

## دراسة سلوك المغذيات ( $\text{SiO}_4^{-4}$ , $\text{PO}_4^{-3}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NH}_4^+$ ) المنحلة في الماء على طول تدرج الملوحة لمصب نهر السن (البحر الأبيض المتوسط - سوريا)

الدكتور حازم كراوي\*  
الدكتور فيروز درويش\*\*  
سمر جولاق\*\*\*

(تاريخ الإيداع 7 / 5 / 2013. قَبْلَ للنشر في 24 / 7 / 2013)

### □ ملخص □

تركزت الدراسة على تحديد أهم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه منطقة مصب نهر السن عبر تحديد تركيز الشوارد المغذية (النترات والنترت والأمونيوم والفوسفات والسيليكات) والعوامل المؤثرة عليها، فضلاً على تحديد الكلوروفيل a في عينات مائية جمعت من عدة مواقع من منطقة مصب نهر السن خلال الفترة الممتدة بين آذار 2011 وشباط 2012. رصدت أعلى التراكيز للشوارد المغذية على مدار العام في نقطة المصب S0 وتقاربت مع تركيز الشوارد المغذية في المحطة S50 على مدار أشهر العام بسبب جغرافية منطقة مصب نهر السن، كما تناقص تركيز الشوارد المغذية مع الابتعاد عن نقطة المصب متوافقاً مع تدرج الملوحة خلال جميع الطلعات البحرية، إذ شكّلت نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات التي يتم توزيعها إلى باقي المحطات. أبدت تراكيز الشوارد المغذية تدرجاً واضحاً خلال أشهر الشتاء امتد إلى بعد 3000 متر عن نقطة المصب، بينما امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية، إذ انحصرت منطقة التدرج ضمن 200 - 500 متر الأولى. أظهرت الدراسة الإحصائية وجود علاقة معنوية عكسية بين تركيز المغذيات وملوحة المياه، كما ارتبطت المغذيات إيجابياً فيما بينها، إذ أظهرت النترات علاقة ارتباط معنوية مع الفوسفات والسيليكات، بينما كانت علاقة ارتباط النترات مع النترت وارتباط الأمونيوم مع النترت معنوية ولكنها أقل أهمية.

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

\* مدرس - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

\*\* مدرسة - قسم البيولوجيا البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

\*\*\* معيدة - قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية.

## Study dissolved nutrients ( $\text{SiO}_4^{-4}$ , $\text{PO}_4^{-3}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NH}_4^+$ ) behavior along the salinity gradient at the AL-sin river mouth (Mediterranean - Syria)

Dr. Hazem Krawi\*  
Dr. Firuz Darwich\*\*  
Samar Jolak\*\*\*

(Received 7 / 5 / 2013. Accepted 24 / 7 / 2013)

### □ ABSTRACT □

The study, has Focused on determination of the most important hydrochemical characteristics of AL-sin estuary area via determining the concentration of nutrient ions (nitrate, nitrite, ammonia, phosphates and silicates) and the factors affecting them. In addition, determining chlorophyll a in water samples collected from several locations of that area during the period between March 2011 and February 2012 was done.

The highest concentrations of nutrient throughout the year were reported at river estuary point (S0) and converged with nutrient concentrations in the station S50 because of the geographic nature of AL-sin estuary area. A depression in their concentrations was observed in the station distanced away from the river estuary point, compatible with salinity gradient. River estuary point (S0) formed the main source of nutrients that are distributed to the rest of the stations.

Nutrient concentrations showed clear gradual depression during the winter months down to 3,000 meters from the estuary point, while the gradient in the summer months has less extension; It was within the first 200 - 500 meters.

Statistical study revealed a significant negative relationship between the nutrient concentrations and water salinity and positive relationship between each other. The nitrate showed a significant correlation with phosphate and silicate, while the correlation between nitrite and nitrate and the correlation between nitrite and ammonia were significant but less important.

**Key words:** Nutrients in seawater; Hydrochemical characteristics of water; Nutrients behavior at river mouth

---

\* Assistant Professor, Marine Chemistry Department, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria

\*\* Assistant Professor, Marine Biology Department, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria

\*\*\* Postgraduate Student, Marine Chemistry Department, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria

**مقدمة:**

تتميز مياه منطقة المصب بخصائص انقلالية بين خصائص المياه النهرية وخصائص المياه البحرية والتي تتراوح درجة ملوحتها بين ملوحة المياه العذبة وملوحة المياه البحرية المجاورة وتمثل منطقة محدودة جغرافياً لا تتعدى عدة مئات من الأمتار. يتأثر تركيز المغذيات، الضرورية لنمو العوالق النباتية، بالتغيرات الفصلية لغزارة النهر وبطبيعة ما تحمله مياه النهر من مواد ناتجة عن غسل التربة الزراعية الغنية بالأسمدة الآزوتية والفسفاتية والمخلفات الزراعية، إضافة إلى نواتج النشاطات المحلية كمياه الصرف الصحي واستخدام المنظفات الحاوية على الفوسفات التي يمكن أن تكون مصدراً هاماً لتلوث المياه السطحية بالفوسفات. تعدّ مصبات الأنهار وسطاً بيئياً متميزاً، إذ تؤدي الخواص البيوفيزيوكيميائية المميزة لهذه المناطق إلى عمليات بيوجيوكيميائية قد تقود إلى نتائج سلبية أو إيجابية على البحار التي تستقبل هذه المياه (Süzal *et al.*, 2008). إن عملية الإثراء الغذائي عبارة عن زيادة إمداد المياه بالفوسفور والآزوت الناتجة عن زيادة النشاطات البشرية المختلفة (Billen and Garnier, 1997)، والتي تؤدي لتغير العوامل المحددة لنمو العوالق النباتية، إذ يتراجع نمو العوالق النباتية المتطلبة للسيليكات وتزداد غزارة الأنواع غير المتطلبة للسيليكات مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في التركيب النوعي للعوالق النباتية في مياه البحر (Sommer, 1994).

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 (reminerzation) بواسطة البكتيريا تحت منطقة التدرج الملوي إلى إغناء المياه بالمغذيات (Zhang, 1996). بينت الدراسات خلال العقد الأخير أن مستوى المغذيات في أنهار أوروبا الغربية أربع أضعاف مستوى المغذيات في الأنهار التي تصب في البحر المتوسط (UNEP, 2002). إن كمية المغذيات الواصلة إلى البحر المتوسط أخفض بكثير من الكمية الخارجة منه عبر مضيق جبل طارق مما يجعله واحداً من أكثر بحار العالم فقراً بالمغذيات (Crouzet, 1999)، إذ تقدر الحمولات النهرية الكلية للبحر المتوسط بحوالي 304.000 ton/year من الآزوت و 22.000 ton/year من الفوسفور (UNEP, 2002). يعد الجزء الشرقي للمتوسط أفقر بالكتلة الحيويّة من الجزء الغربيّ باستثناء البحر الأدرياتيكي الذي يقارب غناه بالمغذيات غنى المتوسط الغربيّ (Benovic, 1979) بسبب حمولة مياه الصرف الصحي من المغذيات فضلاً على وصول المغذيات إليه عبر الأنهار الشمالية. تتعرض المغذيات المنقلة على طول تدرج الملوحة للمصبات للعديد من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية كالامتصاص - الالتقاط (desorption - sorption) والترسيب - الانحلال (precipitation - dissolution) فضلاً على الاستهلاك الحيوي (biological uptake) وإعادة التمدن (reminerzation). تمت هذه العمليات المياه الساحلية بالمغذيات التي هي جزء من الدورة العامة التي تنظم في النهاية مستوى الإنتاجية في مياه البحر (Kaul and Froelich 1984) ولكنها قد تسبب أيضاً الإثراء الغذائي عند مصبات الأنهار (Eyre and Balls, 1999).

**أهمية البحث وأهدافه:**

جرى العديد من الدراسات التي قامت بقياس تركيز المغذيات على الساحل السوري من أجل معرفة تأثيرها على توزع العوالق النباتية والحيوانية ولم تتطرق هذه الدراسات بشكل فعلي إلى دراسة النظام الهيدروكيميائي لمياه منطقة

مصبات الأنهار. تعود أهمية هذا البحث كونه يسلط الضوء على توزيع المغذيات بما فيها شوارد السيليكات التي تدرس لأول مرة في منطقة مصب نهر السن الذي يعتبر أقصر أنهار الساحل السوري وأغزرها ويخترق أراضي زراعية حتى نقطة المصب، إذ يبلغ متوسط تدفقه حوالي  $378.4 * 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$  ويبلغ طوله حوالي ستة كيلومترات. تمت بحيرة السن معظم مناطق الساحل السوري بمياه الشرب، فضلاً على لوجود أحواض تربية الأسماك إلى جانب هذا النهر. يهدف هذا البحث إلى دراسة النظام الهيدروكيميائي لمصب نهر السن عبر تحديد التغيرات الشهرية لتركيز المواد المغذية كالنترات والنترتيت والأمونيوم والفوسفات والسيليكات ومدى تأثير ملوحة المياه ودرجة حرارتها على توزيع هذه الشوارد، فضلاً على تقدير الإنتاجية الأولية عبر تحديد تركيز الكلوروفيل a. مكان إجراء البحث: نفذ هذا البحث في مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين.

### طرائق البحث ومواده:

#### 1. مواقع الأعتيان:

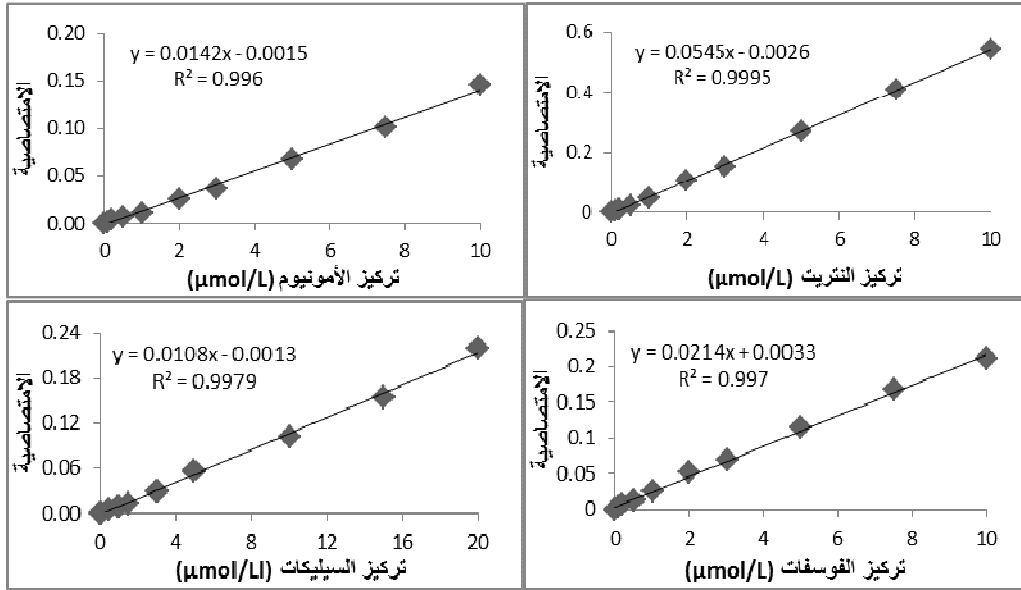
تم جمع عينات شهرية من عدة مواقع (الشكل 1) انطلاقاً من نقطة المصب وعلى بعد 50 ، 100 ، 200 ، 500 ، 1000 متر باتجاه المياه البحرية وعلى امتداد نقطة المصب، فضلاً على ذلك جمعت عينات من موقعين أحدهما يبعد 500 متر عن الشاطئ و 500 متر يمين خط امتداد مصب النهر والآخر يبعد أيضاً 500 متر عن الشاطئ و 500 متر يسار خط امتداد مصب النهر. جمعت في آذار 2011 وكانون الأول وكانون الثاني وشباط 2012 عينات إضافية على بعد 2000 و 3000 متر على امتداد نقطة المصب وعينات من موقعين أحدهما يبعد 1000 متر عن الشاطئ و 500 متر يمين خط امتداد مصب النهر والآخر يبعد أيضاً 1000 متر عن الشاطئ و 500 متر يسار خط امتداد مصب النهر، يعود ذلك لزيادة تدفق النهر خلال هذه الأشهر وبالتالي ازدياد المسافة المقطوعة للوصول للمياه البحرية.



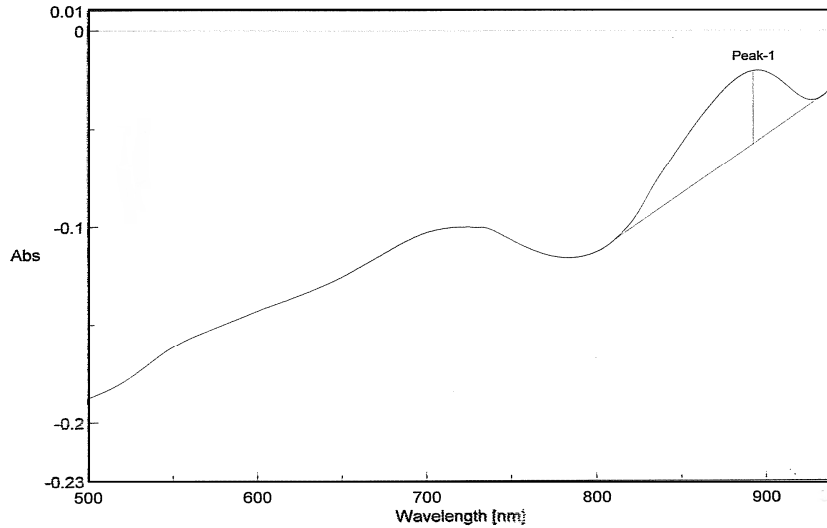
الشكل (1): منطقة مصب نهر السن بالإضافة إلى أماكن الاعتيان خلال فترة الدراسة

## 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 (عتبة الكشف 0.04 ميكرومول/الليتر). تقوم الطريقة القياسية لتحديد شوارد النتريت المنحلة في مياه البحر وفق روبنسن وبنشنايدر، على تفاعل النتريت مع سلفونيل أميد هيدروكلورايد فيتشكل الديازونيوم، الذي يرتبط مع [ن- (1- نفتيل) - إيتلين ثنائي أمين ثنائي هيدروكلوريد]، إذ يقود هذا التفاعل إلى تشكل صباغ الأزو الذي يمتص الضوء عند طول موجة 540 nm (Grasshoff *et al.*, 1999) (عتبة الكشف 0.01 ميكرومول/الليتر). حدد تركيز شوارد النتريت بإتباع الطريقة نفسها بعد إرجاع شوارد النتريت 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 مولبيدات الأمونيوم مع شوارد الفوسفات بوجود الأنتومان الثلاثي كوسيط للحصول على حمض الفوسفومولبيدات، يرجع المعقد الناتج بواسطة حمض الأسكوربيك لإعطاء أزرق الفوسفومولبيدات الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 885 nm (الشكل 3) (عتبة الكشف 0.01 ميكرومول/الليتر). لتحديد تركيز شوارد السيليكات المنحلة في المياه تم اعتماد طريقة كورولف والتي تقوم على تشكيل حمض السيليكومولبيدات عندما تعالج العينات المحمضة مع محلول المولبيدات والذي يرجع إلى معقد السيليكومولبيدات الأزرق بواسطة حمض الأسكوربيك وبوجود حمض الأوكزاليك. يمتص هذا المعقد الضوء عند طول الموجة 810 nm (Grasshoff *et al.*, 1999) (عتبة الكشف 0.05 ميكرومول/الليتر). لتحديد تراكيز الأصبغة اليخضورية في الماء تم استخدام طريقة جفري وهمفري (Jeffrey and Humphrey, 1975)، إذ رُشحت العينات على فلاتر سيلوزية، ثم سُحقت بواسطة خلاط عمودي. استُخلص الكلوروفيل *a* من العينات في الظلام بواسطة الأسيتون 90%، بعد ذلك تم قياس امتصاصية العينات بواسطة جهاز سبيكتروفوتوميتر وحُدّد تركيز الكلوروفيل *a* باستخدام المعادلات الحسابية (Jeffrey and Humphrey, 1975). تم تحديد ملوحة المياه ودرجة حرارتها باستخدام جهاز قياس حقلي ماركة (WTW-Multi i 340). أجريت كافة قياسات الامتصاصية المطلوبة باستخدام جهاز تحليل طيفي ضوئي (سبيكتروفوتوميتر) ماركة ZUZI (Models 4211/20) ضمن مجال الخطية لمختلف المنحنيات العيارية (الشكل 2).



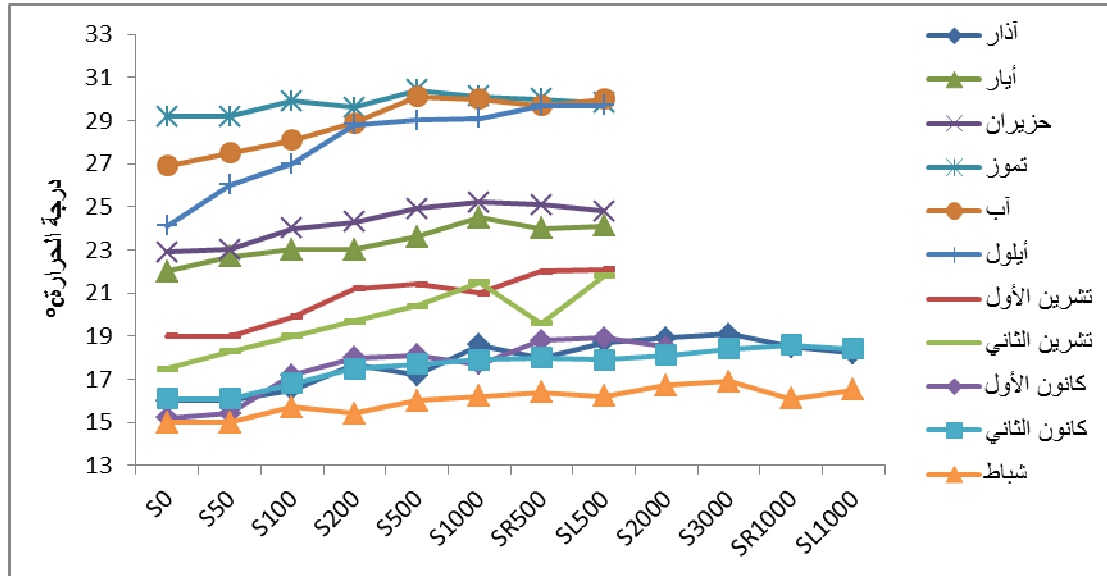
الشكل (2): المنحنيات العيارية للإمتصاصية الضوئية للشوارد المدروسة بدلالة التركيز



الشكل (3): منحنى امتصاصية المعقد الناتج عن تحديد شوارد الفوسفات

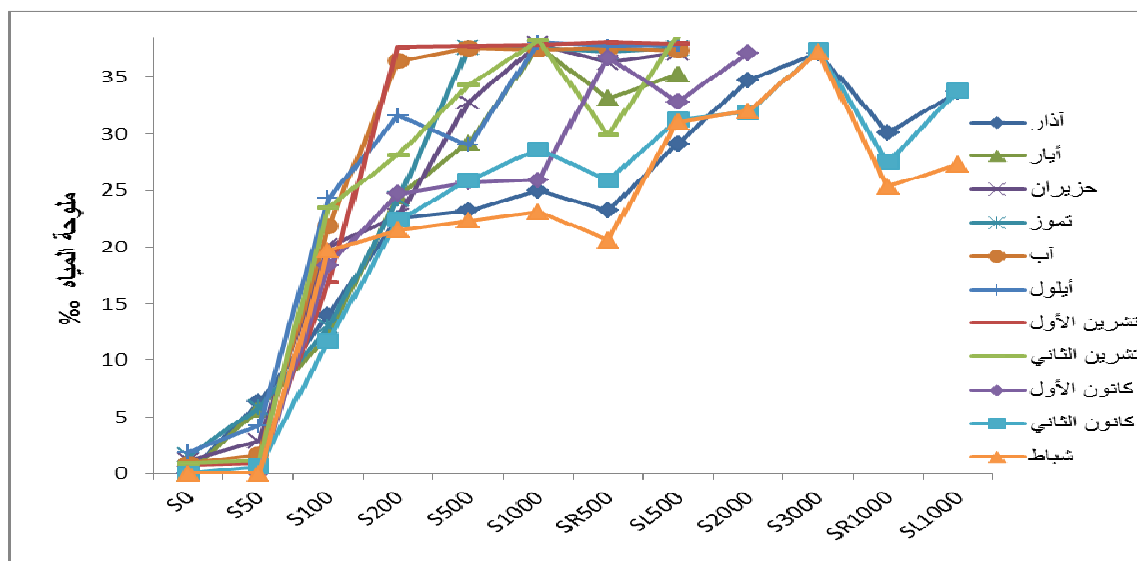
## النتائج والمناقشة:

تراوحت درجات الحرارة في منطقة مصب نهر السن خلال فترة البحث بين  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  و  $30.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، سجلت أخفض قيمة في المحطتين S0 و S50 خلال شهر شباط 2012 وأعلى قيمة في المحطة S500 خلال شهر تموز 2011 (الشكل 4). سجلت أخفض درجات الحرارة على مدار العام في المحطة S0 وازدادت الحرارة تدريجياً بالانتقال إلى المياه البحرية وذلك تبعاً لمعدل الخلط بين مياه النهر ومياه البحر لتصل إلى قيمها العليا في المياه البحرية، إذ تمتاز المياه العذبة بدرجة حرارة أكثر انخفاضاً من المياه البحرية ويتطابق ذلك مع دراسة سابقة (درويش، 1999). رُصدت درجات حرارة مرتفعة صيفاً ومنخفضة شتاءً في كافة المحطات، يعود سبب هذه التغيرات إلى الدورة المناخية الفصلية المعروفة في هذه المنطقة.



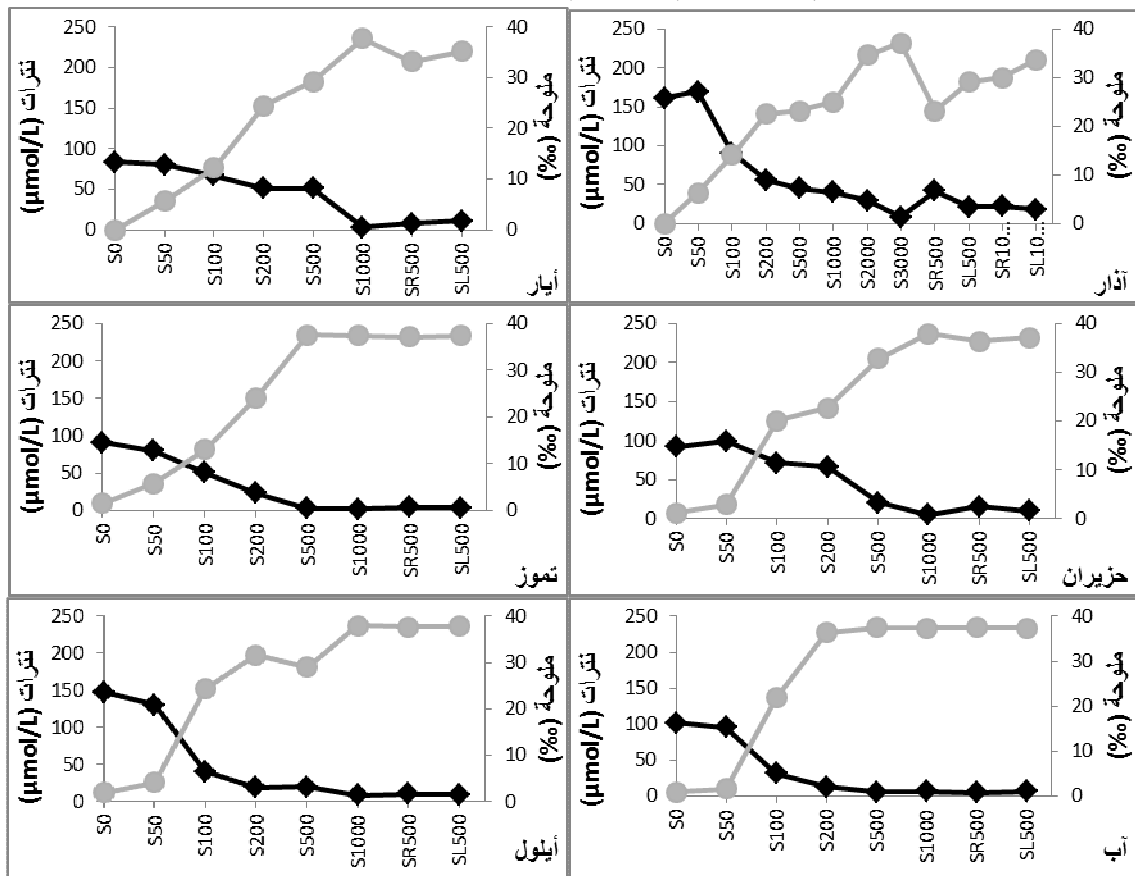
الشكل (4): تغيرات درجة حرارة المياه (°C) في محطات مصب نهر السن خلال فترة الدراسة

تغيرت درجة ملوحة المياه في منطقة مصب نهر السن خلال فترة البحث بين 0 و 38.2 % أي بين ملوحة المياه العذبة وملوحة المياه البحرية، سجلت أخفض قيمة على مدار أشهر الدراسة في المحطة S0 ولوحظ تدرج وتزايد الملوحة مع الابتعاد عن نقطة المصب لتبلغ قيمتها العظمى في المياه البحرية (الشكل 5). ظهر تدرج واضح للملوحة خلال أشهر آذار وكانون الأول وكانون الثاني وشباط 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 بعد 2000 و 3000 متر من نقطة المصب، بينما لم يظهر تدرج واضح في الملوحة صيفاً نظراً لانخفاض غزارة النهر، إذ لم تتجاوز مسافة تدرج الملوحة 500 متر في شهر تموز و 200 متر في شهر آب ويتوافق ذلك مع استنتاجات سابقة (نور الدين، 2001) عن تأثير المياه العذبة لنهر الكبير الشمالي على الشواطئ المجاورة.

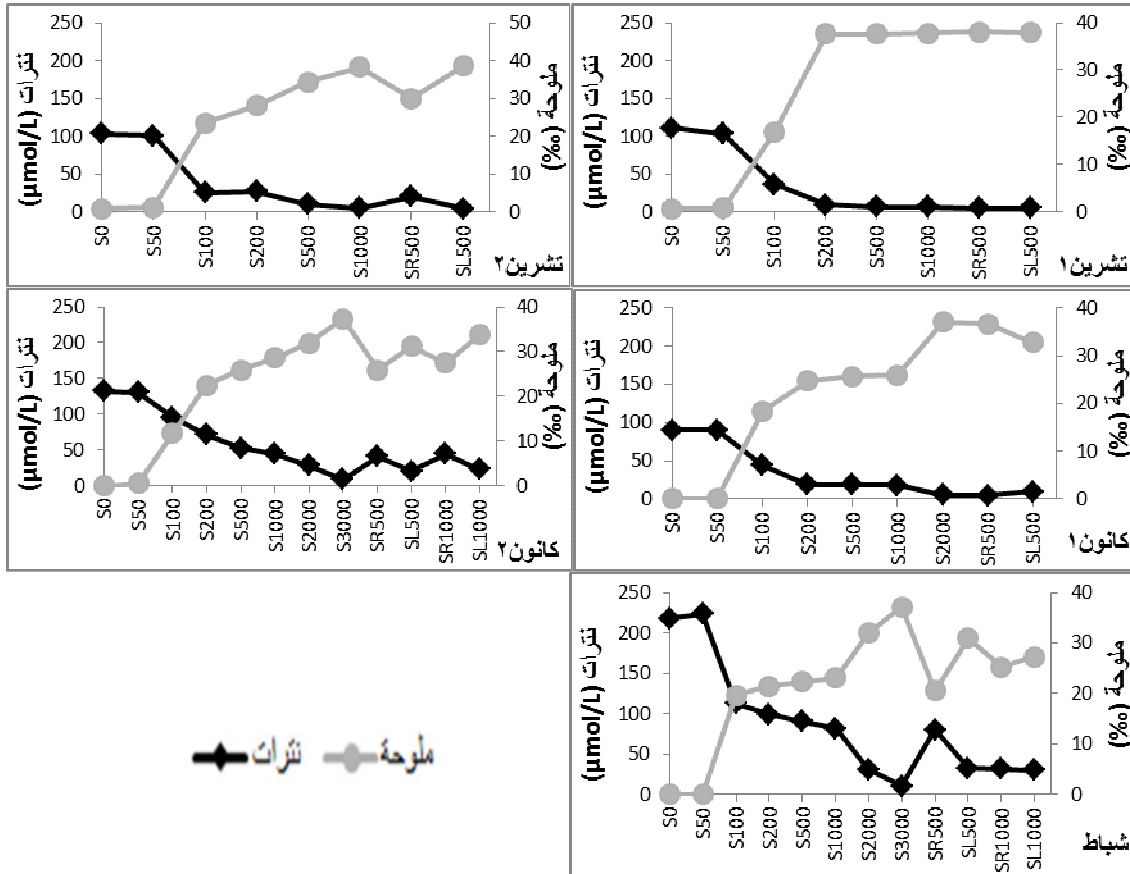


الشكل (5): تغيرات درجة الملوحة (%) في مياه محطات مصب نهر السن خلال فترة الدراسة

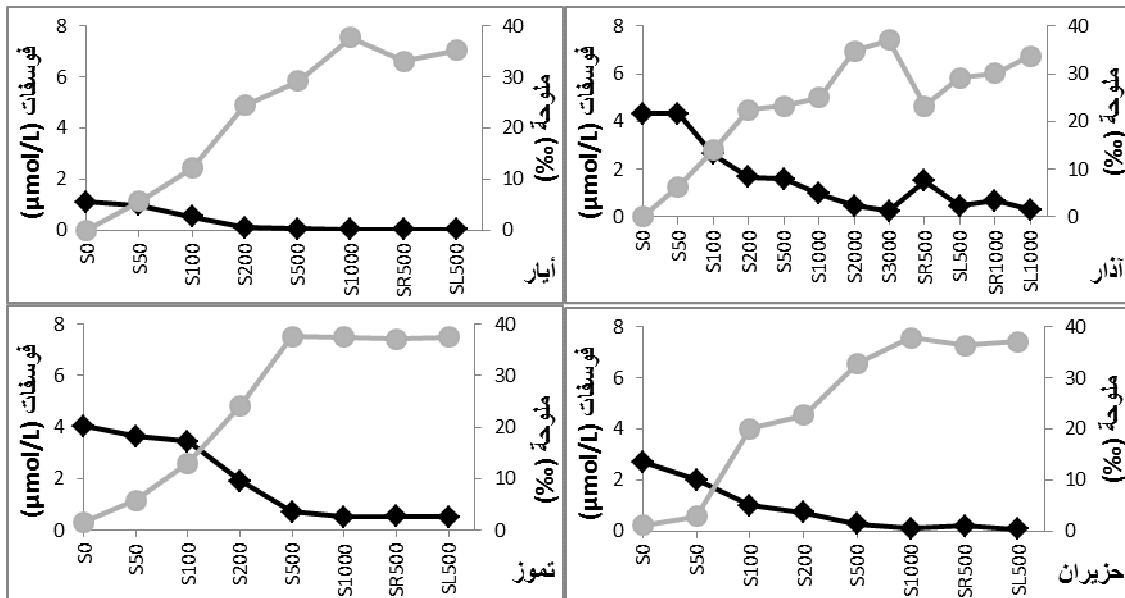
تراوح تركيز شوارد النترايت في منطقة مصب نهر السن خلال فترة البحث بين 218.009 و 2.402 ميكرومول/الليتر. رصدت أعلى قيمة في المحطة S0 خلال شهر شباط 2012 وأخفض قيمة في المحطة S1000 في شهر تموز 2011 (الشكل 6)، بينما تراوحت تراكيز الفوسفات بين 7.471 ميكرومول/الليتر إلى ما دون عتبة الكشف، إذ سجلت أعلى قيمة في المحطة S0 خلال شهر شباط 2012 وانخفضت قيمتها في بعض الأشهر بإذ استنزفت بشكل كامل في محطات متعددة (الشكل 7). تراوحت تراكيز السيليكات المقاسة في منطقة مصب نهر السن خلال فترة البحث بين 140.762 و 0.409 ميكرومول/الليتر، رصدت أعلى قيمة في المحطة S0 خلال شهر أيلول 2011 وأخفضها في المحطة S1000 خلال شهر أيار 2011 (الشكل 8). تراوحت تراكيز الأمونيوم بين 17.216 و 0.070 ميكرومول/الليتر، إذ سجلت أعلى قيمة في المحطة S0 خلال شهر شباط 2012 وأخفض قيمة في المحطة S3000 خلال شهر كانون الثاني 2012 (الشكل 9)، في حين تراوحت تراكيز النتريت بين 5.380 ميكرومول/الليتر إلى ما دون عتبة الكشف، إذ سجلت أعلى قيمة في المحطة S0 خلال شهر تموز 2011 وانخفضت قيمتها في بعض الأشهر بإذ استنزفت بشكل كامل في محطات متعددة كما هو الحال في المحطات S1000 و SR500 و SL500 خلال شهري آب وأيلول (الشكل 10).

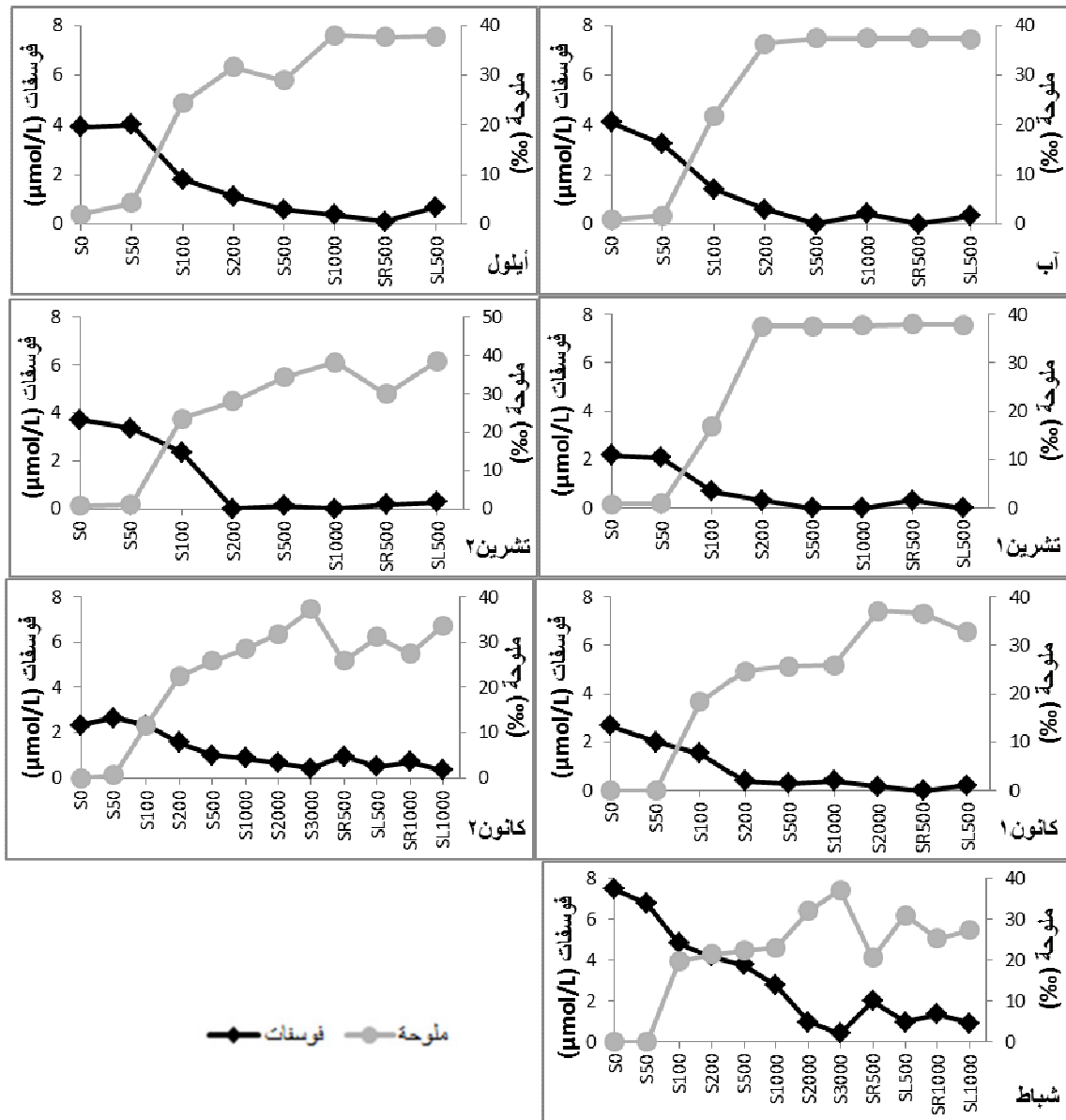




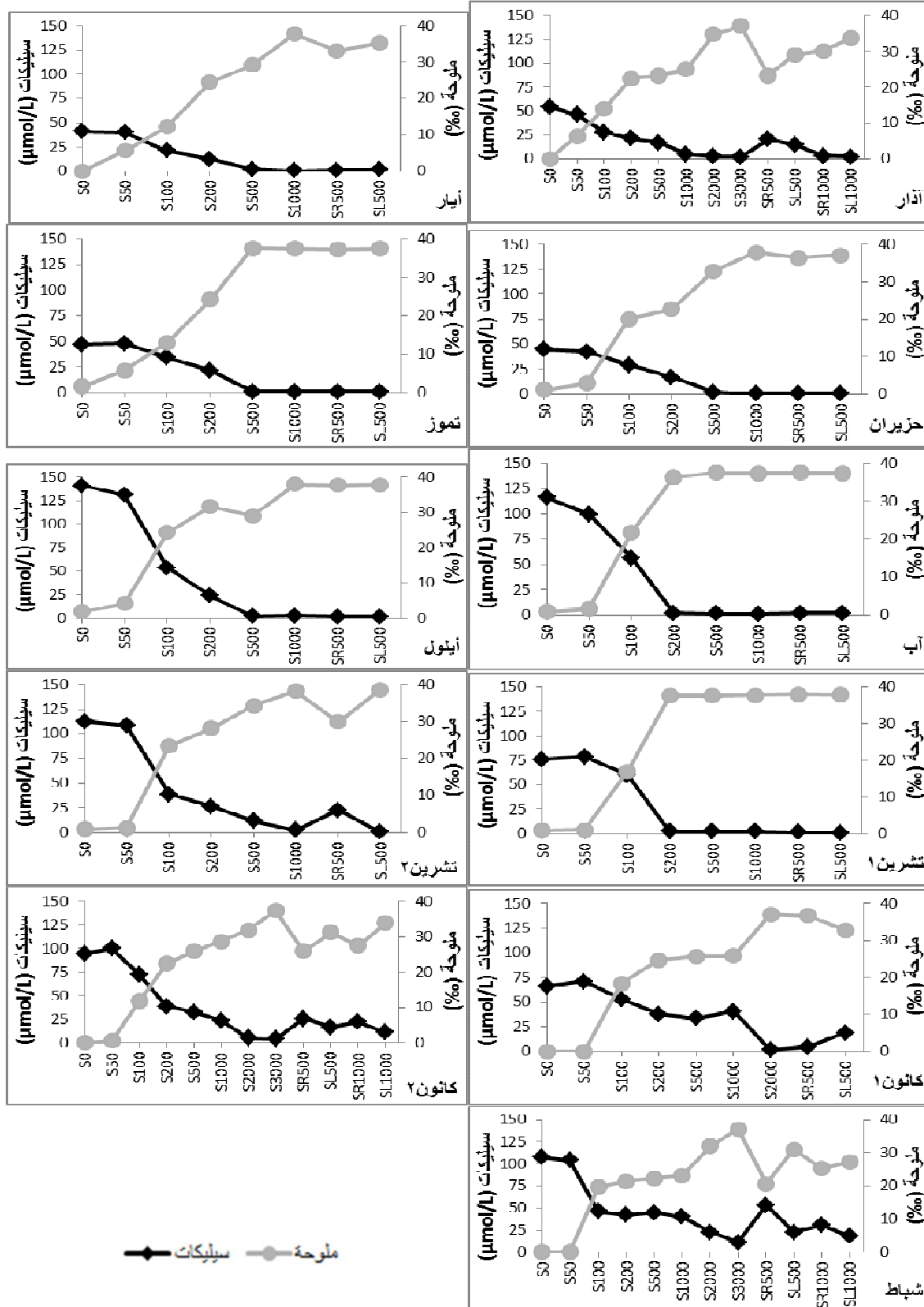


الشكل (6): تغير تركيز شوارد النترات ( $\mu\text{mol/l}$ ) وملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب نهر السن

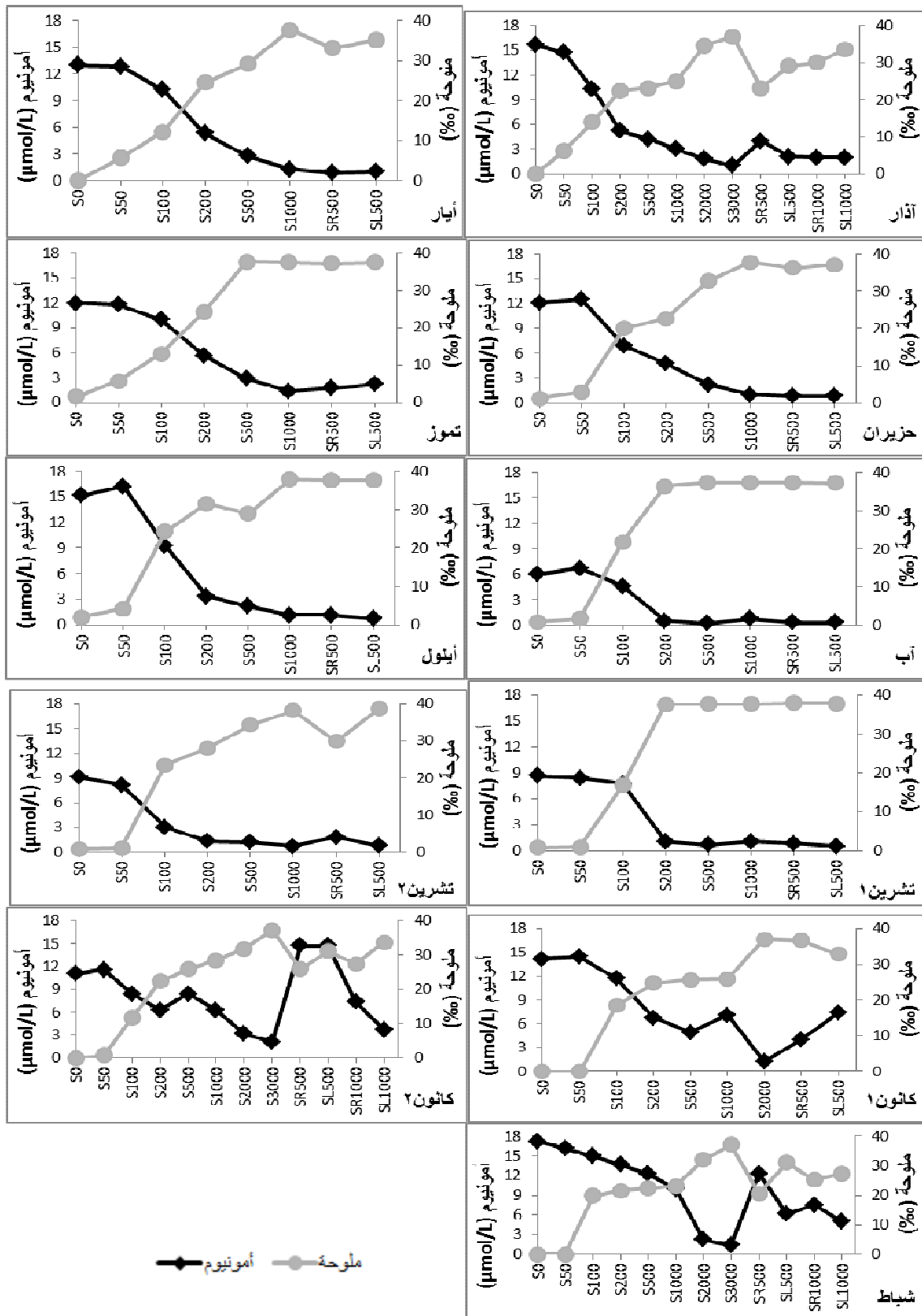




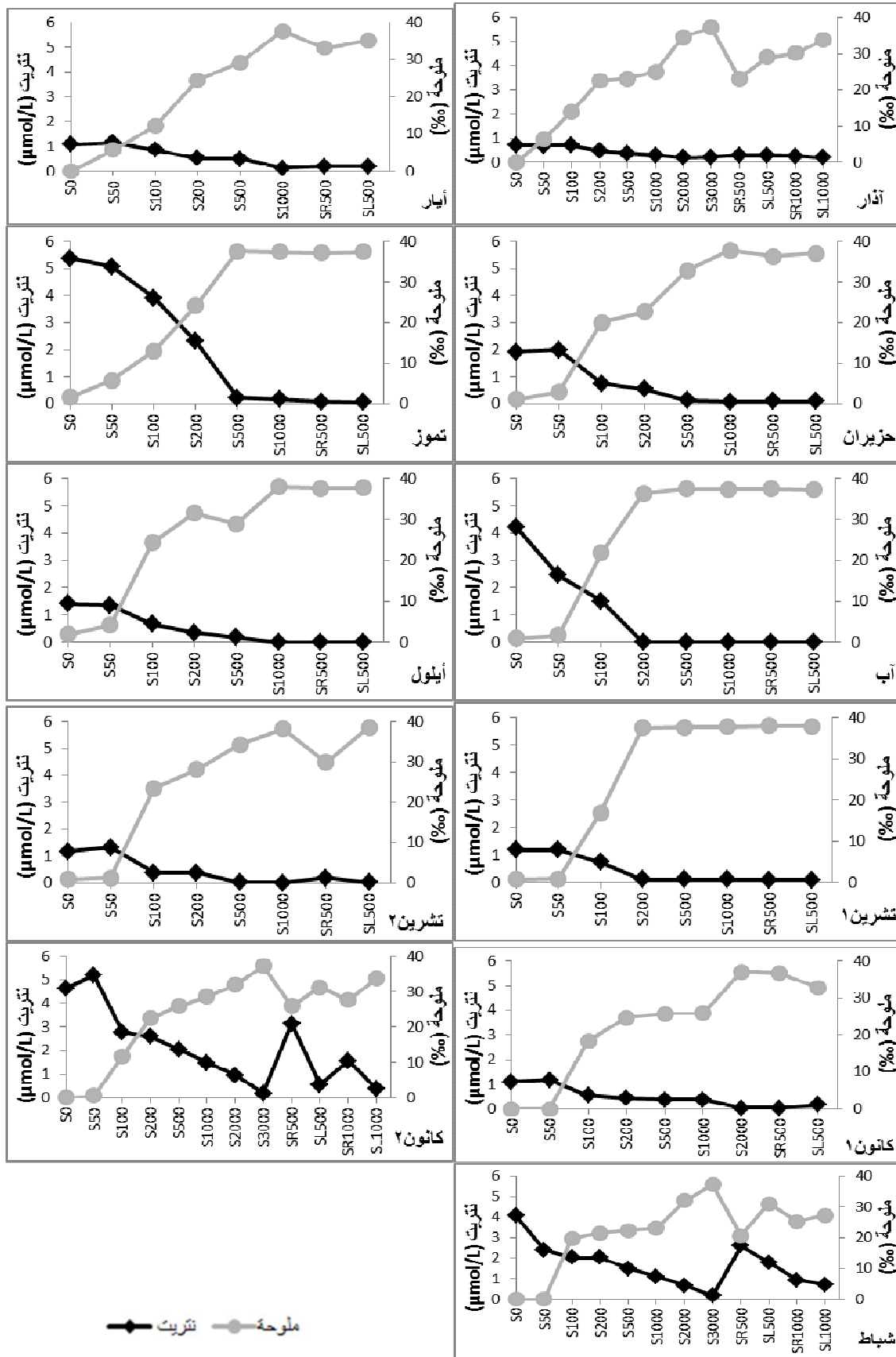
الشكل (7): تغير تركيز شوارد الفوسفات ( $\mu\text{mol/l}$ ) وملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب نهر السن



الشكل (8): تغير تركيز شوارد السيليكات ( $\mu\text{mol/l}$ ) وملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب نهر السن



الشكل (9): تغير تركيز شوارد الأمونيوم (µmol/L) وملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب نهر السن



الشكل (10): تغير تركيز شوارد النتريت ( $\mu\text{mol/l}$ ) وملوحة المياه تبعاً للبعد عن نقطة مصب نهر السن

سُجلت أعلى التراكيز للشوارد المغذية المدروسة في معظم أشهر الدراسة في نقطة المصب S0 متوافقة مع العديد من الدراسات المحلية والعالمية التي أجريت على مصبات الأنهار (محمد و آخرون 2009 ; Süzal *et al.*, 2008). لُحظ تناقص تركيز هذه الشوارد مع الابتعاد عن نقطة المصب خلال جميع الطلعات البحرية، إذ تشكّل نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات التي يتم توزيعها إلى باقي المحطات (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 (Yin *et al.*, 2000). تظهر الأشكال (6 , 7 , 8 , 9 , 10) تدرجاً واضحاً في تراكيز الشوارد المغذية خلال أشهر آذار وكانون الثاني وشباط متوافقاً مع تدرج الملوحة، إذ تمتاز هذه الأشهر بغزارة النهر إذ امتد تدرج الملوحة وما رافقه من تدرج في تركيز الشوارد المغذية إلى بعد 3000 متر عن نقطة المصب. امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية بسبب انخفاض غزارة مياه النهر، إذ انحصرت منطقة التدرج خلال أشهر تموز وآب ضمن 200 - 500 متر الأولى ثم استقرت نسبياً بسبب تجانس نسبة 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 و آخرون 2009 ; Uncles *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2007; Süzal *et al.*, 2008).

تقارب تركيز كل شاردة من الشوارد المغذية المدروسة في المحطتين S50 و S0 على مدار أشهر العام، ربما يعود ذلك إلى جغرافية منطقة مصب نهر السن التي تشكل حوض شبه مغلق في المنطقة المتاخمة لنقطة المصب (الشكل 1) مما يقلل من خلط المياه البحرية مع المياه النهرية في هذا الحوض بسبب ضعف التبادل مع المياه البحرية التي تقع خارج هذا الحوض. تبين أيضاً أن المحطتين المذكورتين شكلتا عتبة بدأت بعدها تراكيز الشوارد المغذية بالانخفاض، إذ بدت المحطتين S100 و S200 كمرحلة انتقالية اختلفت فيها تراكيز الشوارد المغذية المدروسة تبعاً لزمّن الأعتيان وغزارة تدفق النهر. كانت التراكيز في المحطتين S500 و S1000 متقاربة في أشهر الصيف، يعود ذلك إلى انخفاض غزارة النهر في تلك الفترة من العام، إذ أظهرت هاتان المحطتان ملوحة مياه بحرية إلى حد كبير. أما في أشهر الشتاء التي امتازت بغزارة تدفق النهر فقد لُحظ امتداد تدرج تراكيز الشوارد المغذية ليشمل هاتين المحطتين، مما دفع لأخذ عينات إضافية على بعد 2000 و 3000 متر من نقطة المصب وصولاً إلى المياه البحرية. سجلت المحطات الواقعة على يمين خط امتداد مجرى النهر (S<sub>500R</sub> و S<sub>1000R</sub>) ارتفاعاً في تركيز الشوارد المغذية خلال أشهر آذار وكانون الثاني وشباط مقارنة مع تركيزها في المحطات اليسارية (S<sub>500L</sub> و S<sub>1000L</sub>). يعود هذا الاختلاف إلى حركة الرياح والتيارات البحرية التي قد تسبب جرف المياه المختلطة (مياه بحرية ونهرية) باتجاه اليمين وهذا ما رجحته قيم الملوحة، إذ ظهرت الملوحة منخفضة في المحطة اليمينية في هذه الأشهر.

نلاحظ من الأشكال السابقة (6 , 7 , 8 , 9 , 10) 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 غسل التربة الزراعية على ضفاف الشاطئ والغنية بالأسمدة والمخلفات الزراعية الفوسفاتية والآزوتية مثل نترات البوتاسيوم. كما أن مياه الأمطار بحد ذاتها غنية عادةً بالآزوت أكثر من الفوسفور والسيليكا (Yin *et al.*, 2000). انخفض معدل تركيز النترات والفوسفات في شهري أيار وتشرين الأول بما يتوافق مع ما هو معروف عن الذروة الربيعية والخريفية للعوالق النباتية المستهلكة لهذه الشوارد المغذية في البحر المتوسط والمناطق المعتدلة عموماً (Bougis, 1974). ثم عادت

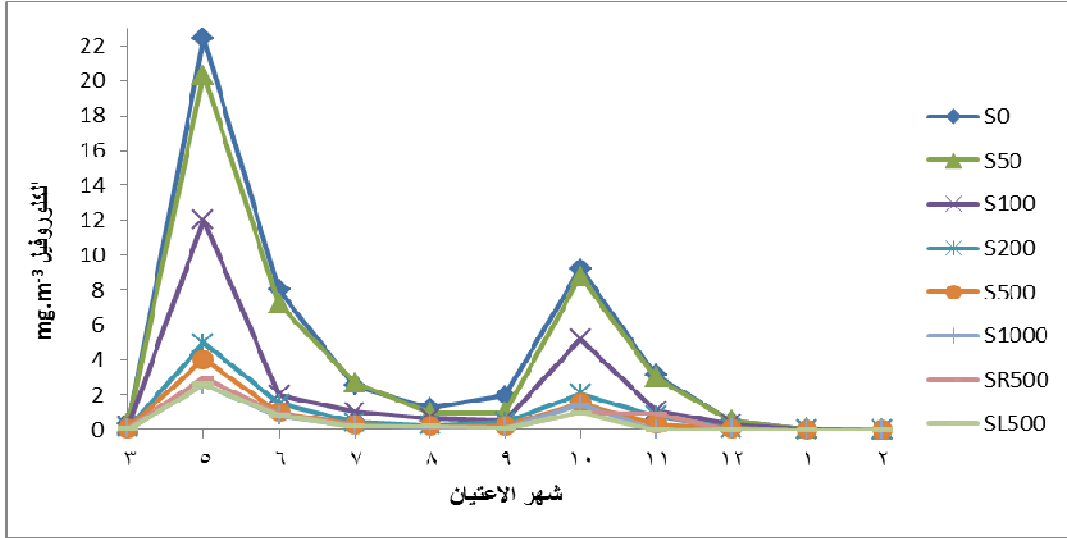
لترتفع من جديد خلال أشهر الصيف وبداية الخريف على الرغم من انخفاض مستوى تدفق النهر في هذه الأشهر، يمكن أن يعزى ذلك لعمليات إعادة تمعدن المواد العضوية. لم تظهر دراسة سوزال (Süzal *et al.*, 2008) التي جرت على نهر غيديز (Gediz) على بحر إيجه تزايد تركيز الفوسفات مع ارتفاع غزارة النهر وعزى ذلك إلى أن إعادة تعليق الرسوبيات (re-suspending) من القاع الضحل قد يكون هو المصدر الفعلي للفوسفات. رصد أيضاً انخفاض تركيز شوارد السيليكات في شهر أيار بسبب الاستهلاك المباشر للسيليكات من قبل العوالق النباتية البانية للدرج السيليسي أثناء نموها، إذ توافق ذلك مع دراسة سوزال (Süzal *et al.*, 2008) الذي فسّر الانخفاض الحاصل في تركيز السيليكات 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 السيليكات في نهاية الصيف وبداية الخريف (آب وأيلول) ربما يعود ذلك إلى انحلال الهياكل السيليسية المترافقة مع إعادة تمعدن المادة العضوية الجزيئية. نلاحظ أن تراكيز الأمونيوم في شهري حزيران وتموز كانت مرتفعة نسبياً عند نقطة المصب S0 إذ بلغت في حزيران 12.123 ميكرومول/الليتر وفي تموز 11.930 ميكرومول/الليتر، ويعود مصدرها لإفرازات الكائنات الحية ولنواتج إعادة تمعدن المادة العضوية فضلاً على الكميات التي تأتي مع مياه النهر والتي يفترض أن تكون محدودة نوعاً ما في هذه الفترة من العام. يعود انخفاض تركيز الأمونيوم في شهر آب (الشكل 9) إلى أكسدته بفعل البكتيريا إلى النتريت، إذ ظهر واضحاً ارتفاع تركيز النتريت في شهري تموز وآب (الشكل 10). عاد تركيز النتريت لينخفض في شهر أيلول نتيجة أكسدته إلى النترات الذي ارتفع تركيزه بشكل واضح في شهر أيلول (الشكل 6)، إذ يعتبر النتريت مرحلة انتقالية بين الأمونيوم والنترات. تؤكسد البكتيريا المنترة الأمونيوم في وسط غني بالأوكسجين إلى النتريت ثم إلى نترات عبر عمليتي أكسدة الأمونيوم وأكسدة النتريت وتسمى هذه العملية بالنترة:



تراوح تركيز الكلوروفيل a بين ( $0 - 22.411 \text{ mg.m}^{-3}$ ) (الشكل 11). إذ تم تسجيل القيمة العظمى في شهر أيار متوافقة مع الذروة الربيعية، كما لوحظ أيضاً انخفاضاً كبيراً في تركيزه شتاءً بسبب انخفاض الشدة الضوئية وعدم توفر الاستقرار الديناميكي الضروري لنمو العوالق النباتية.

تميزت المحطة S0 بتسجيل القيم العليا من الكلوروفيل a متقاربة مع المحطة S50. ربما يعود ذلك إلى ما تؤمنه جغرافية منطقة مصب نهر السن التي تشكل حوض شبه مغلق في المنطقة المتاخمة لنقطة المصب (الشكل 1) تنخفض فيها عمليات المزج وحركة المياه مما يؤمن الاستقرار الديناميكي الضروري لنمو العوالق النباتية. 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 التحولات الزمانية للكلوروفيل a خلال فترة الدراسة دروتين موسميتين، الأولى ربيعية في شهر أيار وهي الأكثر أهمية و الثانية خريفية أقل أهمية في شهر تشرين الأول بما يتوافق مع الدورة النظامية المعروفة للمناطق الشاطئية للمتوسط والمناطق المعتدلة والتي أكدتها العديد من دراسات (عمران، 1995؛ درويش، 1999؛ حمود، 2002) على الساحل السوري و (Lakkis 1994) في المياه اللبنانية و (Zaghloul, 1992) في المياه المصرية. توافق انخفاض تركيز الشوارد المغذية مع ارتفاع الكتلة الحيوية للعوالق النباتية بسبب عمليات التركيب الضوئي للعوالق النباتية مستهلكة المغذيات من الوسط. توافق ذلك مع دراسة بين (Yin *et al.*, 2000) التي أظهرت تناغم التوزيع الزمني للمغذيات مع

الكتلة الحيوية للعوالق النباتية، إذ انخفض تركيز المغذيات مع ازدياد الكتلة الحيوية للعوالق النباتية في شرقي مصب نهر بيل (Peal) جنوب الصين.



الشكل (12): تغير تركيز الكلوروفيل a ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) خلال أشهر الدراسة في مياه منطقة مصب نهر السن

توافق سلوك الشوارد المغذية في منطقة مصب نهر السن مع نتائج العديد من الدراسات التي أجريت على أنهار محلية وعالمية من إذ تناقص تركيز المغذيات بالابتعاد عن نقطة مصب النهر وكذلك الارتفاع التدريجي لملوحة المياه وحدوث التغيرات الفصلية لتركيز المغذيات

(محمد و آخرون 2009; Süzal et al., 2008; Lopes et al., 2007; Uncles et al., 2003).

أظهرت الدراسة الإحصائية باستخدام اختبار تحليل التباين ANOVA وجود فروق معنوية بين متوسطات تراكيز جميع الشوارد المغذية للمحطات المدروسة، إذ كانت قيمة  $P < 0.001$  لجميع الشوارد، وباستخدام اختبار LSD (Least Significant Difference Test)، وجدنا أن متوسطات تراكيز العناصر المغذية للمحطتين S0 و S50 كانت أكبر بشكل معنوي من بقية المحطات، إذ كانت قيمة  $P < 0.001$  دوماً، ربما يعود ذلك إلى جغرافية منطقة مصب نهر السن.

أظهرت دراسة علاقات الارتباط (معامل ارتباط بيرسون Correlation Coefficient Pearson) بين الخواص الهيدروكيميائية للمياه في المحطات المدروسة خلال فترة الدراسة (النترات - النتريت - الأمونيوم - الفوسفات - سيليكات - الملوحة - الكلوروفيل a) وجود علاقة معنوية عكسية بين تركيز الشوارد المغذية وملوحة المياه، يعود ذلك لإنخفاض تراكيز هذه الشوارد وازدياد الملوحة كلما ابتعدنا عن نقطة المصب باتجاه البحر (الجدول 1). ارتبطت الشوارد المغذية إيجابياً فيما بينها، إذ سجلت النترات علاقة ارتباط معنوية قوية مع الفوسفات ومعنوية جيدة مع السيليكات قد يعود ذلك إلى السلوك المتشابه لهذه الشوارد من إذ استهلاكها المباشر من قبل العوالق النباتية خلال فترتي الإزهار الربيعي والخريفي، فضلاً على ازدياد تراكيزها بشكل عام شتاءً وانخفاضها صيفاً تبعاً لغزارة تدفق النهر وما يصل إليه من المصادر الخارجية. نلاحظ من (الجدول 1) وجود علاقة ارتباط معنوية قوية بين النترات والأمونيوم ربما يعود ذلك إلى اشتراكهما بالمصادر نفسها، في حين كانت علاقة ارتباط النترات مع النتريت وارتباط الأمونيوم مع النتريت معنوية ولكنها أقل أهمية، قد يعود ذلك إلى الدورة السنوية للنظام البيئي المدروس، إذ يتوافق تغير شوارد الآزوت اللاعضوية مع الدورة السنوية للآزوت. يتناقص تراكيز شوارد الآزوت اللاعضوية أهمية وفق الترتيب التالي:



نترات - أمونيوم - نترت، إذ تؤدي كل من الطبيعة المؤكسدة لمياه البحر والبكتريا المنتزعة إلى أكسدة شوارد الأمونيوم إلى شوارد النترت ثم إلى النترات مكملة بذلك دورة الأزوت في هذا النظام (نور الدين، 2001). أظهرت الدراسة الإحصائية عدم وجود علاقة ارتباط معنوية بين الكلوروفيل a مع الشوارد المغذية المدروسة، ربما يعود ذلك لاقتصار وجود التراكيز المهمة للكلوروفيل على شهري الإزهار (أيار وتشرين أول) دون الأشهر الأخرى، كما أن تراكيز الكلوروفيل a تتغير سريعاً نتيجة لعاملين هما: هلاك العوالق النباتية بسبب عدم استقرار الأحوال المناخية والشروط المحيطة فضلاً على استهلاك هذه العوالق من قبل العوالق الحيوانية والسباحات العاشبة التي تليها في السلسلة الغذائية البحرية (عمران، 1995).

الجدول(1): علاقات الارتباط بين الملوحة و الشوارد المغذية فضلاً على الكلوروفيل a.

كلوروفيل	نترت	أمونيوم	سيليكات	فوسفات	نترات	الملوحة
1	-.009	.222	.049	-.109	.113	-.352**
1	.540**	.567**	.633**	.572**	-.629**	-.629**
1	.699**	.787**	.856**	-.830**	-.830**	-.830**
1	.732**	.776**	-.828**	-.828**	-.828**	-.828**
1	.874**	.874**	-.718**	-.718**	-.718**	-.718**
1	1	1	1	1	1	1

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

### الاستنتاجات والتوصيات:

1. سُجّلت أعلى التراكيز للشوارد المغذية المدروسة في معظم أشهر الدراسة في نقطة المصب S0 وتقاربت مع تركيز الشوارد المغذية في المحطة S50 على مدار أشهر العام بسبب جغرافية منطقة مصب نهر السن.
2. تناقص تركيز الشوارد المغذية مع الابتعاد عن نقطة المصب خلال جميع الطلعات البحرية، إذ شكّلت نقطة المصب المصدر الرئيس للمغذيات التي يتم توزيعها إلى باقي المحطات.
3. أظهرت تراكيز الشوارد المغذية تدرجاً واضحاً خلال أشهر الشتاء امتد إلى بعد 3000 متر عن نقطة المصب متوافقاً مع تدرج الملوحة، بينما امتازت أشهر الصيف بتدرج أقل امتداداً في تركيز الشوارد المغذية، إذ انحصرت منطقة التدرج ضمن 200 - 500 متر الأولى.
4. انخفض تركيز النترات والفوسفات والسيليكات في شهري أيار وتشرين الأول بما يتوافق مع ما هو معروف بالذروة الربيعية والخريفية للعوالق النباتية المستهلكة لهذه الشوارد المغذية ترافق ذلك مع ارتفاع الكتلة الحيوية للعوالق النباتية بسبب عمليات التركيب الضوئي للعوالق النباتية التي تستهلك الشوارد المغذية من الوسط.
5. أظهرت دراسة علاقة الارتباط وجود علاقة معنوية عكسية بين تراكيز الشوارد المغذية وملوحة المياه.

6. ارتبطت الشوارد المغذية إيجابياً وبشكل معنوي فيما بينها، إذ سجلت النترات علاقة ارتباط قوية مع الفوسفات وجيدة مع السيليكات بسبب السلوك المتشابهة لهذه الشوارد من إذ استهلاكها المباشر من قبل العوالق النباتية خلال فترتي الإزهار الربيعي والخريفي وازدياد تراكيزها بشكل عام شتاءً وانخفاضها صيفاً تبعاً لغزارة تدفق النهر.
7. كانت علاقة ارتباط النترات مع النتريت وارتباط الأمونيوم مع النتريت معنوية أقل أهمية يعود ذلك إلى الدورة السنوية للنظام البيئي المدروس، إذ تؤدي كل من الطبيعة المؤكسدة لمياه البحر والبكتريا المنتزعة إلى أكسدة شوارد الأمونيوم إلى شوارد النتريت ثم إلى النترات.
8. 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.
9. تطبيق هذه الدراسة على الأنهار الأخرى لمعرفة مدى قدرتها على إمداد مياه البحر بالشوارد المغذية الضرورية لبناء القاعدة الأساسية في السلسلة الغذائية.
10. الاستفادة من مناطق مصبات الأنهار ولاسيما في عمليات الاستزراع البحري كونها غنية بالمغذيات وملائمة لعيش الكثير من الكائنات الحية البحرية.

## المراجع:

1. حمود، نديم. دراسة توزع 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.
2. درويش، فيروز. مساهمة في دراسة العوالق النباتية في شاطئ مدينة بانياس. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، 1999، 156.
3. عمران، منى. استقصاء واقع شوارد الآزوت اللاعضوية في مياه الساحل السوري. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، سوريا، 1995، 92.
4. محمد، عصام؛ حويجة، عماد؛ ناصر، محمد. تحديد شوارد النترات و النتريت والفوسفات 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.
5. 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.
6. 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, 39, 1994, 329 – 352.
7. BENOVIC, A. Zooplankton biomass of the Adriatic sea – present status and proplems. Nova Thalassia, 3, 1979, 137-149.
8. BILLEN, G.; GARNIER, J. The Phison River Plume: coastal eutrophication in response to changes in land use and water management in the watershed. Aquat Microb Ecol, 13, 1997, 3-17.
9. BOUGIS, P. Ecologie du plankton marin 1-le phytoplankton. Masson, Paris, 1974, 196.

10. CONLEY, D. J.; SCHELSKE, C. L., STOERMER, E. F., *Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 81, 1993, 121–8.
11. CROUZET, P.; LEONARD, J.; NIXON, S.; REES, Y.; PARR, W.; LAFFON, L.; BOGESTRAND, J.; KRISTENSEN, P.; LALLANA, C.; IZZO, G.; BOKN, T.; BAK, J. *Nutrients in European ecosystems*. European Environment Agency, Copenhagen, Environmental assessment report, No.4, 1999, 155.
12. EYRE, B.; BALLS, P. *A Comparative Study of Nutrient Behavior along the gradient of Tropical and Temperate Estuaries*. Estuaries, Vol. 22, No. 2A, 1999, 313-326.
13. GRASSHOFF, K.; KREMLING, K., EHRHARDT, M. *Methods of Seawater Analysis*. 3rd. ed., Wiley-VCH, New York, 1999, 634.
14. 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, 167, 1975, 191-194.
15. KAUI, L. W.; FROELICH, P. N. *Modelling estuarine nutrient geochemistry in a simple system*. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 1984, 1417-1433.
16. LAKKIS, S. *Communauté planctonique des eaux néritiques Libanaises; Structure Dynamique des populations*. Lebanese Science Bulletin, Vol. 7, No. 1, 1994, 69-93.
17. 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.
18. OFFICER, C. B.; RYTHER, J. H.; *The possible importance of silicon in marine eutrophication*. Mar Ecol Prog Ser, 3, 1980, 83–91.
19. RAGUENEAU, O.; LANCELOTB, C.; EGOROV, V.; VERVLIMMEREND, J.; COCIASUE, A.; DELIAT, G.; KRASTEVC, A.; Daouda, N.; ROUSSEAU, V.; POPOVITCHEVC, 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. UNEP. *Consultation Meeting on MED POL Eutrophication Monitoring Strategy*, Greece, 2002.
24. 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.
25. ZAGHLOL, F. *Phytoplankton biomass and diversity index in the western Harbour of Alexandria*. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., Egypt, 333, 1992, 268.
26. ZHANG, J. *Nutrient elements in large Chinese estuaries*. Continental Shelf Research, Great Britain, Vol. 16, No.8 , 1996, 1023-1045.