonal Variation and Effect of Heavy Metal Pollution on Microbial Load of Marine Sediment.* American Journal of Marine Science, 2016, Vol. 4, No. 1, pp.4-10.
10. FANG, T.H., LIN, C.L., *Dissolved and particulate trace metals and their partitioning in a hypoxic estuary: Tanshui estuary in northern Taiwan.* Estuaries, 2002, VOL. 25, pp. 598-607.
11. FATOKI, O.S., MATHABATHA, S., *An assessment of heavy metal pollution in the East London and Port Elizabeth harbours.* Water SA 27, 2001, pp.233-240.

12. FERNANDES C, FONTAINHAS-FERNANDES A, CABRAL D, SALGADO MA. *Heavy metals in water, sediment and tissues of Liza saliens from Esmoriz-Paramos lagoon, Portugal.* Environ Monit Assess 2008, VOL. 136, pp. 267–75.
13. FOLK RL, WARD WC. *Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters.* Journal of Sedimentary Petrology 27, 3–26, 1957.
14. FRAGA, F. *Upwelling off the Galician Coast, NE Spain.* In: *Coastal Upwelling, Coastal Estuarine Studies*, F.A. Richards (Ed.) . 1981, VOL. 1, pp.176-182, American Geophysical Union, Washington, DC.
15. Ghadeer, S. *Study of sediment characteristics and distribution in the southern section of the Syrian continental shelf.* Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series 2016 Vol. (38) No. (3).
16. Ghadeer, S. *Textural Characteristics and distribution of Coastal Sediments in the northern section of the Syrian continental shelf.* Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series 2017 Vol. (39) No. (2).
17. GEE, G.W. AND J.W. BAUDER. Particle-size Analysis. in *Methods of Soil Analysis Part 1*. A. Klute (edi.), Soil Science Society of America Book Series 5, Madison, Wisconsin, USA.
18. GOPINATH A, NAIR SM, KUMAR NC, JAYALAKSHMI KV, PAMALAL D. *A baseline study of trace metals in a coral reef sedimentary environment, Lakshadweep Archipelago.* Environ Earth Sci 2009, VOL. 59, pp. 1245–66.
19. HEIRI, O.; LOTTER, A.F. ; LEMCKE, G. *Loss on ignitions a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results.* Journal of paleolimnology Netherlands. 2001, Vol. 25, pp. 101-110.
20. IAEA. LABORATORY PROCEDURE BOOK. Marine Environment Laboratory, Monaco. 2006, P: 45.
21. KAISER, M.F.; ABOULELA, H.A.; EL-SEREHY H.A.; EZZ EL-DIN, H. *Heavy Metals Contamination of a Mediterranean Coastal Ecosystem, Eastern Nile Delta, Egypt.* International Perspectives on Global Environmental Change, Dr. Stephen Young (Ed.), 2006, ISBN: 978-953-307-815-1.
22. KAMALIFAR, R., AEINJAMSHID, K., NURINEJAD, M., VAZIRIZADEH, A., SIMIN DEGHAN-MADISEH, S. *Heavy metal concentration in the surface sediment of Bidkhan mangrove forest, Nayband bay, Iran* AES Bioflux, 2016, VOL. 8, NO. 2. pp. 244 - 254
23. KUCUKSEZGIN F, ULUTURHAN E, BATKI H. *Distribution of heavy metals in water, particulate matter and sediments of Gediz River (Eastern Aegean).* Environ Monit Assess 2008, VOL. 141, pp.213–25.
24. KUT, D.; TOPCUOĞLU, S.; ESEN, N.; KÜÇÜKCEZGIN, R. And GÜVEN, K.C. *Trace Metals in Marine Algae and Sediment Samples from the Bosphorus.* Water, Air, Soil Pollution, 2000, VOL. 118, pp. 27-33.
25. MCCREADY, S., BIRCH, G.F., LONG, E.R., *Metallic and organic contaminants in sediments of Sydney Harbour, Australia and vicinity– A chemical dataset for evaluating sediment quality guidelines.* Environment International, 2006, VOL. 32, pp.455–465.
26. NOBI EP, DILIPAN E, THANGARADJOU T, SIVAKUMAR K, KANNAN L. *Geochemical and geostatistical assessment of heavy metal concentration in the sediments of different coastal ecosystems of Andaman Islands, India.* Estuar Coast Shelf Sci 2010, VOL. 87, pp. 253–64.
27. PAETZEL, M., NES, G., LEIFSEN, L.O., SCHRADER, H., *Sediment pollution in the Vaøgen, Bergen harbour, Norway.* Environmental Geology. 2003, VOL. 43, pp. 476–483.
28. PIEDRACOBBA, S., SOUTO, C., GILCOTO, M. & PARDO, P.C. *Hydrography and dynamics of the Rça de Ribadeo (NW Spain), a wave driven estuary.* Estuarine Coastal and Shelf Science, 2005, Vol. 65, pp. 726-738.
29. POPPE, L.J. and ELIASON, A.H. *A Visual Basic program to plot sediment grain-size data on ternary diagrams.* Computers and Geosciences. 2008, Vol. 34, pp.561-565.

30. POPPE, L.J.; ELIASON, A.H. AND HASTINGS, M.E. *A Visual Basic program to generate grain-size statistics and to extrapolate particle distributions*. Computers & Geosciences. 2004, Vol. 30, pp. 791-795.
31. POPPE, L.J.; ELIASON, A.H. AND HASTINGS, M.E. *A Visual Basic program to classify sediments based on gravel-sand-silt-clay ratios*. Computers & Geosciences. 2003, Vol. 29, pp.805-809.
32. POULTON, D.J., MORRIS, W.A., COAKLEY, J.P., *Zonation of contaminated bottom sediments in Hamilton Harbour as defined by statistical classification techniques*. Water Quality Research Journal Canada 1996, VOL. 31, pp.505–528.
33. RUBIO, B., REY, D., PYE, K., NOMBELA, M.A. & VILAS, F. *Aplicacion de imlgenesdeelectronesretrodispersados en microscopia electronica de barrido a sedimentoslitorales*. Thalassas, 1999, Vol. 15, pp. 71-84.
34. SALOMONS, W. & FORSTNER, U. *Metals in the hydrocycle*. Springer-Verlag, Berlin,1984,349 p.
35. SANTOS, A., ALONSO, E., CALLEJON, M., JIMENEZ, J.C. *Heavy metal content and speciation in groundwater of the Guadiamar river basin*. Chemosphere 2002,VOL. 48, pp.279–285
36. SUE, T.M. VATILIA, L. SERGEY, L. The effect of sediment grain size on heavy metal content. 2012, <http://www.senat.fr/rap/100-261/100-26118.html>.
37. TAIWO, I. E. ; HENRY, A. N. ; IMBUFE, A.P. ; ADETORO, O. O. Heavy metal bioaccumulation and biomarkers of oxidative stress in the wild African tiger frog, *Hoplobatrachusoccipitalis*.African Journal of Environmental Science and Technology Nigeria, 2014, Vol. 8, NO. 1, pp. 6-15.
38. TESSIER, A. & CAMPBELL, P.G.C. *Partitioning of trace metals in sediments*, In: *MetalSpeciation: Theory, Analysis and Application*, J.R. Kramer & H.E. Allen (Eds.) .1988, pp. 183-199.
39. VILAS, F., BERNABEU, A.M. & MENDEZ, G. *Sediment distribution pattern in the RiasBaixas (NW Spain): main facies and hydrodynamic dependence*. Journal of Marine Systems, 2005, Vol. 54, pp. 261–276.
40. WOITKE, P., WELLMITZ, J., HELM, D., KUBE, P., LEPOM, P.,LITHERATY, P. *Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube*. Chemosphere. 2003, VOL. 51, pp. 633–642.