

دراسة بعض العوامل الفيزيوكيميائية لمياه

نهر سوريت في بانباس

د. م. امال عطيه*

□ الملخص □

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نوعية مياه نهر سوريت في الساحل السوري لأغراض الشرب. تم في هذا البحث دراسة بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر سوريت، وتم أخذ عينات مائية من أربعة مواقع رصد مختلفة على طول مجرى النهر خلال الفترة الممتدة من أيلول 2022 ولغاية آب 2023، وبمعدل عينة واحدة شهرياً، وتم تحليل بعض العوامل الفيزيوكيميائية كدرجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني pH، والناقلية الكهربائية EC، والمواد الصلبة المنحلة الكلية TDS، والنترات NO_3^- ، والفوسفات PO_4^{-3} ، والمتطلب الحيوي للأكسجين BOD_5 ، والتركيز الإجمالي للفحوم الهيدروجينية العطرية المتعددة النوى ($\Sigma PAHs$). أظهرت نتائج البحث أن قيم العوامل المدروسة (درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والناقلية الكهربائية، والمواد الصلبة المنحلة، والنترات، والفوسفات) كانت ضمن الحدود المسموحة للاستهلاك البشري حسب معايير المواصفة القياسية السورية ومنظمة الصحة العالمية، وكانت قيم العوامل (المتطلب الحيوي للأكسجين، والتركيز الإجمالي للفحوم الهيدروجينية العطرية) أكبر من الحدود المسموحة لها في مياه الشرب، مما يشكل خطراً بيئياً يهدد الكائنات الحية.

كلمات مفتاحية: نهر سوريت، عوامل جودة المياه، مياه الشرب.

* مشرف على الأعمال في قسم هندسة النظم البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية

- سوريا. Email: amal83ym@gmail.com

Study of Some Physicochemical Factors of the Water Sureat River in Banias

Dr. Amal Ateah*

□ ABSTRACT □

This study aims to evaluate the water quality of the Sureat River on the Syrian coast for drinking purposes. In this research, some physical and chemical factors of the water Sureat River were studied. Water samples were taken from four different monitoring sites along the river's course during the period extending from September 2022 to August 2023, at a rate of one sample per month, and some physical chemical factors were analyzed, such as temperature, number pH, EC, total dissolved solids (TDS), nitrates (NO_3^-), phosphates (PO_4^{-3}), biological oxygen demand (BOD_5), and total concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (ΣPAHs). The results of the research showed that the values of some of the factors studied (temperature, pH, EC, TDS, NO_3^- , and PO_4^{-3}) were within the permissible limits for human consumption according to the standards of the Syrian standard and the World Health Organization, and the values of some factors (BOD_5 , and ΣPAHs) were greater than the permissible limits in drinking water, which constitutes an environmental hazard that threatens living organisms.

Key words: Sureat River, water quality factors, drinking water.

* Work Supervisor, Department of Environmental Systems Engineering, High Institute of Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.
E-mail: amal83ym@gmail.com

1- مقدمة:

تُعدّ المياه العذبة كالأنهار والبحيرات والينابيع والآبار من أهم المصادر المائية المستخدمة لأغراض الشرب بعد إجراء المعالجة المطلوبة لها [1, 2]. وتعتبر مصدراً طبيعياً مهماً لبقاء واستمرار النظام البيئي بأكمله. ويستخدم البشر الماء في مختلف المجالات الزراعية والصناعية والترفيهية والخدمية والحرفية بكميات كبيرة قد تستنزف قدرة المورد المائي على التجدد وتعويض الفاقد منه. بالإضافة إلى ذلك، هناك التلوث الكبير والخطير الذي يهدد موارد المياه العذبة، والناجم عن التزايد السكاني والتطور الزراعي والصناعي والخدمات [3, 4].

ففي السنوات الأخيرة أدت الأنشطة البشرية الكثيفة الزراعية منها والصناعية إلى تلوث مصادر المياه العذبة إلى درجة كبيرة تفوق القيم المسموحة لها في مياه الشرب، وهذا ما أدى إلى ازدياد خطر الإصابة بالأمراض والأوبئة التي تهدد حياة الإنسان [5, 6]

تتقسم التحديات التي تواجه المياه العذبة إلى نوعين:

1 - التحديات بسبب الطبيعة:

- انخفاض معدلات هطول الأمطار عاماً بعد عام.
- ارتفاع درجات الحرارة.
- شدة التبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة مما يؤثر على مساحة المسطحات المائية العذبة.
- توالي سنوات الجفاف.
- الأمطار الملوثة كالأمطار الحامضية.

2 - التحديات بسبب الأنشطة البشرية:

- تطور الزراعة التي تستهلك الكثير من المياه.
- البناء العمراني الذي يتطلب الكثير من المياه.
- تلوث المياه العذبة بمياه الصرف الصحي ومخلفات المصانع.
- إنشاء المنشآت الصناعية بالقرب من مصادر المياه العذبة.
- انتشار مكبات للنفايات بشكل عشوائي بالقرب منها مما يلوثها فتصبح غير صالحة للاستخدام.

من المعروف أن المياه العذبة تؤمن المورد الأساسي للشرب، ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية فإن أقل من 1% من الإمداد العالمي بالمياه متوفر وآمن للاستهلاك البشري، وأكثر من 760 مليون شخص دون إمدادات مياه شرب كافية حتى عام 2011 [7,8]. وترتفع تكاليف مياه الشرب بسبب زيادة تكاليف المعالجة، وزيادة عدد السكان المستهلكين، الأمر الذي أدى إلى استنزاف كبير لموارد المياه العذبة وتهديد بفقدانها [9].

أدت التحديات السابقة إلى تغيير وتدهور نوعية مياه البحيرات والأنهار والينابيع والآبار في سوريا، وتلوثها بأشكال مختلفة من الملوثات العضوية واللاعضوية، ومنها الملوثات العضوية الثابتة المهددة للإنسان والبيئة نتيجة لبقائها في البيئة لشهور وسنوات عديدة دون أن تتحلل، وتأثيراتها السمية الحيوية الجينية المسرطنة والمسببة للطفرات الوراثية للإنسان [10, 11].

من هنا جاءت أهمية البحث في رصد التغيرات الزمنية والمكانية لتراكيز بعض العوامل الفيزيوكيميائية في مياه نهر سوريا في الساحل السوري خلال الفترة الممتدة من (أيلول 2022 حتى آب 2023)، والتعرف على نوعية المياه، وتصنيفها، والتحقق من

صلاحية استخدامها للاستهلاك البشري. ومن المعروف أن نهر سوريت هو الأخ التوأم لنهر السن ويتغذى من حوض السن، ويشكل حوض نهر السن أحد المصادر الرئيسية لتزويد المياه في المنطقة الساحلية، وتستخدم مياهه حالياً لأغراض الشرب والري وتربية الأسماك والصناعة، لذلك فإن أي خطر يهدد نهر سوريت فمن المحتمل أن يهدد نهر السن نتيجة قربهما من بعضهما البعض وتغذيتهما من نفس الحوض، والعلاقة العضوية التي تربط بينهما [12].

2 - أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في تقييم واقع التلوث في مياه نهر سوريت في الساحل السوري، وذلك بدراسة بعض العوامل الفيزيوكيميائية باعتباره يقع في منطقة تكثر فيها النشاطات البشرية وخاصة الزراعية.

يهدف البحث بشكل أساسي إلى رصد التغيرات الزمانية والمكانية لتراكيز بعض العوامل الفيزيوكيميائية: درجة الحرارة، ودرجة الحموضة PH، والناقلية الكهربائية، والمواد الصلبة المنحلة، والنترات، والفوسفات، والمتطلب الحيوي للأكسجين، والتراكيز الإجمالية للفحوم الهيدروجينية المتعددة النوى، والتعرف على نوعية المياه، ومقارنتها مع المواصفة القياسية السورية لتحديد مدى صلاحيتها للاستهلاك البشري.

3 - وصف منطقة الدراسة:

يقع الحوض الهيدرولوجي لنهر سوريت في غرب سوريا في منطقة حريصون في بانياس في الساحل السوري. وتجري مياه نهر سوريت من مجموعة من الينابيع المغذية التي تشكل بحيرة سوريت ومنها تتدفق مياه النهر في الأراضي الزراعية بجوار نهر السن

الأساسي في المنطقة. ويبعد نبع سوريث عن نبع السن مسافة 100 m باتجاه الجنوب، وتبلغ غزارة نبع سوريث ($2.5 \text{ m}^3/\text{s}$) ويشترك معه في الحوض المغذي، ويتشابه معه بالخصائص الهيدروجيولوجية والفيزيوكيميائية. ويبين الشكل (1) صورة فضائية لنهري السن وسوريث على الخريطة، حيث ينبع نهر سوريث من بحيرة سوريث التي تقع على بعد حوالي 4 km تقريباً عن البحر المتوسط باتجاه الشرق، ويتابع مجراه غرباً بين الأراضي الزراعية، ثم يتجه جنوباً ليلتقي نهر حريصون ليصب في البحر الأبيض المتوسط [13, 14].

تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات التالية: خط طول ($36^\circ 14' 59.41''$) – ($35^\circ 54' 57.40''$)، وخط عرض ($35^\circ 22' 49.5''$ – $35^\circ 13' 55.54''$). وتشكل جزءاً من المنطقة الوسطى من الجبال الساحلية، وتمتد من الشمال إلى الجنوب على شكل سلسلة واحدة بين وادي نهر الكبير الشمالي ووادي نهر الكبير الجنوبي، ويعرض يتراوح بين 25 – 30 كم بين البحر المتوسط وغور الانهدام، وتتميز بكونها غير متناظرة السفوح حيث أن الجزء الشرقي شديد الانحدار، ويتدرج نحو الغرب بهضاب أقل انحداراً وأوسع مساحة.

تتميز منطقة الدراسة تكتونياً ببنية معقدة بسبب كثافة وشدة الفوالق والصدوع والشقوق ذات الاتجاهات المختلفة، حيث يلاحظ فيها وجود ثلاثة فوالق رئيسية وهي فالق القرداحة، فالق السن، فالق المرقية، وهي من منظومة الفوالق ذات الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب التي تلعب دوراً ملموساً في تحديد الظروف الهيدروجيولوجية والجيولوجية في الحوض، والتي تؤمن الواردات المائية للنبع، والذي يمكن تشبيهه بنهر جوفي يؤمن التغذية لنبع سوريث بسبب الميول الهيدروليكية وتوفر النفوذية والشقوقية والكارست في هذه المنطقة، وهناك ارتباط مباشر بين الهطولات المطرية وارتفاع التصريف للنبع مما يدل على وجود سرعة عالية لانتقال المياه الجوفية الراشحة ووصولها إلى النبع [15].



الشكل (1): صورة فضائية لموقع نهر سوريك

4 - منهجية إجراء البحث:

1 - جمع العينات:

جُمعت عينات مائية من أربعة مواقع على طول مجرى نهر سوريك، وتم تحديد العوامل الآتية: درجة الحرارة، ودرجة الحموضة pH، والناقلية الكهربائية، والمواد الصلبة المنحلة، والنترات، والفوسفات، والمتطلب الحيوي للأكسجين، والتركيز الإجمالية للفحوم الهيدروجينية المتعددة النوى $\sum PAHS$.

- تم أخذ العينات من المواقع المبينة في الشكل (2):

الموقع الأول S1: يقع في نقطة خروج مياه النهر من بحيرة سوريك.

الموقع الثاني S2: يقع في نقطة السد الترابي عند مطعم الميلا.

الموقع الأول S3: يقع في نقطة الأراضي الزراعية المكثفة.

الموقع الأول S4: يقع قبل مصب النهر في البحر المتوسط.

لوحظ أنه يسود حوض نهر سوريا المناخ المتوسطي المعتدل الذي يتميز بشتاء ماطر ودافئ وصيف حار ورطب ينذر حدوث الأمطار فيه. كما لوحظ أحياناً جفاف نهر سوريا بعد الموقع S2 عند مطعم الميلاد في فترات الجفاف في بعض السنوات السابقة [16].



الشكل (2): صورة لمواقع أخذ العينات S1 و S2 و S1 و S2 في نهر سوريا

تمّ قطف عدة عينات مائية من المواقع S1 و S1 و S3 و S4 بحيث تمثل فصول السنة الأربعة، والتغيرات المناخية، والظروف المحيطية التي حدثت في المنطقة، وقد امتد ذلك (أيلول 2022 حتى آب 2023). الأمر الذي يسمح بتتبع تغيرات نوعية المياه على مدار العام وخلال فترة الفيضان (موسم الأمطار في فصلي الشتاء والربيع) وفترة الشح (فترة الجفاف في فصلي الصيف والخريف). كما لوحظ خلال فترة الدراسة انخفاض منسوب النهر كثيراً في المواقع S3 و S4 دون أن يجف تماماً في شهري أيلول وتشرين الأول لعام 2022م.

2 - تحليل العينات وتحديد تراكيز بعض العوامل الفيزيوكيميائية:

تم تحليل العينات حقلياً ومخبرياً وفق الخطوات الآتية:

■ تم قطف عينات مائية من نهر سوريت على عمق 20 Cm من سطح المياه وعكس اتجاه التيار، وتمّ تحديد بعض العوامل الفيزيوكيميائية حقلياً مثل: درجة الحرارة، ودرجة الحموضة (pH)، والناقلية الكهربائية، والمواد الصلبة المنحلة باستخدام جهاز قياس حقلي **PCT-407 Portable pH Conductivity TDS Meter**.

■ تم تحديد تراكيز النتترات والفوسفات مخبرياً باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي **UV-630 (Spectrophotometer)** من شركة JASCO.

■ تم تحديد تراكيز BOD_5 مخبرياً باستخدام جهاز الـ BOD لقياس كمية الأوكسجين الذائب المستهلك من أجل أكسدة المواد العضوية عند درجة حرارة ثابتة 20 درجة مئوية، وخلال فترة زمنية محددة يطلق عليها اسم فترة الحضانة وغالباً تكون خمسة أيام BOD_5 .

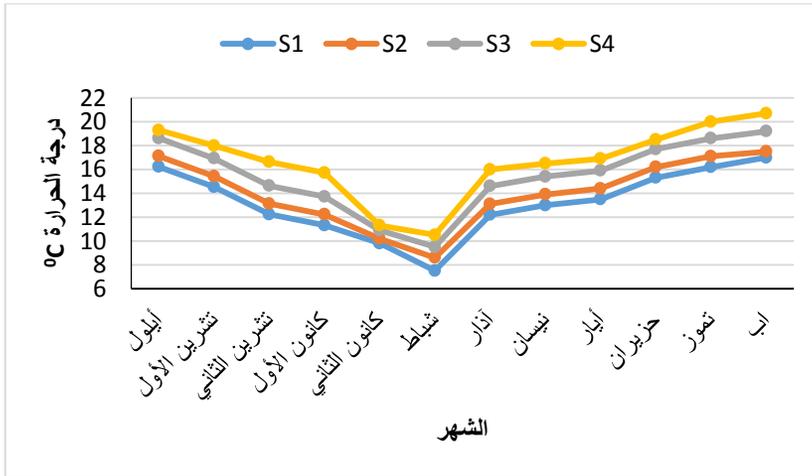
■ تم تحديد التراكيز الإجمالية للمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات ($\Sigma PAHs$) مخبرياً باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية نوع (Hewlett - Packard) الموصل بمكشاف مطيافية الكتلة **gas chromatography/ mass spectrometry (GC/MS)** [17].

تم إجراء التجارب والتحليل الحقلية والمخبرية في مواقع النهر وفي مخابر كلية الهندسة المدنية ومخابر المعهد العالي للبحوث البحرية في جامعة تشرين.

5 - النتائج والمناقشة:

أ - درجة حرارة المياه:

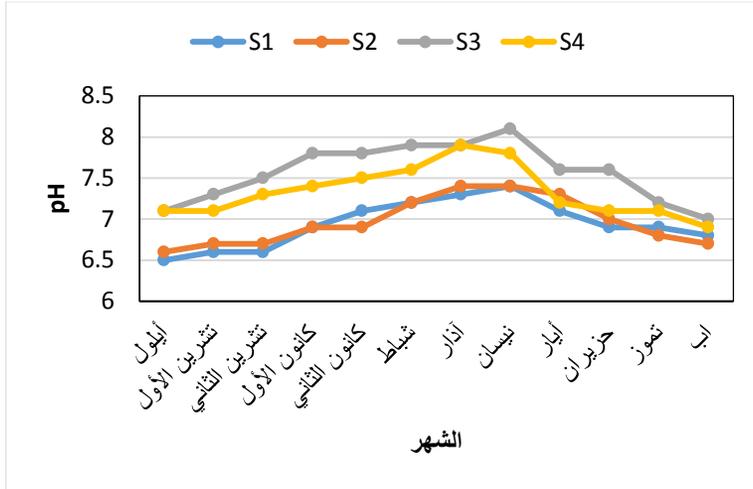
لوحظ ازدياد درجة حرارة مياه نهر سوريا بشكل مضطرب من المنبع عند الموقع S1 باتجاه المصب في البحر عند الموقع S4، وبمعدل سنوي 13.3 و 14 و 15.5 و 16.7 °C في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي. فقد أظهرت درجات الحرارة تغيرات فصلية واضحة كما هو مبين في الشكل (3)، حيث سجلت أعلى قيمة لها صيفاً 20.7 °C في شهر آب في الموقع S4، في حين سجلت أدنى القيم في فصل الشتاء في شهر شباط في المواقع S1 و S2 و S3 و S4، وقد بلغت 7.5 و 8.6 و 9.5 و 10.5 °C على التوالي، وفي الربيع في شهر آذار 12.2 في الموقع S1. لوحظ أن هناك اختلافاً بين درجات الحرارة صيفاً وشتاءً، وهناك تأثيراً لدرجة حرارة الهواء المحيط وفقاً للتغيرات المناخية الفصلية السائدة في المنطقة المحيطة بالنهر [18]. كما أن جميع القيم كانت أصغر من 25 °C حسب المواصفة القياسية السورية [19].



الشكل (3): تغيرات قيم درجات الحرارة في مياه نهر سوريا خلال فترة الدراسة

ب- الرقم الهيدروجيني (pH):

تراوحت قيم الـ pH في مياه نهر سوريت ما بين 6.5 في شهر آب في الموقع S1 و 8.1 في شهر نيسان في الموقع S3، وبمعدل سنوي 6.9 و 7 و 7.6 و 7.5 في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي كما هو مبين في الشكل (4)، حيث سجلت أعلى القيم في الموقع S3. كما اختلفت قيمة pH في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغ معدلها السنوي 7.5 و 7 على التوالي، حيث لوحظ ارتفاع قيم pH في فصلي الشتاء والربيع وانخفاضها في فصلي الصيف والخريف في المواقع الأربعة. يعود انخفاض قيم الـ pH في المواقع الأربعة في فترة شح المياه إلى تأثير مياه البحيرة بالنشاط البشري كالتصرف الصحي بالإضافة إلى النشاط السياحي في فصل الصيف وصرف مخلفات المطعم السائلة الموجود قربها مما يعكس الطبيعة الحامضية الخفيفة للمياه في هذه الفترة. كما لوحظ أيضاً أن معظم قيم pH كانت أعلى من القيمة 7 مما يعكس الطبيعة القاعدية الخفيفة لمياه الحوض المغذي والذي يمكن أن يعزى إلى سيادة أيونات الكربونات والبيكربونات، وإلى طبيعة التكتشفات الصخرية التي تجتازها المياه عبر الحوامل المائية الجوفية المغذية للبحيرة [20]. كما كانت قيم pH في المواقع المدروسة ضمن المجال 6.5 - 9 للحدود المسموحة للمواصفة القياسية السورية.



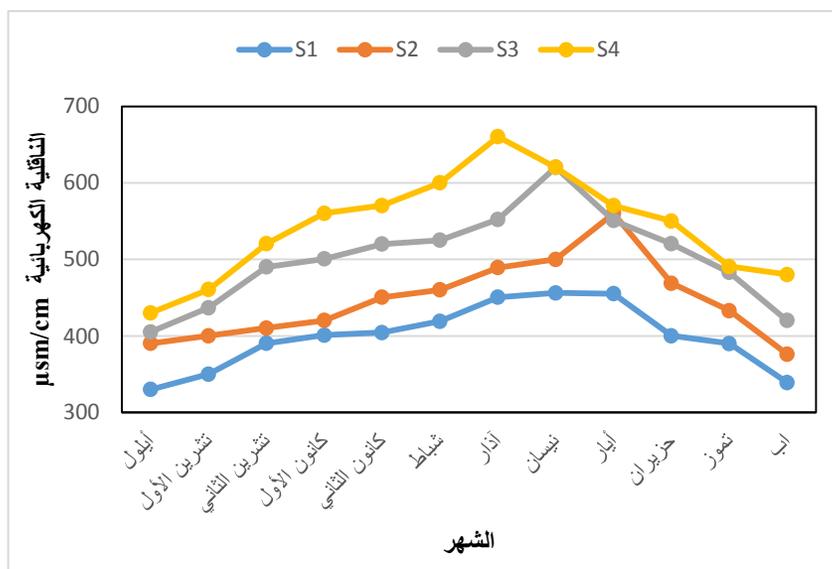
الشكل (4): التغيرات الشهرية لقيم الـ pH في مياه نهر سوريث خلال فترة الدراسة

ت- الناقلية الكهربائية (EC) : تقاس بوحدة مايكروسيمنس/سم ($\mu S/cm$)

تعبر قيمة الناقلية الكهربائية عن كمية الأملاح الذائبة الكلية في المياه. فقد لوحظ ازدياد قيم الناقلية بشكل مضطرب من الموقع S1 باتجاه الموقع S4 ، لقد تراوحت قيم EC كما هو مبين في الشكل (5) ما بين $330.2 \mu S/cm$ في شهر أيلول في الموقع S1 و $660.3 \mu S/cm$ في شهر آذار في الموقع S4، وكان معدلها السنوي 398.9 و 446.7 و 502.3 و $542.9 \mu S/cm$ في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي. كما اختلفت قيمة الناقلية في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 513.3 و $432 \mu S/cm$ على التوالي.

يمكن أن يعزى هذا الاختلاف في الناقلية إلى تركيز الأمطار خلال موسم الفيضان في الشتاء والربيع في منطقة الدراسة والتي تعمل على تحفيز عمليات انحلال الصخور الكربوناتية والشوارد والأملاح مما قد يتسبب في زيادة قيم الناقلية، بينما يشير انخفاض

هذه القيم إلى ضعف عمليات الانحلال للخور الكلسية المنتشرة في المنطقة في موسم شح المياه في الخريف والصيف . كانت قيم EC أصغر من $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ في المواقع الأربعة وضمن الحدود المسموحة للمواصفة القياسية السورية.



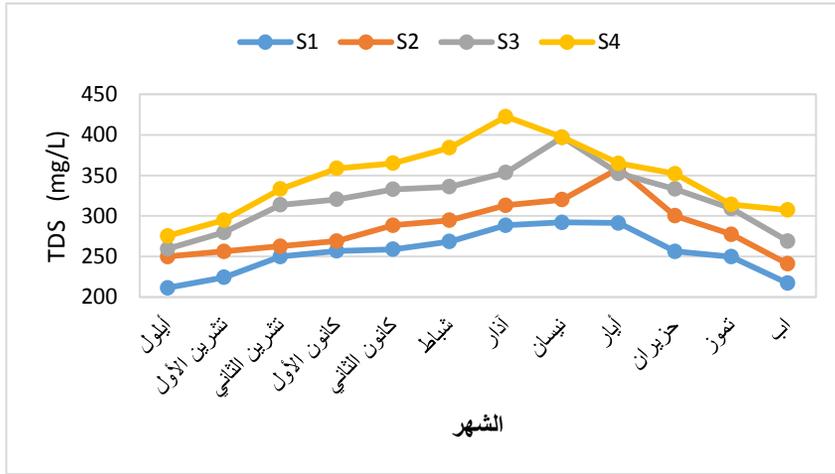
الشكل (5): التغيرات الشهرية للناقلية الكهربائية في مياه نهر سوريث

ث - مجموع المواد الصلبة المنحلة (TDS) Total Dissolved Solid:

المواد الصلبة المنحلة الكلية (TDS) في الماء هي جزيئات صلبة ذائبة أو معلقة أو قابلة للترسيب. وتتكون (TDS) من مجموعة متنوعة من المعادن والأملاح والأيونات والكاتيونات الموجودة في الماء.

يوضح الشكل(6) ازدياد قيم (TDS) بشكل مضطرب من الموقع S1 باتجاه الموقع S4 ، فقد تراوحت قيم (TDS) ما بين $211.3 \text{ mg}/\text{L}$ في شهر أيلول في الموقع S1 ، و $422.6 \text{ mg}/\text{L}$ في شهر آذار في الموقع S4، وكان معدلها السنوي

255.3 و 285.9 و 321.4 و 347.5 mg/L في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي. كما اختلفت قيمة (TDS) في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 328.5 و 276.4 mg/L على التوالي ، وكانت قيم TDS أقل من 500 mg/L وضمن الحدود المسموحة للشرب. يمكن أن يعزى هذا الاختلاف في TDS إلى الأمطار التي تعمل على تحفيز عمليات انحلال الصخور الكربوناتية والشوارد والأملاح في منطقة الدراسة مما قد يتسبب في زيادة قيم TDS، بينما يشير انخفاض هذه القيم إلى ضعف عمليات الانحلال للصخور الكلسية المنتشرة في المنطقة في فترات الجفاف.

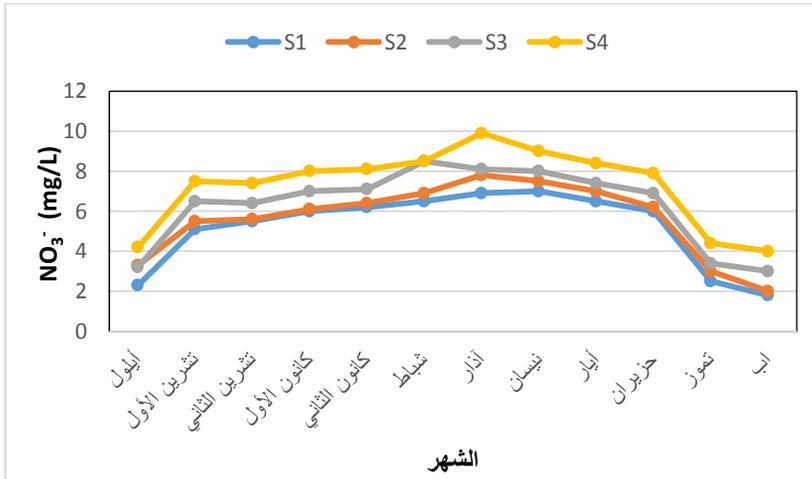


الشكل (6): التغيرات الشهرية للمواد الصلبة المنحلة الكلية (TDS) في مياه نهر سوريث

ج- النترات (NO^{-3}):

النترات هي قياس أكسدة النيتروجين، وتعتبر من المغذيات الأساسية التي تسبب النمو الزائد للنباتات أو الطحالب في البيئات المائية. فقد لوحظ ازدياد قيم NO^{-3} بشكل مضطرب من الموقع S1 باتجاه الموقع S4، وتراوحت قيم (NO^{-3}) كما يتضح من

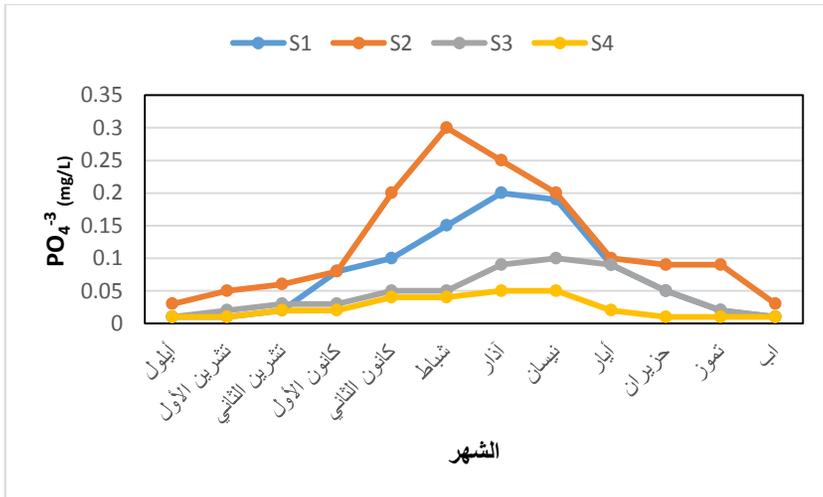
الشكل (7) ما بين 1.8 mg/L في شهر آب في الموقع S1 و 9.9 mg/L في شهر آذار في الموقع S4 ، وكان معدلها السنوي 5.2 و 5.6 و 6.3 و 7.3 mg/L في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي، وسجلت أعلى القيم في الموقعين S3 و S4 حيث الأنشطة الزراعية المكثفة على جانبي النهر. اختلفت قيمة (NO^{-3}) في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 7.5 و 4.7 mg/L على التوالي، حيث يرتفع تركيز النترات في موسم الفيضان بعد هطول المطر بسبب غسل التربة وخاصة الأراضي الزراعية المجاورة، حيث أن الأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية تزيد من تركيز النترات، كما أن التسريبات المحتملة من شبكات الصرف الصحي ومن الجور الفنية تزيد من تركيزها ، كما كان تركيز (NO^{-3}) أقل من (45 mg/L) الحد المسموح لها حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب [19].



الشكل (7): التغيرات الشهرية للنترات (NO^{-3}) في مياه نهر سوريث

ح- الفوسفات (PO_4^{-3}):

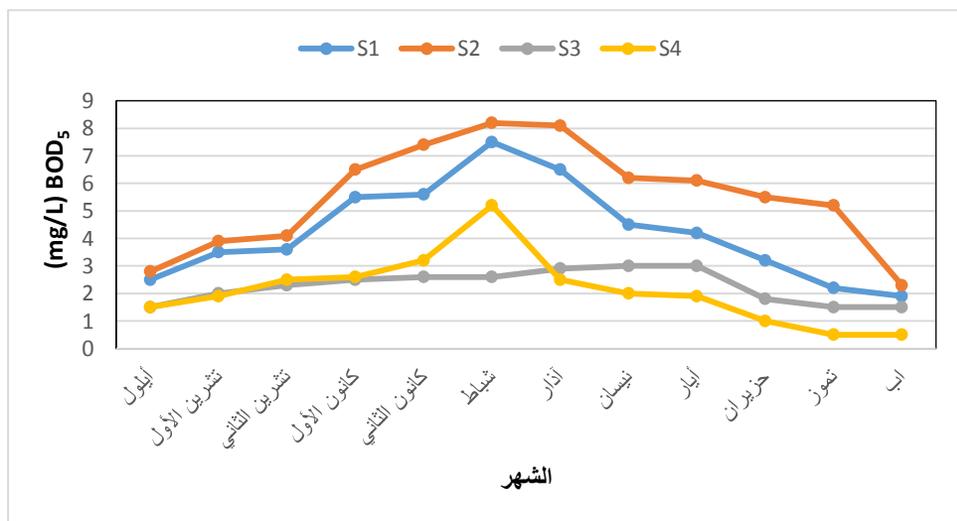
الفوسفات هي مركبات كيميائية ناتجة من العناصر الفوسفورية والأكسجين، وهي ضرورية لنمو النبات والحيوان، ولا تعتبر سامة إلا إذا وجدت بكميات كبيرة. ويمكن أن يتواجد الفوسفات في المياه بأشكال كثيرة، ناجمة عن غسل الأراضي الزراعية التي تحوي على الأسمدة والمبيدات القريبة من المصدر المائي، بالإضافة إلى أن الفوسفور يدخل في تركيب المنظفات التي تتسرب مع مياه الصرف الصحي والحفر الفنية. لقد تراوحت قيم (PO_4^{-3}) كما يتضح من الشكل (8) ما بين 0.01 mg/L في الموقعين S3 و S4 و 0.3 mg/L في شهر شباط في الموقع S2، وسجلت أعلى القيم في الموقع S2 بسبب صرف الصرف الصحي لمطعم الميلاد فيه. كان معدلها السنوي 0.08 و 0.12 و 0.05 و 0.03 mg/L في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي. كما اختلفت قيمة (PO_4^{-3}) في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 0.12 و 0.03 mg/L على التوالي. كانت جميع القيم أدنى من الحد المسموح لشوارد الفوسفات لأغراض الشرب (0.5 mg/L) وفق المواصفة القياسية السورية.



الشكل (8): التغيرات الشهرية للفوسفات في مياه نهر سوريا

خ- المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5):

إن الطلب الحيوي للأوكسجين BOD_5 من أكثر المؤشرات أهمية وشيوعاً لتحديد درجة تلوث المياه بالمواد العضوية، ويشير (BOD_5) إلى كمية الأوكسجين المذاب التي تستهلكها الكائنات الحية الدقيقة في عملية تحلل المواد العضوية المؤكسدة. يتضح من الشكل (9) أن قيم (BOD_5) تراوحت ما بين 0.5 mg/L في آب في الموقع S4 و 8.2 mg/L في شهر شباط في الموقع S2، وكان معدلها السنوي 4.2 و 5.5 و 2.3 و 2.1 mg/L في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي. وكانت أعلى القيم أيضاً في الموقع S2 نظراً للمنصرفات السائلة لمطعم الميلاذ. كما اختلفت قيمة (BOD_5) في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 4.6 و 2.5 mg/L على التوالي. كانت معظم القيم أكبر من القيمة المسموحة 2 mg/L في مياه الشرب حسب المواصفة السورية.



الشكل (9): التغيرات الشهرية لـ BOD_5 في مياه نهر سورييت

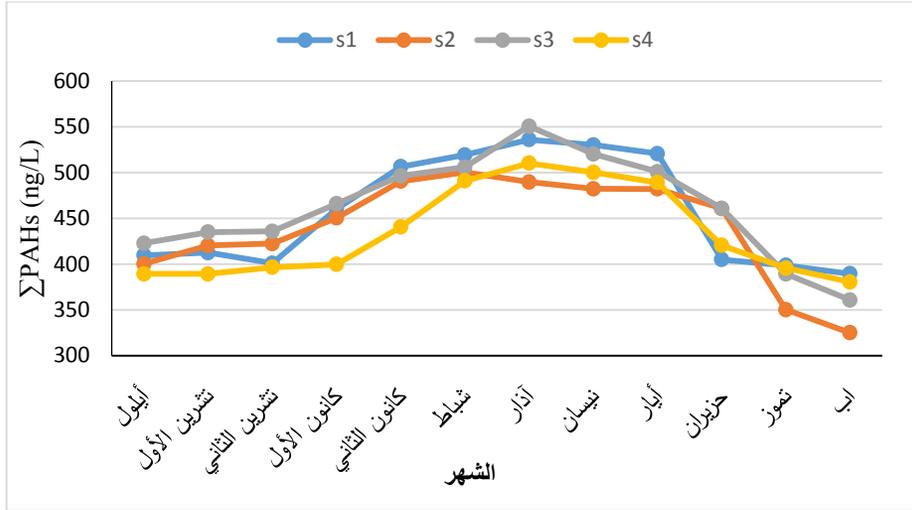
د- الفحوم الهيدروجينية العطرية PAHs:

تُعد الفحوم الهيدروجينية العطرية متعددة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) من أخطر أشكال الملوثات العضوية الموجودة في المياه العذبة. وصنفت ضمن مجموعة الملوثات العضوية الثابتة Persistent Organic Pollutants (POPs) وفقاً لاتفاقية استكهولم، لأنها مركبات صعبة التحلل الحيوي وتبقى في المياه لشهور وسنوات عديدة [21]، ونظراً لتأثيراتها السمية المسببة للسرطانات والطفرات الجينية والوراثية فقد أعطت وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA (United States Environmental Protection Agency) والاتحاد الأوروبي EU (European Union) الأولوية لدراسة مركباتها وتحديد تراكيزها في المياه وتقدير مخاطرها المحتملة على الإنسان والبيئة، وكيفية التعامل معها والحد من انتشارها، واقتراح تقنيات معالجة فعالة لإزالتها من المياه وخاصة المياه العذبة المستخدمة لأغراض الشرب [22, 23].

لذلك تم في هذا البحث دراستها في مياه نهر سوريا، فقد تمكنا بنتيجة القياسات المخبرية من تم تحديد التراكيز الإجمالية للفحوم الهيدروجينية العطرية متعددة الحلقات (Σ PAHs) في المواقع الأربعة S1 و S2 و S3 و S4 في مياه نهر سوريا خلال فترة الدراسة، وذلك على مدى عام كامل وخلال فصول السنة الأربعة، وقد أظهرت نتائج القياس تلك أن أعلى قيمة لـ (Σ PAHs) كانت (550.6 ng/L) في شهر آذار في فصل الربيع في الموقع S3 كما هو مبين في الشكل (10)، وكانت أدنى قيمة (325.1 ng/L) في شهر آب في فصل الصيف في الموقع S2، وكان معدلها السنوي 457.4 و 440 و 462.1 و 433.5 ng/L في المواقع S1 و S2 و S3 و S4 على التوالي،

حيث كان المعدل أعلى في الموقع S3 وذلك بسبب وجوده في منطقة زراعية مكثفة ويكثر فيه الاستخدام المفرط للمبيدات الزراعية والأسمدة ومواد التدفئة للبيوت البلاستيكية في فصل الشتاء. كما اختلفت قيمة (\sum PAHs) في موسمي الفيضان وشح المياه فقد بلغت 498.1 و 401.3 ng/L على التوالي، ويُعزى ارتفاعها في موسم الأمطار إلى الهطولات المطرية التي حدثت في هذا الفصل وانتقالها إلى المياه عبر الينابيع المغذية للبحيرة والنهر بما تحمله من ملوثات من الحوض المغذي الذي تكثر فيه الأنشطة البشرية كونه منطقة سياحية بامتياز لكثرة مياهه وخيراته وجماله وإطلاله على شاطئ البحر المتوسط. حيث تجرف مياه الأمطار الملوثات من الأراضي الزراعية والغلاف الجوي والغابات ومكبات القمامة وشبكات الصرف الصحي والصناعي، وتتغلغل هذه الملوثات في جوف الأرض لتصل إلى النهر عبر الحوامل المائية الجوفية والسطحية، كما تصل الزيوت ومخلفات المصانع وعوادم السيارات والقطارات حيث البحيرة مجاورة للطريق الدولي (اللاذقية - دمشق) بالإضافة لمرور سكة القطار [24, 25].

يعزى انخفاض (\sum PAHs) في فترة الشح إلى ازدياد معدلات التفكك الحيوي والأكسدة الضوئية لبعض المركبات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وازدياد التبخر ونسبة التطاير، وترسب المركبات ذات الأوزان الجزيئية الثقيلة إلى القاع. كما كانت (\sum PAHs) في عينات المياه المدروسة أكبر من القيمة المسموحة لها (100 ng/L) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب [19].



الشكل (10): التراكيز الإجمالية للفحوم الهيدروجينية العطرية (Σ PAHs) في مياه نهر سوريث

بمقارنة هذه النتائج مع تراكيز المركبات الهيدروكربونية العطرية في مياه مناطق أخرى في العالم نجد بأن هناك تقارب في التراكيز المسجلة في هذه الدراسة مع التراكيز المسجلة في المياه السطحية لنهر Diyala في العراق [26]، بينما نلاحظ انخفاضاً كبيراً في التراكيز عن القيم المسجلة في بحيرة Lagos في نيجيريا ونهر Cauca في كولومبيا [27, 28]، في حين كانت التراكيز أكبر من القيم المسجلة في مياه نهر Yinma [29]، ومياه نهر دجلة في العراق [30].

7 - الاستنتاجات والتوصيات:

1 - الاستنتاجات:

1 - وجد أن قيم بعض العوامل الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والناقلية الكهربائية، والمواد الصلبة المنحلة، والنترات، والفوسفات) كانت ضمن

الحدود المسموحة للاستهلاك البشري حسب معايير المواصفة القياسية السورية ومنظمة الصحة العالمية، وكانت قيم بعض العوامل (المتطلب الحيوي للأكسجين، والتركيز الإجمالي للفحوم الهيدروجينية العطرية) أكبر من الحدود المسموحة لها في مياه الشرب، مما يشكل خطراً بيئياً يهدد الكائنات الحية.

2- لوحظ ارتفاع قيم العوامل الفيزيوكيميائية في موسم الفيضان وانخفاضها في موسم الشح، ويعزى ذلك إلى الهطولات المطرية وجرها الملوثات إلى النهر.

2 - التوصيات:

- 1- دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية الأخرى في مياه نهر سوريث.
- 2- اقتراح إجراء المزيد من الدراسات على مياه الأنهار في سوريا لتقييم مدى صلاحيتها للاستهلاك البشري.
- 3- تطبيق برامج بيئية صارمة لحماية الحوض المغذي لنهر سوريث كونه يغذي بحيرة السن المستخدمة للشرب.

6 - المراجع:

- [1] Choo, G., Wang, W., Cho, H. S., Kim, K., Park, K., & Oh, J. E. (2020). Legacy and emerging persistent organic pollutants in the freshwater system: Relative distribution, contamination trends, and bioaccumulation. **Environment international**, 135, 105377.
- [2] Grey, D., Garrick, D., Blackmore, D., Kelman, J., Muller, M., & Sadoff, C. (2013). Water security in one blue planet: twenty-first century policy challenges for science. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, **Physical and Engineering Sciences***, 371, 20120406.
- [3] OECD (2011) OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction, OECD environmental outlook to 2050.
- [4] Vasseghian, Y., Hosseinzadeh, S., Khataee, A., & Dragoi, E. N. (2021). The concentration of persistent organic pollutants in water resources: A global systematic review, meta-analysis, and probabilistic risk assessment. **Science of The Total Environment**, 796, 149000.
- [5] WHO, (2012). Pharmaceuticals in Drinking-Water, World Health Organization.
- [6] WHO, (2013). Progress on Sanitation and Drinking-Water. Update, pp.40.
- [7] WHO, (2017). Safely Managed Drinking Water: Thematic Report on Drinking Water.

- [8] WHO, (2018). A Global Overview of National Regulations and Standards for Drinking–Water Quality.
- [9] Amdany, R., Chimuka, L., Cukrowska, E., Kukučka, P., Kohoutek, J., Tölgyessy, P., et al., (2014). Assessment of bioavailable fraction of POPS in surface water bodies in Johannesburg City, South Africa, using passive samplers: an initial assessment. **Environ. Monit. Assess.** 186, 5639–5653.
- [10] Li, H., Jiang, W., Pan, Y., Li, F., Wang, C., Tian, H., (2021). Occurrence and partition of organochlorine pesticides (OCPs) in water, sediment, and organisms from the eastern sea area of Shandong Peninsula, Yellow Sea, China. **Mar. Pollut. Bull.** 162, 111906.
- [11] Wang, Y., Zhang, S., Cui, W., Meng, X., Tang, X., (2018). Polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in surface water from the Yongding River basin, China: seasonal distribution, source apportionment, and potential risk assessment. **Sci. Total Environ.** 618, 419–429.
- [12] Report of the Directorate of Water Resources in Lattakia – The relationship between the two springs of al–Sen and Sureat, (2016).
- [13] Water Balance Project in the Coastal Basin, Directorate of Water Resources, Lattakia, (2005).

[14] Report of a hydrogeological sensory study to protect Al-Sen spring from pollution, **The General Authority for Remote Sensing**, Damascus, (2008).

[15] Ammar, G. (2006) –Study of the Flood in Al-sen River, **Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research– Engineering Sciences Series** Vol (28) No (2).

[16] Report of the Directorate of Water Resources in Lattakia, (2022).

[17] UNEP, "UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME", (1992). Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. **Reference Methods for Marine Pollution Studies**, No. 20, 78.

[18] Cheikho, T., Haj Issa, M., Dayoub, H. (2019) – Study of Some Physical and Chemical Properties of Al-Sen River Waters in Syrian Coastal Basin, **Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR** 6(3), 333–350.

[19] The Syrian Arab Standards and Metrology Organization for Drinking Water No 45, (2017).

[20] Razman, N. A., Wan Ismail, W. Z., Abd Razak, M. H., Ismail, I., & Jamaludin, J. (2023). Design and analysis of water quality monitoring and filtration system for different types of water in Malaysia. **International Journal of Environmental Science and Technology**, 20(4), 3789–3800.

- [21] Li, G., Shimin Wu, S., Lin Wang, L., Casimir, C., Akoh, C., C. (2016) – *Concentration, dietary exposure and health risk estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in youtiao, a Chinese traditional fried food*, **Food Control** 59, 328– 336.
- [22] Akinyeye, R. O., Adebawore, A. A., Awokunmi, E. E., Olanipekun, E. O., (2016) – *Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons in water from hand dug wells at Ile–Oluji, Nigeria*. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR–JESTFT)**, Vol. 10., PP 112–119.
- [23] Shrestha, A. K., Basnet, N., (2018) – *The Correlation and Regression Analysis of Physicochemical Parameters of River Water for the Evaluation of Percentage Contribution to Electrical Conductivity*, Hindawi, **Journal of Chemistry**, Volume Article ID 8369613, 9 pages.
- [24] Ashayeri, N. Y., Keshavarzi, B., Moore, F., Kersten, M., Yazdi, M., Lahijanzadeh, A. R. (2018) – Presence of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and surface water from Shadegan wetland–Iran: a focus on source apportionment, human and ecological risk assessment and sediment–water exchange. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 148, 1054–1066.
- [25] Bixiong, Y., Zhihuan, Z., Ting, M. (2006) – Pollution sources identification of polycyclic aromatic hydrocarbons of soils in Tianjin area, China. **Chemosphere**, 64(4), 525–534.

[26] Jasim, H. H., & Sultan, M. S. (2014). Determination of Priority Poly Aromatic Hydrocarbons Using Solid Phase Extraction and HPLC in Diyala River. **Al-Nahrain Journal of Science**, 17(3), 44–52.

[27] Sogbanmu, T. O., Osibona, A. O., & Otitoloju A. A., (2019). Specific polycyclic aromatic hydrocarbons identified as ecological risk factors in the Lagos lagoon, Nigeria. **Environmental Pollution**, 255. 113295.

[28] Villa, R., S., Duque, W., O., Páez, M., & Schuhmacher, M. (2016). Presence of PAHs in water and sediments of the Colombian Cauca River during heavy rain episodes, and implications for risk assessment, **Science of the Total Environment**, Vol. 540, 455–465.

[29] Sun, C., Zhang, J., Ma, Q., Chen, Y., & Ju, H. (2017)– Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in water and sediment from a river basin: sediment–water partitioning, source identification and environmental health risk assessment. **Environ Geochem Health**, Vol. 39, 63–74.

[30] Hameed, M. S., Al-Zubaidi, F. S., & Wahab, A. S. A. (2014). Determination of Some Aromatic Hydrocarbon in Water of Tigris River near Al-Dora refinery. **Iraqi Journal of Science**, 55(4A), 1528–1534.