

## Studying the effect of some factors (biotic and abiotic) in the concentrations of heavy metals (cadmium and lead) in the recent coastal sediments of Lattakia city

Dr. Badr Al Ali \*  
Dr. Hussam Eddin laika \*\*  
Ramia Shreba\*\*\*

(Received 9 / 3 / 2022. Accepted 15 / 5 / 2022 )

### □ ABSTRACT □

This study aimed to study microbial contamination and its relationship with chemical contamination with two heavy metals (lead and cadmium) in news marine sediments at three sites from the beach of Lattakia city during the summer of 2021 and the effect of some hydrochemical properties of marine water in previous parameters.

The results showed that the concentrations of lead (25.43 - 41.69 mg/kg) and cadmium (1.37-3.14) were correlated with Bacterial total count, Fecal Coliform and Fecal Streptococcus density in recent marine sediments from several stations located along the beach of Lattakia city during the summer of 2021.

The results showed a clear effect of each of the hydrochemical factors (salinity, pH, temperature and concentration of organic matter) and biological factors (Bacterial total count, Fecal Coliform and Fecal Streptococcus) on the concentrations of heavy metal elements studied.

A clear rise in the studied heavy metal elements and bacterial indicators of fecal contamination were observed in the stations of the Saqia Musa and the Al-Kabeer Al-Shamali estuary affected by sewage, agricultural and industrial wastewater and compared with the stations of the Sports City site, which is relatively far from the sources of pollution.

**Key words:** New coastal sediments, heavy metals, bacterial pollution.

---

\* Associate professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria

\*\* Associate professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria

\*\*\* Postgraduate Student –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria  
ramia.shreba@tishreen.edu.sy

## دراسة تأثير بعض العوامل (الحيوية واللاحيوية) على تراكيز العناصر الثقيلة (الكاديوم والرصاص) في الرسوبيات الشاطئية الحديثة لمدينة اللاذقية

د. بدر العلي\*

د. حسام الدين لايقه\*\*

راميا أحمد شريبا\*\*\*

(تاريخ الإيداع 9 / 3 / 2022. قبل للنشر في 15 / 5 / 2022)

### □ ملخص □

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة التلوث الميكروبي وعلاقته مع التلوث الكيميائي بعنصرين من العناصر الثقيلة (الرصاص والكاديوم) في الرسوبيات البحرية الحديثة في ثلاثة مواقع من شاطئ مدينة اللاذقية خلال صيف 2021 وتأثير بعض الخصائص الهيدروكيميائية للمياه على المعاملات السابقة. أظهرت النتائج ارتباطاً تغير تراكيز عنصري الرصاص (25.43-41.69 mg/kg) والكاديوم (3.14 mg/kg) مع التعداد العام للجراثيم (Bacterial total count)، وجراثيم الكوليفورم البرازي (Fecal Coliform) وجراثيم المكورات السبحية البرازية (Fecal Streptococcus) في الرسوبيات البحرية الحديثة في عدة مواقع من شاطئ مدينة اللاذقية في صيف 2021. بينت النتائج تأثيراً واضحاً لكل من العوامل الهيدروكيميائية (الملوحة، pH، درجة الحرارة وتركيز المادة العضوية) والعوامل الحيوية (التعداد العام للجراثيم، جراثيم الكوليفورم البرازي والمكورات السبحية البرازية) على تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة المدروسة. لوحظ ارتفاع واضح للعناصر المعدنية الثقيلة المدروسة والمؤشرات الحيوية للتلوث البرازي في محطات مصب ساقية موسى ومصب نهر الكبير الشمالي المتأثرة بمياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي مقارنة مع موقع المدينة الرياضية البعيد نسبياً عن مصادر التلوث.

الكلمات المفتاحية: الرسوبيات الشاطئية الحديثة، العناصر المعدنية الثقيلة، التلوث الجرثومي.

\* أستاذ مساعد - قسم البيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\*\* طالبة ماجستير - قسم البيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

ramia.shreba@tishreen.edu.sy

**مقدمة:**

يعد التلوث من أهم المشكلات التي تواجه البيئة البحرية ومواردها الحية، الأمر الذي أدى إلى زيادة الاهتمام بإيجاد حلول مناسبة وذلك نتيجة أثاره السلبية والخطيرة (Buffle *et al.*, 2009; Akcali & Kucuksezgin, 2011). ساهم التقدم الصناعي وزيادة الأنشطة البشرية المختلفة في زيادة كمية المخلفات المختلفة (السائلة، الصلبة والغازية) في البيئة بشكل عام، والمناطق الساحلية البحرية بشكل خاص (Wang *et al.*, 2015; Shaheen *et al.*, 2019).

تشكل الملوثات البيولوجية (كالفيروسات والجراثيم والطفيليات)، والكيميائية (المبيدات الحشرية، المنظفات، الهيدروكربونات، المعادن الثقيلة والمواد السامة الأخرى) ملوثات رئيسة في النظام المائي والتي تستقر في البيئة البحرية عبر الأنهار، الجريان السطحي، ومن الجو (الترسب الجاف والرطب) نتيجة للأنشطة البشرية المختلفة (المخلفات الصناعية، مياه الصرف الصحي، والإفراط في استخدام الأسمدة والمبيدات الفطرية والحشرية في الزراعة، ومن عمليات احتراق الوقود الأحفوري (Purdy *et al.*, 2018; Yao & Liu, 2018). هذا بالإضافة إلى مصادرها الطبيعية (كتفتت الصخور، البراكين) (Ayangbenro & Babalola, 2017). تشكل كل هذه الملوثات تهديداً كبيراً للنظم البيئية البحرية وصولاً للإنسان، حيث تشكل أكثر من 80% من المصدر الرئيسي للتلوث البحري (EEA, 2006; Souza *et al.*, 2016; Suleiman & Suliman, 2019).

ساهمت قوانين وتوجيهات المجتمع الأوروبي حول مواصفات مياه الاستجمام والمياه الشاطئية بشكل فعال في تحسين جودة المياه البحرية الشاطئية، وتعتمد مراقبة جودة المياه ميكروبياً عادةً على تعداد المؤشرات الجرثومية كالكوليفورم البرازية (FC)، *E. coli*، والمكورات المعوية (Howard *et al.*, 2003)، حيث تعد كل من جراثيم الكوليفورم الكلي، الكوليفورم البرازي، والمكورات السبحية البرازية وجراثيم *Salmonella sp.* المعاملات الميكروبيولوجية الرئيسة التي يجب تقييمها (TBWD, 2006). إذ تسبب هذه الأحياء الدقيقة أمراض خطيرة على صحة الإنسان وخاصة الأطفال (Efstratiou, 2001; Aydin *et al.*, 2010; Carlos *et al.*, 2010)

تعد بعض العناصر المعدنية الثقيلة ضرورية لنمو الكائنات الحية ضمن تراكيز محددة نذكر منها (Cu, Fe, ...)، وبعضها الآخر يعتبر شديد السمية ولو وجد بتراكيز منخفضة (As, Cd, Pb, ...) (Goyer, 1993; Reza *et al.*, 2016; Ahmed *et al.*, 2016; Arulkumar *et al.*, 2017; Shimizu *et al.*, 2019; Achi *et al.*, 2021). إذ يؤدي تزايد تراكيزها في البيئة البحرية (مياه، أحياء ورسوبيات) إلى مشاكل بيئية خطيرة، وذلك نتيجة استقرارها فيها لكونها ذات طبيعة مقاومة وغير قابلة للتكك الحيوي (Kouakou *et al.*, 2016; Baki *et al.*, 2018; Vu *et al.*, 2018).

توجد العناصر المعدنية الثقيلة في البيئة البحرية إما منحلة في المياه أو مدمصة على الرواسب وذلك حسب الشكل الكيميائي للعنصر، هذا بالإضافة إلى تأثير العوامل الهيدروكيميائية (قيم الـpH، الملوحة ودرجة حرارة المياه البحرية) (Zeng *et al.*, 2019; Ghorab, 2018; Praveena *et al.*, 2008; Han *et al.*, 2017).

تتركز العناصر المعدنية في الرسوبيات البحرية الشاطئية بتراكيز مرتفعة مقارنة مع تراكيزها في المياه (Khattak *et al.*, 2012)، وبهذا الشكل يمكن اعتبار الرسوبيات دليل للمعلومات البيئية نتيجة قدرتها على الاحتفاظ بالمواد، حيث تستقر المعادن الثقيلة المدمصة على الدقائق المعلقة في العمود المائي مع مرور الزمن في الرسوبيات. نتيجة ذلك، تسمح لنا الرسوبيات بإعطاء فكرة جيدة عن التلوث الشاطئي (Siddiqui & Saher, 2015; Kouakou *et al.*, 2016).

تشير الدراسات إلى أن الرسوبيات السطحية الحديثة أكثر تأثراً بالتلوث من الرسوبيات العميقة وهذا يعود إلى عدة عوامل كاختلاف الحجم الحبيبي (عوامل جيولوجية وطرق مرور العناصر الثقيلة إلى الرسوبيات العميقة من جهة، وإلى النشاط المتزايد لوصول العناصر الثقيلة إلى الرسوبيات الحديثة من مصادر التلوث من جهة أخرى)، هذا بالإضافة إلى مساحة السطح النوعية، وذلك لأن أغلب العمليات مثل الادمصاص والتأثير المتبادل بين الجزيئات تحدث على السطح (Feng *et al.*, 2017; Goher *et al.*, 2019).

تعد دراسة غزارة الأحياء الدقيقة (كمؤشرات للتلوث بمياه الصرف الصحي) وتراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة من الأبحاث المهمة لتقييم جودة المياه الشاطئية بهدف إيجاد الطرق المناسبة للتخفيف من هذا التلوث (Howard *et al.*, 2003; Al- ali, 2019; Goshu *et al.*, 2021).

## أهمية البحث وأهدافه:

### أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من دراسة المؤشرات الجرثومية للتلوث البرازي، هذا بالإضافة إلى تحديد تراكيز بعض العناصر الثقيلة في الرسوبيات الشاطئية الحديثة من خلال دراسة تغيراتها الزمانية والمكانية، ومدى تأثيرها بتغيرات العوامل الهيدروكيميائية (درجة حرارة، ملوحة وقيم الـ pH) للمياه البحرية من جهة، للوقوف على جودة ونوعية ثلاثة مواقع من شاطئ مدينة اللاذقية (مصب ساقية موسى، مصب نهر الكبير الشمالي والموقع المقابل للمدينة الرياضية) من جهة أخرى.

### أهداف البحث:

- 1- دراسة بعض العوامل الهيدروكيميائية (درجة الحرارة، الملوحة، pH) للمياه البحرية.
- 2- تحديد غزارة المؤشرات الجرثومية في الرسوبيات البحرية الشاطئية الحديثة.
- 3- تحديد تراكيز عنصري الرصاص والكاديميوم في الرسوبيات البحرية الشاطئية الحديثة.
- 4- دراسة العلاقة ما بين المعاملات المدروسة.

## مواد وطرائق البحث:

### مواقع الدراسة وجمع العينات:

شملت هذه الدراسة ثلاثة مواقع مختلفة بالخصائص البيئية والجغرافية تم اختيارها من المنطقة الشاطئية لمدينة اللاذقية (الأشكال 1، 2، 3):

**الموقع الأول (مصب ساقية موسى):** يعد رأس ابن هاني أكثر رؤوس الساحل السوري بروزاً، بذراعين رملين بينهما منطقة ميناء صغير يستخدم لأعمال الصيد البحري، وفيه تصب قناة صرف صحي تدعى ساقية موسى (قناة صرف صحي منزلي) ذات الاحداثيات ( $E35^{\circ}.75'60''$ ;  $N 35^{\circ}.59'18''$ ) (الشكل 1).

**الموقع الثاني (مصب نهر الكبير الشمالي):** ذو الاحداثيات الجغرافية ( $E35^{\circ}.80'85''$ ;  $N 35^{\circ}.50'09''$ ) يتميز النهر بوجود عدة منشآت على ضفتيه إضافة إلى النشاطات الزراعية على طول المجرى، كما تصب مخلفات الصرف الصحي والصناعي فيه مباشرة دون معالجة تذكر وما يترتب على ذلك من آثار سلبية على نوعية المياه وجودتها (الشكل 2).

**الموقع الثالث (منطقة المدينة الرياضية):** ذو إحداثيات جغرافية ( $E35^{\circ}.73'41''$ ;  $N 35^{\circ}.56'47''$ ) يعد شاطئ مفتوح يمتاز بأنه صخري على شكل مصاطب وتتناوب معه مساحات شاطئية رملية (الشكل 3).

تم أخذ القياسات الهيدروكيميائية (درجة حرارة، ملوحة و قيم الـ pH) للمياه البحرية حقلياً وبشكل مباشر باستخدام جهاز WTW (pH/Cond) موديل 340i، حيث اعتمدت أربع محطات في كل موقع من الموقعين (ساقية موسى ومصب نهر الكبير الشمالي)، بينما اعتمدت ثلاث محطات في موقع المدينة الرياضية كما هو مبين في الجدول (1) للوقوف على محتوى الرسوبيات الشاطئية البحرية الحديثة من الجراثيم والعناصر المعدنية الثقيلة (الرصاص والكاديميوم) معتمدين على الاختلافات المكانية وطبيعة الأنشطة البشرية المؤثرة في المواقع المدروسة، وذلك في فصل الصيف 2021 .

جدول (1): يمثل مواقع الدراسة من شاطئ مدينة اللاذقية

موقع الاعتيان	رمز المحطات	الموقع
مصب ساقية موسى	St1	نقطة المصب الساقية
	St11	50 متر يمين St1
	St12	50 متر يسار St1
	St13	50 متر أمام St1
مصب نهر الكبير الشمالي	St2	نقطة مصب النهر
	St21	50 متر يمين St2
	St22	50 متر يسار St2
	St23	50 متر أمام St2
المدينة الرياضية	St3	St3
	St31	50 متر يمين St3
	St32	50 متر يسار St3



الشكل (1): مصب ساقية موسى الشكل (2): مصب نهر الكبير الشمالي الشكل (3): المدينة الرياضية

تم جمع العينات الرسوبية باستخدام أداة من البولي ايثيلين ثم وضعت في أكياس من النايلون ليتم نقلها لاحقاً إلى المختبر وحفظها في المجمدة عند الدرجة ( $-20\text{ C}^{\circ}$ ). لحين إجراء التحاليل الكيميائية المطلوبة، وأما بالنسبة للتحاليل الجرثومية فقد تم إجرائها بعد ساعات من جمع العينات الرسوبية بحيث لا يتجاوز الثلاث ساعات لتقدير التعداد الكلي للجراثيم غيرية التغذية، وتقدير المؤشرات الجرثومية البرازية كالكوليفورم البرازي، بالإضافة إلى المكورات السبحية البرازية.

#### الأدوات والأجهزة المستخدمة:

- جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometer نوع Varian 220 (المعهد العالي للبحوث البحرية).
- فرن تجفيف ماركة Bleu M.
- جهاز قياس pH، درجة حرارة وملوحة المياه البحرية (WTW) موديل Malti340i
- أدوات مخبرية وزجاجية مختلفة.
- خلط كهربائي.
- ميزان حرارة.

- ميزان حساس 0.0001 g.

المواد الكيميائية المستخدمة:

- حمض الآزوت المركز (65 %)

- حمض كلور الماء (37%)

- حمض فلور الماء.

- محاليل عيارية للعناصر المعدنية (1000 mg/l)

تحديد النسبة المئوية للرطوبة:

تم أخذ وزن معين من كل عينة من العينات الرسوبية البحرية الرطبة والمتجانسة ووضعت في جفنة صغيرة، ثم وضعت في فرن تجفيف عند درجة حرارة 105°C لمدة 24 ساعة للتخلص من الرطوبة وتم التأكد من إتمام العملية من الوزن عدة مرات بفواصل زمني ساعة حتى ثبات الوزن تماماً، ثم تحسب النسبة المئوية للرطوبة عن طريق عملية الفرق بين الوزن الرطب والوزن الجاف (Heiri *et al.*, 2001).

تحديد النسبة المئوية للمادة العضوية في العينات الرسوبية:

تم تقدير النسبة المئوية لمحتوى المادة العضوية في العينات الرسوبية الجافة حسب طريقة Banin & Ben-Dor (1989) والتي تعتمد على مبدأ فرق الوزن، وذلك بحرق العينة الرسوبية باستخدام مرمدة عند درجات حرارة عالية (550°C-600°C) لمدة أربع ساعات، ثم تترك العينة لتبرد في درجة حرارة الغرفة لينتهي بعد ذلك تحديد كمية المادة العضوية وفق العلاقة:

النسبة المئوية للمادة العضوية = [ (وزن العينة الجافة - وزن العينة بعد الترميد) / وزن العينة الجافة ] × 100

تحضير العينات للتحليل:

تحضير العينات الرسوبية للتحليل:

تم أخذ 1g (وزن جاف) من كل عينة ووضعت في أنابيب من البولي برويلين للتهضيم وفق الطرق المرجعية المتبعة عالمياً في مخابر الوكالة الدولية لهيئة الطاقة الذرية (IAEA, 2006)، والتي تعتمد على مبدأ تهضيم العينات باستخدام مزيج من الماء الملكي المكون من حمض كلور الماء وحمض الآزوت عالي النقاوة وذلك بنسبة (1:3 على التوالي). تترك العينات لمدة ساعة بدرجة حرارة الغرفة ويتم إغلاق أنابيب البولي إيثيلين بلطف (إغلاق غير كامل)، ثم توضع في حمام مائي عند درجة الغليان لمدة أربع ساعات حتى تمام عملية التهضيم. يضاف لكل انبوب 6ml من حمض الفلور لإتمام عملية تهضيم العينات بشكل كامل، ثم يضاف 1g من حمض البوريك (للتخلص من المعقدات التي يمكن أن تؤثر على عملية تحديد العناصر). تُبرد العينات بعد ذلك إلى درجة حرارة الغرفة وتُمدد بماء ثنائي التقطير إلى الحجم المطلوب لتصبح جاهزة للقياس.

تحليل العينات:

القسم الكيميائي:

تم تحليل العينات باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) موديل (Varian 220) المتوفر في المعهد العالي للبحوث البحرية، إذ تم استخدام تقانة اللهب لتحديد تراكيز العناصر المعدنية المدروسة في العينات الرسوبية وفق الشروط الموضحة في الجدول (2).

جدول (2): الشروط الآلية المستخدمة لتحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري بتقانة الذهب.

العنصر المدروس	نوع المصباح	طول الموجة (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	فتحة الشق (nm)	نوع اللهب
Pb	HCL	217	10	0.2	هواء/استيلين
Cd	HCL	228.8	4	0.5	هواء/استيلين

#### القسم البيولوجي:

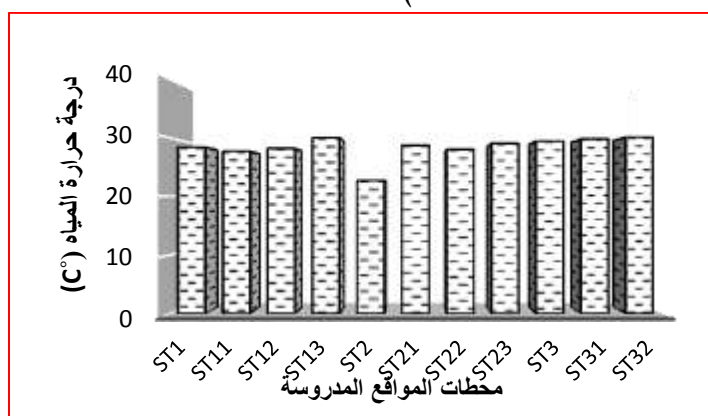
تم تحليل العينات الرسوبية لتحديد التعداد الكلي للجراثيم بطريقة النشر بالأطباق باستخدام وسط استزراع Plate Fecal (Merck, Germany) Count Agar (APHA, 2005). أما غزارة مؤشرات التلوث البرازي (كجراثيم Fecal streptococcus و coliforms) باستخدام طريقة الترشيح الغشائي (Membrane Filtration) باستخدام أوساط الزرع M-FC agar (Titan-Biotech, India) و KF-Streptococcus Agar (Titan-Biotech, India) على التوالي. حضنت العينات بالدرجة 37 م لمدة 48 ساعة للجراثيم غيرية التغذية وللمكورات السبحية البرازية، ولكن حضنت بالدرجة 44.5 م ولمدة 24 ساعة بالنسبة لجراثيم الكوليفورم البرازية (APHA, 1999). بعد الانتهاء من عملية الحضن تم تعداد المستعمرات النامية على أوساط الزرع الخاصة بكل مجموعة جرثومية، وسجلت النتائج الجرثومية على شكل عدد المستعمرات النامية في 100g من العينات الرسوبيات (CFU/100g).

#### النتائج والمناقشة:

الخواص الهيدروكيميائية للمياه البحرية في شاطئ مدينة اللاذقية:

درجة حرارة المياه البحرية:

تراوحت درجات حرارة المياه في المواقع المدروسة بين (22.7°C-30.1°C) كما هو مبين في الشكل (4). سجلت أعلى قيمة في موقع المدينة الرياضية (30.1°C) ويمكن أن يعود ذلك إلى طبيعة المنطقة الشاطئية وبعدها النسبي عن مصبات الأنهار والسواقي من جهة، وإلى حركة الكتل المائية وعمليات المزج كون العمود المائي عميق من جهة أخرى. بينما سجلت أدنى قيمة في موقع مصب نهر الكبير الشمالي (22.7°C) نتيجة لتأثير سرعة تدفق المياه النهرية (Fatema et al., 2014; Picado et al., 2020).



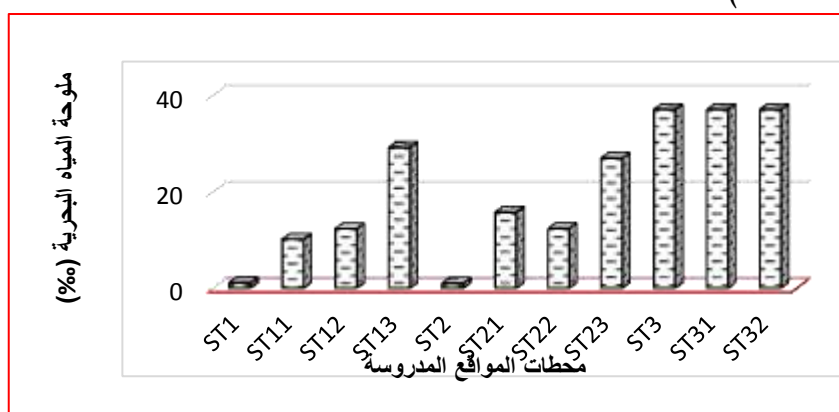
الشكل (4): قيم درجة حرارة المياه البحرية في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

**ملوحة المياه البحرية:**

أظهرت النتائج تغيرات مكانية واضحة لنسب ملوحة المياه بين المواقع المختلفة وبين محطات الموقع الواحد خلال فصل الصيف، حيث تراوحت نسبة ملوحة المياه بين (0.97%-37%). إذ سجلت أعلى قيمة لنسبة الملوحة 37% في موقع المدينة الرياضية وأخفض نسبة للملوحة 0.97% في موقع مصب نهر الكبير الشمالي (الشكل 5). يمكن أن يُفسر ذلك نتيجة تجانس المياه في منطقة المدينة الرياضية وعدم تأثرها بالروافد الخارجية الضخمة مقارنة بمنطقة مصب نهر الكبير الشمالي (Al ali, 2019; Hasan & Laika, 2021).

ارتفعت قيم نسب الملوحة في المحطات المدروسة كلما اتجهنا باتجاه المياه البحرية مبتعدين عن محطة المصب نتيجة التأثير بتدفق وسرعة تدفق كل من مياه الصرف الصحي في الموقع الأول (مصّب ساقية موسى) وسرعة تدفق المياه العذبة في الموقع الثاني (مصّب نهر الكبير الشمالي). أظهرت النتائج ارتفاع قيم نسب الملوحة في محطات موقع المدينة الرياضية بشكل عام، ويمكن أن يعود ذلك إلى عدم تأثر الموقع بمصادر مياه عذبة خارجية إضافة لعمليات المزج وحركة الكتل المائية البحرية نتيجة عمق العمود المائي.

تتأثر نسب ملوحة المياه البحرية بعمليات التبخر نتيجة لارتفاع درجة الحرارة صيفاً وبالإضافة إلى عمليات التمديد بمياه الصرف الصحي والصناعي وسرعة تدفق المياه العذبة وهذا ما تؤكدته الكثير من الدراسات (Fang & lin, 2002; Jameson *et al.*, 2019).

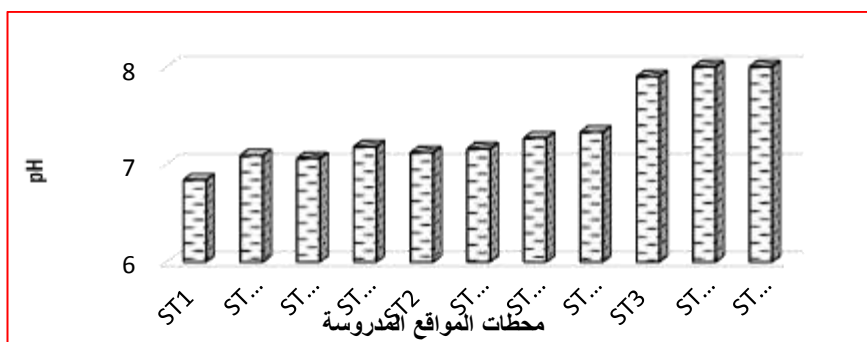


الشكل (5): قيم نسب ملوحة المياه البحرية في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

**قيم pH المياه البحرية:**

أظهرت النتائج أن قيم pH المياه البحرية المسجلة تراوحت بين (6.84 - 8.2) (الشكل 6). لوحظ تقارب قيم الـ pH في محطات موقع المدينة الرياضية حيث تراوحت درجة الحموضة (pH) للمياه بين (7.9 - 8.2)، ويمكن أن يعود سبب ذلك بسبب بعد هذا الموقع نسبياً عن مصادر التلوث وإلى ارتفاع درجة حرارة المياه البحرية وارتفاع نسب الملوحة، هذا بالإضافة إلى حركة الكتل المائية وعمليات المزج للمياه البحرية بفعل التيارات. أما في موقع مصب ساقية موسى لوحظ انخفاض قيم الـ pH (6.84)، وفي موقع مصب نهر الكبير الشمالي (7.12)، ويفسر ذلك نتيجة التأثير بمياه الصرف الصحي في الموقع الأول وبمياه النهر وما تحمله من ملوثات (صرف صحي وصناعي) في الموقع الثاني، وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات (Brro, 2016; Salhab, 2018; Hasan & Laika, 2021).

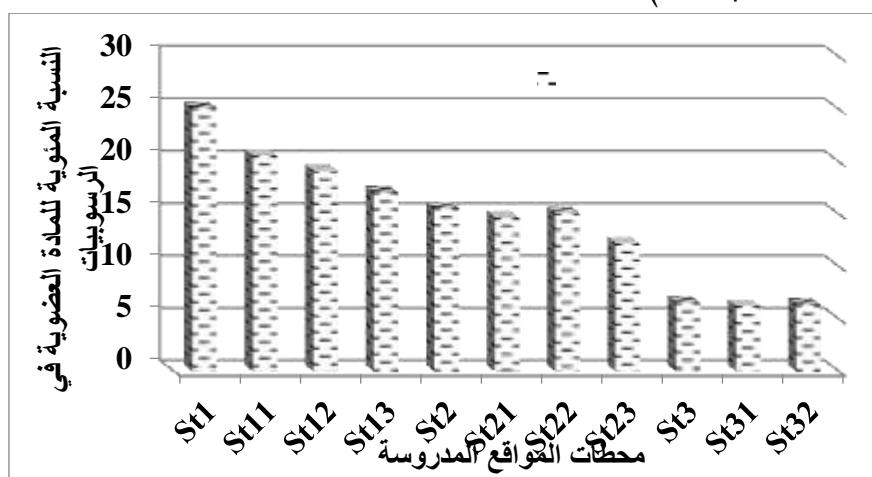




الشكل (5): قيم pH المياه البحرية في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

#### النسبة المئوية للمادة العضوية في الرسوبيات البحرية السطحية:

يبين الشكل (7) أن قيم النسب المئوية للمادة العضوية في الرسوبيات البحرية في المحطات التابعة للمواقع المدروسة تراوحت بين (6.22- 25.12%) خلال صيف 2021م. لوحظ ارتفاع قيم النسب المئوية للمادة العضوية في رسوبيات المحطات ذات التأثير بمصادر الصرف الصحي والمياه العذبة بما تحمله من الملوثات العضوية بالانتقال من نقطة المصب باتجاه المياه البحرية لكل من مصب ساقية موسى ونهر الكبير الشمالي. إذ سجلت أعلى نسبة (25.12%) في موقع مصب ساقية موسى (St1) وسجلت أدنى قيمة (6.22%) في منطقة المدينة الرياضية (St3) (الشكل 7). بشكل عام، لوحظ ارتفاع نسبة المادة العضوية في رسوبيات كافة محطات المواقع المدروسة مع ازدياد نسبة تدفق مياه الصرف في مياه المصببات في مصب ساقية موسى ومصب نهر الكبير الشمالي، في حين انخفضت النسبة المئوية للمادة العضوية في رسوبيات المدينة الرياضية وذلك نتيجة إعادة انتقالها من الرسوبيات بسبب حركة الأمواج والتي تعيد المادة العضوية المدمصة عليها إلى العمود المائي إضافة عدم تأثر الموقع بمصادر الصرف الصحي (Taufiqurrahman *et al.*, 2022).



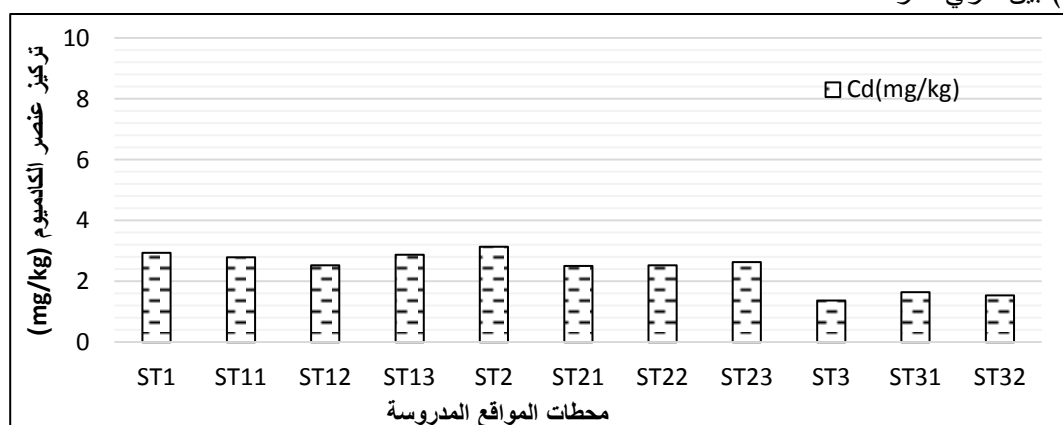
الشكل رقم (7): قيم النسب المئوية للمادة العضوية في الرسوبيات البحرية في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

## تركيز العناصر المعدنية المدروسة في الرسوبيات البحرية الحديثة:

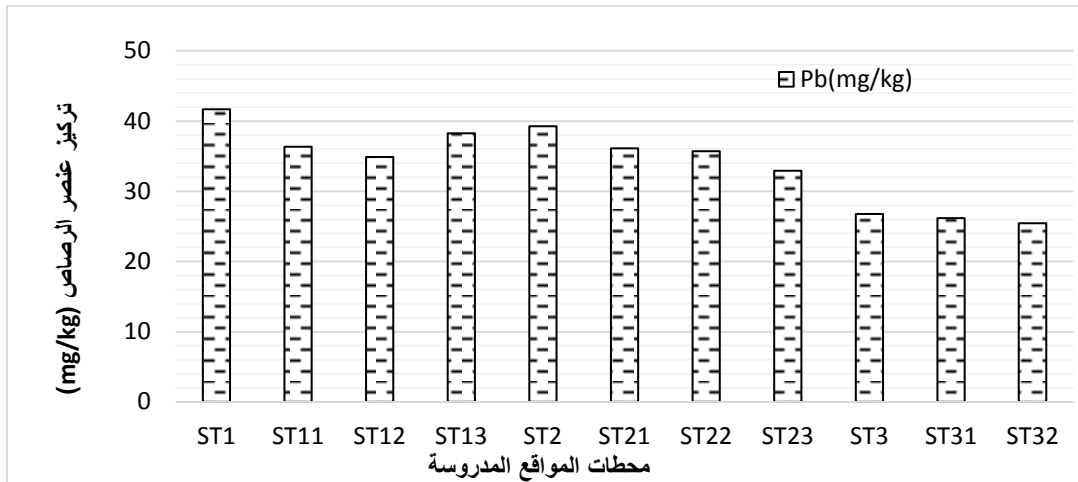
أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية لتقدير تراكيز كل من عنصر الرصاص والكاديوم في عينات الرسوبيات البحرية السطحية الحديثة أن قيم التراكيز تراوحت بين (25.43-41.69 mg/kg) للرصاص و (1.37-3.14 mg/kg) للكاديوم (الشكل 8 و 9).

لوحظ بشكل ارتفاع قيم تراكيز العنصرين السابقين في موقع مصب ساقية موسى (St1) ومصب نهر الكبير الشمالي (St2) مقارنة مع موقع المدينة الرياضية (St3) كما هو مبين في الشكلين (8 و 9). إذ سجلت أعلى القيم في موقعي St1 و St2، وقد يعود السبب في ذلك إلى ارتفاع النسب المئوية للمادة العضوية في رسوبيات هذه المواقع وهذا متوافق مع العديد من الدراسات (Siddiqui & Saheer, 2015; Salhab, 2018).

لوحظ ارتفاع تراكيز الكاديوم في رسوبيات المواقع المدروسة في هذه الدراسة لصيف 2021 توفيقاً مع دراسة (Hasan & Laika, 2021) للعناصر الثقيلة في رسوبيات نفس المواقع في فصل الصيف 2020 لعنصر الكاديوم لهذا البحث (3.14- 1.37 mg/kg) مقارنة مع الدراسة سابقة الذكر (3.21-1.69 mg/kg)، في حين كانت تراكيز الرصاص في هذه الدراسة (41.69-25.43 mg/kg)، أقل من الدراسة سابقة الذكر إذ تراوحت بين (46.36-24.78 mg/kg)، ويمكن ان يعزى ذلك إلى تغير قيم العوامل الهيدروكيميائية (كدرجة حرارة، ملوحة و pH المياه البحرية) بين فترتي الدراسة.



الشكل (8): قيم تراكيز الكاديوم (mg/kg) في الرسوبيات البحرية الحديثة في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.



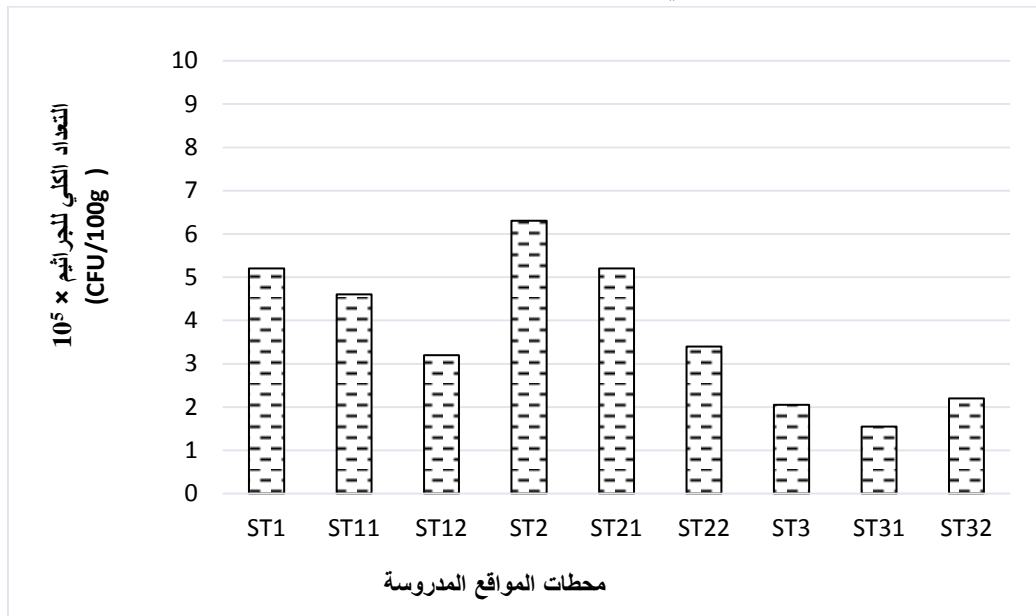
الشكل (9): قيم تراكيز الرصاص (mg/kg) في الرسوبيات البحرية الحديثة في المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

#### غزارة الجراثيم في الرسوبيات البحرية الشاطئية الحديثة:

أجريت التحاليل الميكروبيولوجية لتقدير مؤشرات التلوث الميكروبي (كالتعداد الكلي للجراثيم، وتعداد جراثيم الكوليفورم البرازي والمكورات السبحية) في الرسوبيات البحرية الحديثة في المواقع المدروسة.

#### التعداد الكلي للجراثيم (Bacterial total count):

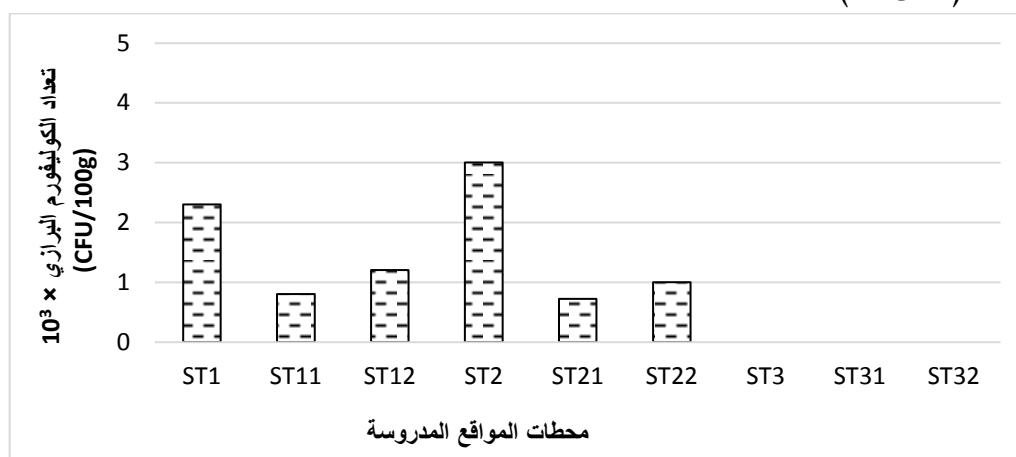
أظهرت النتائج أن قيم التعداد الكلي للجراثيم غيرية التغذية في العينات الرسوبية تراوحت بين  $(1.55-6.3) \times 10^5$  CFU/100gr خلال فصل الصيف (الشكل 10). سجلت أعلى قيمة في رسوبيات محطة مصب نهر الكبير الشمالي  $(6.3) \times 10^5$  CFU/100gr وأدنى قيمة في رسوبيات يمين المدينة الرياضية.



الشكل (10): قيم التعداد الكلي للجراثيم (CFU/100g) في الرسوبيات البحرية الحديثة في محطات المراقبة المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

### تعداد الكوليفورم البرازي (FC):

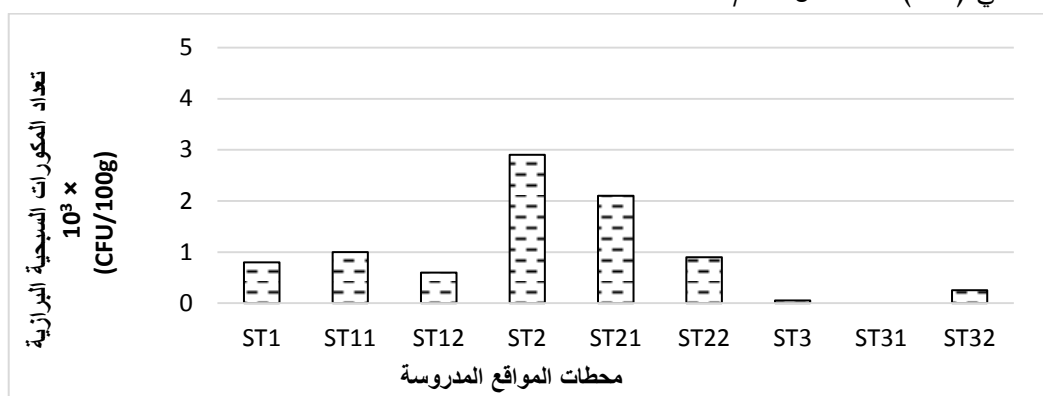
تراوحت قيم FC المسجلة بين  $10^3 \times (3-0)$  CFU/100g، وسجلت أدنى قيم تعداد FC في رسوبيات موقع المدينة الرياضية (0) CFU/100g بينما سجلت أعلى قيمة في رسوبيات نقطة مصب نهر الكبير الشمالي  $10^3 \times (3)$  CFU/100g (الشكل 11).



الشكل (10): قيم تعداد الكوليفورم البرازي (CFU/100g) في الرسوبيات البحرية الحديثة في محطات المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

### تعداد المكورات السبحية البرازية (FS):

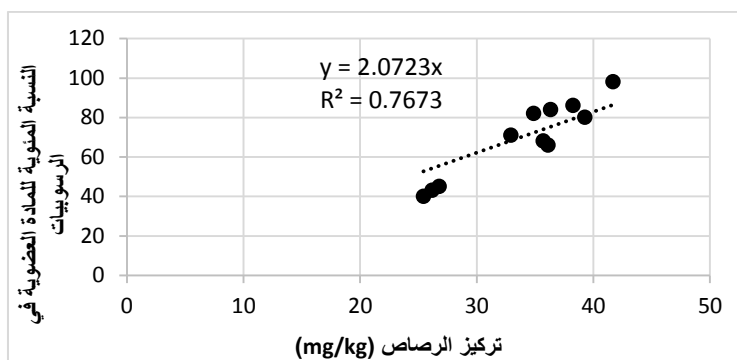
يبين الشكل (12) أن قيم تعداد FS تراوحت بين  $10^3 \times (2.9 - 0)$  CFU/100gr، وسجلت أدنى قيمة لـ FS في رسوبيات موقع المدينة الرياضية (0) CFU/100gr، في حين سجلت أعلى قيمة في رسوبيات محطة مصب نهر الكبير الشمالي  $10^3 \times (2.9)$  CFU/100gr.



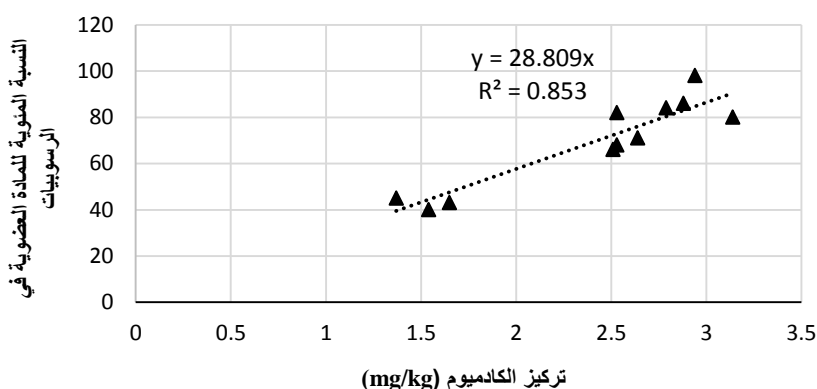
الشكل رقم (12): قيم تعداد المكورات السبحية البرازية (CFU/100g) في الرسوبيات البحرية الحديثة في محطات المواقع المدروسة (St1: ساقية موسى، St2: مصب نهر الكبير الشمالي، St3: المدينة الرياضية) خلال صيف 2021.

### معاملات الارتباط بين المتغيرات المدروسة:

من خلال دراسة علاقات الارتباط بين المعاملات المدروسة أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين كل من الرصاص والكاديوم (0.96) ذات معنوية عند مستوى دلالة (0.01) وهذا عائد بشكل رئيس إلى التشابه في المصدر لكل من عنصر الرصاص والكاديوم، والنتائج عن النشاطات البشرية بشكل رئيسي (Ganugapenta *et al.*, 2018) كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط ذات أهمية بين تراكيز عنصر الرصاص pb والكاديوم cd مع نسبة المادة العضوية كما هو مبين في الشكلين (13 و 14).



الشكل رقم (13): يبين علاقة الارتباط ما بين تراكيز الرصاص (pb) في العينات الرسوبية والنسبة المئوية للمادة العضوية في الرسوبيات البحرية في المواقع المدروسة خلال صيف 2021.



الشكل رقم (14): يبين علاقة الارتباط ما بين تراكيز الكاديوم (cd) في العينات الرسوبية والنسبة المئوية للمادة العضوية في الرسوبيات البحرية في المواقع المدروسة خلال صيف 2021.

كما بينت النتائج أن علاقة الارتباط بين تراكيز العناصر (pb و cd) والملوحة علاقة عكسية قوية (-0.98) ذات معنوية عند مستوى دلالة 0.01، ويعود ذلك لتزايد قيم الملوحة عند الانتقال من المياه النهرية إلى المياه البحرية. لوحظ ارتفاع تراكيز العناصر المدروسة، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف طبيعة الأنشطة البشرية، وتغير العوامل الهيدروكيميائية (درجة حرارة، ملوحة وقيم pH) للمياه البحرية والنهرية، حيث يؤدي انخفاض قيم pH إلى زيادة انحلالية هيدروكسيدات بعض العناصر المعدنية، مما يؤدي إلى ارتفاع نسبتها في الطور المنحل، أما عند زيادة قيم pH تقل شوارد الهيدروجين  $H^+$  وترتفع الشحنات السالبة مما يزيد من التجاذب الكهربائي بين المواقع الفعالة وشوارد المعدن وهذا يؤدي إلى زيادة ادمصاص العناصر المعدنية الثقيلة وانتقالها إلى الطورين المعلق والرسوبي وترسبها على شكل هيدروكسيدات وأوكسيدات وكربونات وفوسفات المعادن (Veado *et al.*, 2000; Salhab, 2018; Hasan & Laika, 2021)

بالإضافة إلى أن علاقة الارتباط ما بين المعاملات الجرثومية (THB، FC و FS) في جميع العينات الرسوبية لمواقع الدراسة كانت علاقة ارتباط إيجابية قوية، في حين كانت علاقة عكسية قوية بين الغزارة الجرثومية ودرجة الحموضة (pH) وذات معنوية عند مستوى دلالة (0.01) (الجدول 3). قد يعود السبب في ذلك لارتفاع درجات الحرارة الذي يؤدي إلى زيادة النشاط الميكروبي وكذلك أيضاً حمولة الماء من المادة العضوية عادةً في فصل الصيف أعلى

من فصل الشتاء، كما أن وجود عدد كبير من المصطافين والسياح الذين يزورون تلك المواقع خلال فصل الصيف، كل ذلك يساهم بالتلوث وهذا غالباً مرتبط مع انخفاض درجة الحموضة (Ali, 2019; Khan *et al.*, 2014). كما أن تناقص الغزارة الجرثومية في مناطق المصببات عند الانتقال من المياه النهرية إلى المياه البحرية، يؤثر بشكل سلبي على المعاملات الجرثومية خلال فترة الدراسة وكان ذلك واضحاً بالنسبة لجميع المعاملات الجرثومية فيمكن القول إن علاقة الارتباط بين المعاملات الجرثومية والملوحة علاقة عكسية قوية (Karbadehi, 2017). أظهرت النتائج أن علاقة الارتباط بين درجة الحرارة والمعاملات الجرثومية علاقة عكسية قوية بمستوى أهمية (0.01) في جميع المواقع المدروسة (الجدول 3). قد يعزى ذلك إلى تأثير ارتفاع درجات الحرارة إضافة إلى أشعة الشمس خلال فصل الصيف في قتل العديد من الجراثيم (Al ali, 2019).

الجدول (3). قيم مل الارتباط (R) بين كل من الخصائص الهيدروكيميائية للمياه البحرية والمؤشرات الجرثومية البرازية وتراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في الرسوبيات البحرية في المحطات المدروسة خلال فصل الصيف 2021م.

R	T	S	pH	THB	FC	FS	Pb	Cd
T	1							
S	0.701*	1						
pH	0.532	0.954**	1					
THB	-0.753*	-0.889**	-0.818**	1				
FC	-0.840**	-0.889**	-0.757*	0.842**	1			
FS	-0.834**	-0.691*	-0.583	0.888**	0.720*	1		
Pb	-0.628	-0.986**	-0.966**	0.900**	0.861*	0.676*	1	
cd	-0.727*	-0.988**	-0.930**	0.905**	0.869*	0.738*	0.967*	1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

كما أن الارتباط بين THB و FC وكل من عنصر (pb و cd) كان ارتباطاً إيجابياً قوياً ومعنوياً بدلالة 0.01، في حين كانت علاقة الارتباط إيجابية وقوية بين FS و Cd (0.738) عند مستوى دلالة 0.05، وكانت متوسطة بين FS و pb (0.676).

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

- هناك تغيرات مكانية لتوزيع عنصر Pb و Cd في الرسوبيات البحرية الشاطئية لبعض المواقع المدروسة، مع ارتفاع التراكيز في رسوبيات كل من مصب نهر الكبير الشمالي وساقية موسى مقارنة مع موقع المدينة الرياضية.
- ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص مقارنة مع عنصر الكاديوم في الرسوبيات البحرية لمواقع الدراسة.
- لوحظ تغير تراكيز العناصر المعدنية المدروسة مع تغير قيم العوامل الهيدروكيميائية.

- بينت النتائج وجود علاقة ارتباط قوية بين تراكيز العناصر المعدنية المدروسة والتعداد ال للجراثيم وما بين مؤشرات التلوث الجرثومي (جراثيم الكوليفورم البرازي والمكورات السبحية البرازية) مما يؤكد على أنها ناتجة عن مصادر تلوث واحدة.

### التوصيات:

1. ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي للتخفيف من التلوث العضوي و اللا عضوي والحيوي ومن تأثيراتها على البيئة.
2. الاستمرار بمثل هذه الدراسات على كامل الشاطئ السوري لما لها من أهمية كبيرة في تحديد نوعية الملوثات الخطيرة على البيئة بشكل عام وعلى الانسان بشكل خاص.

### References :

- ABDO, O. A. Chemical Study of the Behavior and Distribution of Some Mineral Elements in Estuarine Waters and Their Relationship to Salinity. Thesis, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Syria, 2008.
- ACHI, C. G.; OMONIYI, A. M. & COKER, A. O. *Distribution of Selected Toxic Elements in Water Phases of River Ogbere, Ibadan, Nigeria*. Journal of Environmental Protection, Vo. 12, N<sup>o</sup>. 7, 2021, 429-437.
- AHMED, Q. & BAT, L. *Levels and health risk assessments of Cd and Pb in Pomadasys maculatus marketed by Karachi Fish Harbor, Pakistan*. Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences, Vo. 21, N<sup>o</sup>. 2, 2016, 53-58.
- AKCALI, I. & KUCUKSEZGIN, F. *A biomonitoring study: heavy metals in macroalgae from eastern Aegean coastal areas*. Marine pollution bulletin, Vo. 62, N<sup>o</sup>.3, 2011, 637-645.
- AL-ALI, B. *Assessment of Bacterial Pollution Level of Coastal Water and Sediments along the Lattakia City Coast (Eastern Mediterranean Sea)*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies Biological Sciences Series, Vo. 41, N<sup>o</sup>. 6. 2019, 1-17.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. American Public Health Association, Washington DC, 1999.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION); AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION) and WEF (WATER ENVIRONMENT FEDERATION). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Edited by Eaton, A.D American Water Work Association and Water Environment Federation, USA, 2005, 1-733.
- ARULKUMAR, A; PARAMASIVAM, S. & RAJARAM, R. Toxic heavy metals in commercially important food fishes collected from Palk Bay, Southeastern India. Marine pollution bulletin, Vo. 119, N<sup>o</sup>.1, 2017, 454-459.
- AYANGBENRO, A. S. & BABALOLA, O. O. A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents. International Journal of Environmental Research and Public Health, Vo. 14, N<sup>o</sup>. 1, 2017, 94
- AYDIN, A.; KAHRAMAN, T. & AYDIN, H. The Microbiological and Physicochemical Parameters with Trace Metal Pollution of Coastal Bathing Water in Dardanelles and Thracian Sea. Journal of Animal and Veterinary Advances, Vo. 9, N<sup>o</sup>.6, 2010, 1077- 1082.
- AL NAGGAR, Y.; KHALIL, M. S. & GHORAB, M. A. Environmental pollution by heavy metals in the aquatic ecosystems of Egypt. Open Acc. J. Toxicol, Vo. 3, N<sup>o</sup>. 1, 2018, 1-9.

- BAKI, M.A.; HOSSAIN, M. M.; AKTER, J.; QURAIISHI, S. B.; SHOJIB, M. F. H.; ULLAH, A. & KHAN, M. F. Concentration of heavy metals in seafood (fishes, shrimp, lobster and crabs) and human health assessment in Saint Martin Island, Bangladesh. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vo. 159, 2018, 153-163.
- BEN-DOR, E. & BANIN, A. Determination of Organic Matter Content in Arid Zone Soils Using a Simple "Loss on Ignition" Method. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vo. 20, N<sup>o</sup>. 16, 1989, 1675-1695.
- BRRO, F. A. Contribution Study of Hydrogen Sulfide Emissions in the Sediments and Water of Some Sewage Points of Latakia Coast. Master Thesis. Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, Syria, 2016.
- BUFFLE, J.; WILKINSON, K. J. & VANLEEUEWEN, H. P. Chemodynamics and bioavailability in natural waters. *Environmental Science and Technology*, Vo. 43, 2009, 7170- 7174.
- CARLOS, C.; PIRES, M. M.; STOPPE, N. C.; HACHICH, E. M.; SATO, M. I.; GOMES, T. A. & OTTOBONI, L. M. Escherichia Coli Phylogenetic Group Determination and Its Application in the Identification of the Major Animal Source of Fecal Contamination. *BMC microbiology*, Vo. 10, N<sup>o</sup>.1, 2010, 1-10.
- EFSTRATIOU, M. A. Managing Coastal Bathing Water Quality: The Contribution of Microbiology and Epidemiology. *Marine Pollution Bulletin*, Vo. 42, N<sup>o</sup>.6, 2001, 424-431.
- EEA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY). Priority environmental issues in the Mediterranean region. N<sup>o</sup>.4, 2006, 1-86.
- FATEMA, K.; MAZNAH, W. W. & ISA, M. M. Spatial and temporal variation of physico-chemical parameters in the Merbok Estuary, Kedah, Malaysia. *Tropical life sciences research*, Vo.25, N<sup>o</sup>.2, 2014,1-19.
- FANG, T. H & LIN, C. L. Dissolved and Particulate Trace Metals and Their Partitioning in a Hypoxic Estuary: The Tanshui Estuary in Northern Taiwan, *Estuaries*. Vo. 25, N<sup>o</sup>.4, 2002, 598–607.
- FENG X., ZHU X. S., WU H., NING C. X. and LIN G. H. Distribution and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of a typical restored mangrove-aquaculture wetland in Shenzhen, China. *Marine Pollution Bulletin* Vo. 124, N<sup>o</sup>. 2, 2017, 1033-1039
- GANUGAPENTA, S.; NADIMIKERI, J.; CHINNAPOLLA, S. R. R. B.; BALLARI, L.; MADIGA, R.; NIRMALA, K. & TELLA, L. P. Assessment of Heavy Metal Pollution from the Sediment of Tupilipalem Coast, Southeast Coast of India. *International Journal of Sediment Research*, Vo. 33, N<sup>o</sup>.3, 2018, 294-302.
- GOHER, M. E.; ALI, M. H. H. & EL-SAYED, S. M. Heavy Metals Contents in Nasser Lake and the Nile River, Egypt: An Overview. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, Vo. 45, N<sup>o</sup>. 4, 2019, 301-312.
- GOSHU, G.; KOELMANS, A. A. & DE-KLEIN, J. J. M. Performance of Faecal Indicator Bacteria, Microbial Source Tracking, and Pollution Risk Mapping In Highland Tropical Water. *Environmental Pollution*, Vo. 276, 2021, 1-43.
- GOYER, R. A. Lead Toxicity: Current Concerns. *Environmental Health Perspectives*. Vo. 100, 1993, 177-187.
- HEIRI, O.; LOTTER, A. F & LEMCKE. G. Loss on Ignition as a Method for Estimating Organic and Carbonate Content in Sediments: Reproducibility and Comparability of Results. *Journal of Paleolimnology*, Vo. 25, N<sup>o</sup>.1, 2001, 101-110.



- HOWARD, G.; BARTRAM, J.; WATER, S. & World Health Organization. Domestic water quantity, service level and health (No WHO/SDE/WSH/03.02). World Health Organization. 2003.
- HASAN, N. A., LAIKA, H. E. Determination of the concentrations of some Heavy metals in Seawater and marine sediment from the coast of Lattakia city. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vo. 43, N<sup>o</sup>. 6, 2021, 1-17.
- HAN, D.; CHENG, J.; HU, X.; JIANG, Z.; MO, L.; XU, H. & WANG, H. Spatial distribution, risk assessment and source identification of heavy metals in sediments of the Yangtze River Estuary, China. Marine Pollution Bulletin, Vo. 115, N<sup>o</sup>. 1-2, 2017, 141-148.
- IAEA. Laboratory Procedure Book. Marine Environment Laboratory, Monaco. 2006, 1-45.
- JAMESON, S. C.; STEVENS, K.; BENNETT, R. C. & CARDOZA, N. J. Nicaragua: Pacific Coast. In World Seas: An Environmental Evaluation, 2019, (743-757). Academic Press.
- KHAN, I.; AWAIS, M.; SHAH, M.; SHAH, T. A.; AHMED, S.; JUNAID, M. & AHMED, S. Bacteriological analysis of Siffran River System for fecal contamination and metallo- $\beta$ -lactamase blandM-1 gene. Pakistan Journal of Zoology. Vo. 46, N<sup>o</sup>. 3, 2014, 707-716.
- KOUAKOU, A. R.; BENJAMIN, Y.; ALBERT, T. & ADOUBY, K. Assessment of Heavy Metals Contamination in Sediments of the Vridi Canal (Côte d'Ivoire). Journal of Geoscience and Environment Protection, Vo. 4, 2016, 65-73.
- KHATTAK MI.; KHATTAK MI.; MOHIBULLAH M. Study of heavy metal pollution in mangrove sediments reference to marine environment along the coastal areas of Pakistan. Pak J Bot Vo. 44, N<sup>o</sup>. 1, 2012, 373-378.
- KARBASDEHI, V. N.; DOBARADARAN, S.; NABIPOUR, I.; OSTOVAR, A.; ARFAEINIA, H.; VAZIRIZADEH, A. & KHALIFEI, F. Indicator bacteria community in seawater and coastal sediment: the Persian Gulf as a case. Journal of Environmental Health Science and Engineering, Vo.15, N<sup>o</sup>.1, 2017, 1-15.
- PICADO, A.; MENDES, J.; RUELA, R.; PINHEIRO, J. & DIAS, J. M. Physico-Chemical Characterization of Two Portuguese Coastal Systems: Ria De Alvor and Mira Estuary. Journal of Marine Science and Engineering, Vo. 8, N<sup>o</sup>. 7, 2020, 537.
- PRAVEENA, S. M.; Radogevic, M.; ABDULLAH, M. H. & ARIS, A. Z. Application of Sediment Quality Guidelines in the Assessment of Mangrove Surface Sediment in Mengkabong Lagoon, Sabah, Malaysia. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. Vo. 5, N<sup>o</sup>. 1, 2008, 35-42.
- PURDY, S.; BELLEMAN, C. & SACHS, J. Sources and transport of surface sediment and metals in B.C. fjord, Tahsis and Zeballos Inlets. University of Washington. Vo. 11, 2016, 1-34.
- REZA, K.; KHOSROW, A.; MOHSEN, N.; AMIR, V. & SIMIN, D. M. Heavy metal concentration in the surface sediment of Bidkhun mangrove forest, Nay band bay, Iran. Advances in Environmental Sciences - International Journal of the Bioflux Society, Vo. 8, N<sup>o</sup>. 2, 2016, 244-251.
- SALHAB, L. Contribution to study the fundamental factors that distribution of heavy metals in the coastal sediments of Lattakia. Master Thesis. Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, Syria, 2018.
- SHIMIZU, F.M.; BRAUNGER, M. L. & RIUL JR, A. Heavy Metal/Toxins Detection Using Electronic Tongues. Chemosensors, Vo. 7, N<sup>o</sup>.3, 2019, 1-19.
- SIDDIQUI, A. S. & SAHER, N. U. Heavy Metals Distribution in Sediments and Their Transfer Rate to Benthic Fauna in Mangrove Area near Hawks Bay Karachi, Pakistan. Pakistan Journal of Marine Sciences, Vo. 24, N<sup>o</sup>.1, 2015, 9-17.

- SOUZA, A.; OCASTRO, A. H. S., SILVA, N.; BRAGA, E. A. S. & MILLHOME, M.A.L. The Discharge of Effluents and the Contamination by Toxic Metals and Organic Matter in Lake of Semiarid Northeast, Brazil. HOLOS, Vo. 7, 2016, 1-2.
- SULEIMAN, H. M. A. & SULIMAN, E. M. Appraisal of Heavy Metal Levels in Some Marine Organisms Gathered From the Vellar and Uppanar Estuaries Southeast Coast of Indian Ocean. Journal of Taibah University for Science, Vo. 13, N<sup>o</sup>.1, 2019, 338-343.
- SHAHEEN, S. M.; ABDELRAZEK, M. A.; ELTHOTH, M.; MOGHANM, F. S.; MOHAMED, R.; HAMZA, A. & RINKLEBE, J. Potentially toxic elements in saltmarsh sediments and common reed (*Phragmites australis*) of Burullus coastal lagoon at North Nile Delta, Egypt: a survey and risk assessment. Science of the Total Environment, Vo. 649, 2019, 1237-1249.
- TBWD (TURKISH BATHING WATER DIRECTIVE). 09/01/2006-No: 26048, Ankara, www.2.cevereorman. Gov.tr/yasa/y/26048.doc, 2006.
- TAUFIQURRAHMAN, E. Variability of trace metals in coastal and estuary: Distribution, profile, and drivers. Marine pollution bulletin, Vo. 174, 2022, 1-19.
- VU, C. T.; LIN, C.; NGUYEN, K. A.; SHERN, C. C.; & KUO, Y. M. Ecological risk assessment of heavy metals sampled in sediments and water of the Houjing River. Taiwan. Environmental Earth Science 77, 2018.
- VEADO, M. A.; OLIVEIRA, A.; REVEL, G.; PINTE, G., ; AYRAUL, S., & TOULHOAT, P. Study of water and sediment interaction in the Das Velhas river, Brazil – Major and trace element. Water SA. 2000. VOL. 26. NO, 2 , PP : 255-262.
- WANG, X.; LI, H.; JIAO, J. J.; BARRY, D. A.; LI, L.; LUO, X. & QU, W. Submarine fresh groundwater discharge into Laizhou Bay comparable to the Yellow River flux. Scientific reports, Vo. 5, N<sup>o</sup>.1, 2015, 1-7.
- YAO, B. & LIU, Q. Characteristics and Influencing Factors of Sediment Depositionscur in the Sanhuhekou-Toudaoguai Reach of the Upper Yellow River, China. International Journal of Sediment Research, Vo. 33, N<sup>o</sup>. 3, 2018, 303-312.
- ZENG, J.; HAN, G.; WU, Q. & TANG, Y. Heavy metals in suspended particulate matter of the Zhujiang River, southwest China: contents, sources, and health risks. International journal of environmental research and public health, Vo. 16, N<sup>o</sup>. 10, 2019.