

## Study the spatial-temporal nutrients' variations of the estuaries of Jableh City

Dr. Hazem Krawi \*  
Dr. Feriouz Darwich \*\*  
Ruba Safia \*\*\*

(Received 16 / 1 / 2022. Accepted 10 / 4 / 2022)

### □ ABSTRACT □

This study deal with the determination of nutrients concentrations and their local-temporal variation in three estuaries on Mediterranean coast of Jableh city. The concentrations of inorganic forms of nitrogen, phosphorus and silicium, some, chlorophyll a as well as hydrological factors of water (salinity, temperature and pH) were determined. Seven marine sampling trips were performed, which covered all the seasons during the period of study between May 2016 and May 2017. Both Saqia Al-Bustan and Al-Rous estuaries recorded the highest concentrations of nitrate ions compared to the rest of the studied sites, while the third estuary (Al-Rumaila) recorded the highest concentrations of ammonium, phosphate and silicate ions. The time of spring peak varied from one estuary to another, but they shared the same timing for the autumn peak. The ratio ( $\text{NO}_3^-/\text{PO}_4^{3-}$ ) in Saqiyat al-Bustan and al-Rous estuaries showed that phosphorous was the limiting factor for growth throughout the study months (Except for May 2016 and May 2017 regarding al-Rous estuary). As for the estuary of Rumaila River, nitrogen was the limiting factor for growth over all months of the study due to the huge sewage inputs received by this river. According to the variations between the two values of ( $\Sigma\text{N}/\text{P}$ ) and ( $\text{NO}_3^-/\text{PO}_4^{3-}$ ), both Saqiya al-Bustan and Rumaila estuaries are affected by a non-continuous sewage flow, while the Rous estuary is affected by a direct and continuous sewage flow. The ratio  $\text{Si}/\text{NO}_3^-$  indicates that the Rumaila River is the richest in silicates compared to the rest of the estuaries, followed by the Rous estuary and then the Saqiyat al-Bustan estuary.

**Key words:** nutrients, nutrients distribution in estuaries, chlorophyll a, phytoplankton.

---

\* Associate Professor- Marine Chemistry Department - High Institute of Marine Research – Tishreen University- Lattakia – Syria. Email:hazemkrawi@hotmail.com.

\*\*Associate Professor- Marine Biology Department - High Institute of Marine Research – Tishreen University- Lattakia – Syria. Email:fdarwich1968@yahoo.de

\*\*\*Postgraduate student- Marine Chemistry Department - High Institute of Marine Research –Tishreen University- Lattakia – Syria. Email:rbasafya@gmail.com.

## دراسة التغيرات الزمانية والمكانية للأيونات المغذية في مصبات الأنهار لمدينة جبلة

د. حازم كراوي\*

د. فيروز درويش\*\*

ربا صافيا\*\*\*

(تاريخ الإيداع 16 / 1 / 2022. قبل للنشر في 10 / 4 / 2022)

### □ ملخص □

تناولت هذه الدراسة تحديد تراكيز العناصر المغذية ودراسة تغيراتها الزمانية والمكانية في مياه مصبات ثلاثة أنهار من شاطئ مدينة جبلة المطل على البحر المتوسط. تم تحديد تراكيز الأشكال اللاعضوية للأزوت والفوسفور والسيليسيوم، والكلوروفيل a، مع استعراض أهم العوامل الهيدرولوجية للمياه (درجة الحرارة، الملوحة، الحموضة) المؤثرة في توزع هذه المغذيات. تم تنفيذ 7 طلعات بحرية شملت جميع الفصول خلال فترة الدراسة الممتدة بين أيار 2016 و أيار 2017. سجل كل من مصبي ساقية البستان والروس أعلى التراكيز لأيونات النتريت، في حين سجل مصب نهر الرميطة أعلى التراكيز لأيونات الأمونيوم والفوسفات والسيليكات. تباينت الفترات التي ظهرت فيها القمم الربيعية في مصبات الأنهار ولكنها توافقت جميعها بتوقيت واحد للذروة الخريفية. بينت نسبة أيونات ( $NO_3^-/PO_4^{-3}$ ) في مصبي ساقية البستان والروس أن الفوسفور كان العامل المحدد للنمو في معظم أشهر الدراسة (باستثناء شهري أيار 2016 وأيار 2017 فيما يخص مصب الروس)، أما في مصب نهر الرميطة فقد كان الأزوت هو العامل المحدد للنمو في كافة أشهر الدراسة. بناءً على ما أشارت إليه الفروق بين النسبتين ( $\Sigma N/P$ ) و ( $NO_3^-/PO_4^{-3}$ ) فإنه لا يوجد تأثير مباشر للصرف الصحي في مصبي الرميطة وساقية البستان مقارنة بمصب الروس الذي تبين أنه يخضع لتأثير صرف صحي مباشر (حديث)، كما تبين من خلال دراسة النسبة ( $Si / NO_3^-$ ) في كل من المصبات الثلاثة أن نهر الرميطة هو الأغنى بالسيليكات يليه مصب الروس ومن ثم مصب ساقية البستان.

**الكلمات مفتاحية:** المغذيات، توزع المغذيات في مصبات الأنهار، الكلوروفيل a، العوالق النباتية

\*أستاذ مساعد- قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية. Email:hazemkrawi@hotmail.com.

\*\*أستاذ مساعد- قسم البيولوجية البحرية- المعهد العالي للبحوث البحرية- جامعة تشرين اللاذقية - سورية. Email:fdarwich1968@yahoo.de.

\*\*\*طالبة (ماجستير)- قسم الكيمياء البحرية - المعهد العالي للبحوث البحرية - جامعة تشرين اللاذقية - سورية. Email:rbasafya@gmail.com.

**مقدمة:**

تلعب مصبات الأنهار التي تصل المياه العذبة بالمحيط دوراً هاماً في التأثير على تدفقات المغذيات إلى المياه الشاطئية، كما تعدّ المناطق الشاطئية ومصبات الأنهار بوجه خاص مركزاً للتجمعات البشرية وتشير التقديرات الأخيرة إلى أنّ حوالي 40% من سكان العالم يعيشون على بعد 100 كيلومتر عن الشاطئ [1]. وعلى الرغم من تعرّض مصبات الأنهار لضغوط ديموغرافية و اقتصادية وبيئية مكثّفة إلا أنّها ذات أهمية وفوائد جمة تعود على البشر [2]. تعدّ الأنهار مصدراً رئيساً للمغذيات إلى مياه البحر [3,4]. يجب أن تمرّ هذه المدخلات النهرية من خلال مصبات الأنهار في طريقها إلى المحيط، إلا أنّها قد تتأثر بمجموعة متنوعة من العمليات ضمن المصب النهري [5]. ترتبط دورة العناصر المغذية الواردة إلى مصبات الأنهار بعوامل عدّة كالعوامل الهيدروديناميكية ومورفولوجية التشكيل الخاصة بالمصب، وزمن تدفق المصب الذي يتحكّم به مدى اندفاع المياه العذبة ودورانها في منطقة المصب، بالإضافة إلى الإطار الزمني للعمليات البيوجيوكيميائية والتي تشمل النشاط الميكروبي وتفاعلات الجزيئات المذابة والتبادل مع القاع [6].

تتجلى العمليات البيوجيوكيميائية داخل مصبات الأنهار من خلال التفاعلات بين الكائنات الحية (العوالق النباتية الموجودة في العمود المائي، البكتيريا) والتبادلات بين الجسيمات العالقة والرسوبيات، بالإضافة إلى الكيمياء الضوئية وتبادل الغازات بين الغلاف الجوي والمياه و الرسوبيات [7, 8].

تتبع العوالق النباتية حركات وحولات معقدة ضمن مصبات الأنهار، بسبب التضافر بين العمليات البيولوجية والكيميائية بما في ذلك النمو والتنفس وامتصاص المغذيات وإعادة تمعدنها والعمليات الفيزيائية المرتبطة بالمد والجزر وتدفق النهر والخلط العمودي ضمن عمود الماء [9]، حيث تتميز كل من هذه العمليات بنطاقات زمنية مختلفة قد تتراوح بين ساعات أو تمتد إلى أشهر وفصول.

تؤدي مدخلات المغذيات التي تسببها الأنشطة البشرية إلى تعزيز نمو العوالق النباتية وإحداث خلل في توازن النظام الإيكولوجي للمياه، مما يؤدي إلى تدهور جودة المياه في مصبات الأنهار وحدث ظاهرة الإثراء الغذائي [10]، لذلك تمّ إدراج الكتلة الحيوية للعوالق النباتية كأحد معايير تقييم جودة المياه [11].

تعدّ مصبات الأنهار مواقع جيدة للدراسات البيئية وذلك لأنّ الآليات الحيوية وغير الحيوية والتي تختلف باختلاف الزمان والمكان، تتحكم في ديناميكية الكائنات الحية ضمن النظام بأكمله، كما تتميز المصبات بإنتاجية أعلى [12] وتلعب دوراً رئيساً في دعم المصائد السمكية التجارية ضمن المناطق الساحلية [13,14]. وتعدّ الدراسات التي تجرى على مصبات الأنهار قليلة مقارنة بالدراسات التي تتم على الموارد المائية الأخرى [15].

تمّ في سياق التعرف على أداء مصبات الأنهار وتطوّر العوامل الحيوية واللاحيوية المرتبطة بالديناميكيات البحرية إجراء هذه الدراسة على مستوى بعض مصبات أنهار مدينة جبلة المطلّة على البحر الأبيض المتوسط.

**أهمية البحث وأهدافه:**

تأتي أهمية البحث كونه يتناول دراسة المواد المغذية المذابة بما فيها أيونات السيليكات التي تدرس لأول مرة في بعض مصبات أنهار مدينة جبلة، وتحديد أهم الخصائص الهيدروكيميائية المؤثرة فيها، وهو استكمال للدراسات الأخيرة الهادفة لتغطية كامل الشاطئ السوري. يسلم هذا البحث الضوء على سلوك الأيونات اللاعضوية المذابة للآزوت

والفوسفور والسيليسيوم في المصبات من وجهة نظر كيميائية للإطلاع على واقع المغذيات في هذه المنطقة البحرية وتحديد سوياتها (تراكيدها)، حيث يؤثر تغير تركيز هذه المغذيات تأثيراً مباشراً في آلية عمل النظام البيئي والإنتاجية الأولية وبالتالي في السلسلة الغذائية التي تنتهي بالإنسان. اتصفت الدراسات السابقة التي اهتمت بالمغذيات على الشاطئ السوري بأنها دراسات متفرقة وتمت خلال فترات زمنية متباعدة ومعظمها كان بهدف معرفة تأثيرها في توزيع العوالق النباتية والحيوانية.

يهدف هذا البحث إلى دراسة التغيرات النصف فصلية لتركيز المغذيات في مصبات الأنهار المدروسة وتحديد العوامل الهيدرولوجية المؤثرة فيها ( كدرجة الحرارة والملوحة ودرجة الحموضة) ، بالإضافة إلى تحديد العامل المحدد للنمو عبر دراسة نسب الأيونات المغذية  $(\text{Si}/\text{NO}_3^- , \text{NO}_3^-/\text{PO}_4^{3-}, \text{N}/\text{P})$  وتقدير الانتاجية الأولية عبر تحديد تركيز الكلوروفيل a.

## طرائق البحث ومواده

### - مواقع الاعتيان:

تمّ اعتيان عينات مائية نصف فصلية خلال الفترة الممتدة بين أيار 2016 وأيار 2017 من مصبات ثلاثة أنهار على شاطئ مدينة جبلة ، تضمّ مصب نهر الزوس و مصب نهر الرميطة ومصب ساقية البستان.

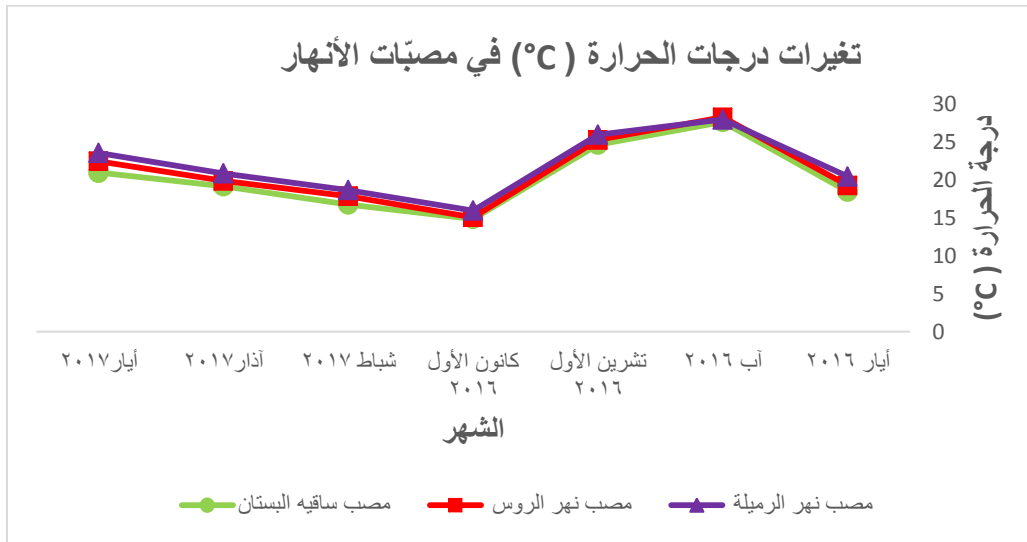
### - الطرائق التحليلية المستخدمة :

تمّ اعتماد طريقة كوروليف لتحديد تركيز أيونات الأمونيوم في مياه البحر [16] ، والتي تقوم على تفاعل النشادر مع الهيبيكلوريت في وسط قلوي معطياً أحادي كلور الأمين والذي يتفاعل بدوره مع الفينول بوجود كمية زائدة من الهيبيكلوريت مشكلاً أزرق الأندوفينول الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 630nm. تقوم الطريقة القياسية لتحديد أيونات النتريت المذابة في مياه البحر وفق [17] ، على تفاعل أيونات النتريت مع سلفونيل أميد هيدروكلورايد فيتشكل ملح الديازونيوم، الذي يرتبط مع  $(\text{N}-(1-\text{Naphthyl})-\text{ethylenediamine})$  [N-dihydrochloride]، حيث يقود هذا التفاعل إلى تشكل صبغ الأزو (وردي اللون) الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 540nm تقريباً [16]. حُدّد تركيز أيونات النتريت بإتباع الطريقة نفسها بعد إرجاع أيونات النتريت إلى النتريت باستخدام عمود من الكادميوم المكسو بالنحاس [16] . تمّ اعتماد طريقة ريلي ومورفي [16] لتحديد تركيز أيونات الفوسفات اللاعضوية التي تقوم على تفاعل مولبيدات الأمونيوم مع أيونات الفوسفات بوجود الأنتيموان الثلاثي كوسيط للحصول على حمض الفوسفومولبيدات، يُرجع المعقد الناتج بوساطة حمض الأسكوربيك لإعطاء أزرق الفوسفومولبيد الذي يمتص الضوء عند طول الموجة 885 nm. تمّ اعتماد طريقة كوروليف لتحديد تركيز أيونات السيليكات المذابة في المياه والتي تقوم على تشكيل حمض السيليكومولبيديك عندما تعالج العينات المحمضة مع محلول المولبيدات والذي يرجع إلى معقد السيليكومولبيديك الأزرق بوساطة حمض الأسكوربيك وبوجود حمض الأوكزاليك. يمتصّ هذا المعقد الضوء عند طول الموجة 810 nm [16]. تمّ استخدام طريقة جفري وهمفري لتحديد تراكيز الأصبغة اليخضورية في الماء [18] ، حيث رُسّحت العينات على فلاتر سيلوزية، ثم سُحقت بوساطة خلاط عمودي. استُخلص الكلوروفيل a من العينات في الظلام بوساطة الأسيتون 90% . تمّ بعد ذلك قياس امتصاصية العينات بوساطة جهاز سيكتروفوتوميتر وحُدّد تركيز الكلوروفيل a باستخدام المعادلات الحسابية [18] ، كما تمّ حساب الإنتاج الأولي وفق علاقة [19]. تمّ تحديد ملوحة المياه ودرجة حرارتها ودرجة الحموضة باستخدام جهاز حقلي ماركة WTW-Multi

(i 340). أُجريت كافة قياسات الامتصاصية المطلوبة باستخدام جهاز تحليل طيفي ضوئي (سيبكتروفوتومتر) ماركة ZUZI (Models 4211/20) ضمن مجال الخطية لمختلف المنحنيات العيارية.

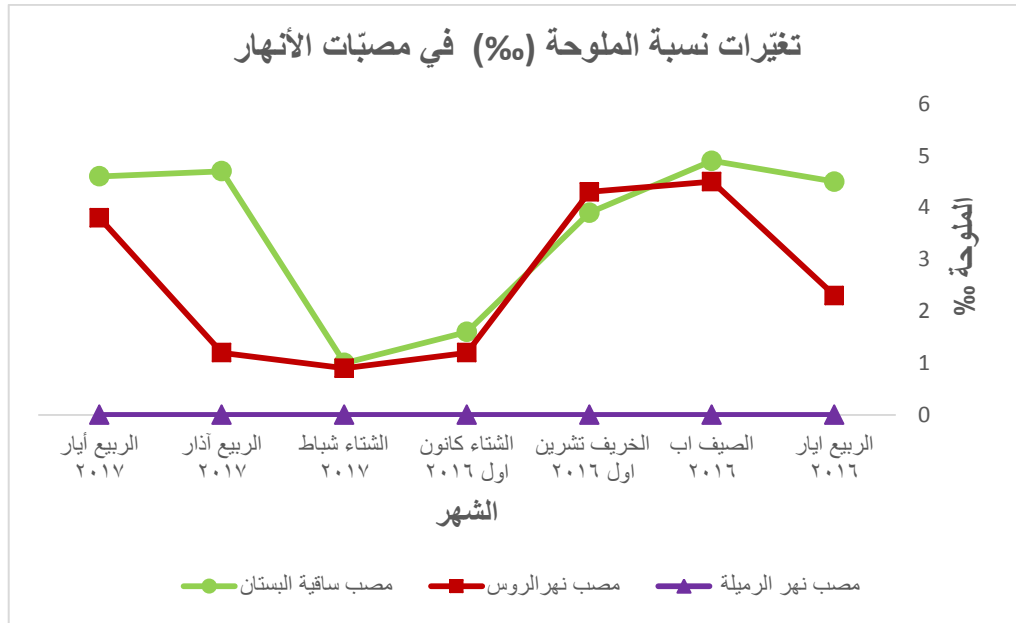
#### النتائج والمناقشة:

تراوحت درجات الحرارة في مصبات الأنهار بين  $14.9^{\circ}\text{C}$  شتاءً و  $28.3^{\circ}\text{C}$  صيفاً (الشكل 1). لُحظت أعلى درجات الحرارة في مصبات الأنهار خلال شهر آب في مصب نهر الروس وأدناها خلال شهر كانون الأول في مصب ساقية البستان. رُصدت درجات حرارة مرتفعة صيفاً ومنخفضة شتاءً في كافة مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة، يعود سبب هذه التغيرات إلى الدورة المناخية الفصلية المعروفة في هذه المنطقة [20]. كانت درجات الحرارة متقاربة بين المصبات الثلاثة، وتعزى الاختلافات الطفيفة في درجات الحرارة إلى الفروقات في أزمنا الاعتيان.



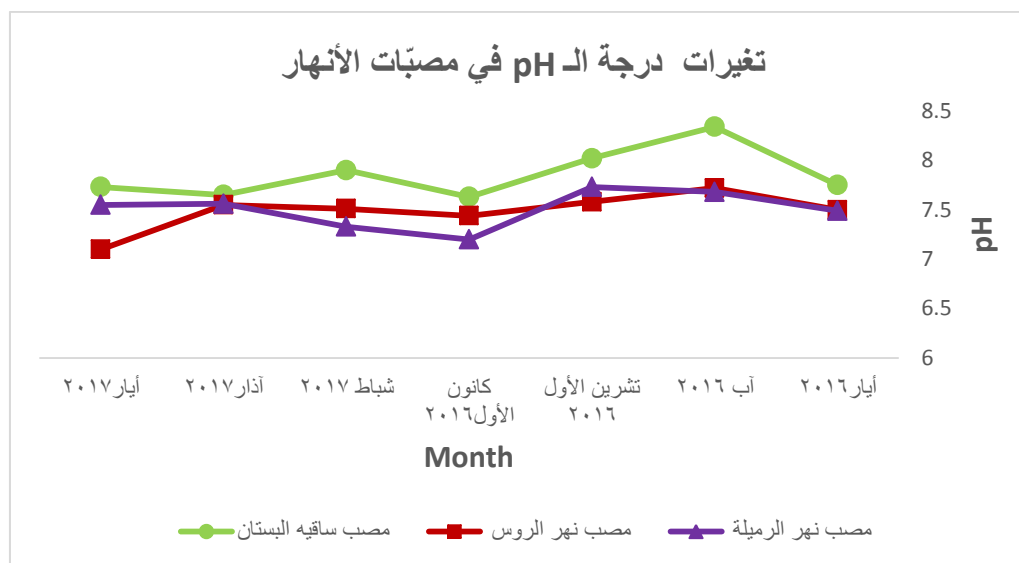
شكل (1) : تغيّرات درجة حرارة المياه (°C) في مصبات الأنهار المدروسة خلال فترة الدراسة

تغيّرت ملوحة المياه في مصبات الأنهار بين 0% و 4.9% (الشكل 2). رصدت أعلى نسبة ملوحة في مصب ساقية البستان خلال شهر آب، وأدنى نسبة ملوحة في مصب نهر الرميّة خلال جميع الأشهر. لُحظ تناقص نسبة الملوحة خلال فصل الشتاء (كانون الأول وشباط) بسبب ارتفاع غزارة مياه الأنهار ممّا يزيد من تمديد مياه البحر بالمياه النهرية، في حين أدّى انخفاض تدفق الأنهار خلال الفترة الصيفية ومايتبع ذلك من تسرب مياه البحر إلى المصب جنباً إلى جنب مع ارتفاع معدل التبخر في فصل الصيف إلى ارتفاع نسبة الملوحة في منطقة المصب لكل من الأنهار المدروسة وتوافق ذلك مع دراسات عدة أُجريت على أنهار أخرى [21]. لُحظ عموماً انخفاض نسبة الملوحة واقترابها من ملوحة المياه العذبة وذلك خلال كامل فترة الدراسة كون الاعتيان كان من أعلى المصب قبل حصول امتزاج كبير للمياه النهرية مع مياه البحر.



شكل ( 2 ) : تغيرات نسبة الملوحة (%) في مياه مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة.

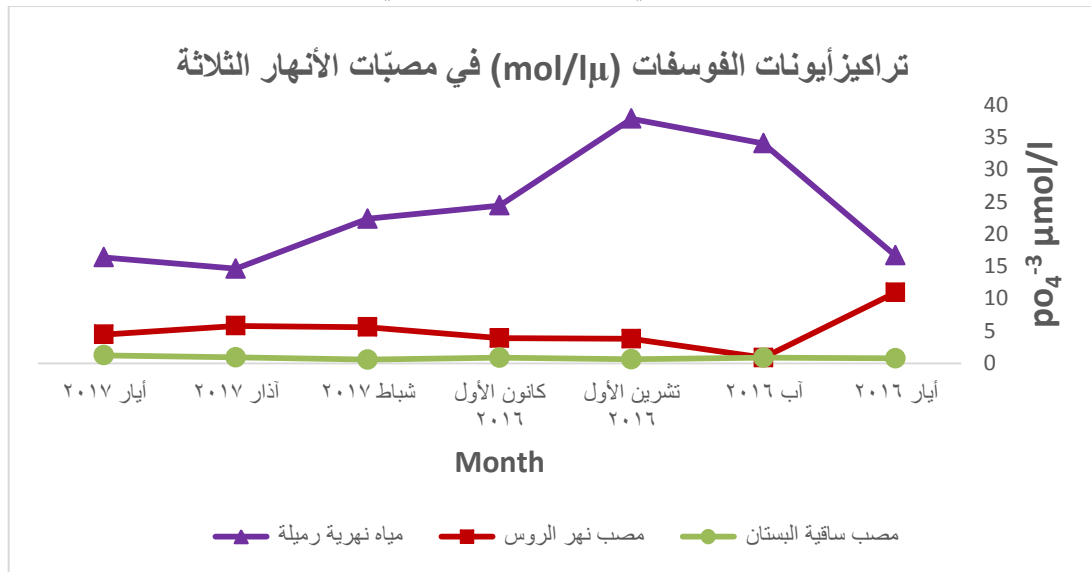
تراوحت قيم الـ pH في مصبات الأنهار أثناء فترة البحث بين 7.1 و 8.34. سجّلت القيمة العظمى في مصب ساقية البستان خلال شهر آب 2016، والقيمة الدنيا في مصب نهر الروس خلال شهر أيار 2017 (الشكل 3). لُحظ عموماً ارتفاع قيم الـ pH صيفاً بسبب تناقص كمية المياه النهرية الواردة إلى منطقة المصبّ وازدياد عملية تبخّر المياه بينما انخفضت في الشتاء، ويعود سبب ذلك بالدرجة الأولى إلى زيادة كمية المياه النهرية المتدفقة. حيث تزداد قيمة الـ pH المياه عموماً مع زيادة نسبة المياه البحرية في العيّنة. رُصد ارتفاع نسبي في قيم الـ pH في الفترات التي رصدت فيها ذروات كلوروفيل (ازهار ربيعي وخريفي) - باستثناء قيمة pH في مصب الروس خلال شهر أيار - وذلك نتيجة عمليات التركيب الضوئي المستهلكة لغاز ثنائي أكسيد الكربون المذاب في المياه الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع قيم الـ pH [21]. لُحظ أنّ قيم الـ pH في مصبي (الروس، الرميطة) كانت دوماً أخفض من القيم المسجّلة في مصب ساقية البستان، يمكن أن يكون ذلك عائداً إلى عمليات تحلل المادة العضوية الضخمة التي يتلقاها كل من هذين النهرين، حيث ثبت أنّ عمليات التحلل وإعادة التمعدن للمادة العضوية تؤدي عموماً إلى انخفاض درجة الحموضة [22]. تبين لاحقاً ومن خلال النسبة الأيونية  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  في مصب ساقية البستان انخفاض مدخلات المادة العضوية إليه وبالتالي عمليات التحلل فيه ستكون منخفضة وهذا ما يفسر ارتفاع قيم الـ pH مقارنة مع المصبين الآخرين.



شكل (3): تغيرات درجة الحموضة في مياه مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة.

تراوحت تراكيز أيونات الفوسفات في مصبات الأنهار المدروسة بين  $0.574 \mu\text{mol/L}$  و  $37.894 \mu\text{mol/L}$  حيث سجّلت أعلاها في مصبّ نهر الرميّلة خلال شهر تشرين الأول وأدناها في مصب ساقية البستان خلال شهر شباط (الشكل 4). لُحظ ارتفاع تراكيز أيونات الفوسفات خلال (آب 2016) و (تشرين الأول 2016) في كل من مصب ساقية البستان ومصب نهر الرميّلة على التوالي، قد يعود ذلك إلى إرجاع أوكسي هيدروكسيدات الحديد المخزن في الرسوبيات وتحرر الفوسفور الممتز عليه مسبقاً [23] وذلك في ظل ظروف نقص الأوكسجين التي تحدث في هذه الفترة من العام ربما بسبب ارتفاع المحتوى من المواد العضوية في مصبات الأنهار [24] ، لُحظ بالمقابل انخفاض لتراكيز الفوسفات في مصب نهر الروس صيفاً ، قد يعود ذلك لاحتمالية امتزاز الفوسفور على حبيبات الرسوبيات في هذا المصب مما يصعب إعادة ذوبانه [25]. ارتفعت تراكيز أيونات الفوسفات في شهر تشرين الأول في كل من مصبي الروس والرميّلة على الرغم من انخفاض مستوى تدفق النهر خلال هذا الشهر، يعزى ذلك إلى محدودية حركة الأمواج وازدياد تركيز الملوثات ونشاط الجراثيم والكائنات المفككة والتي تسهم بزيادة تركيز هذه الأيونات [26]. رُصد انخفاض تركيز أيونات الفوسفات في مصب ساقية البستان في شهر تشرين الأول بسبب حدوث الذروة الخريفية للعوالق النباتية المعروفة في مثل هذه المناطق في هذا الوقت من العام [27]. سجّل ارتفاع نسبي في تراكيز أيونات الفوسفات خلال أشهر الشتاء خصوصاً خلال شباط في مصبي الروس والرميّلة، وخلال كانون الأول في مصب ساقية البستان ، يعود ذلك إلى كون العمليات البيولوجية تلعب دوراً ثانوياً خلال هذه الفترة [28]. تبع هذا الارتفاع في تراكيز أيونات الفوسفات انخفاض واضح خلال أشهر الربيع ، وتباين زمن الانخفاض المتوافق مع الذروة الربيعية بين مصب وآخر (الشكل 9) ، حيث جاءت مبكرة جداً في مصب ساقية البستان في نهاية شباط، بينما استنزفت أيونات الفوسفات في نهر الرميّلة خلال أواخر شهر آذار وذلك بعد اغتاء عمود الماء بالفوسفات والذي حصل في الشهر الذي يسبقه (شباط) ، مما أدى إلى استهلاكها في آذار من قبل العوالق النباتية (الذروة الربيعية) التي تستخدم أيونات الفوسفات في بناء كتلتها الحيوية [29] ، أمّا في مصب نهر الروس فقد قاربت أيونات الفوسفات على الاستنزاف في شهر أيار 2017 متوافقة مع ذروة ربيعية أيضاً [20]. تعزى تراكيز أيونات الفوسفات المرتفعة في مصب نهر الرميّلة مقارنة

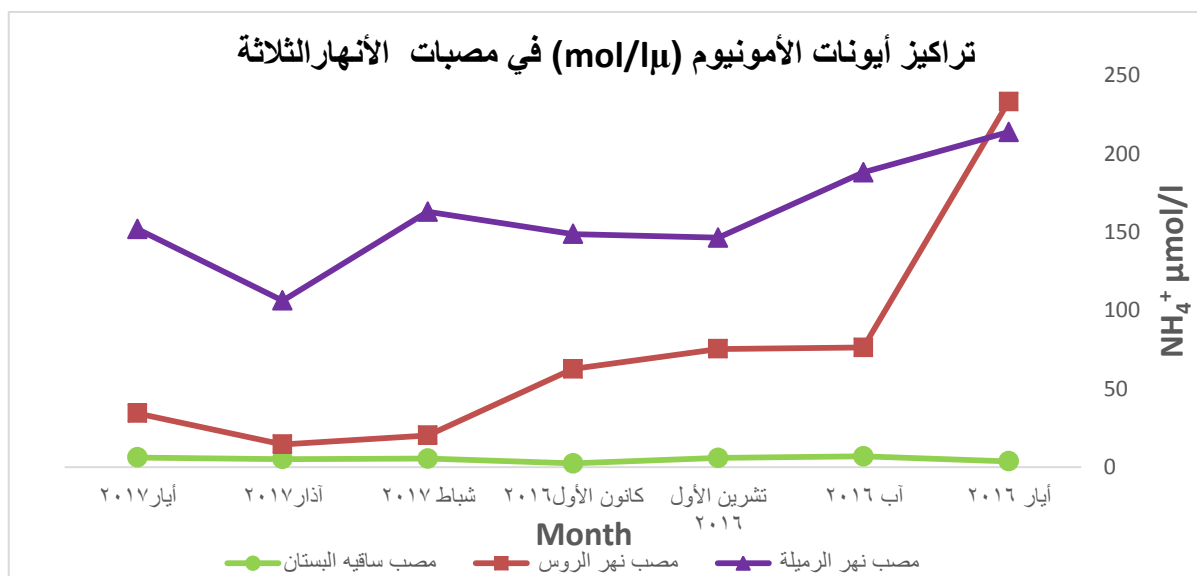
بالمصبات الأخرى، لكون مياه هذا النهر تتلقى كمية أكبر من مياه الصرف الصحي والزراعي من بقية الأنهار المدروسة، بالإضافة إلى إلقاء مياه الصرف الصحي الخاص بالمشفى الوطني على مقربة من المصب.



شكل (4): تغيرات تراكيز أيونات الفوسفات ( $\mu\text{mol/l}$ ) في مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة

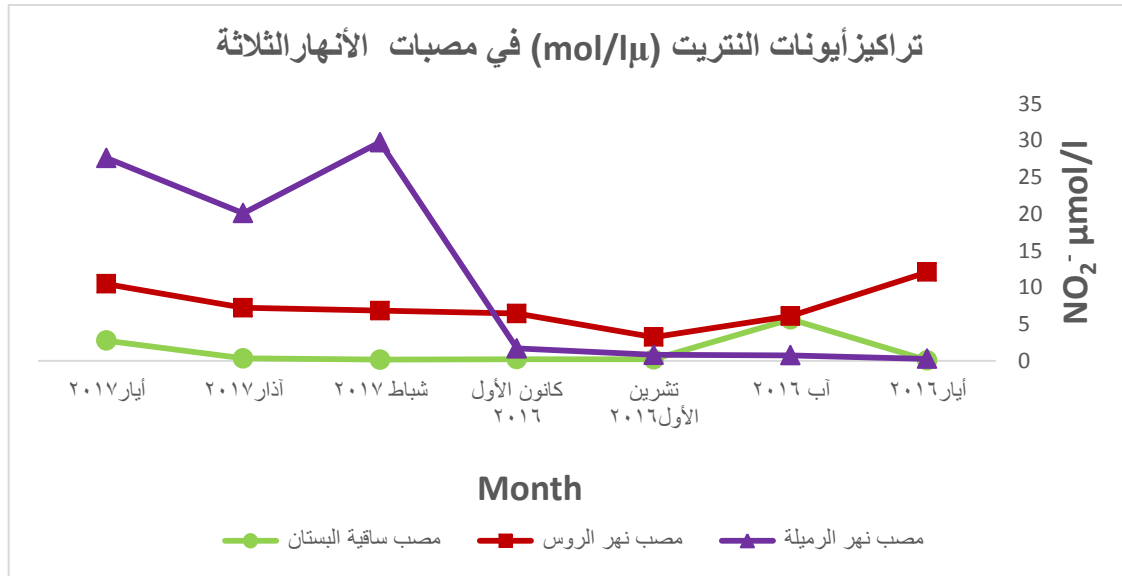
تراوحت تراكيز أيونات الأمونيوم المذابة في مياه المصبات المدروسة بين  $2.283 \mu\text{mol/L}$  و  $233.307 \mu\text{mol/l}$  (الشكل 5)، حيث سجّلت أعلى التراكيز في مصب نهر الروس في شهر أيار 2016 وأدناها في مصب ساقية البستان في كانون الأول 2016. انخفضت تراكيز أيونات الأمونيوم عموماً في فصل الشتاء، حيث لُحظ انخفاض واضح ضمن مصب ساقية البستان في شهر كانون الأول، وانخفاضات أخرى نسبية ضمن مصبي الرميلة والروس وذلك في شهري كانون الأول وشباط على التوالي، يعود ذلك إلى الأكسدة البيولوجية لأيونات الأمونيوم المذابة إلى مركبات النتروجين الأخرى "نتريت و نترات" بواسطة أنواع مختلفة من البكتيريا في ظل وجود الأوكسجين المذاب [26,30] وهذا ما أكّده النتائج، حيث لُحظ وجود ارتفاع متوافق في كل من أيونات النتريت أو النترات (الشكل 6 والشكل 7) على التوالي. تعود التراكيز المرتفعة لأيونات الأمونيوم في شهر آب وتشرين الأول في المصبات الثلاثة إلى ارتفاع درجة الحرارة الذي يساهم في زيادة نشاط الجراثيم وتفعيل دورها في تفكيك المواد العضوية [31,32]. لُحظ تزامن ارتفاع تراكيز أيونات الأمونيوم مع انخفاض قيم الكلوروفيل في معظم المصبات (الشكل 9). تتسجم هذه النتائج التي تمّ الحصول عليها مع العديد من الدراسات السابقة التي عدت ارتفاع تراكيز أيونات الأمونيوم المرصودة في المياه عاملاً هاماً ومسؤولاً عن انخفاض الإنتاج الأولي كما في دراسة [33] على مصب نهر ديلاوير. لُحظ من خلال النتائج أن نهر الرميلة كان الأغنى بالأمونيوم مقارنة بالمصبين الآخرين وذلك طيلة فترة الدراسة تقريباً (الشكل 5)، يعود ذلك إلى كون نهر الرميلة من الأنهار التي تمر بمناطق حضرية أكثر توسعاً سكانياً وعمرانياً مقارنة مع المناطق غير الحضرية التي يمر بها نهريّن الآخرين وبالتالي ستصل كميات كبيرة من المادة العضوية القادمة مع مياه الصرف الصحي عبر هذا النهر مما يقلل من كمية الأوكسجين المذاب في منطقة المصب نتيجة عمليات التحلل البكتيرية الأمر الذي ينجم عنه هذا الازدياد الملحوظ في تراكيز أيونات الأمونيوم [34].





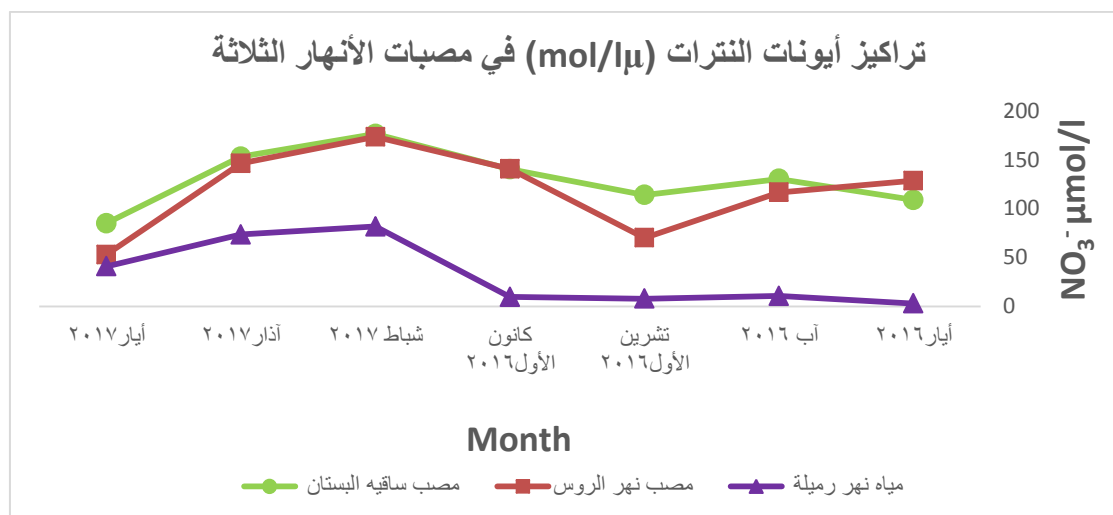
شكل (5) : تغيرات تراكيز أيونات الأمونيوم ( $\mu\text{mol/l}$ ) في مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة.

تراوحت تراكيز أيونات النتريت المذابة بين  $0.064 \mu\text{mol/L}$  و  $29.766 \mu\text{mol/L}$  (الشكل 6) حيث سجّلت أعلى التراكيز في مصب نهر الرميّلة خلال شهر شباط 2017 وأدناها في مصب ساقية البستان خلال شهر أيار 2016. انخفضت تراكيز أيونات النتريت عموماً في كل من المصبات الثلاثة خلال أشهر الازهارات الربيعية، يرجع ذلك إلى إمكانية استهلاك أيونات النتريت من قبل العوالق النباتية خلال الذروة الربيعية، حيث يمكن للعوالق النباتية المستفيدة من أيونات النتريت استخدامها كمصدر للأزوت أيضاً [35]. يفسّر أيضاً انخفاض تراكيز أيونات النتريت في فصل الخريف بإمكانية استهلاكها من قبل العوالق النباتية خلال الذروة الخريفية، وهذا يتطابق مع النتائج التي ظهرت في دراسة [20]. يُعزى ارتفاع تراكيز أيونات النتريت في شهر آب في كل من مصب ساقية البستان ومصب نهر الروس إلى أكسدة أيونات الأمونيوم الناتجة عن إفرازات الكائنات الحية ونواتج إعادة تمعدن المادة العضوية إلى أيونات النتريت إضافةً لزيادة نسبة مياه الصرف في مياه الأنهار وهذا يتطابق مع النتائج التي ظهرت في دراسة [36]. كانت تراكيز أيونات النتريت منخفضة عموماً خلال كامل أشهر الدراسة بالمقارنة مع تراكيز أيونات النتريت كون زمن بقائها قصير جداً فهي مرحلة انتقالية بين أيوني الأمونيوم والنتريت [37]. يمكن من جهة ثانية أن يُعزى هذا المحتوى المنخفض من أيونات النتريت إلى أنّ قيم pH المياه المدروسة تحفّز تفاعل تشكل أيونات النتريت والذي يصل إلى حدّه الأمثل عند قيمة pH تتراوح بين 7 و 8 [38].



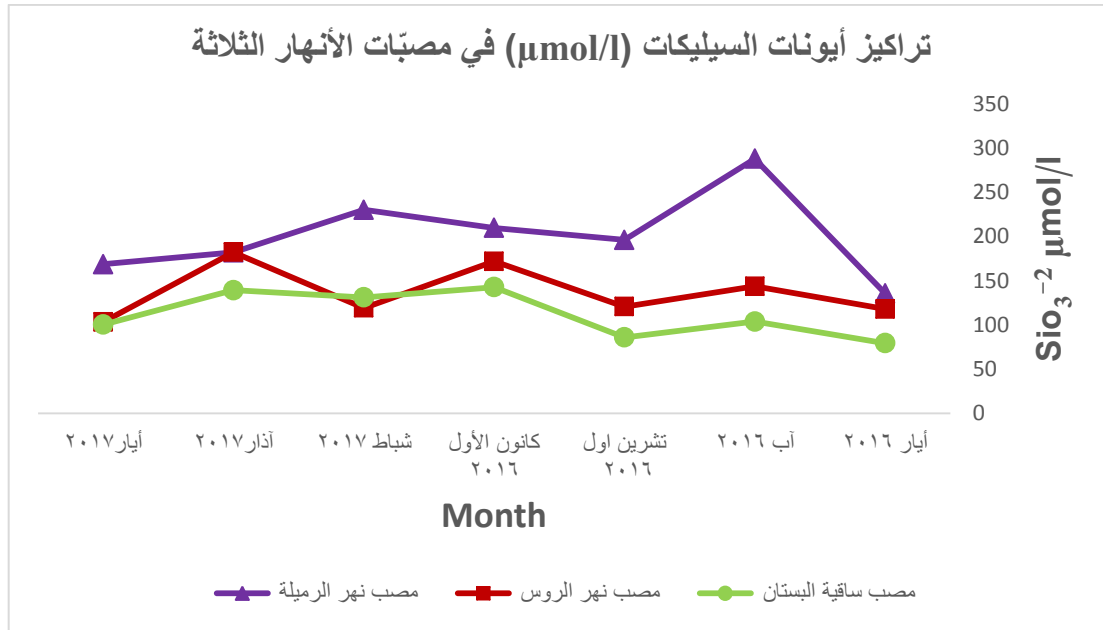
شكل (6) : تغيرات تراكيز أيونات النتريت ( $\mu\text{mol/l}$ ) في مصبات الأنهار خلال فترة الدراسة.

تراوحت تراكيز أيونات النتريت المذابة في المصبات المدروسة بين  $3.008 \mu\text{mol/L}$  و  $176.375 \mu\text{mol/L}$  (الشكل 7)، حيث سجّلت أعلى التراكيز في مصبّ ساقية البستان خلال شهر شباط 2017 وأدناها في مصب نهر الرميلة خلال شهر أيار 2016. لوحظت التراكيز العالية لأيونات النتريت في مصبي الروس وساقية البستان خلال أشهر الشتاء ( كانون الأول 2016 وشباط 2017) وفي مصب نهر الرميلة خلال شهر ( شباط 2017 ) وذلك بسبب وفرة مياه الأمطار وما تحمله معها من نواتج غسل التربة الزراعية (أسمدة ومبيدات حشرية) ونواتج تفكك الفضلات العضوية والكائنات الميتة، كما أنّ وفرة الأوكسجين المذاب تسهم في ارتفاع تراكيز أيونات النتريت نتيجة أكسدة بعض المواد كأيونات الأمونيوم والنتريت [26]. تتسجم هذه النتائج مع العديد من الدراسات السابقة التي رصدت فيها تراكيز عالية لأيونات النتريت خلال الأشهر الباردة كما في دراسة [20] على مصبّ نهر السنّ، ودراسة [26] في المياه الشاطئية لمدينة طرطوس. يمكن أن يعزى الانخفاض النسبي لتراكيز أيونات النتريت في فصل الصيف في نهر الرميلة (مقارنةً بمصبي الروس وساقية البستان) إلى النمو السريع للطحالب التي تستهلك النتريت كركيزة لها وتستنفذها في الفصول الحارة [39]. لُحظ بالمقابل تراكيز مرتفعة إلى حدّ ما لأيونات النتريت في كل من مصبي الروس وساقية البستان خلال الصيف على خلاف ما هو مألوف عادةً، قد يعود مصدر أيونات النتريت هذه إلى المياه الراكدة الضحلة والتي يعد الصرف الزراعي أحد أهم أشكالها حيث لا يتبع تركيز أيونات النتريت من هذا المصدر تغيرات موسمية معينة ولا يرتبط بازدياد تدفق الأنهار أو الهطولات المطرية [40]. يعود انخفاض تركيز أيونات النتريت في شهر تشرين الأول في جميع المصبات إلى حدوث الذروة الخريفية للعوالق النباتية [41]، حيث يكون الاشعاع الضوئي المتاح في الطبقة السطحية خلال هذه الفترة ضمن الحدود المقبولة لنمو العوالق النباتية [42]. انخفضت تراكيز أيونات النتريت انخفاضاً واضحاً في أواخر أيار 2017 بعد استهلاكها السابق من قبل العوالق النباتية في حوادث الازهار الربيعية السابقة وقد لُحظ مثل هذا النمط الموسمي لتراكيز أيونات النتريت في العديد من الدراسات مثل دراسة [43]



شكل (7) : تغيرات تراكيز أيونات النترا (μmol/l) في مصبات الأنهار الثلاثة خلال فترة الدراسة.

تراوحت تراكيز أيونات السيليكات في مصبات الأنهار المدروسة بين  $79.423 \mu\text{mol/L}$  و  $287.820 \mu\text{mol/L}$  ، وسجلت أعلى التراكيز في مصب نهر الرميلة خلال شهر آب وأدناها في مصب ساقية البستان خلال شهر أيار 2016 (الشكل 8). اتسمت تراكيز السيليكات في منطقة مصب نهر الرميلة بأنها الأكثر ارتفاعاً طوال فترة الدراسة مقارنة مع المصبين الآخرين، قد يعود سبب ذلك إلى منطقة الاعتيان، حيث تمّ الاعتيان في نهر الرميلة من عمود الماء الأقرب إلى مجرى النهر منه إلى المياه البحرية [44] ، بالمقابل كانت تراكيز أيونات السيليكات في مصب ساقية البستان هي الأقل، قد يعود سبب ذلك إلى كونه الأقل غزارة من بين المصبات المدروسة، أو ربّما يرتبط ذلك بعوامل بيئية وكيميائية وبيولوجية أو جيولوجية، فقد تكون رسوبيات النهر ذات الطبيعة الخشنة والسطح النوعي الصغير أدت إلى انخفاض تراكيز السيليكات ضمن مياه المصب [45]. بلغت قيم تراكيز أيونات السيليكات في المصبات المدروسة قيماً دنيا خلال فصل الربيع (أيار)، يتوافق ذلك مع دراسة [46] في المياه الشاطئية لخليج مرسين التي لحظ فيها نضوب للسيليكات في أواخر أيار 2013 بعد أن كانت كل السيليكات المتاحة قد استهلكت خلال فترة الازهار الربيعي في شهر آذار السابق. ارتفعت تراكيز السيليكات نسبياً خلال أشهر الشتاء يعزى ذلك إلى الرياح والأمواج المرتفعة التي تنشط خلال هذه الفترة والتي تؤدي إلى خلط جيد مما ينجم عنه تراكيز مرتفعة من السيليكات في عمود الماء ومنخفضة في الرسوبيات [45]. رصد ارتفاع ملحوظ في تراكيز أيونات السيليكات في نهاية الصيف (أب)، يعزى سبب ذلك إلى عمليات إعادة تمعدن الكتلة الحيوية وذوبان الهياكل السيليسية، أمّا الانخفاض الحاصل في تراكيز السيليكات خلال شهر تشرين الأول فيعزى للذروة الخريفية للعوالق النباتية البانية للدرع السيليسي [47].



شكل (8) : تغيرات تراكيز أيونات السيليكات ( $\mu\text{mol/l}$ ) في مصبات الأنهار الثلاثة خلال فترة الدراسة.

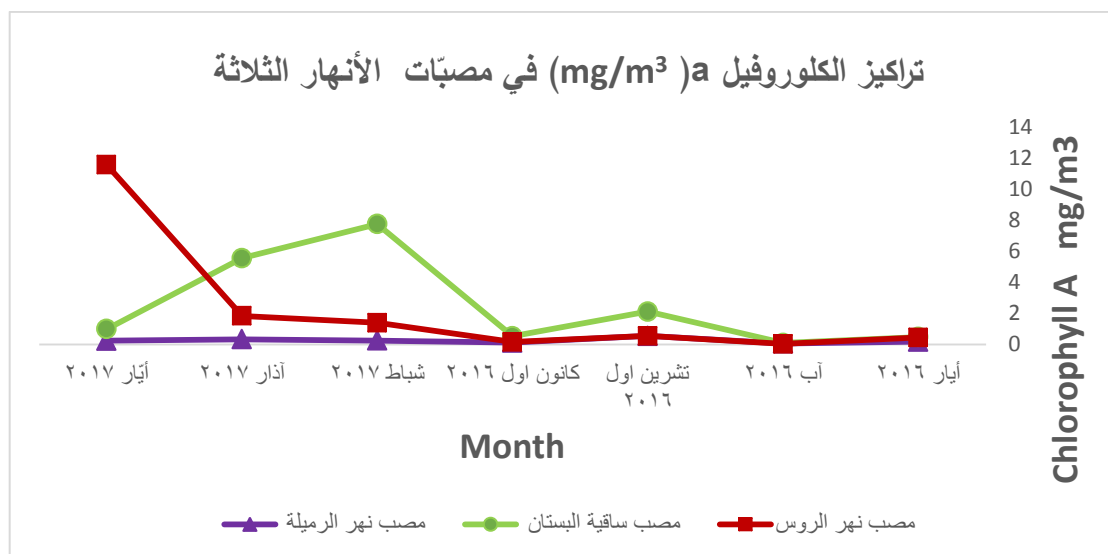
أظهرت النتائج كما في الجدول (1) أنّ النسبة  $\text{NO}_3^- / \text{PO}_4^{-3}$  تبقى دوماً أكبر من 16 في مصب ساقية البستان، وبالتالي كان الفوسفور هو العامل المحدد للنمو على الدوام، يشير ذلك إلى أنّ إزالة الفوسفور أكثر كفاءة من إزالة النتروجين ضمن هذا المصب، وربما يرتبط ذلك بالتبادلات التي تحدث مع الرسوبيات [48]، في حين بلغت النسبة قيمياً أصغر من 16 في مصب نهر الرميّلة وذلك طيلة أشهر الدراسة، أي كان الأزوت هو العامل المحدد للنمو في هذا المصب، ممّا يشير إلى مدخلات الصرف الصحي الغنية بالفوسفات والفقيرة بالنترات -التي يتلقاها هذا النهر [49]، أمّا في مصب نهر الروس فقد كانت هذه النسبة أكبر من 16 في معظم أشهر الدراسة (باستثناء شهري أيار 2016 وأيار 2017). بناءً على دراسة الفروق بين النسبتين  $(\Sigma\text{N/P})$  و  $(\text{NO}_3^- / \text{PO}_4^{-3})$  تمّ التوصل إلى أن مياه الصرف الصحي المؤثرة في الرميّلة وساقية البستان قديمة نوعاً ما مقارنة بما هي عليه في حالة مصب الروس، إذ كان مجال الفرق بين النسبتين هو الأعلى في مصب نهر الروس.

كانت النسبة  $\text{Si} / \text{NO}_3^-$  أصغر من الواحد في مصب ساقية البستان خلال كامل فترة الدراسة باستثناء شهري كانون الأول 2016 و أيار 2017 وبالتالي شكلت أيونات السيليكات عاملاً محدداً لنمو المشطورات في هذا المصب خلال معظم الأشهر، وفي مصب نهر الروس كانت هذه النسبة أكبر من الواحد خلال كامل فترة الدراسة باستثناء شهري أيار 2016 و شباط 2017 أي أنّه لم يكن هناك تقييد للنمو من قبل السيليكات إلا في هذين الشهرين، أمّا في مصب نهر الرميّلة فكانت هذه النسبة أكبر من الواحد خلال جميع الأشهر وبالتالي لم تشكل السيليكات عاملاً مقيداً للنمو في أي شهر من أشهر الدراسة ضمن هذا المصب. تشير هذه النتائج إلى توافر السيليكات بدرجة عظمى في منطقة نهر الرميّلة، وربما يعود سبب ذلك إلى طبيعة الأراضي التي يخترقها نهر الرميّلة مقارنة بالنهرين الآخرين.

تشير دراسة النسبة  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  إلى الكمّ من مدخلات المادة العضوية التي يتلقاها النهر فكأما ازدادت هذه النسبة كلما كانت مدخلات المادة العضوية أكبر وبالتالي عمليات إعادة التمدن أكبر [50]، وبالمقارنة بين قيم هذه النسبة

في المصبات الثلاثة، تبين لنا أنّ نهر الرميّة هو النهر الذي يتلقى الكمّ الأكبر من المواد العضوية مع الصرف الصحي، يليه نهر الروس ثم ساقية البستان.

تراوحت تراكيز الكلوروفيل  $a$  بين  $0.031 \text{ mg.m}^{-3}$  و  $11.583 \text{ mg.m}^{-3}$  ، حيث سجّلت أعلاها في مصب الروس خلال شهر أيار 2016 وأدناها في مصب الروس أيضاً خلال شهر أيار 2017 (الشكل 9). أظهرت التحوّلات الزمانية للكلوروفيل  $a$  خلال فترة الدراسة ذروتي كلوروفيل موسمية ( ذروة ربيعية وذروة خريفية) ضمن كل مصب بما يتوافق مع الدورة الموسمية المعروفة بالنسبة للمناطق الشاطئية للمتوسط والمناطق المعتدلة [41]. تباينت الفترات التي ظهرت فيها القمم الربيعية (الذروة الربيعية) بين مصب وآخر، فكانت مبكّرة في مصب ساقية البستان، حيث لحظت في أواخر الشتاء-بداية الربيع (نهاية شباط) نظراً للاحترار المبكر لعمود الماء [51] ، بينما رصدت في أعقاب شهر آذار ضمن مصب نهر الرميّة، أما في مصب نهر الروس فقد تم رصدها خلال شهر أيار 2017 ، وقد توافقت الارتفاع في الكتلة الحيوية للعوالق النباتية في كل من الأشهر السابقة المذكورة مع انخفاض تركيز الفوسفات بصورة أساسية من الوسط ، يتوافق ذلك مع دراسات أخرى [20]. يرجع هذا التفاوت في أوقات رصد القفزة الربيعية وتباينها بين مصب وآخر كون مصبات الأنهار أنظمة بيئية بالغة التنوع كما أنّها الأكثر تعقيداً من بين النظم الإيكولوجية، ويمكن للعوامل المؤثرة في بدء الازهار وتطور العوالق النباتية أن تظهر تبايناً كبيراً فيما بين هذه المصبات، ولهذا يمكن أن تكون الآليات الأساسية التي تتحكم في توقيت بداية الازهار الربيعي وحجمه ومدته مختلفة تماماً بين مصب وآخر [52]. انخفضت تراكيز الكلوروفيل وقاربت على الاستنزاف خلال شهر آب ، قد يعزى ذلك الى الارتفاع الكبير في درجات الحرارة والتي قاربت ( $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) في هذا الشهر، حيث تعدّ درجة الحرارة من أهم العوامل التي تتحكم بمعدل نمو العوالق النباتية [53]، أما الذروة الخريفية فقد لحظت خلال شهر تشرين الأول وذلك ضمن جميع مصبات الأنهار المدروسة، يتوافق ذلك مع الدورة النظامية المعروفة في المناطق الشاطئية للبحر المتوسط والمناطق المعتدلة والتي ظهرت في العديد من الدراسات [54,55] على المياه الشاطئية السورية، ويأتي هذا الازهار كنتيجة محتملة لبلوغ عمود المياه درجة الحرارة المثلى -أخفض من درجات الحرارة العظمى السابقة في فصل الصيف- والملائمة لنمو العوالق النباتية [56]. لحظ انخفاض واضح في تراكيز الكلوروفيل  $a$  شتاءً (شهر كانون الأول 2016) وذلك في كل من المصبات الثلاثة المدروسة، يرجع ذلك إلى هطول الأمطار الموسمية في هذه الفترة والتي ينجم عنها مستويات عكارة مرتفعة وبالتالي انخفاض متوسط الإشعاع الضوئي المتاح عبر عمود الماء [57] ، كما يساهم الغطاء السحابي (السحب) المنتشر شتاءً في حجب الضوء أيضاً فتقضي العوالق النباتية في الظلام أضعاف المدة التي تقضيها في الضوء [58].



شكل (9): تغيير تركيز الكلوروفيل a (mg.m<sup>-3</sup>) في مصبات الأنهار خلال أشهر الدراسة

جدول (1) تغيرات النسب (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ; Si/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> /PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> ; ΣN/P) في مياه مصبات الأنهار المدروسة

2017 أيار	2017 آذار	2017 شباط	كانون الاول	تشرين الأول 2016	آب 2016	أيار 2016	مصبت ساقية البستان
75.509	174.503	316.906	165.970	193.049	167.705	147.182	ΣN/P
68.352	168.496	307.189	163.045	183.337	153.106	142.367	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
1.180	0.908	0.743	1.016	0.753	0.797	0.728	Si/NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0.072	0.030	0.030	0.0162	0.051	0.051	0.033	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
							مصبت نهر الروس
21.958	29.019	35.805	54.109	39.380	231.069	34.130	ΣN/P
11.890	25.270	30.984	36.293	18.568	135.324	11.735	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
1.950	1.245	0.687	1.221	1.719	1.232	0.917	Si/NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0.648	0.099	0.116	0.445	1.074	0.655	1.814	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
							مصبت نهر الرملة
13.436	13.660	12.261	6.551	4.094	5.672	13.008	ΣN/P
2.493	5.027	3.653	0.395	0.207	0.126	0.180	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
4.119	2.473	2.812	21.677	24.918	27.075	45.114	Si/NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
3.713	1.444	1.992	15.390	18.605	43.552	71.122	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

**الاستنتاجات والتوصيات :**

1. تفاوتت التراكيز الإجمالية للمغذيات بأشكالها المختلفة في الموقع الواحد نتيجة التغيرات الفصلية والعمليات البيولوجية ، كما تباينت هذه التراكيز بين المواقع المدروسة بسبب اختلاف المصادر الرافدة وطبيعة الموقع.
2. سجّل كل من مصبَي ساقية البستان والروس أعلى التراكيز لأيونات النترات ، في حين سجّل المصب النهري الثالث (الرميلة) أعلى التراكيز لأيونات الفوسفات والأمونيوم والسيليكات طيلة فترة الدراسة.
3. تباينت الفترات التي ظهرت فيها القمم الربيعية (الذروة الربيعية) بين مصبّ نهري وآخر (شباط، آذار، أيار) ولكنها توافقت جميعها بتوقيت واحد للذروة الخريفية (تشرين الأول).
4. بيّنت نسبة الأيونات ( $NO_3^-/PO_4^{3-}$ ) في مصبَي ساقية البستان ونهر الروس أنّ الفوسفور كان العامل المحدد للنمو طيلة أشهر الدراسة (باستثناء شهري أيار 2016 وأيار 2017 فيما يخصّ مصب نهر الروس) ، أمّا في مصبّ نهر الرميلة فقد كان الأزوت هو العامل المحدد للنمو في كافة أشهر الدراسة بسبب مدخلات الصرف الصحي الضخمة التي يتلقاها هذا النهر.
5. بناءً على ما أشارت إليه الفروق بين النسبتين ( $\Sigma N/P$ ) و ( $NO_3^-/PO_4^{3-}$ ) فإنّ مياه الصرف الصحي المؤثرة في مصبَي نهر الرميلة وساقية البستان قديمة نوعاً ما مقارنة بمصب نهر الروس الذي تبين أنّه يخضع لتأثير صرف صحي مباشر (حديث).
6. أشارت النسبة  $NH_4^+/NO_3^-$  إلى أنّ مصبّ نهر الرميلة هو المصبّ الذي يتلقّى الكمّ الأكبر من المواد العضوية مقارنة بمصبي ساقية البستان ونهر الروس.
7. أشارت النسبة  $Si/NO_3^-$  إلى أنّ السيليكات لم تشكل عامل تقييد للنمو في مصبّ نهر الرميلة في أي شهر من أشهر الدراسة (أكبر من 1 في كل الأشهر) ، أمّا في مصبّ الروس فلم يكن هناك تقييد للنمو من قبل السيليكات إلا في شهرين فقط (أيار 2016 وشباط 2017) ، في حين كانت السيليكات عامل مقيد للنمو في مصب ساقية البستان طيلة أشهر الدراسة (باستثناء شهري كانون الأول 2016 وأيار 2017) ، أي أنّ مصبّ نهر الرميلة هو الأغنى بالسيليكات يليه مصب نهر الروس ومن ثمّ ساقية البستان.
8. تتطلب عملية الوقوف على تغيرات تراكيز هذه الأيونات والعوامل الأخرى المدروسة ضرورة استمرار تقصي هذه الأيونات لتحديد تغيراتها الزمانية والمكانية بما يسمح بإنشاء بنك معلومات طويل الأمد للمياه البحرية السورية.
9. تطبيق هذه الدراسة على مصبات الأنهار الأخرى لمعرفة مدى قدرتها على إمداد مياه البحر بالأيونات 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.
11. التوسّع في هذه الدراسات لتشمل العمود المائي بأعماقه المختلفة.
12. عدم إلقاء مخلفات المشفى الوطني ومخلفات المعامل والمصانع في مياه نهر الرميلة ، وإنشاء محطات معالجة مركزية لكل منشأة صناعية أو مشفى أو مركز صحي لمعالجة المياه العادمة الخاصة بها قبل صرفها إلى مياه النهر.
13. منع إلقاء مياه الصرف الصحي المنزلي مباشرة في مياه النهر دون معالجة، وإنشاء محطات معالجة لمعالجة مياه الصرف الصحي في المناطق والقرى التي يمر بها نهر الرميلة في المنطقة المدروسة.
14. تفعيل دور وزارة البيئة والموارد المائية لمنع التعدي على مياه نهر الرميلة وإلقاء المخلفات فيه.

## Reference

1. SEDAC. CSD coastal population indicator: data and methodology page. Socioeconomics and data and applications center. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/csdcoastal>.
2. CROOKS, S.; TURNER, R. K. *Integrated coastal management: sustaining estuarine natural resources*. Advances in ecological research, 29, 1999, 241-289.
3. SEITZINGER, S. P.; MAYORGA, E.; BOUWMAN, A. F.; KROEZE, C.; BEUSEN, A. H.; BILLEN, G.; HARRISON, J. A. *Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends*. Global biogeochemical cycles, 24(4), 2010.
4. MEYBECK, M. *Carbon, nitrogen, and phosphorus transport by World Rivers*. Am. J. Sci, 282(4), 1982, 401-450.
5. NEDWELL, D. B.; JICKELLS, T. D.; TRIMMER, M.; & SANDERS, R. *Nutrients in estuaries*. Advances in Ecological Research, 29, 1999, 43-92.
6. STATHAM, P. J. *Nutrients in estuaries—an overview and the potential impacts of climate change*. Science of the total environment, 434, 2012, 213-227.
7. MORRIS, A. W.; MANTOURA, R. F. C.; BALE, A. J.; & HOWLAND, R. J. M. *Very low salinity regions of estuaries: important sites for chemical and biological reactions*. Nature, 274(5672), 1978, 678-680.
8. FITZSIMONS, M. F.; LOHAN, M. C.; TAPPIN, A. D.; & MILLWARD, G. E. *The role of suspended particles in estuarine and coastal biogeochemistry*. Reference Collection in Earth Systems and Environmental Sciences, 4, 2012, 71-114.
9. CLOERN, J. E.; FOSTER, S. Q.; & KLECKNER, A. E. *Phytoplankton primary production in the world's estuarine-coastal ecosystems*. Biogeosciences, 11(9), 2014, 2477-2501.
10. BRICKER, S. B; LONGSTAFF, B.; DENNISON, W.; JONES, A.; BOICOURT, K.; WICKS, C. & WOERNER, J. *Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: a decade of change*. National Centers for Coastal Ocean Science. 8(1), 2008, 21-32.
11. BORJA, Á.; GALPARSORO, I.; IRIGOIEN, X.; IRIONDO, A.; MENCHACA, I.; MUXIKA, I.; & ZORITA, I. *Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: a methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay)*. Marine Pollution Bulletin, 62(5), 2011, 889-904.
12. RYTHER, W.S. *Photosynthesis and fish production in the sea*. Science 166, 1969, 72-76
13. EPA (Environmental Protection Agency). *Chesapeake Bay: Introduction to an Ecosystem* 20460. US Environmental Protection Agency, 1982, Washington, DC, 36.
14. LEVINTON, J.S. *Marine Ecology*. Prentice-Hall Publ. Co, New Jersey: Englewood Cliffs, 1982, 526.
15. MARTINES-HARO, M.; BEIRAS, R.; BELLAS, J.; CAPELA, R.; COELHO, J. P.; LOPES, I.; & MARQUES, J. C. *A review on the ecological quality status assessment in aquatic systems using community based indicators and ecotoxicological tools: what might be the added value of their combination?* Ecological Indicators, 48, 2015, 8-16.
16. GRASSHOFF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. *Methods of Seawater Analysis*. 3rd. ed., Wiley-VCH, New York, 1999, 634.
17. BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R. J. *A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water*. 1952.



18. JEFFREY, S. T.; HUMPHREY, G. F. *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.
19. KETCHUM, B. H.; CORWIN, N. *The cycle of phosphorus in a plankton bloom in the gulf of Maine*. Limnology and Oceanography, 10(suppl2), 1965, R148-R161.
20. JULAK, S.; KARAWI, H.; DARWISH, F. *Study dissolved nutrients ( $SiO_4^{-4}$ ,  $PO_4^{-3}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ) behavior along the salinity gradient at the AL-sin river mouth (Mediterranean - Syria)*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series, Vol. 35, No. 2, 2013, 171-189
21. MARKOGIANNI, V.; VARKITZI, I.; PAGOU, K.; PAVLIDOU, A.; & DIMITRIOU, E. *Nutrient flows and related impacts between a Mediterranean river and the associated coastal area*. Continental Shelf Research, 134, 2017, 1-14.
22. EZZAOUAQ, M. *Caractérisation hydrodynamique physicochimique et bactériologique des eaux superficielles de l'estuaire du Bou-Regreg (Maroc) soumis aux rejets des villes Rabat-Salé*. Thèse DES, Univ. Mohammed V, Fac. Sci. Rabat, 1991, 140
23. EINSELE, W. *Über die Beziehungen des Eisenkreislaufs zum Phosphatkreislauf im eutrophen See*. Archiv für Hydrobiologie, 29, 1936, 664-686.
24. RONSPIEB, L.; DELLWIG, O.; LANGE, X.; NAUSCH, G.; SCHULZ-BULL, D. *Spatial and seasonal phosphorus dynamics in a eutrophic estuary of the southern Baltic Sea*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 233, 2020, 106532.
25. YOUNG, T. C. *The Dynamics of accumulation of phosphorus by the sediments of the lake system of the water quality management project*, PhD dissertation, Michigan State University, 1977.
26. 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 - Biological Sciences Series. 73 (2) 2015, 249-264.
27. MILADINOVA, S.; STIPS, A.; MACIAS MOY, D.; & GARCIA-GORRIZ, E. *Seasonal and Inter-Annual Variability of the Phytoplankton Dynamics in the Black Sea Inner Basin*. Oceans, 1(4), 2020, 251-273.
28. NAUSCH, G.; BACHOR, A.; PETENATI, T.; VOSS, J.; & VON WEBER, M. *Nährstoffe in den deutschen Küstengewässern der Ostsee und angrenzenden Gebieten*. Meeresumwelt Aktuell Nord-und Ostsee, 1, 2011, 1-16.
29. ROSE, V.; ROLLWAGEN-BOLLENS, G.; BOLLENS, S. M.; & ZIMMERMAN, J. *Seasonal and interannual variation in lower Columbia River phytoplankton (2005-2018): environmental variability and a decline in large bloom-forming diatoms*. Aquatic Microbial Ecology, 87, 2021, 29-46.
30. AL-IMARAH, F.; ASAAD, H.; KHALAF, T. *Physical, Chemical and Nutrients Characteristics of water in the Mocha cost / Yemen and comparison with Arabian Gulf Water*. Bas. J. Sci, Vol.34, No.1B, 2008, 16-27.
31. AL-YAZGEE, W.; AL-BALKHI, A. M.; AL-BALKHI, M. *Monitoring the chemical and Bacteriological Water pollution in the south-west area of Yarmouk basin*. Damascus University Journal of Basic Sciences, 20 (2), 2004, 175-200.
32. JAFAR, R.; AWAD, A.; MOTAWEGE, H. *Studying the Effect of Al-Bassa Dump on the Quality of Ground and Surface Water Sources*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series, Vol. 35, No. (8) 2013, 297-317.

33. YOSHIYAMA, K.; SHARP, J.H. *Phytoplankton response to nutrient enrichment in an urbanized estuary: Apparent inhibition of primary production by overeutrophication*. *Limnology and Oceanography*, 51(1part2), 2006, 424-434.
34. CABRAL, A.; BERCOVICH, M. V.; & FONSECA, A. *Implications of poorly-regulated wastewater treatment systems in the water quality and nutrient fluxes of a subtropical coastal lagoon*. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 2019, 1-10.
35. GRUBER, N. *The marine nitrogen cycle: overview and challenges*. *Nitrogen in the marine environment*, 2, 2008, 1-50.
36. SALMAN, M. *Investigation of the reality of nutrients in the coastal Water of Banias city*. Master thesis, Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, 2019, 32.
37. BEATY, M. H.; & PARKER, B. C. *Investigations of eutrophication in Mountain Lake, Giles County, Virginia*. Virginia Polytechnic Institute and State University, 184(1), 1994, 1-15.
38. SHAHER, D.; K. MALKA; YORAM, A. *Nitrification pattern in a fluctuating anaerobic – aerobic pond environment*. *Wat. Res.*, 27(9), 1993, 1469-1475.
39. WU, G.F.; ZHOU, X.P. *Distribution and characterisation of nitrogen-utilising bacteria in a eutrophic shallow lake in eastern China*. *International Journal of Environment and Pollution*, 32(1), 2008, 90-103.
40. DAHNKE, K.; BAHLMANN, E.; & EMEIS, K. *A nitrate sink in estuaries? An assessment by means of stable nitrate isotopes in the Elbe estuary*. *Limnology and Oceanography*, 53 (4), 2008, 1504-1511.
41. NIVAL, P.; NIVAL, S.; & THIRIOT, A. *Influence des conditions hivernales sur les productions phyto-et zooplanctoniques en Méditerranée Nord-Occidentale. V. Biomasse et production zooplanctonique—relations phyto-zooplancton*. *Marine Biology*, 31(3), 1975, 249-270.
42. MIKAELYAN, A. S.; SHAPIRO, G. I.; CHASOVNIKOV, V. K.; WOBUS, F.; & ZANACCHI, M. *Drivers of the autumn phytoplankton development in the open Black Sea*. *Journal of Marine Systems*, 174, 2017, 1-11.
43. MOSCHONAS, G.; GOWEN, R. J.; PATERSON, R. F.; MITCHELL, E.; STEWART, B. M.; MCNEILL, S.; & DAVIDSON, K. *Nitrogen dynamics and phytoplankton community structure: the role of organic nutrients*. *Biogeochemistry*, 134(1), 2017, 125-145.
44. SOSPEDRA, J.; NIENCHESKI, L. F. H.; FALCO, S.; ANDRADE, C. F.; ATTISANO, K. K.; & RODILLA, M. *Identifying the main sources of silicate in coastal waters of the Southern Gulf of Valencia (Western Mediterranean Sea)*. *Oceanologia*, 60(1), 2018, 52-64.
45. REBREANU, L. *Study of the Si Biogeochemical Cycle in the Sediments of the Scheldt Continuum (Belgium/the Netherlands)*. Ph.D. thesis, Université libre de Bruxelles, Brussels, 2009, 220 pp.
46. YUCEL, N. *Spatio-temporal variability of the size-fractionated primary production and chlorophyll in the Levantine Basin (northeastern Mediterranean)*. *Oceanologia*, 60(3), 2018, 288-304.
47. TREGUER, P.J., DE LA ROCHA, C.L. *The world ocean silica cycle*. *Annual review of marine science*, 5, 2013, 477-501.

48. FONSECA, A., BRAGA, E.S. Sediment-water interface in the southern coastal lagoon and its implications in the nutrients budget. International Symposium on Materials Transfer at the Continent-Ocean Interface, 2011, pp. 51–52.
49. CABRAL, A.; BERCOVICH, M. V.; & FONSECA, A. *Implications of poor-regulated wastewater treatment systems in the water quality and nutrient fluxes of a subtropical coastal lagoon*. Regional Studies in Marine Science, 29, 2019, 1-10.
50. SILVA, M. A. M.; ECA, G. F.; SANTOS, D. F.; GUIMARAES, A. G.; LIMA, M. C.; DE SOUZA, M. F. L. *Dissolved inorganic nutrients and chlorophyll a in an estuary receiving sewage treatment plant effluents: Cachoeira River estuary (NE Brazil)*. Environmental monitoring and assessment, 185(7), 2013, 5387-5399.
51. KAHRU, M.; ELMGREN, R.; SAVCHUK, O. P. *Changing seasonality of the Baltic Sea*. Biogeosciences, 13(4), 2016, 1009-1018.
52. TOWNSEND, D.W.CAMMEN,L.M., HOLLIGAN,P.M.;CAMPBELL, D. E.; PETTIGREW, N. R. *Causes and consequences of variability in the timing of spring phytoplankton blooms*. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 41(5-6), 1994, 747-765.
53. EPPLEY, R. W. *Temperature and phytoplankton growth in the sea*. Fish. Bull, 70(4), 1972, 1063–1085.
54. HAMMOUD, N. *Studying the distribution of phytoplankton under the influence of some environmental factors in the coastal waters northern of Lattakia City during 1999*. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series, 24 (12), 2002, 75-106.
55. OMRAN, M. *Investigation of the reality of inorganic nitrogen ions in the waters of the Syrian coast*. Master's thesis, Tishreen University, Syria, 1995, 92.
56. LIU, B.; DE SWART, H. E.; DE JONGE, V. N. *Phytoplankton bloom dynamics in turbid, well-mixed estuaries: A model study*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 211, 2018, 137-151.
57. LUCAS, L. V.; CLOERN, J. E.; KOSEFF, J. R.; MONISMITH, S. G.; & THOMPSON, J. K. *Does the Sverdrup critical depth model explain bloom dynamics in estuaries?* Journal of Marine Research, 56(2), 1998, 375-415.
58. IRIARTE, A.; PURDIE, D. A. *Factors controlling the timing of major spring bloom events in an UK south coast estuary*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 61(4), 2004, 679-690.