

The Behavior of Organic and Inorganic Forms of Nutrients in the Estuaries of Marqieh and Al-Housen Rivers (Shore Waters of Tartous Governorate)

Dr. Hazem Krawi*
Dr. Firuz Darwich**
Maisaa mohammad*

(Received 6 / 6 / 2022. Accepted 2 / 10 /2022)

□ ABSTRACT □

In this research, the temporal and spatial changes in nutrient concentrations were studied throughout the year in each phase of their existence (dissolved inorganic, dissolved organic and particulate nutrient), Studying factors that affect the changes of its concentrations, estimating the primary productivity (concentrations of Chlorophyll a), and determining the limiting factor for growth in several locations in coastal waters of Tartous Governorate. Samples were collected from estuary areas of (Marqieh, Housen) at different salinity values. Semi-term water samples were collected during the period between (August 2020 and May 2021) In order to study the distribution of nutrients (nitrogen, phosphorous), Determination of Hydrochemical properties of water to identify its impact on nutrients distribution in studied areas. Highest concentrations of nutrients were observed at the estuary point of studied rivers, This point constituted the main source of nutrients in their various forms, These concentrations decreased with the distance from the estuary point during all marine sampling trips. Chlorophyll concentrations recorded two peaks (Spring and Autumn), which coincided with a decrease in concentrations of dissolved inorganic and dissolved organic nutrients, while concentration of particulate nutrients increased. Redfield ratio showed that phosphorous ions played the role of limiting factor for growth in all studied sites. The $\sum N/P$ ratio was greater than Redfield ratio ($N/P = 16$) in 78% of samples in Marqieh estuary region and in 83% of samples in Housen estuary region. The DON/DOP ratio was greater than Redfield ratio in 94% of the samples in Marqieh estuary and in 89% of samples in Housen estuary region.

Keywords: dissolved inorganic nutrients, dissolved organic nutrients, particulate nutrients, Chlorophyll a.

* Associate Professor – Marine Chemistry Department – High Institute of Marine Research – Tishreen University – Latakia – Syria

** Associate Professor – Marine Biology Department – High Institute of Marine Research – Tishreen University – Latakia – Syria

*** Master Student – Marine Chemistry Department – High Institute of Marine Research – Tishreen University – Latakia – Syria , maisa.mohamad.sy92@gmail.com

سلوك المغذيات بشكلها العضوي واللاعضوي في مصبي نهري مرقية والحصين (المياه الشاطئية لمحافظة طرطوس)

د. حازم كراوي*

د. فيروز درويش**

ميساء محمد***

(تاريخ الإيداع 6 / 6 / 2022. قُبِلَ للنشر في 2 / 10 / 2022)

□ ملخص □

تمّ في هذا البحث دراسة التغيرات الزمانية والمكانية لتراكيز المغذيات على مدار العام في كل طور من أطوار تواجدها (لا عضوي منحل، عضوي منحل، جزيئي)، ودراسة العوامل المؤثرة على تغيّر تراكيزها، وتقدير الإنتاجية الأولية (الكلوروفيل a)، وتحديد العامل المحدد للنمو، وذلك في عدة مواقع من المياه الشاطئية لمحافظة طرطوس. جُمعت العينات من مناطق مصبات الأنهار (مصّب نهر مرقية، مصّب نهر الحصين) عند قيم ملوحة مختلفة. تم جمع عينات مائية نصف فصلية خلال الفترة الممتدة بين آب 2020 و أيار 2021، بهدف دراسة توزيع المغذيات (الآزوت، الفوسفور)، وتحديد الخواص الهيدروكيميائية للمياه، والتعرف على مدى تأثيرها على توزيع المغذيات في المناطق المدروسة. رُصدت أعلى التراكيز للشوارد المغذية في نقطة المصب للأنهار المدروسة، وشكلت هذه النقطة المصدر الرئيسي للمغذيات بأشكالها المختلفة، وتناقصت هذه التراكيز مع الابتعاد عن نقطة المصب خلال جميع الطلعات البحرية. سجلت تراكيز الكلوروفيل ذروتيين ربيعية وخريفية تزامنت مع انخفاض تراكيز المغذيات اللاعضوية المنحلة والعضوية المنحلة، في حين ازداد تركيز المغذيات الدقائقية. كما أظهرت دراسة نسبة ريدفيلد أن شوارد الفوسفور لعبت دور العامل المحدد للنمو في جميع المواقع المدروسة. كانت نسبة $\sum N/P$ أكبر من نسبة ريدفيلد ($N/P = 16$) في 78% من العينات في منطقة مصّب نهر مرقية وفي 83% من العينات في منطقة مصّب نهر الحصين، أما نسبة DON/DOP كانت أكبر من نسبة ريدفيلد في 94% من العينات في مصّب نهر مرقية وفي 89% من العينات في منطقة مصّب نهر الحصين.

الكلمات المفتاحية: المغذيات اللاعضوية المنحلة، المغذيات العضوية المنحلة، المغذيات الدقائقية، الكلوروفيل a.

*أستاذ مساعد - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية

**أستاذ مساعد - قسم البيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية

***طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية

maisaa.mohamad.sy92@gmail.com

مقدمة:

تعد المناطق الساحلية ومصبات الأنهار صلة الوصل بين اليابسة والبحار المفتوحة، وتلعب دوراً حيوياً في العمليات البيوجيوكيميائية البحرية والإنتاجية الساحلية. على الرغم من أن البيئة البحرية الساحلية لا تمثل سوى 7% من مساحة المحيطات في العالم، إلا أنها تمثل 30% من إجمالي الإنتاج الأولي الصافي للمحيطات (Bouillon *et al.*, 2008). تتميز منطقة مصبات الأنهار بخصائص انتقالية بين خصائص المياه النهرية وخصائص المياه البحرية وهي منطقة محدودة جغرافياً لا تتعدى عدة مئات من الأمتار، كما أنها ذات إنتاجية عالية، ويعزى ذلك بشكل أساسي إلى ما تحمله مياهها من مغذيات إلى البيئة البحرية (Krishna *et al.*, 2016).

أدى النمو السكاني الكبير والأنشطة البشرية المختلفة وتغير المناخ إلى حدوث تغيرات مختلفة أثرت على النظم البيئية البحرية الساحلية وخاصة في مصبات الأنهار (Ke *et al.*, 2022)، نتيجة تدفق المواد المختلفة الناتجة عن النشاطات البشرية عبر مياه الأنهار (مياه الصرف الصحي، الزراعي) والتي تختلف آثارها باختلاف مكونات مياه الأنهار (Robin *et al.*, 2015; Shi *et al.*, 2020). بصرف النظر عن مدخلات النشاط البشري، تتلقى المياه الساحلية المغذيات من خلال عمليات متعددة كالتيارات الصاعدة الساحلية ومن تحلل المواد العضوية ومن تثبيت النتروجين بواسطة بعض البكتيريا والطحالب. يعد الترسيب الجوي مصدراً مهماً للمغذيات والتي تعزز الإنتاجية الأولية في المحيطات المفتوحة (Duce *et al.*, 2008; Martino *et al.*, 2014). بالتالي، فإن مصادر المغذيات في البيئة الساحلية ناتجة عن العمليات الطبيعية والنشاطات البشرية والتي تعد محط اهتمام كون مدخلاتها يمكن التحكم بها من قبل الإنسان، هذا بالإضافة لدورها في الإغناء الغذائي للبيئة البحرية (Desmit *et al.*, 2018; Ibáñez *et al.*, 2019). الأمر الذي يجعل تقييم ودراسة تدفق المغذيات إلى المياه الشاطئية وما يرتبط بها من تأثير على التغيرات المكانية والزمانية للمغذيات والإنتاجية الساحلية أمراً مهماً للغاية (purina *et al.*, 2018). تشكل الأنهار والجدول المائية في المناطق الساحلية مصادر مهمة للمغذيات والتي تعزز الإنتاج الأولي في المياه البحرية، ومن النادر إجراء دراسات شاملة على طول مجرى النهر وحتى منطقة المصب مما يحول دون إيجاد استنتاجات حول الترابط بين أنظمة المياه العذبة والبحرية (Pierre *et al.*, 2021).

تختلف خصائص النظم البيئية البحرية في البحر المتوسط كثيراً عن خصائص البحار الأخرى، وهذه الخصائص هي التي تحدد بشكل رئيس تطور الدورات الطبيعية البيوكيميائية والتي تؤثر على كل العمليات البيئية، وتعد قلة المغذيات إحدى أبرز الخصائص التي تميز البحر المتوسط (Krom *et al.*, 1991)، حيث أن فقر المياه البحرية بالشوارد المغذية أو بأحد أنواعها يؤدي لانخفاض غزارة العوالق النباتية، ولهذا تأثيرات سلبية على الإنتاج السمكي.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذه الدراسة كون المغذيات في المياه الشاطئية لمدينة طرطوس لم تُدرس بشكل مفصل من الناحية الكيميائية عند مصبات الأنهار، حيث يعد هذا البحث استكمالاً للدراسات الأخيرة الهادفة لدراسة المغذيات على طول الشاطئ السوري كون المغذيات عناصر ضرورية لبناء القاعدة الأساس في السلسلة الغذائية. بالنتيجة، لا بد من الوقوف على واقع هذه المغذيات في تلك المنطقة ودراسة سلوكها بشكلها اللاعضوي والمنحل العضوي (الجزئي)

والمنحل) وتحديد العوامل المؤثرة على توزيعها المكاني والزمني، حيث يؤثر تغيير تركيز هذه المغذيات بشكل مباشر على آلية عمل النظام البيئي والسلسلة الغذائية في تلك المنطقة. يهدف هذا البحث إلى:

1. دراسة التغيرات الزمانية والمكانية لتراكيز المغذيات بشكلها اللاعضوي المنحل والعضوي (المنحل والجزئي) في المواقع المدروسة.
2. دراسة العوامل المؤثرة على تغيير تراكيز المغذيات (الحرارة، الملوحة، تنوع المصادر الخارجية).
3. تقدير الإنتاجية الأولية (تراكيز الكلوروفيل a) وتحديد العامل المحدد لنمو العوالق النباتية.

طرائق البحث ومواده:

1- مواقع الاعتيان:

تم جمع عينات مائية شاطئية نصف فصلية ابتداءً من آب 2020 وحتى أيار 2021 من عدة مواقع: مصب نهر مرقية: الذي يتميز بوجود بيوت بلاستيكية على ضفتيه، وتصب فيه مياه الصرف الزراعي و الصحي إضافة للمياه الناتجة عن معاصر الزيتون. مصب نهر الحصين: يتميز بوجود الأراضي الزراعية على ضفتي النهر من منبعه حتى مصبه. تم أخذ عينات من كلا المصبين عند قيم ملوحة مختلفة، الموقع الأول نقطة المصب (S1) والموقع الثاني (S2) عند قيمة ملوحة 15 ‰ و الموقع الثالث (S3) عند قيمة ملوحة 30 ‰.

الموقع	الرمز	المحطة	الوصف
مصّب نهر مرقية	St1	St1-1	نقطة المصب (S1)
		St1-2	ملوحة 15 ‰ (S2)
		St1-3	ملوحة < 30 ‰ (S3)
مصّب نهر الحصين	St2	St2-1	نقطة المصب (S1)
		St2-2	ملوحة 15 ‰ (S2)
		St2-3	ملوحة < 30 ‰ (S3)

2- الطرائق التحليلية المستخدمة:

تم تحديد تركيز شوارد الأمونيوم وفق طريقة Koroleff (Grasshoff et al., 1999)، والتي تقوم على تفاعل النشادر مع الهيبوكلوريت في وسط قلوي ليعطي أحادي كلور الأمين والذي يتفاعل بدوره مع الفينول بوجود

كمية زائدة من الهيبوكلوريت مشكلاً أزرق الأندوفينول الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 630 nm. تم تحديد تركيز شوارد النتريت وفق طريقة Bendschneider and Robinson (Grasshoff *et al.*, 1999)، وتقوم على تفاعل النتريت مع أحد الأمينات العطرية (سلفونيل أميد هيدروكلوريد) فيتشكل الديازونيوم، الذي يرتبط بدوره مع أمين عطري ثاني [N-(1-Naphthyl)-ethylenediamine dihydrochlorid] يقود هذا التفاعل إلى تشكّل صباغ الأزو الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 540nm.

تم تحديد تركيز شوارد النترات وفق طريقة (Grasshoff *et al.*, 1999)، وتعتمد على إرجاع النترات إلى نتريت عبر عمود معبأ بحبيبات الكادميوم المكسوة بالنحاس، ثم تم تحديد النتريت وفق الطريقة السابقة نفسها. حددت شوارد الفوسفات وفق طريقة Murphy and Riley (Murphy and Riley, 1962)، والتي تعتمد على تفاعل شوارد الفوسفات مع كاشف الموليبيدات الحمضي بوجود الأنتومان الثلاثي كوسيط ليعطي حمض الفوسفوموليبيدات، والذي يرجع بواسطة حمض الأسكوربيك لإعطاء أزرق الفوسفوموليبيد الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 882 nm.

تم قياس الأزوت العضوي المنحل (DON: Dissolved Organic Nitrogen) والفوسفور العضوي المنحل (DOP: Dissolved Organic Phosphor) بطريقة الأكسدة المتزامنة باستخدام فوق سلفات البوتاسيوم (Valderrama, 1981). مررت العينات المائية على فلتر زجاجي قطر مساماتها $1 \mu\text{m}$ ، ثم اضيف كاشف الأكسدة (فوق سلفات البوتاسيوم وحمض البوريك المنحلان في هيدروكسيد الصوديوم) إلى الرشاحة ووضعت في الأوتوغلاف لمدة 30 دقيقة عند الدرجة 120°C بهدف أكسدة وتحويل مركبات الأزوت والفوسفور العضوي المنحل إلى الشكل اللاعضوي المنحل على شكل نترات وفوسفات. تم تحديد النترات والفوسفات في العينات المؤكسدة وفق الطرق المتبعة لتحديد النترات والفوسفات اللاعضوية المذكورة سابقاً (Valderrama, 1981). حدد تركيز الأزوت والفوسفور العضوي المنحل عبر الفرق بين تراكيز في العينات المؤكسدة والعينات غير المؤكسدة.

حدد تركيز كل من الأزوت والفوسفور الدقائق (PP: Particulate, PN: Particulate nitrogen)

phosphorus

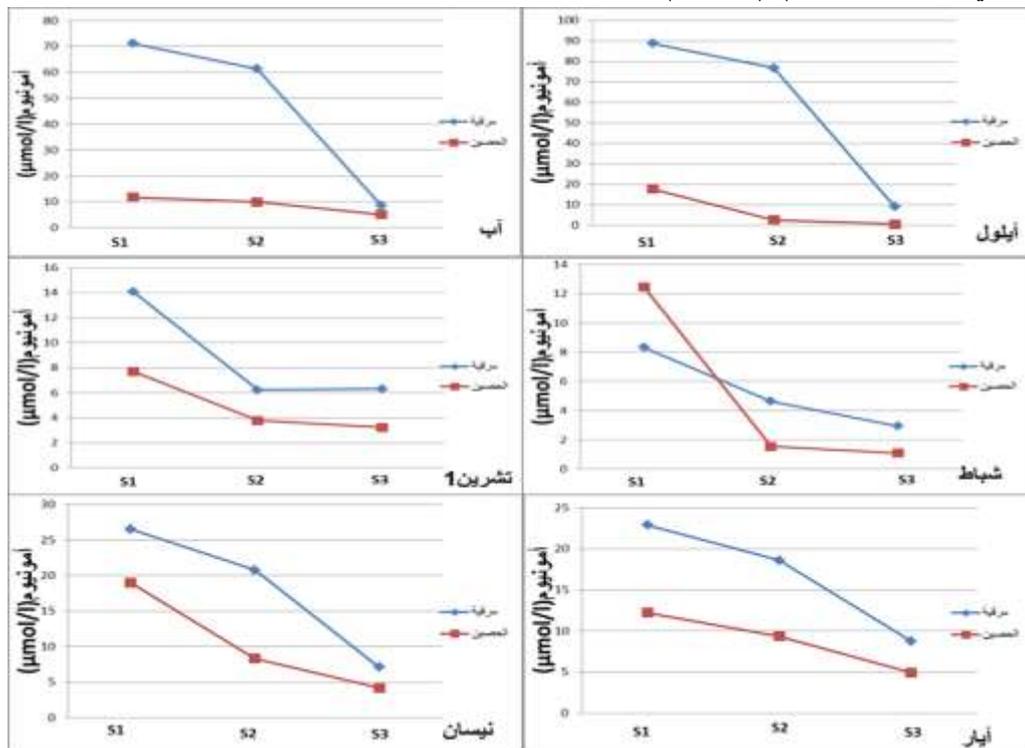
بطريقة الأكسدة الرطبة باستخدام فوق سلفات البوتاسيوم (Valderrama, 1981). حيث وضعت الفلاتر التي مررت عبرها العينات المائية بما تحتويه من مواد دقائقية في عبوات من البولي اثلين وأضيف إليها كاشف الأكسدة (فوق سلفات البوتاسيوم وحمض البوريك المنحلان في هيدروكسيد الصوديوم)، ثم وضعت العينات في الأوتوغلاف لمدة 30 دقيقة عند الدرجة 120°C (Pujo-Pay and Raimbault, 1994). تم تحديد النترات والفوسفات في العينات المؤكسدة وفق الطرق المتبعة لتحديد النترات والفوسفات اللاعضوية المذكورة سابقاً. تم تحديد تركيز الأصبغة اليخضورية باستخدام طريقة جفري وهمفري (Jeffrey and Humphey, 1975)، كما حدد تركيز الكلوروفيل a باستخدام المعادلات الحسابية وفق (Jeffrey and Humphey, 1975).

النتائج والمناقشة:

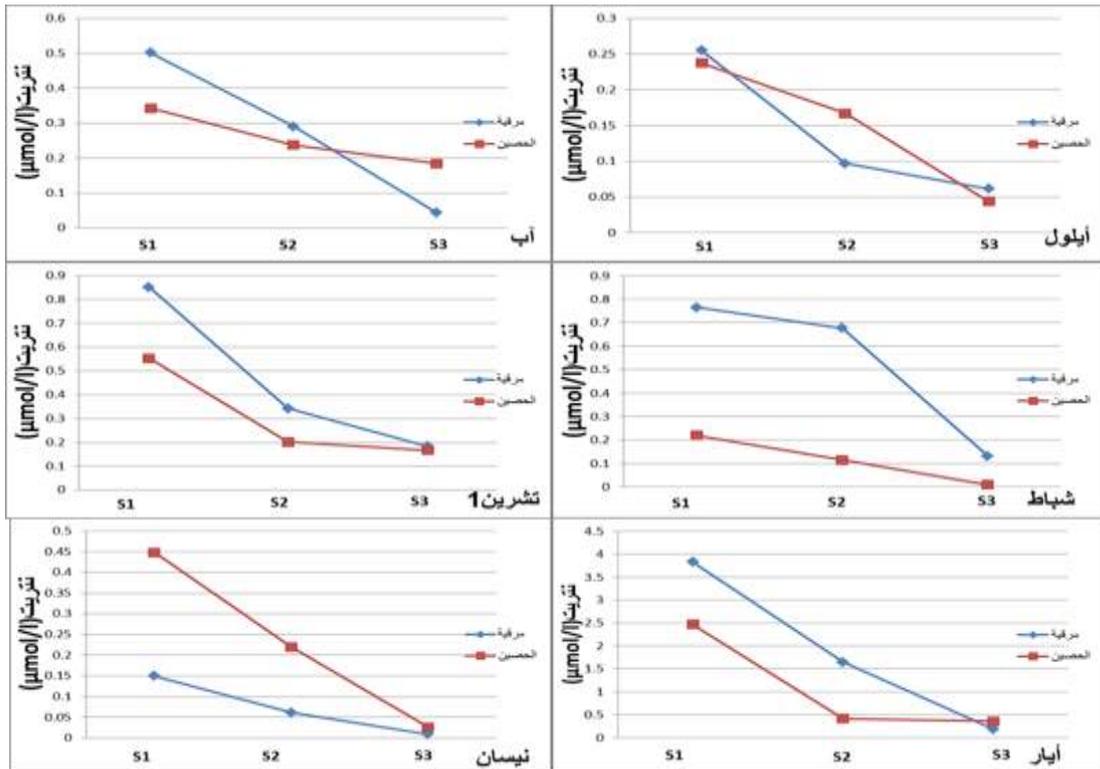
تراوحت درجات الحرارة في منطقة مصب نهر مرقية خلال فترة البحث بين 13°C و 28.9°C ، حيث سجلت أخفض قيمة في الموقع S1 خلال شهر شباط 2021 وأعلى قيمة في الموقع S3 في شهر آب 2020. تراوحت درجات الحرارة في منطقة مصب نهر الحصين بين 11.5°C و 26.3°C . سجلت أخفض قيمة في نقطة المصب S1 في شهر شباط 2021 وأعلى قيمة في شهر تشرين أول 2020 في الموقع S3. رصدت درجات حرارة منخفضة في نقطة

مصّب الحصين مقارنة مع نهر مرقية، بينما كانت أعلى في المياه البحرية وهذا يتوافق مع عدة دراسات سابقة (Mohamed *et al.*, 2009 ; Krawi *et al.*, 2013) سجلت أعلى درجات الحرارة في الصيف وأخفضها في الشتاء وسبب هذه التغيرات الزمانية (التغيرات الفصلية) يعود إلى الدورة المناخية.

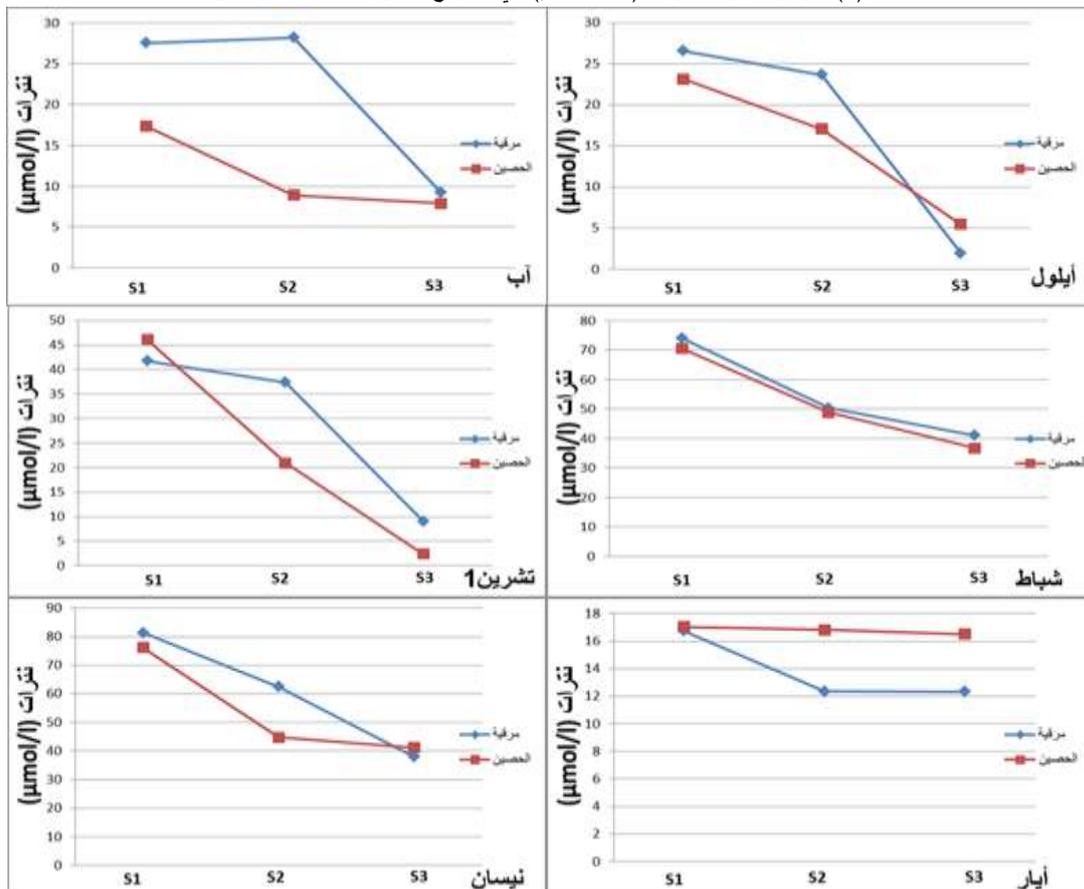
تراوحت تراكيز الأمونيوم في منطقة مصّب مرقية بين ($2.930 \mu\text{mol/L}$ في شهر شباط 2021 و $88.784 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيلول 2021)، أما في منطقة مصّب نهر الحصين فقد تراوحت تراكيز الأمونيوم بين ($0.623 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيلول 2020 و $19.007 \mu\text{mol/L}$ في شهر نيسان 2021) (الشكل 1). تراوحت تراكيز النتريت في مصّب نهر مرقية بين ($0.008 \mu\text{mol/L}$ في شهر نيسان 2021 و $3.822 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيار 2021)، أما في مصّب نهر الحصين فقد تراوحت التراكيز بين ($0.008 \mu\text{mol/L}$ في شهر شباط 2021 و $2.469 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيار 2021) (الشكل 2). في حين كانت تراكيز النترات في مصّب مرقية بين ($1.954 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيلول 2020 و $81.325 \mu\text{mol/L}$ في شهر نيسان 2021)، وفي مصّب نهر الحصين بين ($2.366 \mu\text{mol/L}$ في شهر تشرين أول 2020 و $76.184 \mu\text{mol/L}$ في شهر نيسان 2021) (الشكل 3). تراوحت تراكيز الفوسفات في منطقة مصّب مرقية بين ($0.102 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيار 2021 و $13.175 \mu\text{mol/L}$ في شهر آب 2020)، وفي منطقة مصّب نهر الحصين بين ($0.053 \mu\text{mol/L}$ في شهر أيلول 2020 و $17.95 \mu\text{mol/L}$ في شهر آب 2020) (الشكل 4).



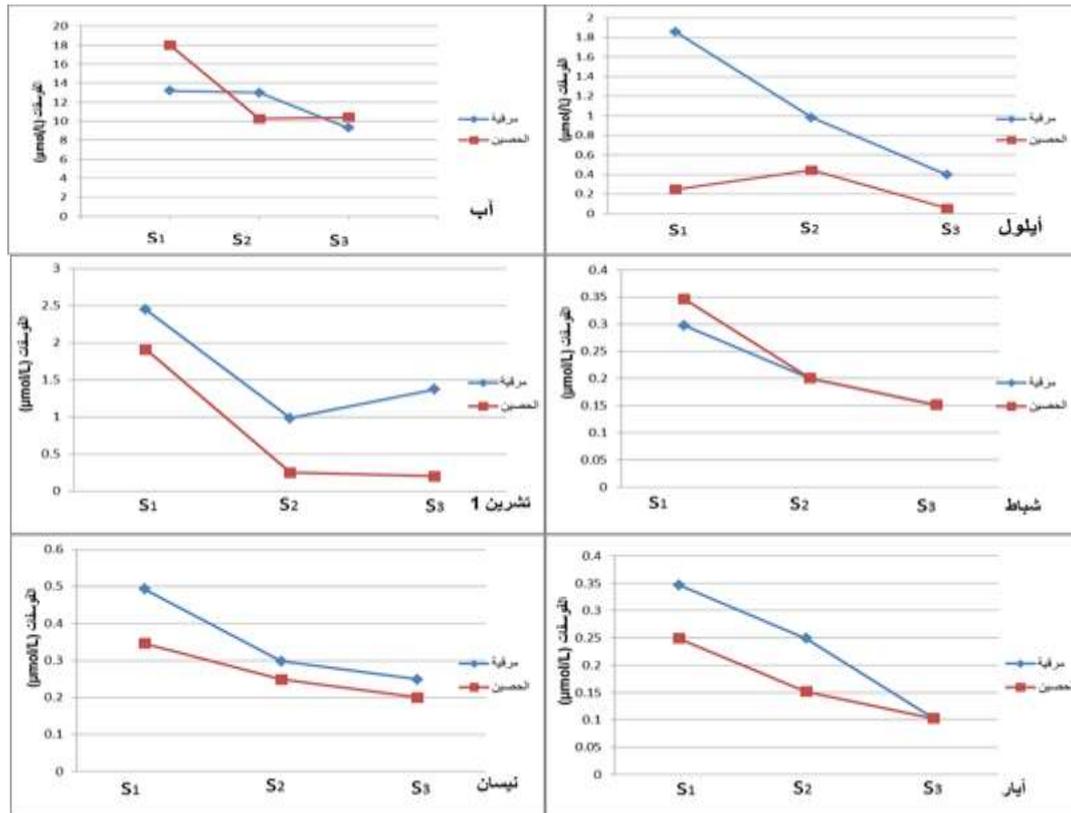
الشكل (1): تركيز شوارد الأمونيوم ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة



الشكل(2): تركيز شوارد النتريت ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة



الشكل(3): تركيز شوارد النترات ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة



الشكل (4): تغيرات تركيز شوارد الفوسفات ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة

بلغت أعلى قيمة لتراكيز الشوارد المغذية المدروسة في نقطة المصب لكل من نهري مرقية والحصين، وتناقصت هذه التراكيز بالابتعاد عن نقطة المصب وذلك تبعاً لمعدل الخلط بين المياه النهرية والبحرية والارتفاع التدريجي لملوحة المياه وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات المحلية التي أجريت على مصبات (Mohamed *et al.*, 2009 ; Krawi *et al.*, 2013; Krawi *et al.*, 2020). بالتالي فإن واردات النهرين هي المصدر الأساس للمغذيات اللاعضوية المنحلة والتي تؤثر بشكل كبير على توزيع المغذيات في المناطق المدروسة. ارتفعت تراكيز الشوارد المغذية في فصل الشتاء بسبب انخفاض الاستهلاك البيولوجي من جهة، وزيادة تدفق النهر نتيجة الهطولات المطرية التي تحدث في مثل هذه الفترة من العام، والتي تؤدي إلى جرف المواد المغذية من الأراضي الزراعية الواقعة على جانبي مجرى النهرين الغنية بالعناصر المغذية ومن الأسمدة الزراعية الفوسفاتية والأزوتية المستخدمة وهذا يتوافق مع العديد من الدراسات المحلية والعالمية (Süzal *et al.*, 2008; Miguel, 2018 ;Krawi *et al.*, 2020). انخفضت تراكيز شوارد الأمونيوم في شهر شباط في المنطقتين المدروستين في جميع مواقع الدراسة، ويعود ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة وزيادة حركة الأمواج التي تسبب ارتفاع تركيز الأوكسجين المنحل الذي يسهم في أكسدة شوارد الأمونيوم إلى نترات ونترات في المنطقة المضاءة (Santoro *et al.*, 2013; Hammoud *et al.*, 2015). كما ارتفعت تراكيز الأمونيوم في شهر أيلول في نقطة مصب نهر مرقية لأن الأمونيوم غالباً هو الشكل الأكثر وفرة لأشكال الأزوت اللاعضوي المنحل في طبقات المياه السطحية بعد أن استهلك الجزء الأكبر من النترات والفوسفات في عملية ازهار العوالق النباتية (Grasshoff *et al.*, 1999).

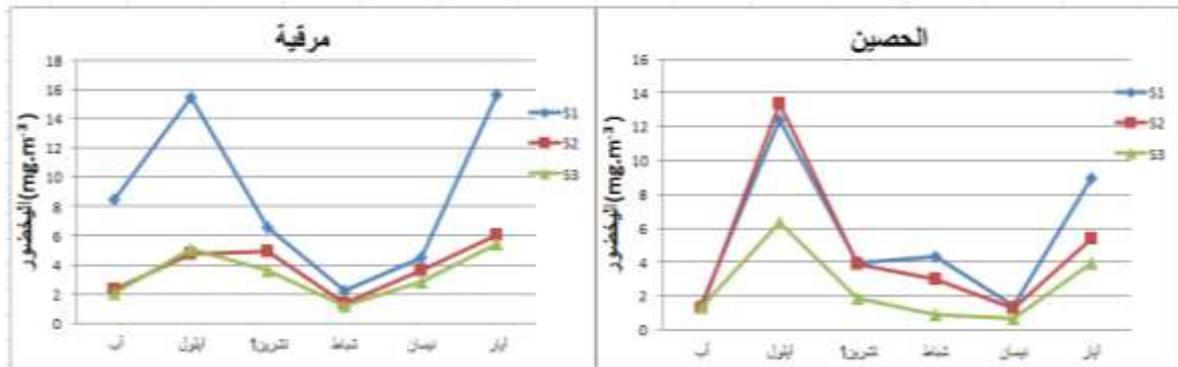
لوحظ ارتفاع تراكيز شوارد النتريت في شهر أيار في كلا المنطقتين المدروستين (الشكل 2) بسبب أكسدة الأمونيوم بفعل البكتريا إلى نتريت (Clark *et al.*, 2022). انخفض تركيز شوارد النتريت في شهر نيسان في منطقة مصب نهر مرقية، بينما لوحظ انخفاض تركيز شوارد النتريت في منطقة مصب نهر الحصين في شهر شباط ويعزى هذا الانخفاض إلى أكسدته إلى نترات وهذا متوافق مع دراسة (Krawi *et al.*, 2013)، حيث كان تركيز شوارد النترات مرتفع بشكل ملحوظ في شهر نيسان في مصب نهر مرقية وفي شهر شباط في مصب نهر الحصين (الشكل 3). يعد النتريت مرحلة انتقالية بين الأمونيوم والنترات، حيث تؤكسد البكتريا المنترته الأمونيوم في وسط غني الأوكسجين إلى النتريت ثم إلى نترات عبر عمليتي أكسدة الأمونيوم وأكسدة النتريت وتسمى هذه العملية بتشكيل النترات (Nitrification) (Gruber, 2008).

انخفضت تراكيز النترات في منطقة مصبي نهري مرقية والحصين في شهري أيار وأيلول بما يتوافق مع الذروتين الربيعية والخريفية للعوالق النباتية المستهلكة للشوارد المغذية (Kase *et al.*, 2018 ; Bougis, 1974). يعود انخفاض تراكيز النترات في منطقة مصب نهر الحصين خلال آب والذي يتوافق مع عدة دراسات سابقة إلى انخفاض تدفق مياه الأنهار (Neill, 1989; Panton *et al.*, 2020)، لوحظ أعلى تراكيز لشوارد النترات في منطقتي مصبي نهري مرقية والحصين في شهري شباط ونيسان مترافق مع ازدياد تدفق النهر في فصل الشتاء، كما يتعلّق تركيز شاردة النترات في الأوساط المائية على نحو أساسي بمياه الأمطار، وما تحمله من نواتج غسل التربة الزراعية (أسمدة ومبيدات حشرية). هذا بالإضافة إلى ما ينتج عن تفكك الفضلات العضوية والكائنات الميته

(Bijay and Craswell., 2021)، كما أن وفرة الأوكسجين المنحل تسهم في ارتفاع تركيز النترات نتيجة أكسدة الأمونيوم والنتريت إلى نترات (He *et al.*, 2018). سجلت أعلى قيم لتراكيز شوارد الفوسفات في شهر آب في مصبي نهري مرقية والحصين (الشكل 4)، يمكن أن يعزى هذا الارتفاع في فصل الصيف على الرغم من انخفاض تدفق الأنهار إلى عمليات إعادة تمعدن المواد العضوية، علماً أن إعادة توليد الفوسفات أكبر من إعادة توليد الأزوت (; Krawi *et al.*, 2020 Yoshimura *et al.*, 2009; Clark *et al.*, 1999). لوحظ ارتفاع تراكيز الفوسفات في الفترة التي تسبق الزيادة في نمو العوالق النباتية وغازاتها في الذروتين الربيعية والخريفية (الشكل 4) ويفسر ذلك بانخفاض حركة الأمواج وازدياد تركيز الملوثات ونشاط بعض الكائنات والبكتريا التي تفكك بقايا النباتات والفضلات إلى مواد مغذية لعضوية التي تساهم بزيادة تركيز هذه الشوارد (Polat, 2002; Behrenfeldet *et al.*, 2008; Decembriniet *et al.*, 2009). انخفضت تراكيز الفوسفات في شهر أيار بشكل ملحوظ في المنطقتين المدروستين (الشكل 4) وهذا يتوافق مع الذروة الربيعية للعوالق النباتية (Kase *et al.*, 2018).

أظهرت دراسة النسبة $\sum N/P$ أنها كانت أكبر من نسبة ريدفيلد ($N/P = 16$) في 78% من العينات في منطقة مصب نهر مرقية وكذلك في منطقة مصب نهر الحصين كانت أكبر من نسبة ريدفيلد في 83% من العينات وهذا يشير إلى أن شوارد الفوسفات هي العامل المحدد للنمو وهذا يتفق مع دراسات كثيرة في مواقع مصبات الأنهار في حوض البحر الأبيض المتوسط (Krawi *et al.*, 2020 ; Krawi *et al.*, 2019; LUDWIG *et al.*, 2009) تراوحت تراكيز الكلوروفيل a بين 1.15 و 15.678 $mg.m^{-3}$ (الشكل 5) في منطقة مصب نهر مرقية. سجلت أعلى قيمة في نقطة مصب النهر S1 في شهر أيار متوافقة بذلك مع الذروة الربيعية، أما أخفض قيمة فكانت في شهر شباط في الموقع S3. أما في منطقة مصب نهر الحصين تراوحت تراكيز الكلوروفيل a

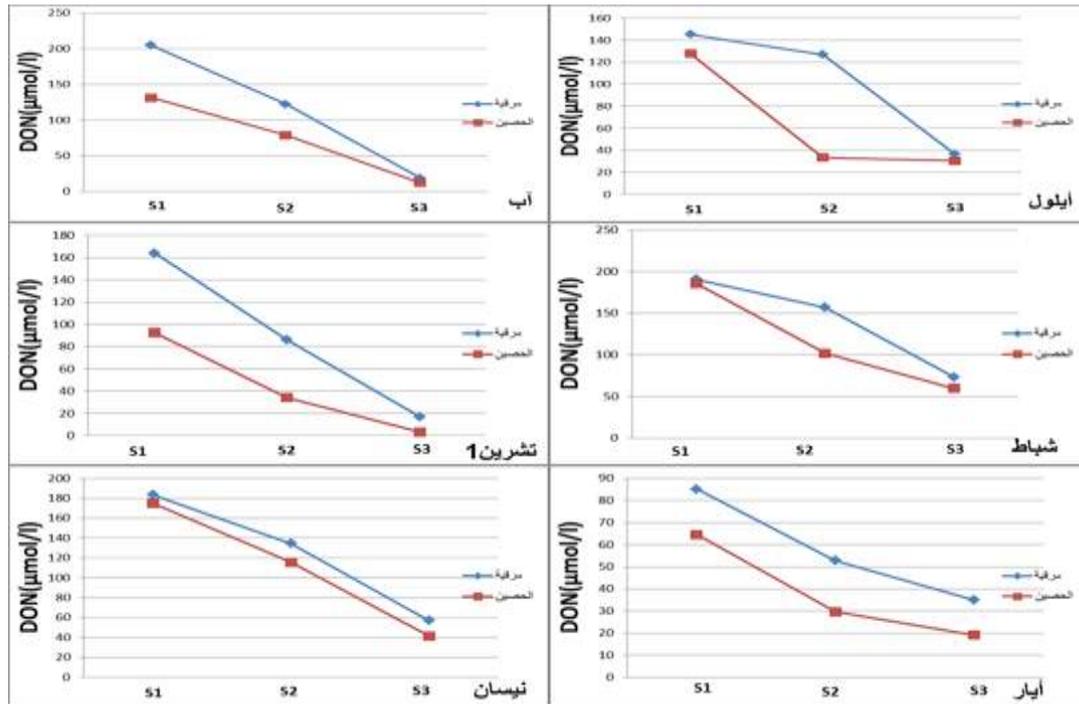
بين 0.707 و 13.379 $mg.m^{-3}$ (الشكل 5). سجلت أعلى قيمة في الموقع S2 في شهر أيلول بما يتوافق مع الذروة الخريفية، أما أخفض قيمة كانت في شهر نيسان في الموقع S3.



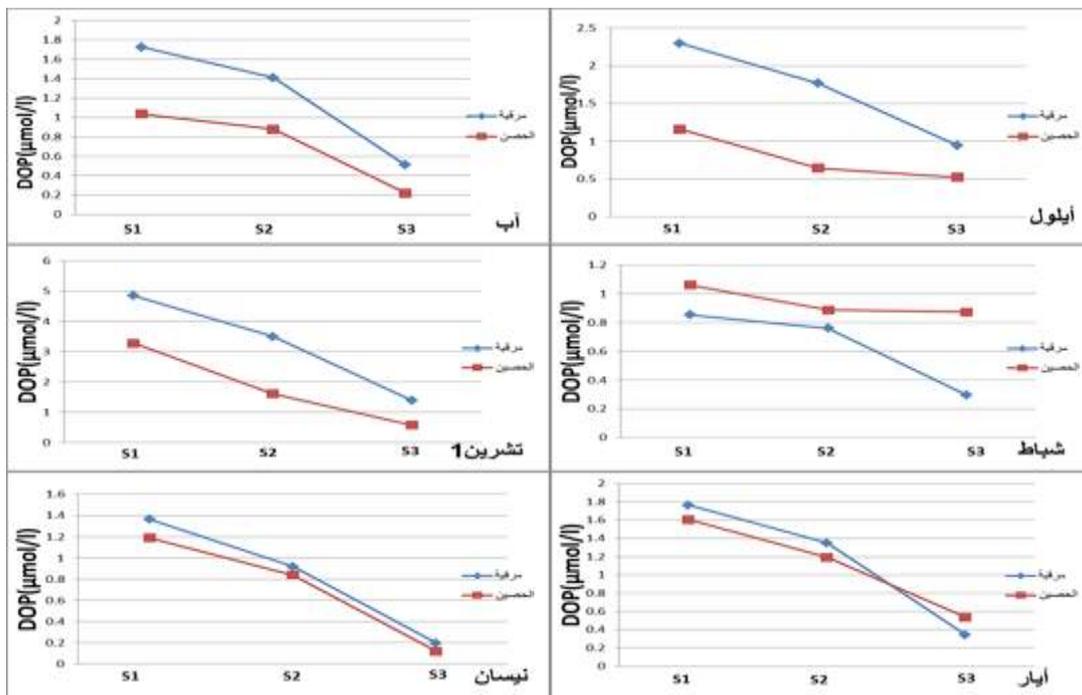
الشكل (5): تغيّر تركيز الكلوروفيل a ($mg.m^{-3}$) في منطقة مصب نهر مرقية ومصب نهر الحصين

سجلت أعلى التراكيز في قيم الكلوروفيل a في شهري أيار وأيلول في مصبي نهري مرقية والحصين بما يتوافق مع الذروتين الربيعية والخريفية وذلك بسبب توفر الظروف البيئية المناسبة من حرارة إضاءة وغيرها بالإضافة إلى الوفرة العالية من الشوارد المغذية (SILVA *et al.*, 2021)، كما لوحظ انخفاض في تركيزه في الشتاء بسبب انخفاض الشدة الضوئية وعدم توافر الاستقرار الديناميكي الضروري لنمو العوالق النباتية (Krawi *et al.*, 2013). يأتي نمو العوالق النباتية استجابةً لمجموعة من الظروف الجوية المحيطة كدرجة الحرارة والضوء إضافةً إلى الشكل الذي توجد به المغذيات ومدى توافرها في الوسط المائي (Vilmin *et al.*, 2018)، حيث تتميز المناطق الساحلية بمستويات عالية نسبياً من العناصر المغذية في الطبقات السطحية بالتالي وفرة وتنوع العوالق النباتية (Lee *et al.*, 2021)، حيث تلعب هذه المغذيات دوراً أساسياً في الإنتاجية الحيوية والعمليات البيوكيميائية في البيئة البحرية (Lin *et al.*, 2012; Orefice *et al.*, 2019).

تراوحت تراكيز الآزوت العضوي المنحل (DON) في منطقة مصب نهر مرقية بين 17.021 و 204.899 $\mu mol/L$ ، وفي منطقة مصب نهر الحصين فكانت بين 3.139 و 185.707 $\mu mol/L$ (الشكل 6). تراوحت تراكيز الفوسفور العضوي المنحل (DOP) في منطقة مصب نهر مرقية بين 0.198 و 4.846 $\mu mol/L$ ، وفي منطقة مصب نهر الحصين بين 0.119 و 3.272 $\mu mol/L$ (الشكل 7).



الشكل (6): تركيز الآزوت العضوي المنحل ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة



الشكل (7): تركيز الفوسفور العضوي المنحل ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة

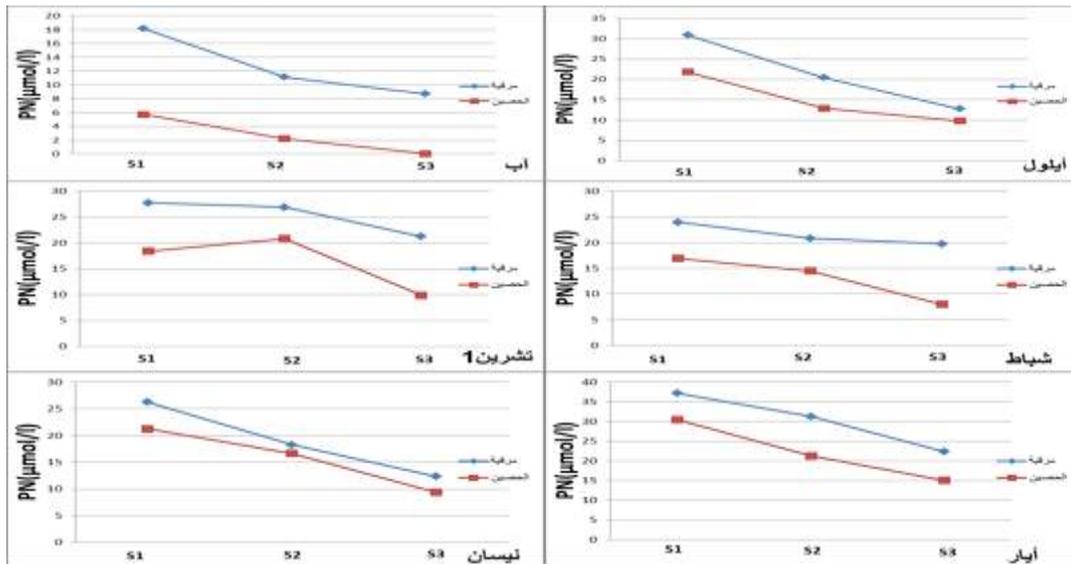
أظهرت دراسة التغيرات المكانية لتراكيز المواد العضوية المنحلة في منطقتي مصبي النهرين أن أعلى التراكيز لكل من الآزوت والفوسفور العضوي المنحل سُجلت في نقطة المصب وتناقصت هذه التراكيز بالابتعاد عنها في جميع أشهر الدراسة، حيث شكلت هذه النقطة المصدر الرئيس لـ DON و DOP والتي يتم توزيعها إلى باقي المناطق. تناقصت التراكيز بعد ذلك تبعاً لمعدل الخلط الحاصل لمياه النهر مع المياه البحرية في المحطات المدروسة. ارتفع

تركيز الآزوت العضوي المنحل (DON) في منطقتي مصبي نهر مرقية والحصين في شهر شباط بشكل ملحوظ، ويعود ذلك إلى زيادة معدل الهطولات المطرية وزيادة تدفق النهر وحمولته من المواد العضوية، مما يشير إلى أن واردات النهر تملك تأثيراً هاماً على توزع DON في منطقة المصب. لوحظ انخفاض التراكيز في شهري أيار وأيلول (الشكل 6)، وقد يعزى ذلك إلى انخفاض الهطولات المطرية، بالإضافة إلى إمكانية استهلاك هذه المواد العضوية من قبل العوالق النباتية في عملية الازهار الربيعي والخريفي للعوالق النباتية (Zhang *et al.*, 2015). سجلت أعلى قيمة للفوسفور العضوي المنحل (DOP) في شهر تشرين الأول في منطقتي مصبي النهرين (الشكل 7)، يمكن أن يعود ذلك إلى الهطولات المطرية وبالتالي زيادة تدفق النهر وحمولته من المواد العضوية الناتجة عن ترشيح التربة وهذا يتوافق مع دراسة (Krawi *et al.*, 2020)، بالإضافة إلى وصول مخلفات معاصر الزيتون الغنية بالمواد العضوية في مصب نهر مرقية، إضافة إلى تفكك المواد العضوية بعد عملية الازهار الحاصلة في شهر أيلول، حيث من المعروف أن عملية تحلل الفوسفور العضوي أسرع من الآزوت والكربون العضوي (Clark *et al.*, 1999).

تراوحت نسبة DON/DOP في منطقة مصب نهر مرقية بين 12.3 و 287 وهي أكبر من نسبة ريدفيلد في 94 % من العينات، بينما كانت هذه النسبة في منطقة مصب نهر الحصين بين 5.5 و 346 وهي أكبر من نسبة ريدفيلد (16) في 89% من العينات. يشير ذلك إلى فقر مياه النهرين بالفوسفور العضوي المنحل وسيطرة الآزوت العضوي المنحل على الكتلة العضوية المنحلة وهذا يدل على إعادة تدوير فعالة للفوسفور مقارنةً مع الآزوت (yuan *et al.*, 2018)، وقد يُعزى إلى فقر المنطقة بالفوسفور العضوي المنحل أيضاً.

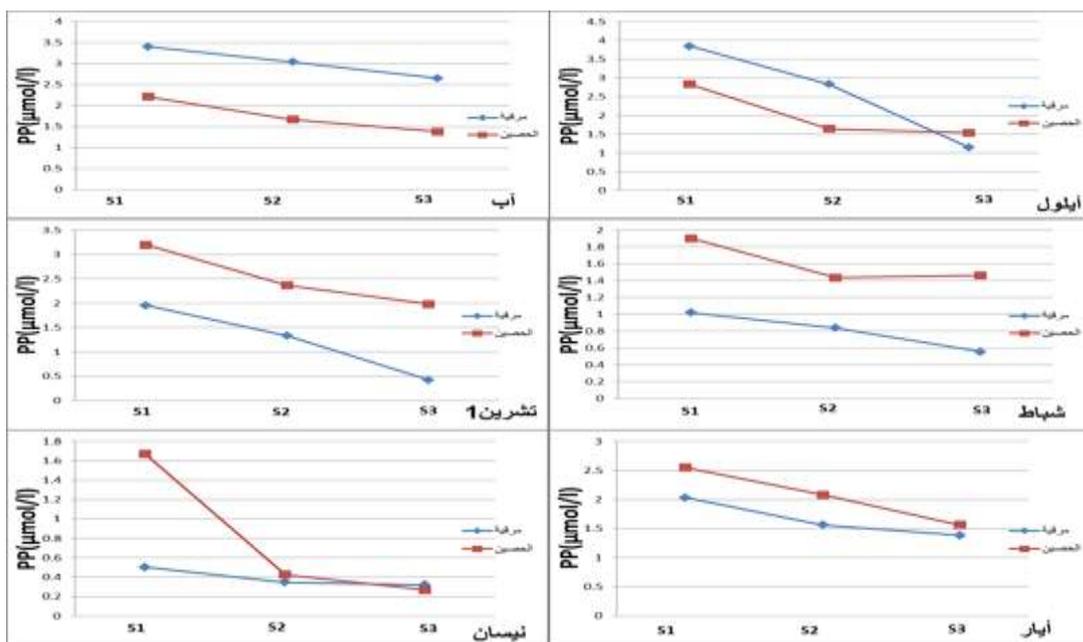
تراوحت تراكيز الآزوت الدائقي (PN) في منطقة مصب نهر مرقية بين (8.689 و 37.202 $\mu\text{mol/L}$).

أما منطقة مصب نهر الحصين فقد تراوحت التراكيز بين (0.04 و 30.445 $\mu\text{mol/L}$) (الشكل 8)



الشكل (8): تركيز الآزوت الدائقي ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة

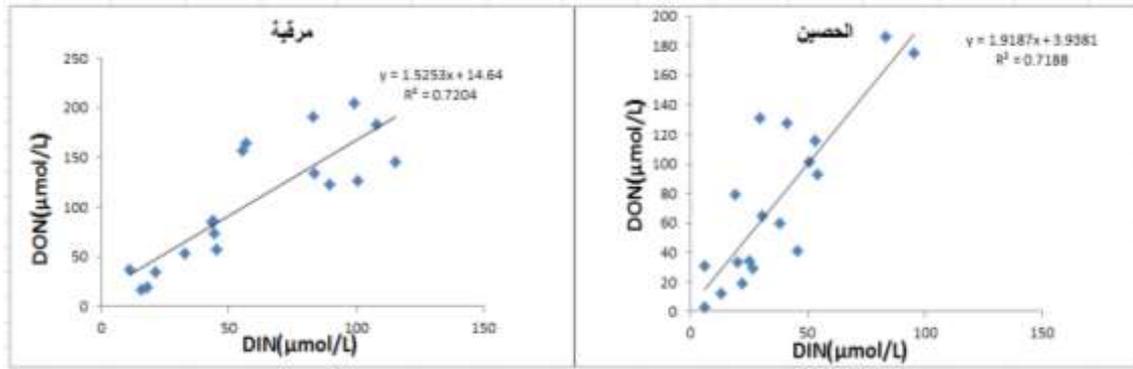
تراوحت تراكيز الفوسفور الدائقي (PP) في منطقة مصب نهر مرقية بين (0.321 و 3.844 $\mu\text{mol/L}$)، أما في منطقة مصب نهر الحصين فقد كانت التراكيز بين (0.269 و 3.196 $\mu\text{mol/L}$) (الشكل 9).



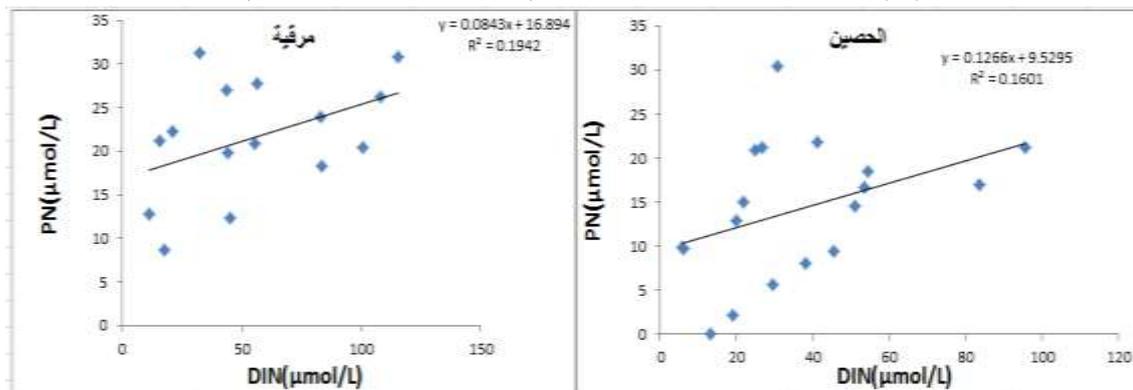
الشكل (9): تغيرات تركيز الفوسفور الدقائق ($\mu\text{mol/L}$) في المواقع المدروسة خلال فترة الدراسة

سجلت أعلى القيم لتراكيز الآزوت الدقائق (PN) في شهري أيار وأيلول، وسجل أعلى تركيز للفوسفور الدقائق (PP) في شهر أيلول بما يتوافق مع الذروتين الربيعية والخريفية، وهذا يشير إلى مساهمة الوردات المحلية في التجمعات الدقائقية. بالنتيجة، تعد النشاطات البيولوجية مصدر مهم للمغذيات الدقائقية في المنطقة المدروسة وخاصةً خلال فترة الازهار، بالإضافة إلى مساهمة الهطولات المطرية في بداية الموسم في زيادة تركيز الشكل الدقائق للمغذيات بفعل تعرية التربة وجريان المياه إلى المياه البحرية عبر مياه الأنهار (Lu et al., 2011; Harrington., 2014) تراوحت نسبة PN/PP في منطقة مصب نهر مرقية بين 3.2 و 52 وهي أكبر من نسبة ريدفيلد في 61% من العينات، بينما في منطقة مصب نهر الحصين فكانت هذه النسبة بين 0.02 و 39.2 وهي أخفض من نسبة ريدفيلد (16) في 72% من العينات، ويشير ذلك إلى فقر المنطقة بالآزوت الدقائقية..

أظهرت دراسة علاقات الارتباط بين DON و DIN (الشكل 10) ومعاملات ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباط معنوية إيجابية ذات أهمية خلال فترة الدراسة في مصب نهر مرقية ($R^2 = 0.72$)، ومعامل بيرسون (0.849) وفي مصب نهر الحصين ($R^2 = 0.719$)، ومعامل بيرسون (0.848)، مما يشير إلى وجود مصادر مشتركة لهما بالإضافة إلى سلوكهما المتشابه في دورات البيئة البحرية (Yang et al., 2018). أظهرت علاقات الارتباط بين DIN و PN وقيم معاملات ارتباط بيرسون وجود علاقة إيجابية خلال فترة الدراسة (الشكل 11)، فقد كانت في نهر مرقية ($R^2 = 0.194$)، ومعامل بيرسون (0.441)، أما نهر الحصين ($R^2 = 0.16$)، ومعامل بيرسون (0.4) ولكنها ضعيفة. يمكن أن يعزى سبب ذلك إلى التزويد المستمر من المياه النهرية لمناطق مصبات الأنهار بالآزوت اللاعضوي مما يعوض النقص الحاصل المستهلك في بناء المادة العضوية الدقائقية، في الوقت الذي يلعب فيه الفوسفور دور العامل المحدد حسب ما أظهرت نتائج الدراسة وبما يتوافق مع دراسة (Tivig et al., 2021). قد يعزى السبب أيضاً إلى أن التغيرات في سلوك الآزوت الدقائقية أكثر تعقيداً من الآزوت اللاعضوي المنحل بالتالي الترابط بالتغيرات الحاصلة بينهما ضعيفة.

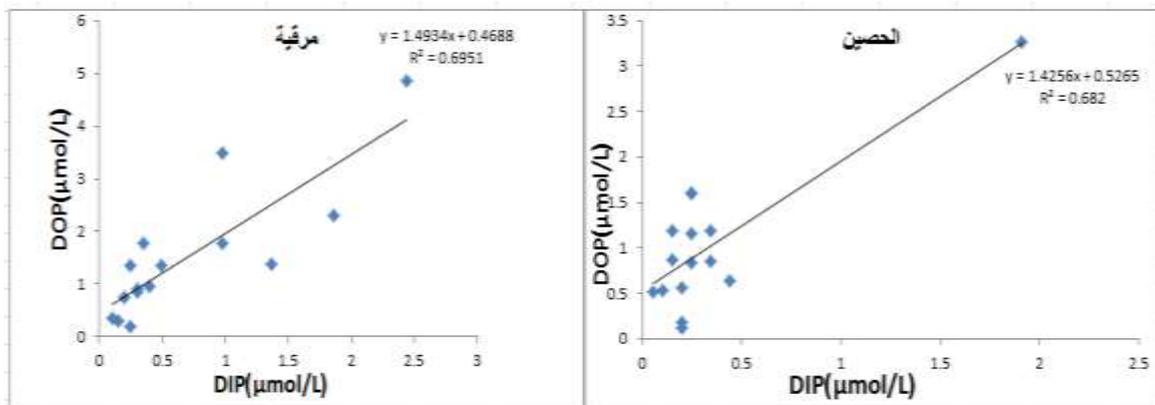


الشكل(10): التغيرات السنوية لتركيز الآزوت العضوي المنحل مقابل الآزوت اللاعضوي المنحل



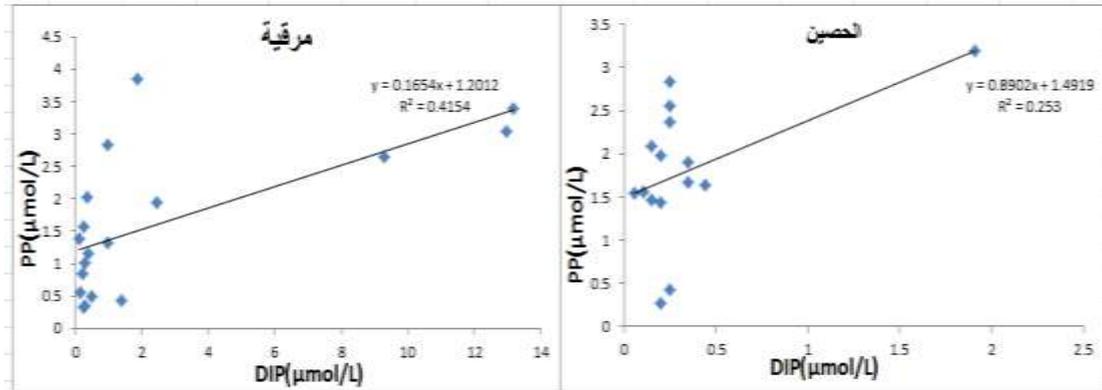
الشكل(11): التغيرات السنوية لتركيز الآزوت الدقائقي مقابل الآزوت اللاعضوي المنحل

أظهرت دراسة علاقات الارتباط بين DOP و DIP (الشكل 11) ومعاملات ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباط ايجابية ذات أهمية (الشكل 12) ، حيث كانت في مصب نهر مرقية ($R^2 = 0.695$ ، ومعامل بيرسون 0.833)، وفي نهر الحصين ($R^2 = 0.682$ ، ومعامل بيرسون 0.825) مما يشير إلى وجود مصادر مشتركة لهما أو أن معدل تمثيل الأشكال اللاعضوية بواسطة العوالق النباتية مساوٍ لمعدل إعادة تمعدن الأشكال العضوية المنحلة بواسطة البكتريا (Krawi et al., 2020).



الشكل(12):التغيرات السنوية لتركيز الفوسفور العضوي المنحل مع الفوسفور اللاعضوي المنحل

أشارت علاقات الارتباط ومعامل ارتباط بيرسون بين PP و DIP إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية ضعيفة، فقد بلغت في مصب نهر مرقية ($R^2 = 0.415$)، ومعامل بيرسون (0.644) و ($R^2 = 0.253$)، ومعامل بيرسون (0.503) في مصب نهر الحصين (الشكل 13)، وهذا يشير إلى وجود مصادر مشتركة لهما بالإضافة إلى كونهما يتبعان دورات متشابهة في البيئة البحرية وهذا يتوافق مع دراسة (Yang et al., 2018).



الشكل (13): التغيرات السنوية لتركيز الفوسفور الدقائق مع الفوسفور اللاعضوي المنحل

تشير العلاقة الإيجابية بين الأشكال اللاعضوية المنحلة والأشكال الدقائقية لكل من الآزوت والفوسفور (الأشكال 13, 11) أن الجزء اللاعضوي من المواد الدقائقية يمكن أن يسهم في رفع تراكيز الأجزاء اللاعضوية المنحلة من خلال عملية الانتزاز (desorption). كما أن معدل امتصاص الآزوت اللاعضوي المنحل مساوٍ لمعدل إعادة تمعدن الآزوت العضوي الدقائقية حيث تتوافق هذه النتائج مع دراسة أجريت في الصين شمال البحر الأصفر (Duan et al., 2016).

تعد هذه الدراسة ذات أهمية كبيرة، كون المغذيات في المياه الشاطئية لمدينة طرطوس لم تُدرس بشكل مفصل من الناحية الكيميائية عند مصبي نهر مرقية والحصين.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. سجلت مصبات نهر الرقية والحصين أعلى التراكيز لجميع الشوارد المغذية، وتناقصت هذه التراكيز بالابتعاد عن نقطة المصب.
2. ارتفعت تراكيز الكلوروفيل a في شهري أيار وأيلول مترافقاً مع انخفاض تراكيز الشوارد المغذية اللاعضوية المنحلة والارتفاع بتراكيز المغذيات الدقائقية في جميع المواقع المدروسة.
3. أظهرت دراسة نسبة $\sum N/P$ أن الفوسفور هو العامل المحدد للنمو في جميع المناطق المدروسة.
4. أظهرت نسبة DON/DOP عوز مصبي النهرين للفوسفور العضوي المنحل كما أشارت نسبة PN/PP إلى فقر مصبي النهرين بالآزوت الدقائقية.

التوصيات:

1. الاستفادة من مناطق مصبات الأنهار في عمليات الاستزراع البحري كونها غنية بالمغذيات وملائمة لعيش الكثير من الكائنات البحرية.

2. تطبيق هذه الدراسة على مصبات الأنهار ومصبات الصرف الصحي لمعرفة مدى قدرتها على إمداد البحر بالمغذيات الضرورية لبناء القاعدة الأساسية في السلسلة الغذائية.
3. تتطلب عملية الوقوف على تغيرات تراكيز المغذيات والعوامل الأخرى المدروسة ضرورة استمرار تقصي هذه الشوارد لتحديد تغيراتها الزمانية والمكانية بما يسمح بإنشاء بنك معلومات طويل الأمد للمياه البحرية السورية.

References:

- BEHRENFELD, M. J.; HALSEY, K.; & MILLIGAN, A. *Evolved physiological responses of phytoplankton to their integrated growth environment*. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2008, 363.
- BIJAY-SINGH, CRASWELL, E. *Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: an increasingly pervasive global problem*. SN Appl. Sci. 3, 518, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04521-8>
- BOUGIS, P. *Ecologie du plankton marin 1-le phytoplankton*. Masson, Paris, 1974, 196.
- BOUILLON, S., BORGES, A. V., CASTAÑEDA-MOYA, E., DIELE, K., DITTMAR, T., DUKE, N. C., ... TWILLEY, R. R. *Mangrove production and carbon sinks: A revision of global budget estimates*. Global Biogeochemical Cycles, 2008, 22, (2).
- CLARK, L. L.; INGALL, E. D.; BENNER, R. *Marine organic phosphorus cycling; novel insights from nuclear magnetic resonance*. American Journal of Science, 299, 7-9, 1999, 724-737.
- CLARK, D., REES, A., FERRERA, C., AL-MOOSAWIL, L., SOMERFIELD, P., HARRIS, C. *Nitrite regeneration in the oligotrophic Atlantic Ocean*. Plymouth Marine Laboratory, Biogeosciences, 19, 1355–1376, 2022 <https://doi.org/10.5194/bg-19-1355-2022>.
- DARWICH, F. *Contribution to the study of phytoplankton in the beach of Baniyas city*, Master's thesis, Tishreen University, Syria, 1999, 156.
- DECEMBRINI, F.; CAROPPO, C.; AZZARO, M. *Size structure and production of phytoplankton community and carbon pathways channeling in the Southern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean)*. Deep-Sea Research II 56, 2009, 687-699.
- DESMIT, X.; THIEU, V.; BILLEN, G.; CAMPUZANO, F.; DULIÈRE, V.; GARNIER, J.; LASSALETTA, L.; MÉNESGUEN, A.; NEVES, R.; PINTO, L. *Reducing marine eutrophication may require a paradigmatic change*. Sci. Total Environ. 2018, 635, 1444–1466.
- DUAN, L.-Q.; SONG, J.-M.; YUAN, H.-M.; LI, X.-G.; LI, N. *Distribution, partitioning and sources of dissolved and particulate nitrogen and phosphorus in the north Yellow Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 181, 2016, 182-195.
- DUCE, R.A.; LAROCHE, J.; ALTIERI, K.; ARRIGO, K.R.; BAKER, A.R.; CORNELL, S.; DENTENER, F.; GALLOWAY, J.; GANESH RAM, R.S.; GEIDER, R.J. *Impacts of Atmospheric Anthropogenic Nitrogen on the Open Ocean*. Science, 2008, 320, 893–897.
- GRASSHOFF, K.; KREMLING, K., EHRHARDT, M. *Methods of Seawater Analysis*. Wiley-VCH, New York, 1999, 634.
- GRUBER, N. 2008. The marine nitrogen cycle: overview and challenges in Nitrogen in the Marine Environment, eds Capone DG, Bronk DA, Mulholland MR, Carpenter EJ, editors. San Diego.
- GUO, W.; SHI, J.; ZHU, J.Y.; ZHAO, L. *Modelling the Effects of the Atmospheric Nitrogen Deposition on the Primary Production Process in the Southern Yellow Sea*. J. Ocean Univ. 2020, 50, 115–125.

- HAAS,S; RAKSHIT,S.R.; TOLMAN,J; ALGAR,K.C.; LAROCHE,J; WALLACE,W.D. Physical mixing in coastal waters controls and decouples nitrification via biomass dilution, University of Southern Denmark, 18,2021,118.
- HAMMOUD, N. *Changes of chlorophyll and brown pigments and their correlations with different environmental conditions in the coastal waters of Baniyas during the year 1999*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, Syria, 2002 a,24,135-145.
- HAMMOUD, N. *A study of the distribution of phytoplankton under the influence of some environmental factors in the coastal waters north of Lattakia city during 1999*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, Syria, 2002b, 24,12,75-106.
- HAMMOUD,N; DEEB,G; SALLOM,O. *The effect of some environmental factors on the distribution of Phytoplankton in the coastal water of Tartous city*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies,Syria,2015,2.37.
- HARRINGTON, S. T.;HARRINGTON, J. R. *Dissolved and particulate nutrient transport dynamics of a small Irish catchment: the River Owenabue*. Hydrology and Earth System Sciences Discussions,11, 1, 2014, 109-133.
- HE H, ZHEN Y, MI T, FU L AND YU Z. *Ammonia-Oxidizing Archaea and Bacteria Differentially Contribute to Ammonia Oxidation in Sediments from Adjacent Waters of Rushan Bay, China*. Front. Microbiol. 9:116.2018. doi: 10.3389/fmicb.2018.00116
- IBÁÑEZ, C.; PEÑUELAS, J. *Changing nutrients, changing rivers*. Science 2019, 365, 637–638.
- JEFFREY, S. T.;HUMPHREY, G. *New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton*. Biochemie und physiologie der pflanzen,167, 2, 1975, 191-194.
- KÄSE, L., GEUER, J.K. (2018). *Phytoplankton Responses to Marine Climate Change – An Introduction*. In: Jungblut, S., Liebich, V., Bode, M. (eds) YOUMARES 8 – Oceans Across Boundaries: Learning from each other. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93284-2_5
- KE,S.; ZHANG,P.; OU,S; ZHANG,J.; CHEN,J.; ZHANG,J. *Spatiotemporal nutrient patterns, composition, and implications for eutrophication mitigation in the Pearl River Estuary, China*. Estuarine, Coastal and Shelf Science,pre-proof,107749,2022.
- KRAWI, H; DARWICH, F; SALMAN,M. *Investigation of spatial & temporal variations of nutrient in the coastal Water of Baniyas city*, Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies,Syria,2019, 5,39.
- KRAWI, H; DARWICH, F; JOLAK, S. (2013). *behavior along the salinity gradient at the AL-sin river mouth (Mediterranean - Syria)*, 2013(3), 171–189.
- KRAWI, H; DARWICH, F; LAIKA,H; JOLAK, S. *Dynamics of nutrient elements in different forms (organic and inorganic) and relationship with some metal elements in Lattakian coast water*, Tishreen University, Lattakia 2020,205.
- KRISHNA, M. S., PRASAD, M. H. K., RAO, D. B., VISWANADHAM, R., SARMA, V. V. S. S., & REDDY, N. P. C. *Export of dissolved inorganic nutrients to the northern Indian Ocean from the Indian monsoonal rivers during discharge period Export of dissolved inorganic nutrients to the northern Indian Ocean from the Indian monsoonal rivers during discharge period*, 2016, 172, 430–443.
- KROM, M. D., KRESS, N., BRENNER, S., AND GORDON, L. I. *Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea*, Limnol. Oceanogr., 36,1991, 424–32.
- LEE, M. ;RO,H. ; KIM, Y.;PARK, C. *Relationship of Spatial Phytoplankton Variability during Spring with Eutrophic Inshore and Oligotrophic Offshore Waters in the East Sea*,

- Including Dokdo, Korea. Korea Institute of Ocean Science and Technology,9,12.2021,1455.
- LEE, S. H., JOO, H. T., LEE, J. H., KANG, J. J., LIM, J. H., YUN, M. S., ... KANG, C. K. *Potential overestimation in primary and new productions of phytoplankton from a short time incubation method. Ocean Science Journal*, 2015, 50(3), 509–517.
- LI, R., XU, J., LI, X., SHI, Z., & HARRISON, P. J. (2017). Spatiotemporal Variability in Phosphorus Species in the Pearl River Estuary: Influence of the River Discharge. *Scientific Reports*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13924-w>
- LIN, P.; CHEN, M.; GUO, L. *Speciation and transformation of phosphorus and its mixing behavior in the Bay of St. Louis estuary in the northern Gulf of Mexico. Geochimica et Cosmochimica Acta*, 87, 2012, 283-298
- LOH, A. N.; BAUER, J. E. *Distribution, partitioning and fluxes of dissolved and particulate organic C, N and P in the eastern North Pacific and Southern Oceans. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 47, 12, 2000, 2287-2316.
- LOPES, C. B.; LILLEBØ, A. I.; DIAS, J. M.; PEREIRA, E.; VALE, C.; DUARTE, A. C. *Nutrient dynamics and seasonal succession of phytoplankton assemblages in a Southern European Estuary: Ria de Aveiro, Portugal. Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71, 2007, 480-490.
- LUDWIG, W.; DUMONT, E.; MEYBECK, M.; HEUSSNER, S. *River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: Major drivers for ecosystem changes during past and future decades?. Progress in Oceanography*, France, vol. 80, 2009, 199-217.
- LU, X. X.; LI, S.; HE, M.; ZHOU, Y.; BEI, R.; LI, L.; ZIEGLER, A. D. *Seasonal changes of nutrient fluxes in the Upper Changjiang basin: An example of the Longchuanjiang River, China. Journal of hydrology*, 405, 3-4, 2011, 344-351.
- MARTINO, M.; HAMILTON, D.; BAKER, A.R.; JICKELLS, T.D.; BROMLEY, T.; NOJIRI, Y.; QUACK, B.; BOYD, P.W. *Western pacific atmospheric nutrient deposition fluxes, their impact on surface ocean productivity. Glob. Biogeochem. Cycles* 2014, 28, 712–728.
- MIGUEL, L. *Study on seasonal hydrology and biogeochemical variability in a tropical estuarine system, Central Mozambique Coast, Africa. Mar Pollut Bull*, 131, 2018, 674-692.
- MOHAMED, E.; HAWIJA, I.; NASER, M. *Determination of nitrate, nitrite and phosphate ions in the offshore coastal waters of the Southern al-Kabir al-Janoubi. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series. Syria*, 31, 3, 2009, 41-57.
- MORTAZAVI, B.; IVERSON, R. L.; LANDING, W. M.; LEWIS, F. G.; HUANG, W. *Control of phytoplankton production and biomass in a river-dominated estuary: Apalachicola Bay, Florida, USA. Marine Ecology Progress Series*, 198, 2000, 19-31.
- NEILL, M. *Nitrate concentrations in river waters in the south-east of Ireland and their relationship with agricultural practice. Water Research*, 23, 11, 1989, 1339-1355.
- OMRAN, MONA. *An investigation of the reality of inorganic nitrogen ions in the waters of the Syrian coast. Master's thesis, Tishreen University, Syria*, 92, 1995.
- OREFICE, I.; MUSELLA, M.; SMERILLI, A.; SANSONE, C.; CHANDRASEKARAN, R.; CORATO, F.; BRUNET, C. *Role of nutrient concentrations and water movement on diatom's productivity in culture. Sci Rep*, 9, 1, 2019, 1479.
- PANTON, A.; COUCEIRO, F.; FONES, G.; PURDIE, R.D. *The impact of rainfall events, catchment characteristics and estuarine processes on the export of dissolved organic matter from two lowland rivers and their shared estuary. School of Ocean and Earth*

- Science, University of Southampton, National Oceanography Centre, European Way,13,2020,143.
- PIERRE , K. A.; HUNT, B. P. V., TANK, S. E., GIESBRECHT, I., KORVER, M. C., FLOYD, W. C., OLIVER, A. A., AND LERTZMAN, K. P.: *Rain-fed streams dilute inorganic nutrients but subsidise organic-matter-associated nutrients in coastal waters of the northeast Pacific Ocean*, Biogeosciences, 2021, 18, 3029–3052.
- POLAT, S. *Nutrients, chlorophyll a, and phytoplankton in the Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean)*. Marine Ecology 23,2002, 115- 126.
- PUJO-PAY, M.;RAIMBAULT, P. *Improvement of the wet-oxidation procedure for simultaneous determination of particulate organic nitrogen and phosphorus collected on filters*. Marine Ecology-Progress Series,105, 1994, 203-203.
- PURINA, I., LABUCIS, A., BARDA, I., JURGENSONE, I., & AIGARS, J. *Primary productivity in the Gulf of Riga (Baltic Sea) in relation to phytoplankton species and nutrient variability*. Oceanologia, 2018, 60, 4, 544-552
- RAMESH, R., ROBIN, R. S., & PURVAJA, R. *An inventory on the phosphorus flux of major Indian rivers*. Current Science, 2015, 108(7), 1294–1299.
- SANTORO, A. E., SAKAMOTO, C. M., SMITH, J. M. PLANT, J. N., GEHMAN, A. L., WORDEN, A. Z., JOHNSON, K. S., FRANCIS, C. A., AND CASCIOTTI, K. L.: *Measurements of nitrite production in and around the primary nitrite maximum in the central California current*. Biogeosciences. 10, 7395-7410, doi:10.5194/bg-10-5803-2013, 2013.
- SHI, J.; LENG,Q.; ZHU,J.; GAO,H.; GUO,X.; MAO,X. *Influences of Nutrient Sources on the Alternation of Nutrient Limitations and Phytoplankton Community in Jiaozhou Bay, Southern Yellow Sea of China*. Sustainability 2020, 12, 2224.
- SILVA, E., COUNILLON, F., BRAJARD, J., KOROSOV, A., PETTERSSON, LH., SAMUELSEN ,A., AND KEENLYSIDE, N . *Twenty-One Years of Phytoplankton Bloom Phenology in the Barents, Norwegian, and North Seas*. Front. Mar. Sci. 8:746327. doi: 10.3389/fmars.2021.746327
- SUZAL, A.; BİZSEL, N.; BİZSEL, K. C.;HUSREVOĞLU, Y. S. *Dissolved nutrient behaviour along the estuarine salinity gradient at the Gediz River Mouth (Aegean Sea, Turkey)*. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences,32, 2, 2008, 67-84.
- VALDERRAMA, J. C. *The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters*. Marine chemistry,10, 2, 1981, 109-122.
- TIVIG, M., KELLER, D. P., AND OSCHLIES, A.: *Riverine nitrogen supply to the global ocean and its limited impact on global marine primary production: a feedback study using an Earth system model*, Biogeosciences, 18, 5327–5350, <https://doi.org/10.5194/bg-18-5327-2021>, 2021.
- VILMIN, L.; MOGOLLÓN, J. M.; BEUSEN, A. H.;BOUWMAN, A. F. *Forms and subannual variability of nitrogen and phosphorus loading to global river networks over the 20th century*. Global and Planetary Change,163, 2018, 67-85.
- YANG,B.; KANG,Z.; LU,D.; DAN,S.;NING,Z;LAN,W.;ZHONG,Q. *Spatial Variations in the Abundance and Chemical Speciation of Phosphorus across the River–Sea Interface in the Northern Beibu Gulf*. Qinzhou University, Guangxi University, Water 2018, 10(8), 1103; <https://doi.org/10.3390/w10081103>.
- YOSHIMURA, T.; OGAWA, H.; IMAI, K.; ARAMAKI, T.; NOJIRI, Y.; NISHIOKA, J.;TSUDA, A. *Dynamics and elemental stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in particulate and dissolved organic pools during a phytoplankton bloom induced by in*

situ iron enrichment in the western subarctic Pacific (SEEDS-II). Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 56, 26, 2009, 2863-2874

YUAN, H.; SONG, J.; XING, J.; LI, X.; LI, N.; DUAN, L.; QU, B.; WANG, Q. *Spatial and seasonal variations, partitioning and fluxes of dissolved and particulate nutrients in Jiaozhou Bay*. Continental Shelf Research, 171, 2018, 140-149.

ZHANG, G.; LIANG, S.; SHI, X.; HAN, X. *Dissolved organic nitrogen bioavailability indicated by amino acids during a diatom to dinoflagellate bloom succession in the Changjiang River estuary and its adjacent shelf*. Marine Chemistry, 176, 2015, 83-95.