

سلوك المغذيات المنحلة في الماء على طول تدرج الملوحة لمصب نهر الكبير الشمالي (البحر الأبيض المتوسط - سوريا)

د. حازم كراوي*
د. فيروز درويش**
د. حسام الدين لايقة***
سمر جولاق****

(تاريخ الإيداع 14 / 8 / 2018. قُبِلَ للنشر في 31 / 10 / 2018)

□ ملخص □

تركزت الدراسة على تحديد أهم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه منطقة مصب نهر الكبير الشمالي عبر تحديد تركيز الشوارد المغذية (النترات والنترت والأمونيوم والفوسفات والسيليكات) والعوامل المؤثرة عليها من حرارة وملوحة، إضافة إلى تحديد الكلوروفيل a في عينات مائية نصف فصلية جمعت من عدة مواقع من منطقة مصب نهر الكبير الشمالي خلال الفترة الممتدة بين آذار 2017 وكانون الثاني 2018. رُصدت أعلى التراكيز للشوارد المغذية على مدار العام في نقطة المصب K_0 ، تناقص تركيزها مع الابتعاد عن نقطة المصب متوافقاً مع تدرج الملوحة خلال جميع الطلعات البحرية. شكّلت نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات ثم تتوزع إلى باقي المحطات. أبدت تراكيز الشوارد المغذية تدرجاً واضحاً خلال أشهر الشتاء امتد إلى أكثر من 1000 متر عن نقطة المصب، بينما امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية، حيث انحصرت منطقة التدرج ضمن الـ 50 متر الأولى فقط في بعض الأشهر.

الكلمات المفتاحية: المغذيات في مياه البحر، الخواص الهيدروكيميائية لمياه البحر، سلوك المغذيات عند مصبات الأنهار (نهر الكبير الشمالي)

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

Dissolved Nutrients Behavior Along The Salinity Gradient At The AL-Kabir Alshemali River Mouth (Mediterranean - Syria)

Dr. Hazem Krawi *
Dr. Firuz Darwich **
Dr. Hussam Eddin Laika ***
Samar Joulak ****

(Received 14 / 8 / 2018. Accepted 31 / 10 / 2018)

□ ABSTRACT □

The study, has Focused on determination of the most important hydrochemical characteristics of water at AL-kabir alshemali estuary area by determination the concentration of nutrient ions (nitrate, nitrite, ammonia, phosphates and silicates) and the factors affecting them. Water samples were collected from several stations of that area between March 2017 and January 2018.

The highest concentrations of nutrient throughout the year were reported at river estuary point (K_0), a depression in their concentrations was observed in the station distanced away from the river estuary point, compatible with salinity gradient. River estuary point (K_0) formed the main source of nutrients that are distributed to other stations.

Nutrient concentrations showed clear gradual depression in winter down to more than 1,000 meters from the estuary point, while the gradient in summer has less extension, It was within the first 50 meters in some monthes.

Keywords: Nutrients in seawater; Hydrochemical characteristics of water; Nutrients behavior at river mouth

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

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

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

**** Ph.D student - Marine Chemistry Department - High Institute of Marine Research – Tishreen University- Lattakia- Syria

مقدمة:

تعتبر مصبات الأنهار نظم بيئية انتقالية بين اليابسة والمياه، ميزتها الأساسية هي التدرج الملحي، حيث تمثل نموذج مكاني للمياه الممزوجة من مصدرين مختلفين بشكل كبير هما المياه البحرية والمياه العذبة. يعتبر التدرج الملحي السبب الرئيس لكون منطقة المصب ليست مجرد منطقة انتقالية بين منطقتين حيويتين منفصلتين، بل هي نظام بيئي قائم بحد ذاته، حيث يلعب التدرج الملحي في المصبات دوراً أساسياً في تنظيم الخصائص الفيزيائية والتنوع الحيوي والعمليات الحيوية والبيولوجية والكيميائية (Cloern *et al.*, 2017). تقوم مصبات الأنهار بتخزين كميات كبيرة من المواد العضوية مما يجعلها تلعب دوراً هاماً في الدورات البيوكيميائية للعناصر المغذية، وذلك لاستقبالها مدخلات كبيرة من الكربون والمواد المغذية من البر مما يحفز النشاط البيولوجي (Ogrinc *et al.*, 2005).

يعتمد الإنتاج الأولي في المصبات على وجود الضوء والحرارة والمغذيات ويتأثر بالعكارة والاضطرابات الحاصلة على سطح المياه. تقود عمليات التركيب الضوئي في المناطق المضاءة إلى إزالة فعالة للمغذيات، بينما يقود تجديد أو إعادة تمعدن المغذيات (reminerlization) بواسطة البكتيريا تحت منطقة التدرج الملحي إلى إغناء المياه بالمغذيات (Zhang, 1996)، حيث تتعرض المغذيات المنقلة على طول تدرج الملوحة للمصبات للعديد من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية كالامتصاص - الالتقاط (desorption - sorption) والترسيب - الانحلال (dissolution - precipitation) إضافة إلى الاستهلاك الحيوي (biological uptake) وإعادة التمعدن (reminerlization). تمد هذه العمليات المياه الساحلية بالمغذيات التي هي جزء من الدورة العامة التي تنظم في النهاية مستوى الإنتاجية الأولية في مياه البحر (Kaul and Froelich, 1984) ولكنها قد تسبب أيضاً الإثراء الغذائي كما هو الحال في بعض مناطق شمال شرق الأطلسي (Ménèsguen *et al.*, 2018)، إضافة إلى حدوث ظاهرة نمو الطحالب الكبيرة الخضراء والتي تؤدي إلى تأثيرات بيئية واقتصادية سلبية كبيرة (Hu *et al.*, 2014; Perrot *et al.*, 2014; Jiang *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2014a; Li *et al.*, 2017).

أثبتت الدراسات الحديثة زيادة حمولة الأنهار من المغذيات في كافة الأنهار العالمية (Ounissi *et al.*, 2018)، وعلى الرغم من أن حمولات الأنهار من المغذيات إلى المتوسط ازدادت حوالي خمس مرات باستثناء السيليكات المنحلة التي أدى بناء السدود إلى ازدياد معدلات احتجازها (Ludwing *et al.* 2009)، يعادل مستوى المغذيات في أنهار أوروبا الغربية خلال العقد الأخير أربع أضعاف مستوى المغذيات في الأنهار التي تصب في البحر المتوسط (UNEP, 2002)، كما إن كمية المغذيات الواصلة إلى البحر المتوسط أخفض بكثير من الكمية الخارجة منه عبر مضيق جبل طارق مما يجعله واحد من أكثر بحار العالم فقراً بالمغذيات (Rodellas *et al.*, 2015). يعد الجزء الشرقي للمتوسط أفقر بالكتلة الحيوية من الجزء الغربي باستثناء البحر الأدرياتيكي الذي يقارب غناه بالمغذيات غنى المتوسط الغربي (Benovic, 1979) بسبب حمولة مياه الصرف الصحي من المغذيات إضافةً لوصول المغذيات إليه عبر الأنهار الشمالية.

أهمية البحث وأهدافه:

جرت العديد من الدراسات التي قامت بقياس تركيز المغذيات على الساحل السوري من أجل معرفة تأثيرها على توزيع العوالق النباتية والحيوانية ولم تتطرق معظم هذه الدراسات بشكل فعلي إلى دراسة النظام الهيدروكيميائي لمياه منطقة مصبات الأنهار. تعود أهمية هذا البحث كونه يسلط الضوء على توزيع المغذيات على طول التدرج الملحي لمنطقة

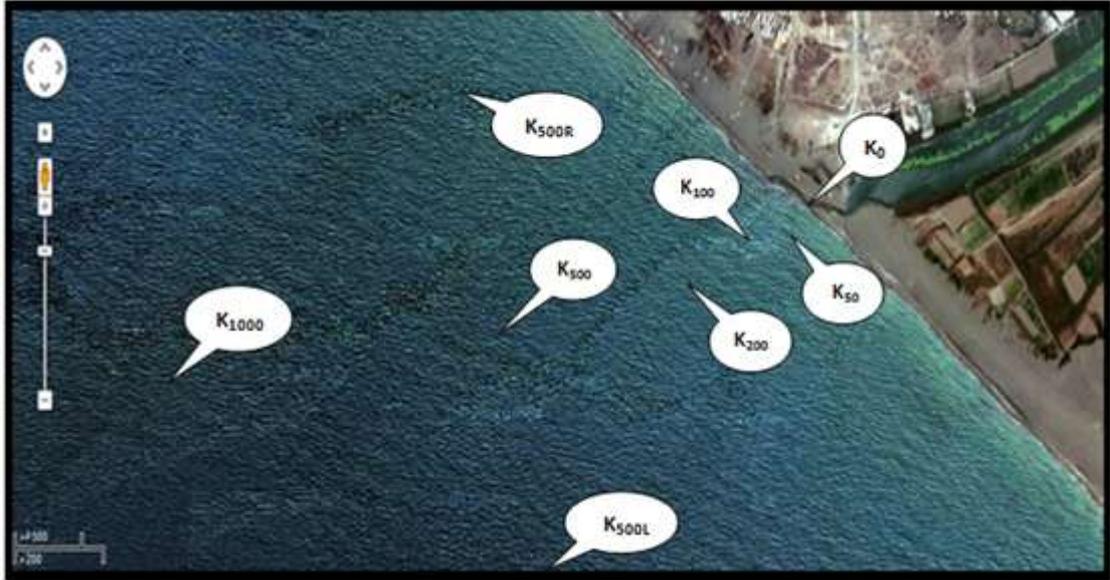
مصب نهر الكبير الشمالي الذي يعد من أهم الموارد المائية في حوض الساحل، حيث يحتضن النهر على ضفتيه العديد من المنشآت والتجمعات السكانية، ويتميز حوض النهر بكثافة الغطاء النباتي وخصوبة الأراضي الزراعية مما يجعله مصدراً للمواد المغذية التي تصل إلى البحر عبر مصب النهر.

يهدف هذا البحث إلى دراسة النظام الهيدروكيميائي لمصب نهر الكبير الشمالي عبر تحديد التغيرات النصف فصلية لتركيز المغذيات (النترات والنترت والأمونيوم والفوسفات والسيلايكات) ومدى تأثير ملوحة المياه ودرجة حرارتها على توزع هذه الشوارد، إضافةً لتقدير الإنتاجية الأولية عبر تحديد تركيز الكلوروفيل a. نفذ هذا البحث في مخبر المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين.

طرائق البحث و مواده:

1. مواقع الأعتيان:

تم جمع عينات نصف فصلية من عدة مواقع (الشكل 1) انطلاقاً من نقطة المصب وعلى بعد 50 ، 100 ، 200 ، 500 ، 1000 متر باتجاه المياه البحرية وعلى امتداد نقطة المصب، إضافة إلى ذلك جمعت عينات من موقعين أحدهما يبعد 500 متر عن الشاطئ و 500 متر يمين خط امتداد مصب النهر والآخر يبعد أيضاً 500 متر عن الشاطئ و 500 متر يسار خط امتداد مصب النهر.



الشكل (1): منطقة مصب نهر الكبير الشمالي بالإضافة إلى أماكن الاعتيان خلال فترة الدراسة

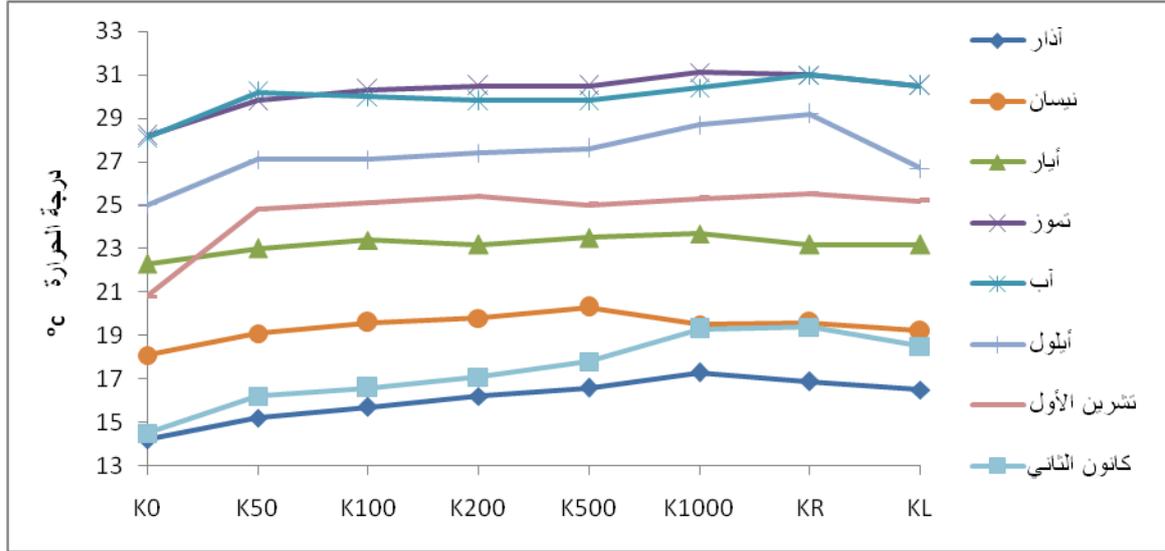
2. الطرائق التحليلية المستخدمة:

تم اعتماد طريقة كورولف (Grasshoff *et al.*, 1999) لتحديد تركيز شوارد الأمونيوم في مياه البحر، 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. تقوم الطريقة القياسية لتحديد شوارد النترت المنحلة في مياه البحر وفق روبنسن وبنشنايدر، على تفاعل النترت مع سلفونيل أميد هيدروكلورايد فيتشكل الديازونيوم، الذي يرتبط مع [ن - (1- نفتيل) - إيتلين ثنائي أمين ثنائي هيدروكلورايد]، حيث

يقود هذا التفاعل إلى تشكل صباغ الأزو الذي يمتص الضوء عند طول موجة 540 nm (Grasshoff *et al.*, 1999). حدد تركيز شوارد النترات بإتباع الطريقة نفسها بعد إرجاع شوارد النترات إلى النتريت باستخدام عمود من الكاديوم المكسو بالنحاس (Grasshoff *et al.*, 1999). تم اعتماد طريقة ريلي ومورفي (Grasshoff *et al.*, 1999) لتحديد تركيز شوارد الفوسفور اللاعضوية التي تقوم على تفاعل موليبيدات الأمونيوم مع شوارد الفوسفات بوجود الأنتومان الثلاثي كوسيط للحصول على حمض الفوسفوموليبيدات، يرجع المعقد الناتج بواسطة حمض الأسكوربيك لإعطاء أزرق الفوسفوموليبيد الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 885 nm. لتحديد تركيز شوارد السيليكات المنحلة في المياه تم اعتماد طريقة كورولف والتي تقوم على تشكيل حمض السيليكوموليبيدات عندما تعالج العينات المحمضة مع محلول الموليبيدات والذي يرجع إلى معقد السيليكوموليبيدات الأزرق بواسطة حمض الأسكوربيك وبوجود حمض الأوكزاليك. يمتص هذا المعقد الضوء عند طول الموجة 810 nm (Grasshoff *et al.*, 1999). لتحديد تراكيز الأصبغة الكلوروفيلية في الماء تم استخدام طريقة جفري وهمفري حيث رُشحت العينات على فلتر سيللوزية، ثم سُحقت بواسطة خلاط عمودي. استُخلص الكلوروفيل *a* من العينات في الظلام بواسطة الأسيتون 90%، بعد ذلك تم قياس امتصاصية العينات بواسطة جهاز سيكتروفوتوميتر وحُدَّ تركيز الكلوروفيل *a* باستخدام المعادلات الحسابية (Jeffrey and Humphrey, 1975). تم تحديد ملوحة المياه ودرجة حرارتها باستخدام جهاز قياس حقلي ماركة (WTW- Multi 340 i). أُجريت كافة قياسات الامتصاصية المطلوبة باستخدام جهاز تحليل طيفي ضوئي (سيكتروفوتوميتر) ماركة (Models 4211/20) ZUZI.

النتائج والمناقشة:

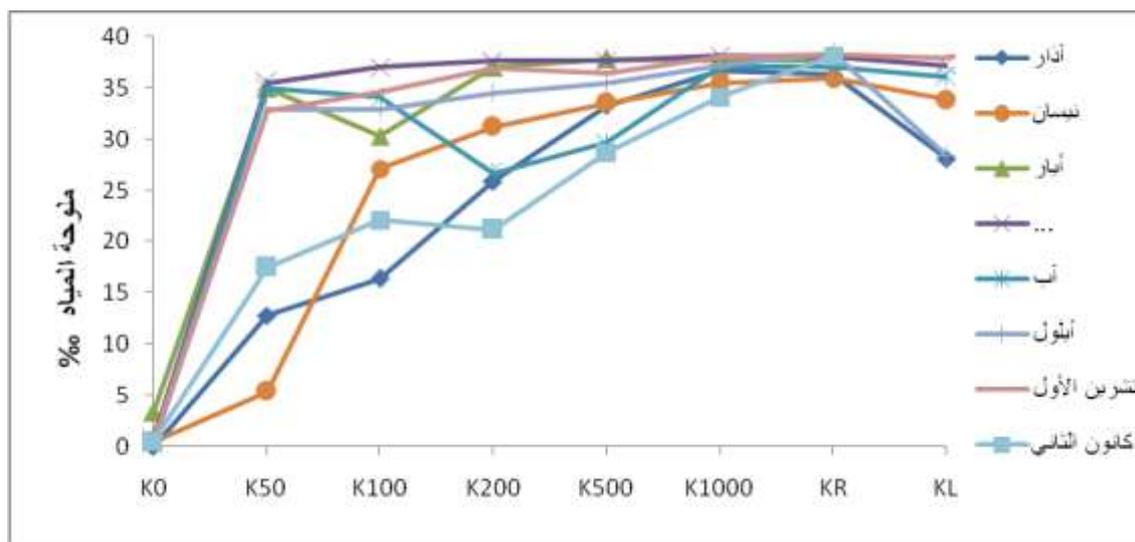
تراوحت درجات الحرارة في منطقة مصب النهر الكبير الشمالي خلال فترة البحث بين 31.1 °C و 14.2 °C، سجلت أخفض قيمة في المحطة K₀ خلال شهر آذار 2017 وأعلى قيمة في المحطة K₁₀₀₀ خلال شهر تموز 2017 (الشكل 2). سجلت أخفض درجات الحرارة على مدار العام في المحطة K₀ وازدادت القيم المسجلة تدريجياً مع الابتعاد عن هذه المحطة وذلك تبعاً لمعدل الخلط بين مياه النهر ومياه البحر في كل محطة، لتصل إلى قيمها العليا في المياه البحرية حيث من المعروف أن درجة الحرارة تنخفض في المياه العذبة عنها في المياه المالحة وهذا يتطابق مع دراسات سابقة (محمد وآخرون 2009؛ جولاق وآخرون 2013). رُصدت درجات حرارة مرتفعة صيفاً ومنخفضة شتاءً في كافة المحطات متبعةً الدورة المناخية الفصلية المعروفة في هذه المنطقة.



الشكل (2): تغيرات درجة حرارة المياه ($^{\circ}\text{C}$) في محطات مصب نهر الكبير الشمالي خلال فترة الدراسة

تراوحت نسبة الملوحة في مياه منطقة مصب النهر الكبير الشمالي خلال فترة البحث بين 0 و 38.4 % أي بين ملوحة المياه العذبة وملوحة المياه البحرية، حيث سجلت أخفض قيمة على مدار فترة الدراسة في المحطة K₀ ولُحظ تدرج وتزايد هذه القيم مع الابتعاد عن نقطة المصب لتبلغ قيمتها العظمى في المياه البحرية (الشكل 3). أظهرت نسبة الملوحة تدرجاً واضحاً خلال أشهر آذار وكانون الثاني التي تمتاز بزيادة غزارة مياه النهر بما يتوافق مع دراسة سوزال (Süzal et al., 2008) على نهر غيديز (Gediz) على السواحل التركية. امتد تدرج الملوحة في هذه الأشهر إلى ما بعد 500 متر من نقطة المصب، بينما لم يظهر تدرج كبير في الملوحة صيفاً نظراً لانخفاض غزارة النهر، حيث لم تتجاوز مسافة تدرج الملوحة 50 متراً في شهر تموز ويتوافق ذلك مع استنتاجات سابقة (نور الدين، 2001) عن تأثير المياه العذبة لنهر الكبير الشمالي على الشواطئ المجاورة.

تتناقص عادةً نسبة الملوحة خلال فصل الشتاء بسبب ارتفاع غزارة مياه النهر مما يزيد تمدد مياه البحر بالمياه النهرية، في حين تتناقص كمية المياه النهرية الواردة إلى منطقة المصب خلال فصل الصيف، كما يؤدي ارتفاع معدل التبخر في فصل الصيف نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، إلى ارتفاع نسبة الملوحة في منطقة المصب ويتوافق ذلك مع دراسات عدة أجريت على أنهار أخرى (Moreira et al., 1993; Lopes et al., 2007).



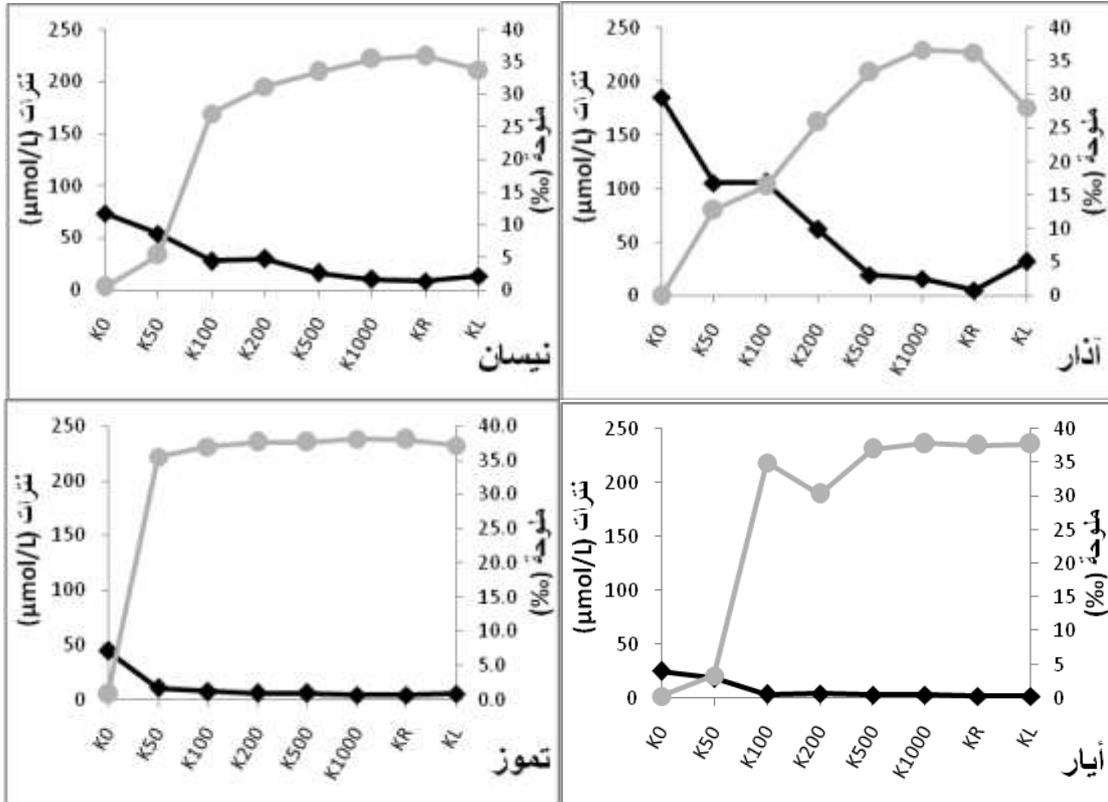
الشكل (3): تغيرات درجة الملوحة (‰) في مياه محطات مصب نهر الكبير الشمالي خلال فترة الدراسة

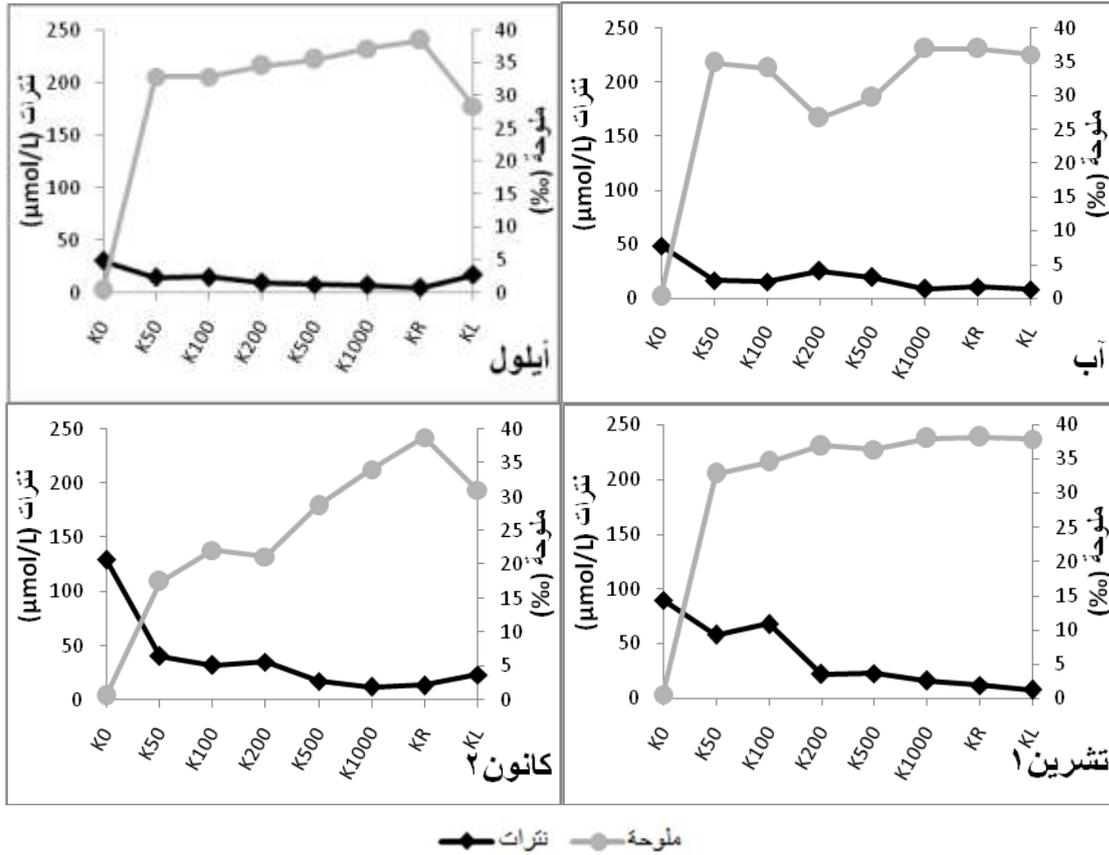
تراوح تركيز شوارد النتراة في منطقة مصب نهر الكبير الشمالي خلال فترة البحث بين 1.805 و 185.364 $\mu\text{mol/L}$. رصدت أعلى قيمة في المحطة K_0 خلال شهر آذار 2017 وأخفض قيمة في المحطة K_R في شهر أيار 2017 (الشكل 4)، بينما تراوحت تراكيز الفوسفات بين 18.87 $\mu\text{mol/L}$ إلى ما دون عتبة الكشف، حيث سجلت أعلى قيمة في المحطة K_0 خلال شهر تشرين الأول 2017 وانخفضت قيمتها في بعض الأشهر بحيث استنزفت بشكل كامل في محطات متعددة (الشكل 5). تراوحت تراكيز السيليكات في منطقة مصب نهر الكبير الشمالي خلال فترة البحث بين 302.994 $\mu\text{mol/L}$ إلى ما دون عتبة الكشف، رصدت أعلى قيمة في المحطة K_0 خلال شهر آب 2017 وأخفضها في المحطات K_L و K_R و K_{1000} خلال شهر أيار 2017 (الشكل 6). تراوحت تراكيز الأمونيوم بين 184.556 و 0.604 $\mu\text{mol/L}$ ، حيث سجلت أعلى قيمة في المحطة K_0 خلال شهر تشرين الأول 2017 وأخفض قيمة في المحطة K_R في شهر كانون الثاني 2018 (الشكل 7)، في حين تراوحت تراكيز النتريت بين 9.575 $\mu\text{mol/L}$ إلى ما دون عتبة الكشف، حيث سجلت أعلى قيمة في المحطة K_0 خلال شهر كانون الثاني 2018 وانخفضت قيمتها في شهر أيلول بحيث استنزفت بشكل كامل في محطات متعددة خلال هذا الشهر (الشكل 8).

سُجلت أعلى التراكيز للشوارد المغذية المدروسة في معظم أشهر الدراسة في نقطة المصب K_0 متوافقة مع العديد من الدراسات المحلية والعالمية التي أجريت على مصبات الأنهار (جولاق، 2013؛ محمد و آخرون، 2009؛ Süzal et al., 2008). تتناقص تركيز هذه الشوارد مع الابتعاد عن نقطة المصب خلال جميع الطلعات البحرية، حيث تشكل نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات التي يتم توزيعها إلى باقي المحطات (جولاق، 2013؛ محمد و آخرون 2009؛ Süzal et al., 2008)، بالتالي يتناقص تركيز المغذيات تبعاً لمعدل الخلط الحاصل لمياه النهر مع مياه البحر في كل المحطات المدروسة ويتطابق ذلك مع دراسة بين (Yin et al., 2000) على مصب نهر بيرل (Pearl) جنوب الصين. تظهر الأشكال (6، 7، 8، 9، 10) تدرجاً واضحاً في تراكيز الشوارد المغذية خلال أشهر آذار وكانون الثاني متوافقاً مع تدرج الملوحة، حيث تمتاز هذه الأشهر بغزارة النهر إذ امتد تدرج الملوحة وما رافقه من تدرج في تركيز الشوارد المغذية إلى أكثر من 1000 متر عن نقطة المصب. امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية بسبب انخفاض غزارة مياه النهر، حيث انحصرت منطقة التدرج خلال شهر تموز ضمن الـ 50 متر

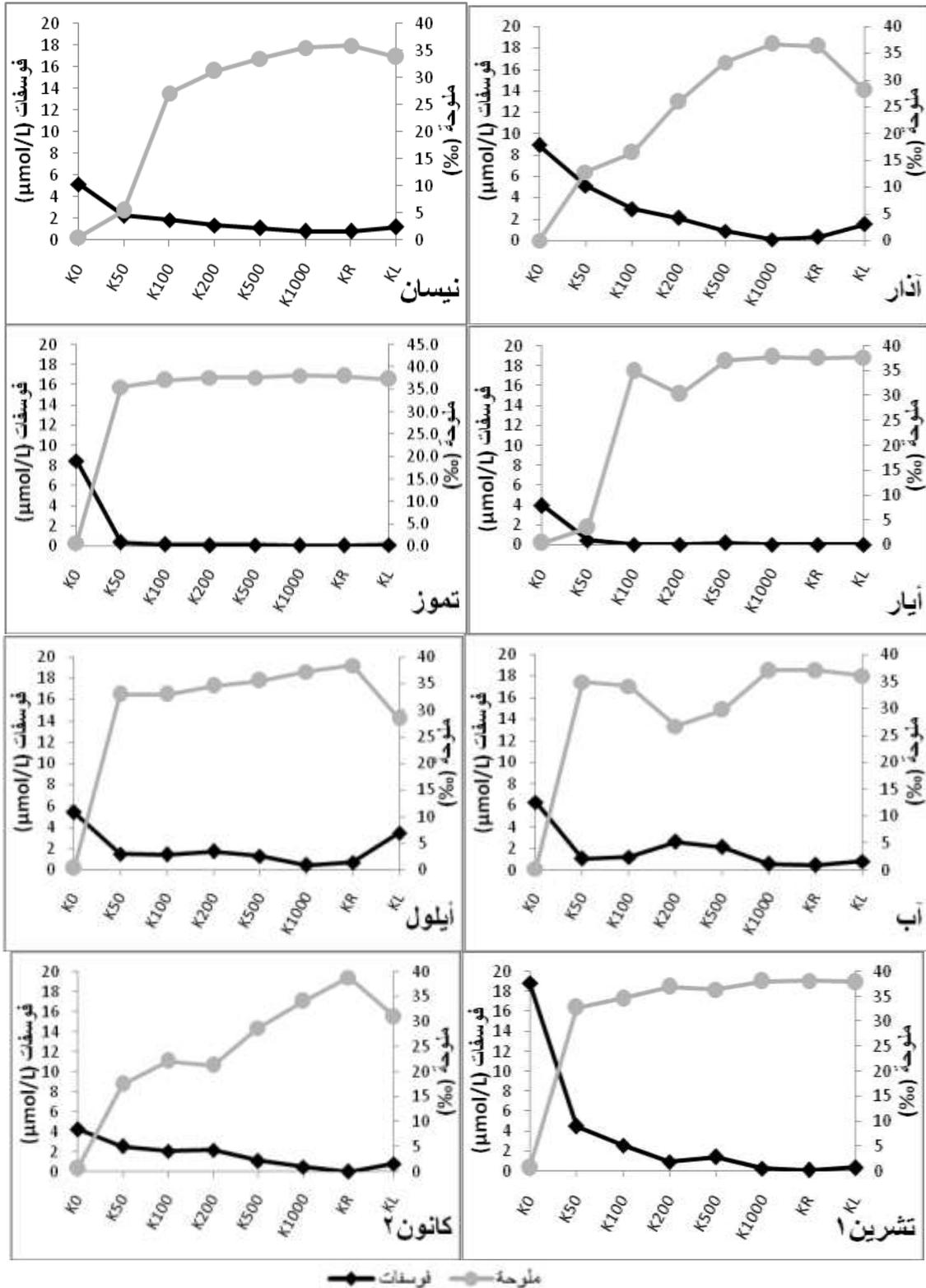
الأولى ثم استقرت نسبياً في المحطات التالية بسبب الانخفاض الملموس بنسبة التمديد بالمياه النهرية وبالتالي أظهرت الشوارد المغذية علاقة عكسية واضحة مع درجة ملوحة المياه مما يتوافق مع العديد من الأبحاث التي نفذت على أنهار مختلفة محلية وعالمية ; محمد وآخرون (2009; Süzal et al., 2008; Lopes et al., 2007; Uncles et al., 2003) (جولاق، 2013)

سجلت تراكيز الشوارد المغذية في معظم الطلعات فارقاً كبيراً بين المحطتين K_0 و K_{50} على مدار العام، حيث تمتاز منطقة مصب النهر الكبير الشمالي بانفتاحها المباشر على المياه البحرية والذي يؤمن خلط جيد للمياه النهرية بالمياه البحرية (الشكل 1). لعبت شدة تدفق النهر الدور الرئيس في المدى الذي يمكن لمياه النهر أن تصل إليه ضمن المياه البحرية، حيث بدت تراكيز بقية المحطات متقاربة بشكل كبير خلال الصيف يعود ذلك إلى انخفاض غزارة النهر في تلك الفترة من العام. أما في أشهر الشتاء التي امتازت بغزارة تدفق النهر فقد لوحظ امتداد تدرج تراكيز الشوارد المغذية إلى أكثر من 1000 متر من نقطة المصب وصولاً إلى المياه البحرية.

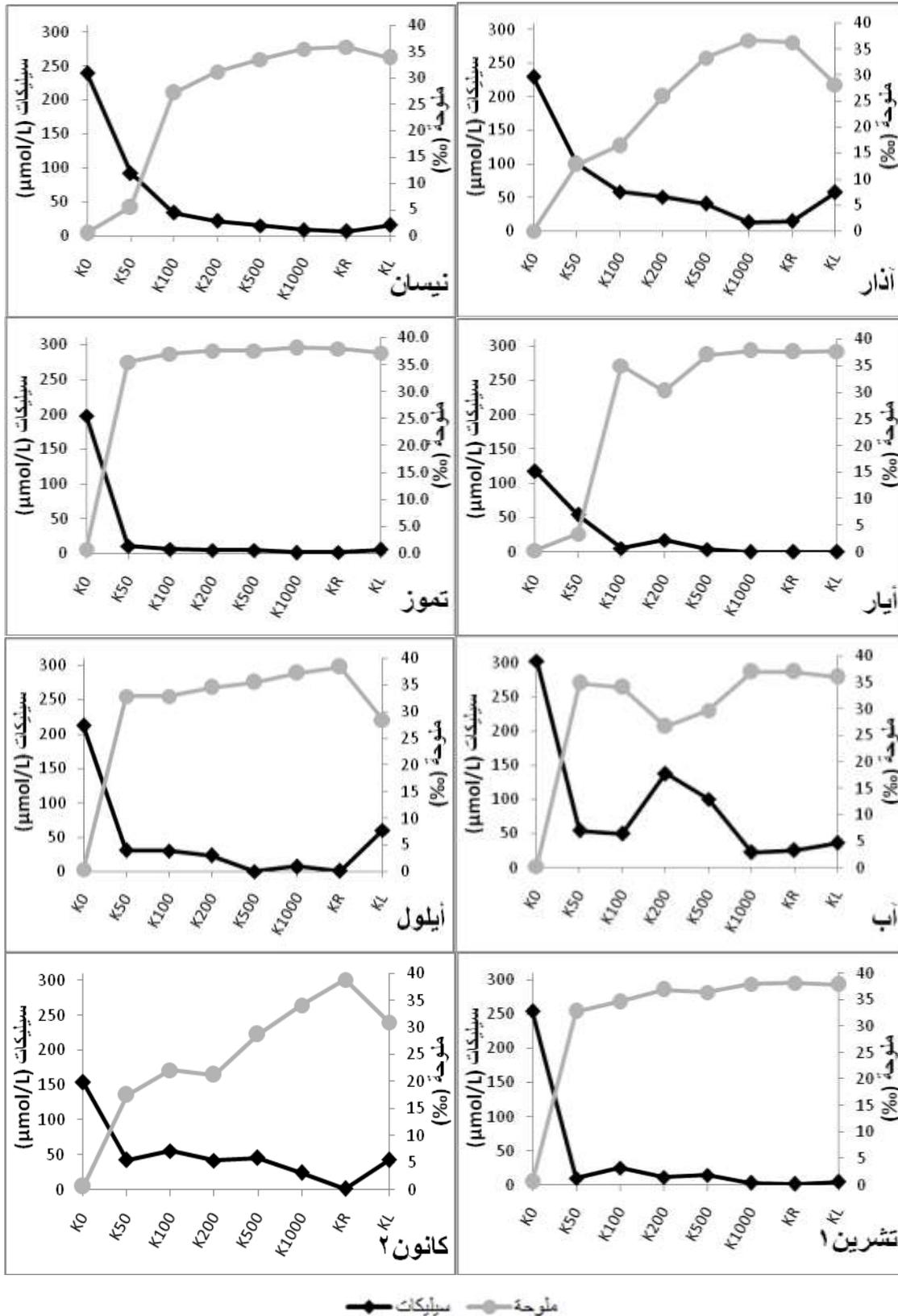




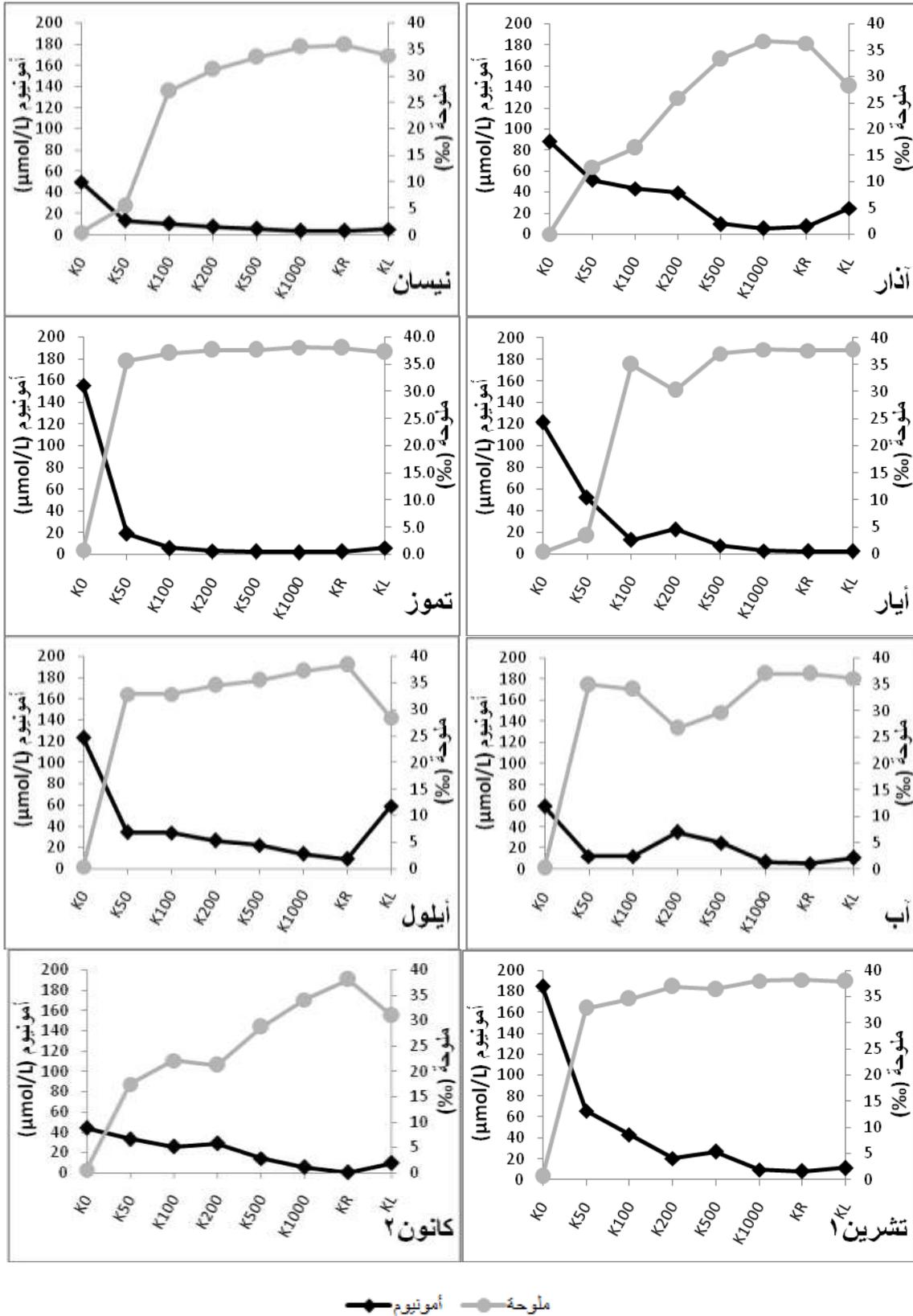
الشكل (4): تغيرات تركيز شوارد النتترات ($\mu\text{mol/L}$) ونسبة ملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب النهر الكبير الشمالي



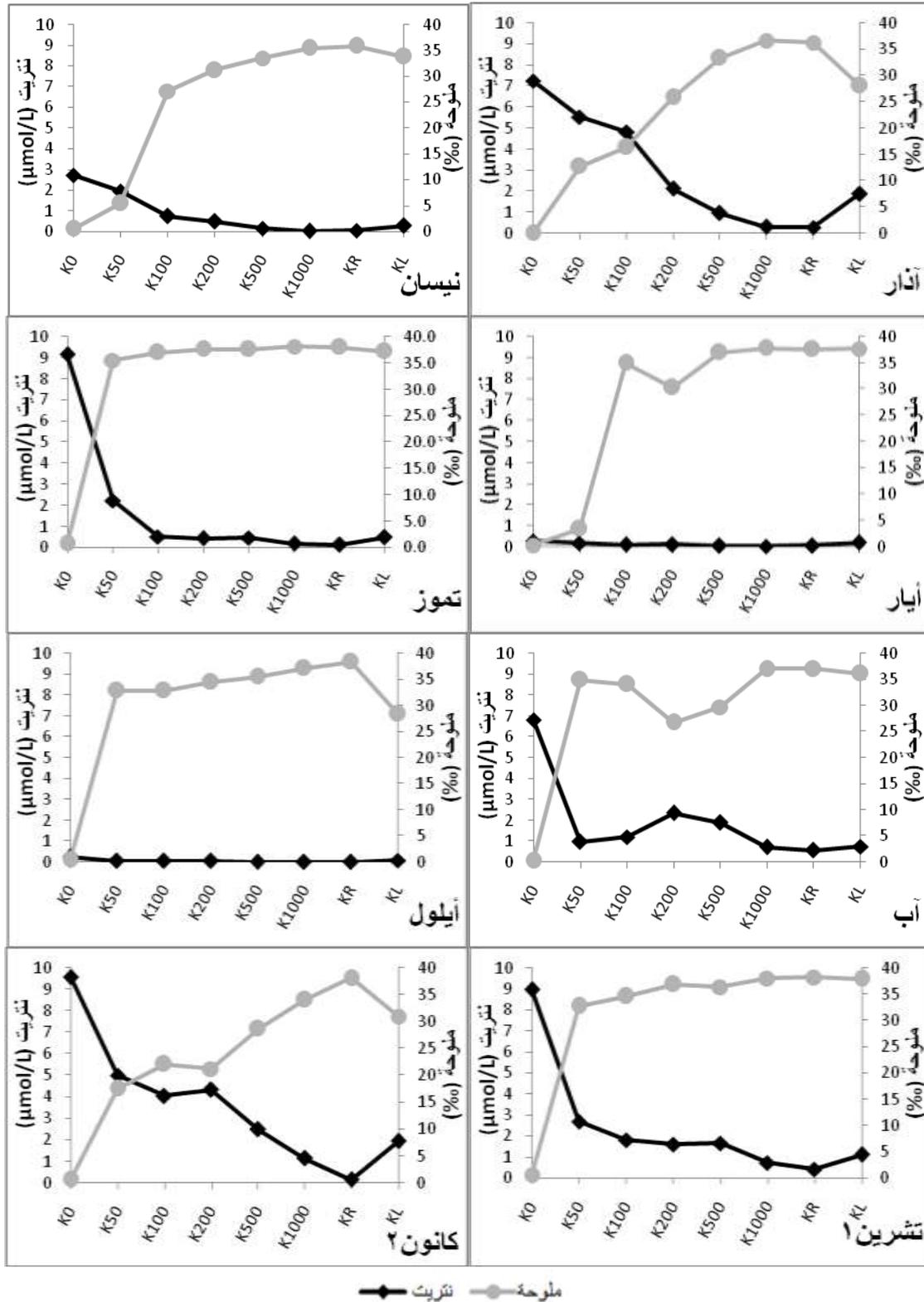
الشكل (5): تغيرات تركيز شوارد الفوسفات (µmol/L) ونسبة ملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب النهر الكبير الشمالي



الشكل (6): تغيرات تركيز شوارد السيليكات (µmol/L) ونسبة ملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب النهر الكبير الشمالي



الشكل (7): تغيرات تركيز شوارد الأمونيوم (µmol/L) ونسبة ملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب النهر الكبير الشمالي

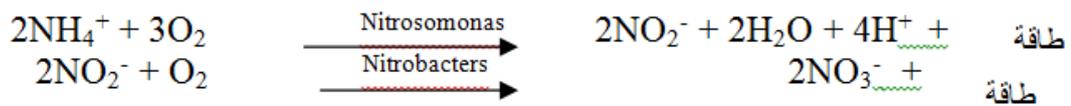


الشكل (8): تغيرات تركيز شوارد النتريت ($\mu\text{mol/L}$) ونسبة ملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب النهر الكبير الشمالي

سجلت المحطة الواقعة على يسار خط امتداد مجرى النهر K_L ارتفاعاً في تركيز الشوارد المغذية خلال معظم أشهر الاعتيان مقارنة مع تركيزها في المحطة اليمينية K_R . يعود هذا الاختلاف إلى حركة الرياح والتيارات البحرية التي قد

تسبب جرف المياه المختلطة (مياه بحرية ونهرية) باتجاه اليسار وهذا ما أكدته قيم الملوحة، حيث ظهرت الملوحة منخفضة في المحطة اليسارية في معظم الأشهر.

نلاحظ من الأشكال السابقة (8 , 7 , 6 , 5 , 4) أن تراكيز الشوارد المغذية كانت مرتفعة شتاءً بسبب انخفاض معدل الاستهلاك البيولوجي من جهة (Balls, 1994) وإلى زيادة تدفق النهر نتيجة الهطولات المطرية التي تحدث في مثل هذه الفترة من العام من جهة أخرى (Lopes et al., 2007) والتي تؤدي إلى جرف المواد المغذية من الأراضي الزراعية الواقعة على جانبي مجرى النهر الغنية بالعناصر المغذية والأسمدة الزراعية الفوسفاتية والأزوتية كنترات البوتاسيوم وفوسفات الأمونيوم إضافةً للمخلفات الزراعية. كما أن مياه الأمطار بحد ذاتها غنية عادةً بالأزوت أكثر من الفوسفور والسيليكا (Yin et al., 2000). انخفض تركيز النترات والفوسفات في شهري أيار وأيلول بما يتوافق مع الذروة الربيعية والخريفية للعوالق النباتية المستهلكة للشوارد المغذية في البحر المتوسط والمناطق المعتدلة عموماً (جولاق، 2013، Bougis, 1974)، ثم عادت لترتفع من جديد خلال أشهر الصيف على الرغم من انخفاض مستوى تدفق النهر في هذه الأشهر، يمكن أن يعزى ذلك لعمليات إعادة تمعدن المواد العضوية. لم تظهر دراسة سوزال (Süzal et al., 2008) التي جرت على نهر غيديز (Gediz) على بحر إيجه تزايد تركيز الفوسفات مع ارتفاع غزارة النهر وعزى ذلك إلى أن إعادة تعليق الرسوبيات (re-suspending) من القاع الضحل قد يكون هو المصدر الفعلي للفوسفات. رصد أيضاً انخفاض تركيز شوارد السيليكا في شهري أيار وأيلول بسبب الاستهلاك المباشر للسيليكا من قبل العوالق النباتية البانية للدرع السيلييسي أثناء نموها، حيث توافق ذلك مع دراسة سوزال (Süzal et al., 2008) الذي فسّر الانخفاض الحاصل في تركيز السيليكا خلال نيسان 2005 عند مصب نهر غيديز (Gediz) بحدوث ازهار المشطورات أحادية النوى من نوع *Melosira sp* وكان هذا الإزهار أكثر ارتفاعاً في مصب النهر. رصد ارتفاع ملحوظ في تركيز السيليكا في الصيف، حيث سجلت أعلى قيمة لها في شهر آب في المحطة K₀ ربما يعود ذلك إلى انحلال الهياكل السيلييسية المترافقة مع إعادة تمعدن المادة العضوية الجزيئية. نلاحظ أن تراكيز الأمونيوم في شهري تموز وتشيرين الأول كانت مرتفعة نسبياً عند نقطة المصب K₀ إذ بلغت 155.513 µmol/L في تموز وبلغت في تشيرين الأول أعلى قيمة لها على مدار العام إذ سجلت 184.556 µmol/L، قد يعود مصدرها لإفرازات الكائنات الحية ولنواتج إعادة تمعدن المادة العضوية بالإضافة إلى الكميات التي تأتي مع مياه النهر حيث تزداد نسبة مياه الصرف الصحي في المياه النهرية صيفاً. يعود انخفاض تركيز الأمونيوم في شهر آب (الشكل 7) إلى أكسدته بفعل البكتيريا إلى النترت، حيث ظهر واضحاً ارتفاع تركيز النترت في شهر آب (الشكل 8)، ليعود النترت وينخفض في شهر أيلول وقد يكون ذلك نتيجة أكسدته إلى النترات إضافة إلى إمكانية استهلاكه من قبل العوالق النباتية خلال عملية الإزهار الحاصلة في هذا الشهر، حيث يعتبر النترت مرحلة انتقالية بين الأمونيوم والنترات. تؤكد البكتريا المنترّة الأمونيوم في وسط غني بالأوكسجين إلى النترت ثم إلى نترات عبر عمليتي أكسدة الأمونيوم وأكسدة النترت وتسمى هذه العملية بالنترتة:

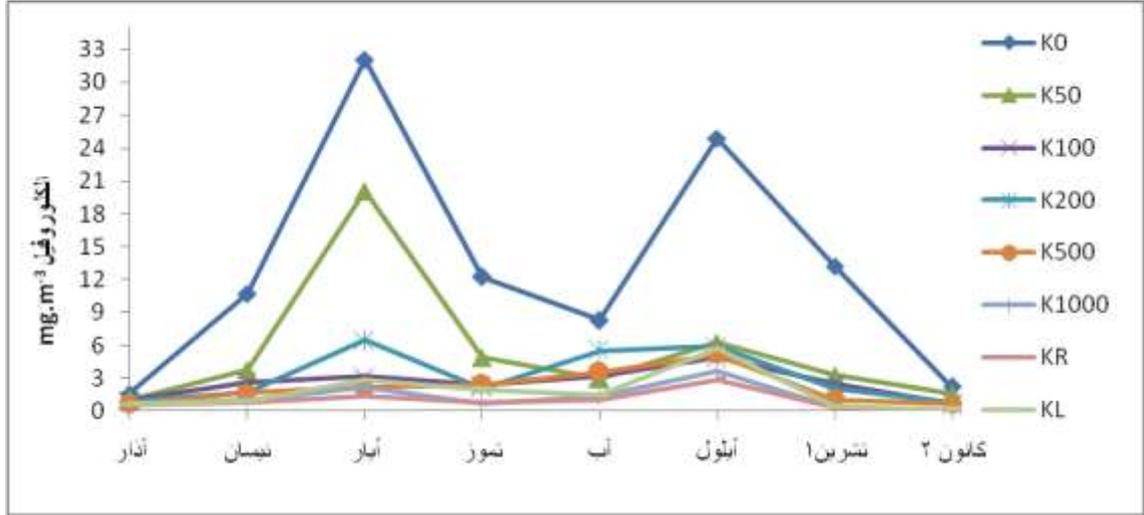


تراوح تركيز الكلوروفيل a بين ($0.068 - 32.066 \text{ mg.m}^{-3}$) (الشكل 9). حيث تم تسجيل القيمة العظمى في شهر أيار متوافقة مع الذروة الربيعية، كما لوحظ أيضاً انخفاض كبير في تركيزه شتاءً بسبب انخفاض كل من درجة الحرارة والشدة الضوئية وعدم توفر الاستقرار الديناميكي الضروري لنمو العوالق النباتية. تميزت المحطة K_0 بتسجيل القيم العليا من الكلوروفيل a ثم بدأت التراكيز بالانخفاض لتسجل بقية المحطات تراكيز منخفضة تدريجياً في معظم أشهر العام. بالعكس من ذلك وجدت دراسة (Ragueneau *et al.*, 2002) على مصب نهر الدانوب أن إنتاج العوالق النباتية عند الملوحة الأقل من 5 ‰ كان محدوداً بسبب ما يحمله نهر الدانوب من مواد معلقة تقلل من الشدة الضوئية. أظهرت التغيرات الزمانية للكلوروفيل a خلال فترة الدراسة ذروتين موسميتين، الأولى ربيعاً في شهر أيار وهي الأكثر أهمية والثانية خريفية أقل أهمية في نهاية شهر أيلول بما يتوافق مع الدورة النظامية المعروفة للمناطق الشاطئية للمتوسط والمناطق المعتدلة والتي أكدتها العديد من الدراسات (عمران، 1995؛ درويش، 1999؛ حمود، 2002؛ جولاق، 2013؛ سلمان وآخرون 2017) على الساحل السوري و (Lakkis, 1994) في المياه اللبنانية و (Zaghloul, 1992) في المياه المصرية.

يفسر حدوث الذروة الربيعية للعوالق النباتية في شهر أيار بارتفاع تركيز الأملاح المغذية بعامة خلال فصل الشتاء الذي يعود إلى الهطولات المطرية التي حدثت في هذه الفترة والتي أدت إلى غسل التربة الغنية بالأسمدة والمخلفات الزراعية، أما بالنسبة إلى القفزة الخريفية فيمكن تفسيرها نتيجة لتحلل الكائنات الحية وتخمرها وتفسخها، إضافة لتوفر الشروط الأخرى الملائمة من حرارة وضوء، حيث تعد ظاهرة الإزهار نتيجة لمجموعة من الشروط، حيث لا يمكن استهلاك المغذيات في درجات حرارة منخفضة (Vilmin *et al.*, 2018)، كما تعمل الإضاءة المنخفضة على الحد من نمو العوالق النباتية (Ragueneau *et al.*, 2002).

تزامن انخفاض تركيز الشوارد المغذية مع ارتفاع الكتلة الحيوية للعوالق النباتية بسبب عمليات التركيب الضوئي للعوالق النباتية التي تستهلك المغذيات من الوسط. يتوافق ذلك مع دراسة بين (Yin *et al.*, 2000) التي أظهرت تناغم التوزع الزمني للمغذيات مع الكتلة الحيوية للعوالق النباتية، حيث انخفض تركيز المغذيات مع ازدياد الكتلة الحيوية للعوالق النباتية في شرقي مصب نهر بيرل (Pearl) جنوب الصين، كما بينت دراسة (Li *et al.*, 2017) أن ازدياد مدخلات المغذيات النهرية أدى إلى ازدياد نمو العوالق في جنوب البحر الأصفر.

على ضوء النتائج التي توصلنا إليها نلاحظ توافق سلوك الشوارد المغذية في منطقة مصب نهر الكبير الشمالي مع سلوك الشوارد المغذية في أنهار محلية وعالمية، حيث يتناقص تركيز المغذيات بالابتعاد عن نقطة مصب النهر وازدياد ملوحة المياه، كذلك أظهرت التغيرات الفصلية للمغذيات ارتفاع تراكيزها شتاءً وانخفاضها في فترات الإزهار (جولاق، 2013؛ محمد وآخرون 2009؛ Süzal *et al.*, 2008؛ Lopes *et al.*, 2007؛ Uncles *et al.*, 2003).



الشكل (9): تغير تركيز الكلوروفيل a (mg.m^{-3}) خلال أشهر الدراسة في مياه منطقة مصب نهر الكبير الشمالي

الاستنتاجات والتوصيات:

1. سُجّلت أعلى التراكيز للشوارد المغذية المدروسة في معظم أشهر الدراسة في نقطة المصب K_0 .
2. تناقص تركيز الشوارد المغذية مع الابتعاد عن نقطة المصب خلال جميع الطلعات البحرية، حيث شكّلت نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات التي يتم توزيعها إلى باقي المحطات.
3. أظهرت تراكيز الشوارد المغذية تدرجاً واضحاً خلال أشهر الشتاء امتد إلى 1000 متر عن نقطة المصب متوافقاً مع تدرج الملوحة، بينما امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية.
4. انخفض تركيز النترات والفوسفات والسيليكات في شهري أيار وأيلول بما يتوافق مع الذروة الربيعية والخريفية للعوالق النباتية المستهلكة لهذه الشوارد المغذية ترافق ذلك بارتفاع الكتلة الحيوية للعوالق النباتية.
5. تتطلب عملية الوقوف على تغيرات تراكيز هذه الشوارد والعوامل الأخرى المدروسة ضرورة استمرار تقصي هذه الشوارد لتحديد تغيراتها الزمانية والمكانية بما يسمح بإنشاء بنك معلومات طويل الأمد للمياه البحرية السورية.
6. تطبيق هذه الدراسة على الأنهار الأخرى لمعرفة مدى قدرتها على إمداد مياه البحر بالشوارد المغذية الضرورية لبناء القاعدة الأساسية في السلسلة الغذائية.
7. الاستفادة من مناطق مصبات الأنهار ولاسيما في عمليات الاستزراع البحري كونها غنية بالمغذيات وملائمة لعيش الكثير من الكائنات الحية البحرية.

المراجع:

1. جولاق، سمر؛ كراوي، حازم؛ درويش، فيروز. دراسة توزيع المغذيات في مختلف أنواع المياه الساحلية و مدى تأثيرها بالخواص الهيدروكيميائية للمياه. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، 2013، 103
2. جولاق، سمر؛ كراوي، حازم؛ درويش، فيروز. دراسة سلوك المغذيات (SiO_4^{4-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+) المنحلة في الماء على طول تدرج الملوحة لمصب نهر السن (البحر الأبيض المتوسط - سوريا). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الأساسية. سوريا، المجلد 35، العدد 2، 2013، 171-189.

3. حمود، نديم. دراسة توزيع العوالق النباتية تحت تأثير بعض العوامل البيئية في المياه الشاطئية شمال مدينة اللاذقية خلال عام 1999. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية. سوريا، المجلد 24، العدد 12، 2002، 75-106.
4. درويش، فيروز. مساهمة في دراسة العوالق النباتية في شاطئ مدينة بانياس. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، 1999، 156.
5. سلمان، مجد؛ كراوي، حازم؛ درويش، فيروز. دراسة التغيرات الزمانية والمكانية للشوارد المغذية في المياه الشاطئية لمدينة بانياس. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية. سوريا، المجلد 39، العدد 5، 2017.
6. سليمان، نوار؛ درويش، فيروز. دور المغذيات في نمو العوالق النباتية في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم البيولوجية. سوريا، المجلد 34، العدد 6، 2012، 189-202.
7. عمران، منى. استقصاء واقع شوارد الأزوت اللاعضوية في مياه الساحل السوري. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، 1995، 92.
8. محمد، عصام؛ حويجة، عماد؛ ناصر، محمد. تحديد شوارد النتريت والنتريت والفسفات في المياه الشاطئية البحرية لمصب نهر الكبير الجنوبي. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية. سوريا، المجلد 31، العدد 3، 2009، 41-57.
9. نور الدين، سيف الدين. دراسة بعض الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية. سوريا، المجلد 23، العدد 10، 2001، 73-85.
10. BALLS, P. W. *Nutrient inputs to estuaries from nine Scottish East Coast rivers: influence of estuarine processes on inputs to the North Sea.* Estuarine Coastal Shelf Sci, Vol. 39, 1994, 329 – 352.
11. BENOVIC, A. *Zooplankton biomass of the Adriatic sea – present status and proplems.* Nova Thalassia, Vol. 3, 1979, 137-149.
12. BOUGIS, P. *Ecologie du plankton marin 1-le phytoplankton.* Masson, Paris, 1974, 196.
13. GLIBERT, P.M.; BURKHOLDER, J.M.; PARROW, M.W.; LEWITUS, A.J.; GUSTAFSON, D.E. *Direct uptake of nitrogen by Pfiesteria piscicida and Pfiesterias humwayae and nitrogen nutritional preferences.* Harmful Algae, Vol. 5, No. 4, 2006, 380–394.
14. GRASSHOFF, K.; KREMLING, K., EHRHARDT, M. *Methods of Seawater Analysis.* 3nd. ed., Wiley-VCH, New York, 1999, 634.
15. Heisler, J.; Glibert, P.M.; Burkholder, J.M.; Anderson, D.M.; Cochlan, W.; Dennison, W. C.; Dortch, Q.; Gobler, C.J.; Heil, C.A.; Humphries, E.; Lewitus, A.; Magnien, R.; Marshall, H.G.; Sellner, K.; Stockwell, D.A.; Stoecker, D.K.; Suddleson, M. *Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus.* Harmful Algae, Vol. 8, No. 1, 2008, 3–13.
16. HILLEBRAND, H.; SOMMER, U. *Nitrogenous nutrition of the potentially toxic diatom Pseudonitzschia pungens f. multiseries Hasle.* Journal of Plankton Research, Vol. 18, 1996, 295-301.
17. HU, S.; YANG, H.; ZHANG, J.H.; CHEN, C.S.; HE, P.M. *Small-scale early aggregation of green tide macroalgae observed on the Subei Bank, Yellow Sea.* Mar. Pollut. Bull. Vol. 81, No. 1, 2014, 166–173.

18. JEFFERY, S. W.; HUMPHREY, G. F. *New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1, and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton*. Biochem. Physiol. Pflanz, Vol. 167, 1975, 191-194.
19. JIANG, Z.B.; LIU, J.J.; CHEN, J.F.; CHEN, Q.Z.; YAN, X.J.; XUAN, J.L.; ZENG, J.N. *Responses of summer phytoplankton community to drastic environmental changes in the Changjiang (Yangtze River) estuary during the past 50 years*. Water Res. Vol. 54, No. 5, 2014, 1–11.
20. KAUI, L. W.; FROELICH, P. N. *Modelling estuarine nutrient geochemistry in a simple system*. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 48, 1984, 1417-1433.
21. LAKKIS, S. *Communauté planctonique des eaux néritiques Libanaises; Structure Dynamique des populations*. Lebanese Science Bulletin, Vol. 7, No. 1, 1994, 69-93.
22. LI, H.; ZHANG, Y.; TANG, H.; SHI, X.; RIVKIN, R.B.; LEGENDRE, L. *Spatiotemporal variations of inorganic nutrients along the Jiangsu coast, China, and the occurrence of macroalgal blooms (green tides) in the southern Yellow Sea*. Harmful Algae, Vol. 63, 2017, 164–172.
23. LI, H.M.; TANG, H.J.; SHI, X.Y.; ZHANG, C.S.; WANG, X.L. *Increased nutrient loads from the Changjiang (Yangtze) River have led to increased Harmful algae Blooms*. Harmful Algae, Vol. 39, No. 39, 2014a, 92–101.
24. 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, Vol. 71, 2007, 480-490.
25. 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?* Progr. Oceanogr. 80(3–4), 2009, 199– 217.
26. MÉNESGUEN, A.; DESMIT, X.; DULIÈRE, V.; LACROIX, G.; THOUVENIN, B.; THIEU, V.; DUSSAUZE, M. *How to avoid eutrophication in coastal seas? A new approach to derive river-specific combined nitrate and phosphate maximum concentrations*. Science of the Total Environment, 628–629, 2018, 400–414.
27. OGRINC, N.; FONTOLAN, G.; FAGNELI, J. *Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (Gulf of Trieste, N Adriatic Sea): indicators of sources and preservation*. Journal of Marine Chem. vol. 95, 2005, 163-181.
28. OUNISSI, M.; AMIRA, A.; HARIDI, A. *Long Term Survey of Dissolved Nutrient (N, P, Si) Fluxes from Seybouse and Mafragh Estuaries into Annaba Bay (NE Algeria)*. Advances in Science, Technology & Innovation, 2018, 1665-1667
29. PERROT, T.; ROSSI, N.; MÉNESGUEN, A.; DUMAS, F. *Modelling green macroalgae blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management*. J. Mar. Syst. Vol. 132, No. 4, 2014, 38–53.
30. RAGUENEAU, O.; LANCELOT, C.; EGOROV, V.; VERVLIMMEREND, J.; COCIASUE, A.; DELIAT, G.; KRASTEVA, A.; Daouda, N.; ROUSSEAU, V.; POPOVITCHEV, V.; BRIOND, N.; POPAE, L.; CAUWETF, G. *Biogeochemical Transformations of Inorganic Nutrients in the Mixing Zone between the Danube River and the North-western Black Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54, 2002, 321-336.
31. RODELLAS, V.; GARCIA-ORELLANA, J.; MASQUÉ, P.; FELDMAN, M.; WEINSTEIN, Y. *Submarine groundwater discharge as a major source of nutrients to the Mediterranean Sea*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 112 (13), 2015, 3926–3930.

32. SOMMER, U. *The impact of light intensity and daylength on silicate and nitrate competition among marine phytoplankton*. Limnol Oceanogr, Vol. 39, No. 7, 1994, 1680–1688.
33. SÜZAL, A.; BİZSEL, N.; BİZSEL, K.; HÜSREVOĞLU, Y. *Dissolved Nutrient Behaviour along the Estuarine Salinity Gradient at the Gediz River Mouth (Aegean Sea, Turkey)*. Turkish J. Eng. Env. Sci., 32, 2008, 67-84.
34. UNCLES, R. J.; FRICKERS, P. E.; HARRIS, C. *Dissolved nutrients in the Tweed Estuary, UK: inputs, distributions and effects of residence time*. The Science of the Total Environment, 314-316, 2003, 727-236. UNEP. *Consultation Meeting on MED POL Eutrophication Monitoring Strategy*, Greece, 2002.
35. VILMIN, L., MOGOLLÓN, J.M., BEUSEN, A.H.W., BOUWMAN, A.F. *Forms and subannual variability of nitrogen and phosphorus loading to global river networks over the 20th century*. Global and Planetary Change, 2018.
36. YIN, K.; QIAN, P.; CHEN, J.; HSIEH, D.; HARRISON, P. *Dynamics of nutrients and phytoplankton biomass in the Pearl River estuary and adjacent waters of Hong Kong during summer: preliminary evidence for phosphorus and silicon limitation*. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 194, 2000, 295-305.
37. ZAGHLOL, F. *Phytoplankton biomass and diversity index in the western Harbour of Alexandria*. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., Egypt, 333, 1992, 268.
38. ZHANG, J. *Nutrient elements in large Chinese estuaries*. Continental Shelf Research, Great Britain, Vol. 16, No.8, 1996, 1023-1045.
39. ZHOU, M.J.; SHEN, Z.L.; YU, R.C. *Responses of a coastal phytoplankton community to increased nutrient input from the Changjiang (Yangtze) River*. Cont. Shelf Res. Vol. 28, No.12, 2008, 1483–1489.