# A study of the Distribution of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Coastal Marine Waters of Lattakia City

**Dr. Ahmad Kara Ali***
**Dr. Hazem Krawi****
**Mulham Askar*****

**(Received 25 / 5 / 2023. Accepted 9 / 8 /2023)**

## □ ABSTRACT □

In this research, the concentrations of some polychlorinated biphenyls (PCBs: Polychlorinated Biphenyls) were determined in the marine coastal waters of the city of Lattakia from the two locations (Southern Corniche area) and (The Sports City area) during the summer and winter seasons of 2022 using gas chromatography - mass spectrometry (GC\MS).

The results of the study showed that these studied areas are affected by these pollutants, which indicates that these areas are affected by tourism activities, urban construction, sewage channels for homes and restaurants, or transport through river waters that flow directly into these areas, where the total concentration of PCBs was (Σ PCBs) ranges from 22.103 µg/l to 46.553 µg/l.

The lowest value of these compounds was in the Sports City area during the winter, when the value was 22.103 µg/l, and the highest was in the Southern Corniche area during the summer, when the value was 46.553 µg/l.

The study showed that the congeners that contain less number of chlorine atoms are more distributed in marine waters, especially PCBs and Pentachlorobiphenyls, as they are more prone to dissolution in water, and this study also showed an increase in the total concentration of polychlorinated biphenyls (Σ PCBs) in The studied areas during the summer compared to their concentrations in the winter.

**Keywords:** Polychlorinated biphenyls (PCBs) - Persistence Organic Pollutant (POPs) - Sea Water.

**Copyright** **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor - Higher Institute for Marine Research –Tishreen University - Lattakia – Syria.**
*** Associate Professor - Higher Institute for Marine Research –Tishreen University - Lattakia – Syria.**
****Master's student - Higher Institute for Marine Research – Tishreen University – Lattakia – Syria. (E-mail: Mulhamaskar@gmail.com).**

# دراسة توزع مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في المياه البحرية الشاطئية لمدينة اللاذقية

**د. أحمد قره علي***

**د. حازم كراوي****

**ملهم عسكر*****

**(تاريخ الإيداع 25 / 5 / 2023. قُبِل للنشر في 9 / 8 /2023)**

## □ ملخّص □

تم في هذا البحث تحديد تراكيز بعض مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل ( PCBs: Polychlorinated Biphenyls) في المياه البحرية الشاطئية لمدينة اللاذقية من موقعي (منطقة الكورنيش الجنوبي) و(منطقة المدينة الرياضية) خلال فصلي الصيف والشتاء لعام 2022 وذلك باستخدام تقانة الكروماتوغرافيا الغازية – مطيافية الكتلة (GC\MS).

أظهرت نتائج الدراسة أن هذه المناطق المدروسة متأثرة بهذه الملوثات، الأمر الذي يشير إلى تأثر هذه المناطق بالنشاطات السياحية والبناء العمراني وقنوات الصرف الصحي للمنازل والمطاعم أو الانتقال عبر مياه الأنهار والتي تصب بشكل مباشر في هذه المناطق، حيث كان التركيز الإجمالي لمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (Σ PCBs) يتراوح بين 22.103 µg/l و 46.553 µg/l.

كانت أخفض قيمة من هذه المركبات في منطقة المدينة الرياضية خلال فصل الشتاء حيث بلغت القيمة 22.103 µg/l وأعلاها في منطقة الكورنيش الجنوبي خلال فصل الصيف حيث بلغت القيمة 46.553 µg/l.

بينت الدراسة أن المتجانسات التي تحتوي عدد ذرات أقل من الكلور هي الأكثر توزعاً في المياه البحرية وبشكل خاص مركبات ثنائي وخماسي كلور ثنائي الفينيل وذلك كونها أكثر ميولاً للانحلال في المياه، كما أظهرت هذه الدراسة زيادة التركيز الإجمالي لمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (Σ PCBs) في المناطق المدروسة خلال فصل الصيف بالمقارنة مع تراكيزها في فصل الشتاء.

**الكلمات المفتاحية:** مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) – الملوثات العضوية الثابتة (POPs)– المياه البحرية.

**حقوق النشر** : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

*أستاذ – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

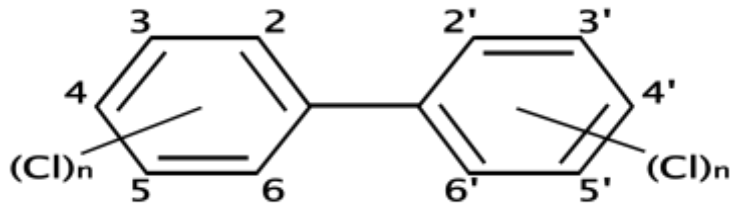
** أستاذ مساعد – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

*** طالب ماجستير – المعهد العالي في البحوث البحرية – قسم الكيمياء البحرية والتلوث – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
Mulhamaskar@gmail.com

## مقدمة:

تتعرض النظم البيئية البحرية لضغط كبير من العديد من التهديدات البشرية وأحد هذه التهديدات هو تلوث مياه البحر (Halpern *et al.*, 2008). حيث هناك أشكال متعددة للتلوث كالمعادن الثقيلة والتلوث بالمنتجات البلاستيكية والملوثات العضوية الثابتة Persistent Organic Pollutants (POPs).

أحد هذه الملوثات العضوية الثابتة والتي لها علاقة كبيرة بالتلوث بسبب تأثيرها الواسع على الحياة البحرية هي مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) ولها الصيغة العامة $C_{12}H_{10-x}Cl_x$، حيث أن (X= 1−10) والموضحة بالشكل التالي:




تعتبر هذه المركبات من الملوثات الرئيسة في البيئة البحرية نظراً لسلوكها المعقد والتي تعد مركبات مستقرة وثابتة وذلك بسبب مقاومتها للتفكك البكتيري، وقد تم وضع قيود على إنتاج مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) منذ عقود من الزمن بسبب المخاوف البيئية والصحية التي تنتج عنها (Takasuga *et al.*, 2006). ومع ذلك فإنه من الملاحظ وجود هذه المركبات في المحيطات والمياه البحرية (IARC, 2016).

تتمتع هذه المركبات بالثبات الكيميائي والحراري وهذا ما يجعلها تدخل في العديد من الصناعات ولكنها تتميز بأنها بطيئة التحلل في البيئة البحرية وبالتالي تتراكم بيولوجياً في الأنسجة الدهنية للكائنات البحرية (Groom *et al.*, 2006). تميل تراكيز مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) المتراكمة في الأحياء إلى الارتفاع بالانتقال الى سويات أعلى في السلسلة الغذائية وتدعى هذه العملية بالتضخم الحيوي (Biomugnificaion) (Campbell *et al.*, 2015).

اهتمت الدراسات المتعلقة بمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في الشاطئ السوري بدراسة هذه المركبات في المياه البحرية والرسوبيات والطحالب البحرية وبعض أنواع الأسماك البحرية (قره علي، 2000)، (صبرة، 2009)، (كراوي، عباس، 2017) والتي بينت هذه الدراسات المحلية إلى انتشار ملحوظ لهذه المركبات في المياه والأحياء البحرية كالطحالب والأسماك، إضافة إلى ذلك هناك العديد من الدراسات التي اهتمت بدراسة هذه المركبات على امتداد شواطئ البحر الأبيض المتوسط، كما في الدراسات التي جرت على المياه المصرية (Shreadah *et al.*, 2014) وفي المياه التركية (Yurdaku *et al.*, 2020) وفي المياه اللبنانية (Helou *et al.*, 2019).

تعتبر هذه الدراسة استكمالاً للدراسات السابقة حول مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في البيئة البحرية وهي ضرورية لتحديد السويات التي وصلت إليها هذه الملوثات في مياه شاطئ مدينة اللاذقية.

## أهمية البحث وأهدافه:

تعد مركبات الـ PCBs من المركبات العضوية وتصنف في البيئة البحرية ضمن الملوثات الخطيرة نتيجة آثارها السمية الجينية والمسرطنة والمسببة للطفرات الوراثية، وذلك نتيجة ميلها للتراكم في الأحياء البحرية بسبب طبيعتها المحبة للدهون، بالتالي من هنا تأتي أهمية هذه الدراسة في تقييم هذه المركبات وتراكمها في البيئة البحرية وانتقالها إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية.

يهدف هذا البحث إلى:

1. تحديد تركيز مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) الموجودة في المياه الشاطئية للمواقع المدروسة في مدينة اللاذقية.
2. دراسة العلاقة بين الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية (درجة الحرارة، الملوحة، درجة الحموضة pH) مع توزع مركبات الـ PCBs في المواقع المدروسة.

## طرائق البحث ومواده:

شملت هذه الدراسة منطقتين (منطقة الكورنيش الجنوبي والمدينة الرياضية). يبين الشكل (1) المحطات المدروسة وموقعها الجغرافي.

**1- منطقة الكورنيش الجنوبي St1:**

- يوجد فيها ميناء صيد ترسو فيه قوارب الصيد ويصب فيها عدة قنوات صرف صحي، وهي على الشاطئ تماماً وهي ذات طبيعة صخرية.

**2- منطقة المدينة الرياضية St2:**

- وهي ذات طبيعة صخرية على الشاطئ وهي من المحطات المفتوحة على البحر وبعيدة عن التأثر المباشر بمصادر التلوث البرية.

**الكورنيش الجنوبي** **المدينة الرياضية**

**الشكل(1): المواقع المدروسة.**

**الأجهزة والأدوات المستخدمة:**

- قمع فصل سعة (1 L).
- اسطوانة مدرجة سعة (50 ml).
- دوارق و حوجلات زجاجية سعة (500 ml).
- أنابيب صغيرة للقياس.
- جهاز مبخر دوّار من نوع BUCHI.
- جهاز حقل لقياس مواصفات المياه (درجة الحرارة – الملوحة – درجة الحموضة pH) من نوع VERNIER.
- مبخر آزوت من نوع NITROX.
- جهاز الكروماتوغرافيا الغازية من نوع Agilent Technologies – 6890N.

**المذيبات والمواد الكيميائية:**

- أسيتون نقاوة 99.9% إنتاج شركة MERCK.
- نظامي الهكسان نقاوة 99.9% إنتاج شركة MERCK.
- ثنائي كلور الميتان نقاوة 99.5% إنتاج شركة PANREAC.
- كبريتات الصوديوم اللامائية إنتاج شركة MERCK.
- محاليل عيارية لمبيدات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs نقاوة 99.9% إنتاج شركة SIGMA-ALDRICH.

**العمل الحقلي :**

**أ- جمع العينات المائية:**

نفذت في هذا البحث طلعتان بحرية خلال فصل الصيف وخلال فصل الشتاء من عام 2022، حيث جمعت العينات المائية من عمق لا يتجاوز المتر من مناطق الدراسة باستخدام جهاز اعتيان مائي، وتم قياس العوامل الهيدروكيميائية (ملوحة، درجة الحرارة، درجة الحموضة pH).

**العمل المخبري :**

استخلصت العينات المائية (1 L) بطريقة سائل – سائل باستخدام قمع فصل وبواسطة 80 ml من المحل العضوي نظامي الهكسان n-hexane (PBM, 2022). تم تكرار عملية الفصل مرتين ثم جمعت الخلاصتين مع بعضهما. تم تجفيف الخلاصة من الرطوبة باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية $Na_2SO_4$.

تم تركيز العينة باستخدام المبخر الدوار حتى الوصول إلى حجم (5 ml) ثم نقلت الخلاصة إلى أنبوب نظيف وركّزت العينة باستخدام تيار لطيف من الآزوت حتى 1 ml وأصبحت جاهزة للفصل على العمود الكروماتوغرافي.

**الفصل على العمود الكروماتوغرافي :**

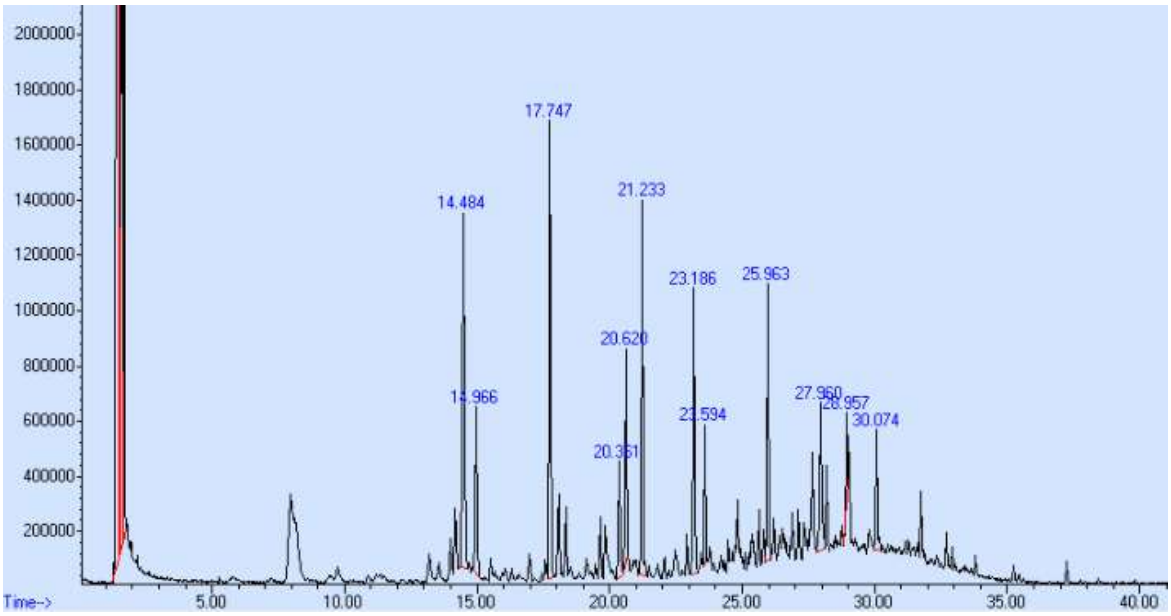
تم تنقية العينات على عمود كروماتوغرافي معبأ بـ 17 g من الفلوريسيل الممزوج بنظامي الهكسان على دفعات ثم نضيف 1 g من كبريتات الصوديوم اللامائية وبعد ذلك تمرر العينة ضمن العمود حيث يستخدم 70 ml من الهكسان (طور متحرك) من أجل جمع القطفة الأولى والتي تحتوي على مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs. بعد ذلك تبخر هذه القطفة بالمبخر الدوار وتحت تيار لطيف من الآزوت حجم 1 ml لتصبح العينة جاهزة للتحليل باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC/MS (UNEP,1996).

**تحليل GC/MS:**

تم تحليل العينات بتقانة الكروماتوغرافيا الغازية GC/MS، حيث استخدم في فصل المركبات عمود شعري نوع (TRP-5) طوله (30 m) وقطره الداخلي (0.32 mm). وكان تدفق الطور المتحرك 1 ml/min. وذلك وفق نظام البرمجة الحراري التالي:

$$70\ ℃\ (1\ min) \xrightarrow{4\ ℃/\ min} 280\ ℃\ (10\ min)$$

تمت عملية التحليل الكيفي بطريقة المحلول العياري الخارجي وذلك بمقارنة أزمنة احتفاظ مركبات العينة مع أزمنة احتفاظ مركبات عيارية محددة الهوية والتركيز ويبين الشكل (2) كروماتوغرام مزيج من مركبات PCBs.




**الشكل(2): كروماتوغرام مزيج من مركبات PCBs.**

كما تمت عملية التحديد الكمي لتراكيز المركبات من خلال العلاقة التالية:

$$C_{\mu l/L} = \frac{R_f . A_{rea} . V_{ext}}{V_{inj} . V_i}$$

حيث يدل كل رمز على ما يلي:

$R_f$ ← عامل الاستجابة.

$A_{rea}$ ← ارتفاع قمة المركب في العينة.

$V_{ext}$ ← حجم الخلاصة $(1000\mu L)$.

$V_{inj}$ ← حجم العينة المحقونة $(1\mu L)$..

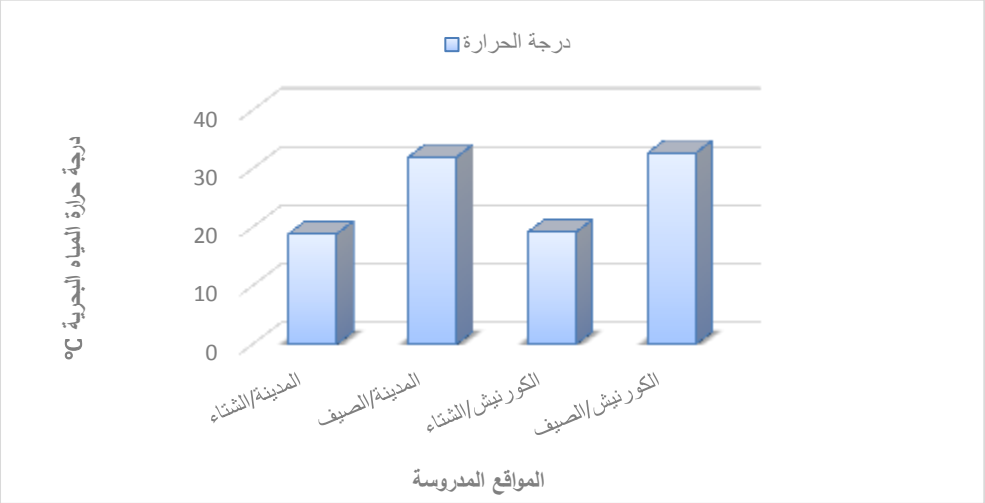
$V_i$ ← حجم العينة (L).

## النتائج والمناقشة:

### 1. الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية في المواقع المدروسة:

**- درجة حرارة المياه :**

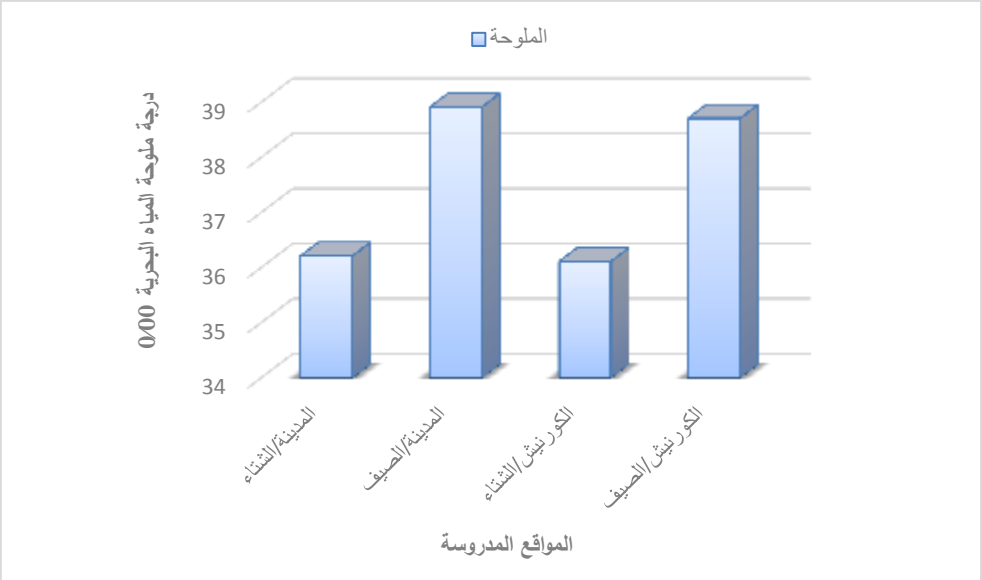
سجلت أعلى درجة حرارة للمياه في منطقة الكورنيش الجنوبي 32.6 °C خلال فصل الصيف، في حين سجلت أدنى قيمة 18.8 °C خلال فصل الشتاء في منطقة المدينة الرياضية (الشكل 3). وقد لُحظ تقارب في درجات الحرارة بين المواقع المدروسة في كل فصل على حدى، كما ارتبطت التغيرات الزمانية لدرجة حرارة المياه بالدورة المناخية المعروفة في المنطقة فارتفعت صيفاً وانخفضت شتاءً. تقاربت في هذه الدراسة التغيرات المكانية للحرارة ولم يسجل سوى بعض الاختلافات البسيطة وهذا الاختلاف يعود إلى الفرق في زمن الاعتيان مما سبب الارتفاع البسيط في درجات الحرارة بين محطة وأخرى.




**الشكل (3): تغيرات درجة حرارة المياه في المواقع المدروسة.**

**- درجة ملوحة المياه :**

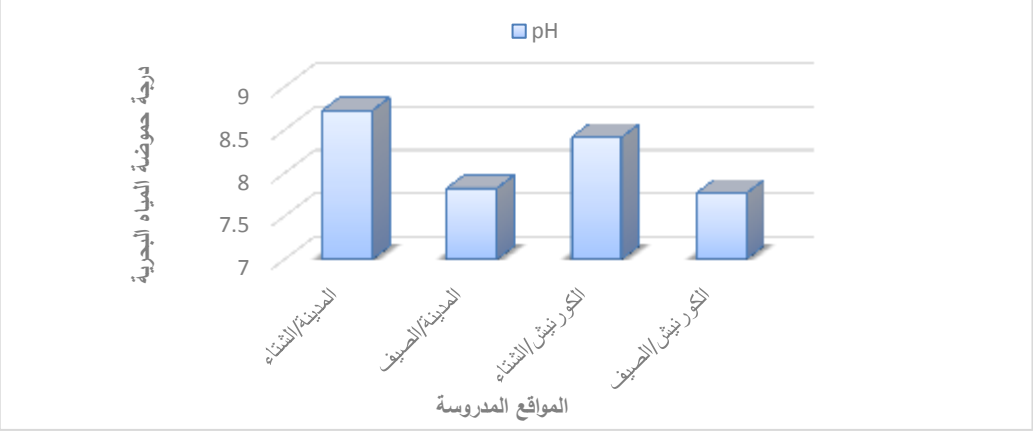
تراوحت درجة ملوحة المياه في المواقع المدروسة بين $36.1\ ^0/_{00}$ و $38.9\ ^0/_{00}$ حيث سجلت أعلى القيم في منطقة الكورنيش الجنوبي خلال فصل الصيف، في حين سجلت أخفض القيم في منطقة الكورنيش الجنوبي في فصل الشتاء ويعود سبب انخفاض ملوحة المياه في فصل الشتاء إلى الهطولات المطرية كما أن سبب ارتفاع قيمة ملوحة المياه في فصل الصيف هو ارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي إلى ازدياد نسبة تبخر المياه وبالتالي ارتفاع قيمة الملوحة. كما بلغت قيم درجة الملوحة للمياه في منطقة المدينة الرياضية $38.9\ ^0/_{00}$ خلال فصل الصيف، في حين سجلت $36.2\ ^0/_{00}$ في نفس المنطقة خلال فصل الشتاء ويعود سبب الانخفاض والارتفاع لذات السبب المذكور سابقاً,الشكل (4).




**الشكل(4): تغيرات ملوحة المياه في المواقع المدروسة.**

**- درجة الحموضة pH:**

تراوحت قيم درجة الحموضة للمياه في المواقع المدروسة بين 7.76 و 8.72 ، حيث سجلت أعلى القيم في منطقة المدينة الرياضية خلال فصل الشتاء وكانت قيمتها 8.72 بينما سجلت أدنى القيم في منطقة الكورنيش الجنوبي خلال فصل الصيف وكانت 7.76،الشكل (5).




**الشكل(5): تغيرات قيم درجة الحموضة pH في المواقع المدروسة.**

**2. دراسة توزع مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs في مياه المواقع المدروسة:**

**2-1- توزع مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs في منطقة الكورنيش الجنوبي:**

تم تحديد 15 متشاكل من مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs في مياه هذه المنطقة ولحظ توزع أكثر لهذه الملوثات في فصل الصيف منه في فصل الشتاء ويوضح الجدول (1) تركيز المركبات المدروسة والتراكيز الإجمالية لمركبات الـ PCBs (Σ **PCBs**) في هذه المنطقة خلال فصول الدراسة.

نجد من خلال هذا الجدول أن قيمة الـ Σ **PCBs** كانت مرتفعة في فصل الصيف والتي بلغت **46.553** (**µg/l**) بالمقارنة مع فصل الشتاء والتي بلغت **23.0517** (**µg/l**)، حيث سجل كل من المركب PCB-101 و PCB-118 و PCB-199 تراكيز مرتفعة في فصل الصيف بالمقارنة مع فصل الشتاء، بينما كانت التراكيز متقاربة نسبياً في كلا

الفصلين من أجل المركبات PCB-15 و PCB-151، في حين لم يتم الكشف عن بعض هذه المركبات في فصل الشتاء لأنها كانت دون حد الكشف ويفسر ذلك بسبب زيادة الأنشطة البشرية في فصل الصيف وانخفاض هذه الأنشطة في فصل الشتاء.

**الجدول (1): تركيز مركبات PCBs (µg/l) في مياه منطقة الكورنيش الجنوبي خلال الفصول المدروسة.**

| اسم المركب | عدد ذرات الكلور | رقم المركب | فصل الصيف | فصل الشتاء |
|---|---|---|---|---|
| 4,4`-Dichlorobiphenyl | 2 | PCB-15 | 8.916 | 7,822 |
| 2,2`,4,5,5`-Pentachlorobiphenyl | 5 | PCB-101 | 14.004 | 11.579 |
| 2,3`,4,4`,5-Pentachlorobiphenyl | 5 | PCB-118 | 6.878 | 2.871 |
| 2,2`,3,4,4`,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-138 | 0.152 | nd |
| 2,2`,3,4,5,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-141 | 3.648 | nd |
| 2,2`,3,5,5`,6-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-151 | 0.095 | 0.0447 |
| 2,2`,4,4`,5,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-153 | 1.349 | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5 -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-170 | 1.57 | nd |
| 2,2`,3,4,4`,5,5` -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-180 | 1.139 | nd |
| 2,2`,3,4`,5,5`,6 -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-187 | 1.289 | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,5` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-194 | 0.157 | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,6 -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-195 | 1.347 | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,6` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-196 | 1.223 | nd |
| 2,2`,3,3`,4,5,5`,6` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-199 | 3.603 | 0.735 |
| Decachlorobiphenyl | 10 | PCB-209 | 1.183 | nd |
| | | **Σ PCBs** | 46.553 | 23.0517 |

**Nd: Not detected.**

### 2-2- توزع مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs في منطقة المدينة الرياضية:

تم تحديد 5 متشاكلات من مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs في مياه هذه المنطقة خلال فصول الدراسة ويوضح الجدول (2) تركيز المركبات المدروسة والتراكيز الإجمالية لمركبات الـ PCBs (**Σ PCBs**) في هذه المنطقة خلال فصول الدراسة.

ونجد من خلال هذا الجدول أن قيمة الـ **Σ PCBs** كانت مرتفعة نسبياً في فصل الصيف، حيث بلغت (µg/l) 28.044، بينما كانت في فصل الشتاء (µg/l) 22.1037، حيث سجل المركب PCB-118 تركيز مرتفع في فصل الصيف (µg/l) 7.87 في حين كانت التراكيز متقاربة نسبياً للمركبات الأخرى.

نلاحظ من خلال هذه النتائج أن التركيز الإجمالي لمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل PCBs كانت نسبتها مرتفعة في فصل الصيف بالمقارنة مع فصل الشتاء في المناطق المدروسة، حيث بلغت أعلى قيمة في منطقة الكورنيش الجنوبي صيفاً (µg/l) 46.553، في حين كانت أخفض قيمة في منطقة المدينة الرياضية شتاءً (µg/l) 22.1037 كما كان التركيز الإجمالي لهذه المركبات في منطقة الكورنيش الجنوبي أعلى مما هو عليه في منطقة المدينة الرياضية خلال فترة الدراسة.

**الجدول (2): تركيز مركبات PCBs (µg/l) في مياه منطقة المدينة الرياضية خلال الفصول المدروسة.**

| اسم المركب | عدد ذرات الكلور | رقم المركب | فصل الصيف | فصل الشتاء |
|---|---|---|---|---|
| 4,4`-Dichlorobiphenyl | 2 | PCB-15 | 8.086 | 7.415 |
| 2,2`,4,5,5`-Pentachlorobiphenyl | 5 | PCB-101 | 11.441 | 9.976 |
| 2,3`,4,4`,5-Pentachlorobiphenyl | 5 | PCB-118 | 7.87 | 4.299 |
| 2,2`,3,4,4`,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-138 | nd | nd |
| 2,2`,3,4,5,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-141 | nd | nd |
| 2,2`,3,5,5`,6-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-151 | 0.0534 | nd |
| 2,2`,4,4`,5,5`-Hexachlorobiphenyl | 6 | PCB-153 | nd | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5 -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-170 | nd | nd |
| 2,2`,3,4,4`,5,5` -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-180 | nd | nd |
| 2,2`,3,4`,5,5`,6 -Heptachlorobiphenyl | 7 | PCB-187 | nd | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,5` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-194 | nd | nd |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,6 -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-195 | nd | 0.048 |
| 2,2`,3,3`,4,4`,5,6` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-196 | nd | nd |
| 2,2`,3,3`,4,5,5`,6` -Octachlorobiphenyl | 8 | PCB-199 | 0.612 | 0.3657 |
| Decachlorobiphenyl | 10 | PCB-209 | nd | nd |
| | | Σ PCBs | 28.044 | 22.1037 |

**Nd: Not detected.**

ويعزى السبب في ارتفاع قيم التراكيز الإجمالية لهذه المركبات في منطقة الكورنيش الجنوبي إلى الوصول المستمر لهذه المركبات إما بسبب ازدياد النشاط السياحي صيفاً أو عن طريق الصرف الصحي للمنازل والمطاعم أو الانتقال عبر مياه الأنهار (Anthony *et al*., 2004; Needham and Ghosh., 2019; Undeman *et al*., 2022)، كما أن البناء العمراني قد يكون له أثر في وصول هذه المركبات إلى البيئة البحرية، حيث تدخل هذه المركبات في صناعة الدهانات والورنيش ودهانات السفن والقوارب وحبر الطباعة والسوائل الهيدروليكية للمحركات في المنشآت الصناعية وصناعات أخرى متعددة (Ishikawa *et al*., 2007; Yu *et al*., 2014; Melymuk *et al*., 2014)، وإن سبب انخفاضها شتاء يعزى إلى تضاؤل النشاطات السياحية وانخفاض مصادر التلوث الخارجي من (صرف صحي – بناء عمراني) (Dachs and Méjanelle., 2010).

أما سبب ارتفاع قيم التراكيز الإجمالية لهذه المركبات في منطقة المدينة الرياضية صيفاً يعود أيضا إلى النشاط السياحي وإن انخفاض هذا النشاط شتاء قد يعزى إلى تضاؤل النشاط السياحي في هذه المنطقة كما أن المنطقة ذات طبيعة مفتوحة ومعرضة لحركة الأمواج مما يزيد من تجدد المياه بشكل مستمر في هذه المنطقة.

تتوافق النتائج التي توصلنا إليها في هذا المقال مع النتائج الموجودة في العديد من الدراسات والأبحاث المحلية والعالمية كما يظهر في الجدول التالي:

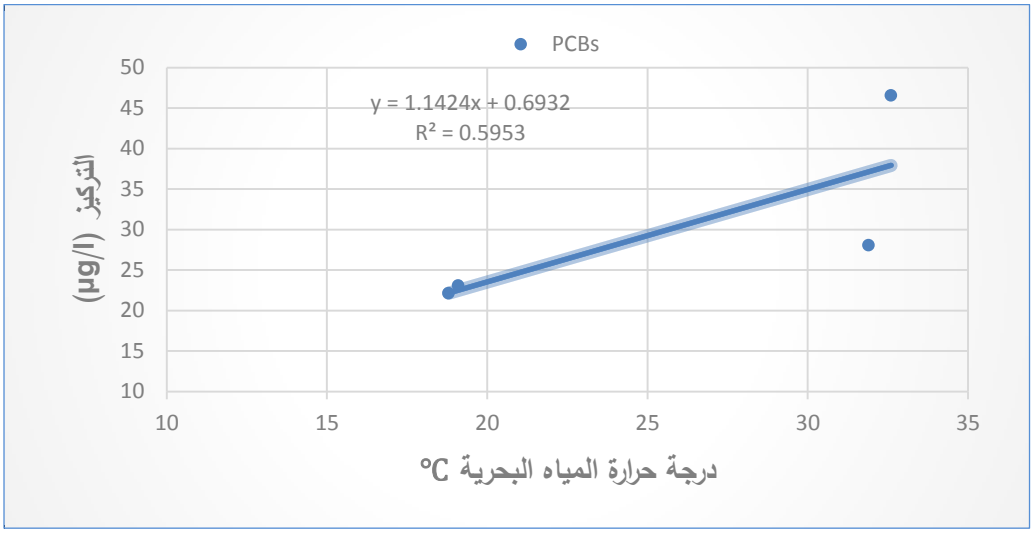
**الجدول (3): تركيز مركبات PCBs في بعض الدراسات التي جرت في بعض الأبحاث المحلية والعالمية.**

| الموقع | التركيز | المرجع |
|---|---|---|
| فرنسا | 13 ng/L | (Elder, 1976) |
| اللاذقية – سوريا | (8.05 – 9.27) ng/L | (صبرة، 2009) |
| شرق الخليج الفارسي | (0.86 – 1.87) ng/L | (Jafarabadi *et al*., 2019) |

| | | |
|---|---|---|
| نهر فولتورنو – إيطاليا | (4.1 – 48.0) ng/L | (Montuori *et al*., 2020) |
| خليج قابس – تونس | 10.771 ng/L | (Zaghden *et al*., 2022) |
| اللاذقية – سوريا | (22.1 – 46.55) µg/L | نتائج هذه الدراسة |

ونلاحظ أيضاً أن هذه النتائج كانت مرتفعة بالمقارنة مع أبحاث سابقة تمت على نفس المواقع (صبرة، 2009)، ويعزى ذلك إلى اختلاف فترة البحث وتأثر هذه المناطق بزيادة النشاط في وصول هذه الملوثات إلى البيئة البحرية حتى هذا الوقت.

أشارت دراسة علاقة الارتباط بين درجة حرارة المياه البحرية والتركيز الإجمالي لمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (Σ PCBs) إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية ذات أهمية وهذا يشير إلى دور درجة الحرارة في انتشار مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في الوسط المائي والتي ترفع من انحلالية هذه المركبات على حساب ادمصاصها على المواد العالقة وانتقالها إلى الرسوبيات (Swackhamer and Skoglund, 1993).




## الاستنتاجات والتوصيات:

1. توجد مركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وهذا يشير إلى الوصول المستمر لهذه المركبات إلى البيئة البحرية.
2. اختلاف التركيز الإجمالي لمركبات متعدد الكلور ثنائي الفينيل (PCBs) في الموقع الواحد بسبب التغيرات الفصلية وما يتبعها من نشاطات من مصادر برية وبين المواقع المدروسة وذلك بسبب اختلاف طبيعة الموقع.
3. تحتوي منطقة الكورنيش الجنوبي تراكيز أعلى من هذه المركبات بالمقارنة مع المدينة الرياضية.
4. لا بد من اتخاذ اجراءات المراقبة البيئية لهذه الملوثات واتخاذ الإجراءات للحد من وصول هذه المركبات إلى البيئة البحرية نظراً لخطورتها.
5. ضرورة المتابعة في مثل هذه الدراسات للوقوف على واقع هذه الملوثات في البيئة البحرية.

## References:


1. Reece JB, Meyers N, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV. Campbell Biology Australian and New Zealand Edition. Pearson Higher Education AU; 2015 May 20.
2. Dachs J, Méjanelle L. Organic pollutants in coastal waters, sediments, and biota: a relevant driver for ecosystems during the anthropocene?. Estuaries and Coasts. 2010 Jan;33:1-4
3. Elder DL. PCBs in NW Mediterranean coastal waters. Marine Pollution Bulletin. 1976 Apr 1;7(4):63-4.
4. Groom MJ, Meffe GK, Carroll CR, Andelman SJ. Principles of conservation biology. Sunderland: Sinauer associates; 2006.
5. Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, Kappel CV, Micheli F, d'Agrosa C, Bruno JF, Casey KS, Ebert C, Fox HE, Fujita R. A global map of human impact on marine ecosystems. science. 2008 Feb 15;319(5865):948-52.
6. Helou K, Harmouche-Karaki M, Karake S, Narbonne JF. A review of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in Lebanon: Environmental and human contaminants. Chemosphere. 2019 Sep 1;231:357-68.
7. Agudo A, Aronson KJ, Bonefeld-Jorgensen EC, Cocco P, Cogliano V, Cravedi JP, Esch H, Fiedler H, Glauert HP, Guo YL, Herbert RA. Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. IARC Press; 2016.
8. Ishikawa Y, Noma Y, Mori Y, Sakai SI. Congener profiles of PCB and a proposed new set of indicator congeners. Chemosphere. 2007 Apr 1;67(9):1838-51.
9. Jafarabadi AR, Bakhtiari AR, Mitra S, Maisano M, Cappello T, Jadot C. First polychlorinated biphenyls (PCBs) monitoring in seawater, surface sediments and marine fish communities of the Persian Gulf: Distribution, levels, congener profile and health risk assessment. Environmental Pollution. 2019 Oct 1;253:78-88
10. Melymuk L, Robson M, Csiszar SA, Helm PA, Kaltenecker G, Backus S, Bradley L, Gilbert B, Blanchard P, Jantunen L, Diamond ML. From the city to the lake: Loadings of PCBs, PBDEs, PAHs and PCMs from Toronto to Lake Ontario. Environmental science & technology. 2014 Apr 1;48(7):3732-41.
11. Montuori P, De Rosa E, Sarnacchiaro P, Di Duca F, Provvisiero DP, Nardone A, Triassi M. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in water and sediment from Volturno River, Southern Italy: occurrence, distribution and risk assessment. Environmental Sciences Europe. 2020 Dec;32:1-22.
12. Needham TP, Ghosh U. Four decades since the ban, old urban wastewater treatment plant remains a dominant source of PCBs to the environment. Environmental Pollution. 2019 Mar 1;246:390-7.
13. PBM."Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Water – PBM."2022.
14. Ricciardi A, Atkinson SK. Distinctiveness magnifies the impact of biological invaders in aquatic ecosystems. Ecology Letters. 2004 Sep;7(9):781-4.
15. Shreadah MA, Said TO, Othman IM, Fathallah EI, Mahmoud ME. OCPs and PCBs in seawater from Egyptian Mediterranean coast of Alexandria. Development in Analytical Chemistry. 2014 Dec 1;1:19-24.
16. Swackhamer DL, Skoglund RS. Bioaccumulation of PCBs by algae: kinetics versus equilibrium. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal. 1993 May;12(5):831-8.
17. Takasuga T, Senthilkumar K, Matsumura T, Shiozaki K, Sakai SI. Isotope dilution analysis of polychlorinated biphenyls (PCBs) in transformer oil and global commercial

PCB formulations by high resolution gas chromatography–high resolution mass spectrometry. Chemosphere. 2006 Jan 1;62(3):469-84.
18. Undeman E, Rasmusson K, Kokorite I, Leppänen MT, Larsen MM, Pazdro K, Siedlewicz G. Micropollutants in urban wastewater: large-scale emission estimates and analysis of measured concentrations in the Baltic Sea catchment. Marine Pollution Bulletin. 2022 May 1;178:113559.
19. UNEP, "for the analysis of selected chlorinated hydrocarbons in the marine Environment", reference method for marine pollution studies, 1996.
20. Yu Y, Li Y, Shen Z, Yang Z, Mo L, Kong Y, Lou I. Occurrence and possible sources of organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) along the Chao River, China. Chemosphere. 2014 Nov 1;114:136-43.
21. Yurdakul O, Kucuksezgin F. Levels and distribution of polychlorinated biphenyls in two edible fish species from Izmir Bay (eastern Aegean): a health risk assessment. Environmental Science and Pollution Research. 2020 Jul;27:25069-81.
22. Zaghden H, Barhoumi B, Jlaiel L, Guigue C, Chouba L, Touil S, Sayadi S, Tedetti M. Occurrence, origin and potential ecological risk of dissolved polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorines in surface waters of the Gulf of Gabès (Tunisia, Southern Mediterranean Sea). Marine Pollution Bulletin. 2022 Jul 1;180:113737.
23. Kara-Ali A. Analytical study of Organic Contaminants and Pesticides in Costal Area. PhD dissertation, Tishreen University, 2000;201 Pages.(In English).
24. Krawi H, Sabra M. Distribution Study of the Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Water and Surface Sediments of Lattakia City Coast. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Basic Sciences Series. 2012;34(2).(In English).
25. Krawi H, Abbas A. Uptake of Polychlorainated Biphenyls (PCBs) by Some Marine Algae of Syrian Coast. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Basic Sciences Series. 2016;38(1).(In English).