مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

دور المغذيات في نمو العوالق النباتية في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

نوار سليمان*
الدكتورة فيروز درويش**

(تاريخ الإيداع 4 / 7 / 2012. قبل للنشر في 21 / 10 / 2012)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث دراسة سلوكية العوالق النباتية ضمن تجارب ميزوكوزمية لإيضاح التغيرات الحاصلة في نموها تحت تأثير تراكيز مختلفة من المغذيات (NO_3^-، PO_4^{3-}، SiO_4^{-3})، باستخدام مياه بحر طبيعية غير مرشحة، جمعت من ثلاث محطات بحرية مختلفة بخصائصها البيئية خلال شهر حزيران 2010، تم خلالها دراسة كمية المغذيات المستهلكة من قبل العوالق النباتية وتغيرات الكلوروفيل *a* وتحديد التركيب النوعي للعوالق النباتية. أدى تغيير تراكيز المغذيات في تجارب الإغناء إلى تحريض نمو العوالق النباتية في جميع الأوساط المستخدمة في دراستنا، وبشكل خاص لدى رفع المغذيات مرتين على تراكيزها الطبيعية في مصب النهر الكبير الشمالي، حيث بلغت القيمة العظمى لتراكيز الكلوروفيل *a* خلال الأسبوع الأول من الحضن (Max Chl *a*=57.2 ملغ.م$^{-3}$)، ترافق ذلك مع استهلاك كامل لجميع المغذيات في نهاية التجارب. لم تستطع ثنائيات السياط أن تنافس المشطورات في الحصول على المغذيات المتاحة في الوسط، وكانت المشطورات الأسرع في استهلاك المغذيات حيث سادت الأنواع: *Chaetoceros didymus*، *Pseudo-nitzschia delicatissima* و*Thalassiosira rotula*.

الكلمات المفتاحية: العوالق النباتية، المشطورات، تجارب الإغناء، المغذيات.

* **طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم البيولوجيا البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
** **مدرسة – قسم البيولوجيا البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

Influence of Nutrients on Phytoplankton Growth in Lattakia Costal Water

Nawar Sulaiman [*]
Dr. Feirouz Darwich [**]

(Received 4 / 7 / 2012. Accepted 21 / 10 /2012)

□ ABSTRACT □

In this study, we investigate phytoplankton behavior applying Mesocosm experiments to clarify the changes in their growth under different nutrients concentrations (e.g. NO_3^-, PO_4^{3-}, SiO_4^{-3}). Using unfiltered seawater, the samples were collected from three different marine stations during June 2010. The amount of nutrients consumed by phytoplankton was studied, the Chl *a* changes were identified and the specific composition of phytoplankton was determined. Changing nutrients concentrations instigated phytoplankton growth, particularly during doubling the initial concentrations in Al-Kabir Al-Shimali river estuary. The maximum value of Chl *a* was observed during the first week after incubation (Max Chl *a* = 57.2 $mg.m^{-3}$), and this was coincided with complete consumption of all nutrients at the end of experiments. Dinoflagellates couldn't compete with diatoms in having the nutrients available in situ, as diatoms were faster in nutrients consumption, and the following species dominated: *Chaetoceros didymus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima* & *Thalassiosira rotula*.

Keywords: Phytoplankton, Diatoms, Enrichment Experiments, Nutrient.

[*]**Postgraduate Student, Department of Marine Biology, High Institute of Marine Research, Tishreen University , Lattakia , Syria.**
[**]**Assistant Professor, Department of Marine Biology, High Institute of Marine Research , Tishreen University , Lattakia , Syria.**

مقدمة:

تشكل العوالق النباتية القاعدة الأساسية في دراسة السلسلة الغذائية البحرية، كونها تعتبر قاعدة الهرم الغذائي والمسؤولة عن إنتاج المادة العضوية الأولية في الأنظمة البيئية المائية. يعتبر الآزوت والفوسفور (N و P) عنصران أساسيان لنمو العوالق النباتية بشكل عام (Golterman and De Oude, 1991)، بينما يعتبر توفر السيليكات (SiO_4) ضرورياً لنمو المشطورات بشكل خاص، كونه يدخل في بناء درعها السيليسي (Lewin, 1961).

تساهم عملية الإثراء الغذائي في زيادة إمداد المياه بتراكيز النترات والفوسفات الناتجة عن استخدام الأسمدة الزراعية ومياه الصرف الصحية غير المعالجة، والتي تؤدي إلى زيادة حدة نمو العوالق النباتية (Rhyter & Dunstan, 1971)، دون أن تحدث ارتفاع في تراكيز السيليكات (Officer and Ryther, 1980)، إضافة إلى ذلك تسبب إقامة السدود على الأنهار تناقص توريد السيليكات إلى الشواطئ البحرية وبالتالي انخفاض تراكيزها في هذه المناطق (Gong *et al*., 2006). تؤدي هذه التغيرات الحاصلة في تراكيز ونسب المغذيات إلى تغير التركيب النوعي للعوالق النباتية في البحار من الأنواع المتطلبة للسيليكات إلى الأنواع غير المتطلبة للسيليكات (Hallegraeff and Reid, 1986).

أدت النشاطات البشرية خلال العقود الأخيرة، إلى زيادة حمولات المغذيات في العديد من المناطق الساحلية للبحر الأبيض المتوسط (Pinckney *et al*., 2000; Smith, 2003)، ونتيجة لحدوث الإثراء الغذائي في البحر الأبيض المتوسط ظهرت أنواع سامة من الطحالب (HABs)، بشكل متكرر خلال السنوات الأخيرة، الأمر الذي يؤثر على الصحة العامة والثروة السمكية والحياة البحرية، وهذا ما يؤدي إلى خسارات اقتصادية كبيرة (Liu *et al*., 2001).

أدت هذه المشكلة البيئية إلى زيادة اهتمام العلماء في الفترة الأخيرة بدراسة أثر المغذيات على الإنتاج الأولي (Granéli *et al*., 1999)، ودور المغذيات في التحكم بنمو العوالق النباتية وكتلتها الحيوية والتغيرات الحاصلة في تركيبها النوعي (Sakka *et al*., 1999; Caron *et al*., 2000; Lagus *et al*., 2004).

تعد التجارب المتعلقة بدراسة تأثير الإغناء بالمغذيات على نمو العوالق النباتية وتركيبها النوعي من خلال تجارب الإغناء بالمغذيات جديدة كلياً في المياه الساحلية السورية، حيث اقتصرت معظم الدراسات السابقة المتعلقة بالعوالق النباتية في الساحل السوري على دراسة تغيرات تركيبها النوعي وغزارتها في مناطق مختلفة من الأجزاء الشاطئية السورية تحت تأثير بعض العوامل البيئية (1996) ,.Mayhoub *et al*؛ درويش (1999)؛ حمود (2000، 2002 b,a).

أهمية البحث وأهدافه:

يعد هذا النوع من التجارب جديداً كلياً في المياه الشاطئية السورية المعرضة لتأثير النشاطات البشرية المختلفة ومصبات الصرف الصحية غير المعالجة. حيث تركز هذه الدراسة ولأول مرة على العلاقة ما بين تغيرات تراكيز السيليكات في الوسط ونمو المشطورات. لذلك يتوجب علينا في هذه الدراسة وضع أسس حول سلوكية العوالق النباتية ارتباطاً بتغيرات تراكيز المغذيات في الجزء الجنوبي لساحل مدينة اللاذقية من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- دراسة أثر المغذيات (NO_3^-، PO_4^{-3}، SiO_4^{-3}) على نمو العوالق النباتية خلال فصل الربيع.
- دراسة قدرة العوالق النباتية على استهلاك المغذيات في الوسط.
- دراسة تأثير تغيرات تراكيز المغذيات على التركيب النوعي للعوالق النباتية.

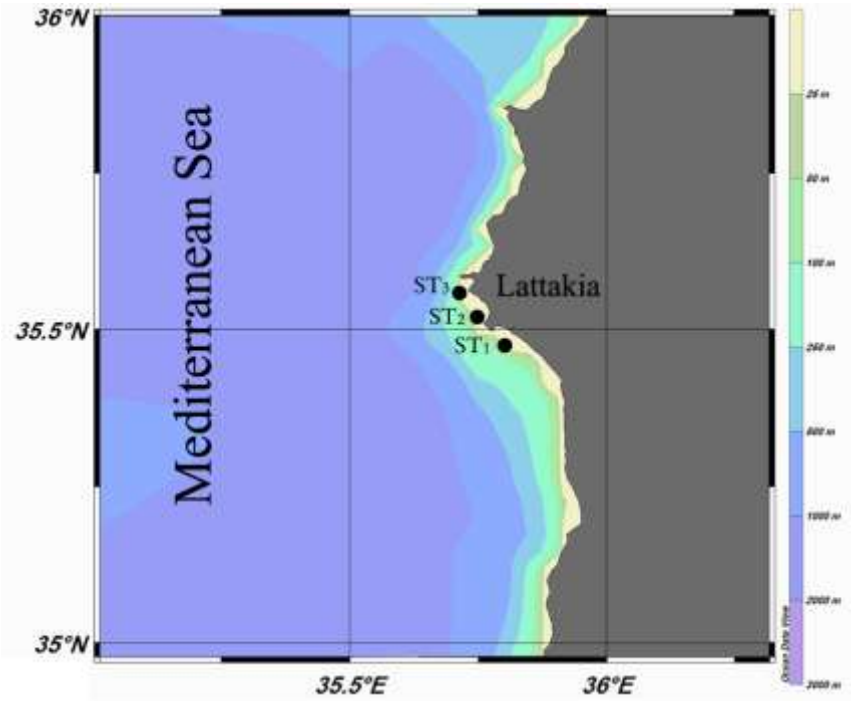
طرائق البحث ومواده:

نفذت تجارب الإغناء ضمن ثلاثة قوارير من البولي إيتلين – حجم كل منها 5 ل، استخدم فيها مياه بحر طبيعية غير مرشحة جمعت خلال شهر حزيران 2010 على عمق 0.5 م، من ثلاث محطات ممتدة على طول الساحل الجنوبي لمدينة اللاذقية (الشكل. 1):

1. مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1): تبعد 500م عن مصب النهر، والذي يتلقى مجراه مياه الصرف الصحية والصناعية الصادرة عن العديد من المنشآت الصناعية والتجمعات السكانية القريبة منه.

2. مجرور أفاميا (ST_2): تبعد 300م عن مرفأ الصيد والنزهة في أفاميا، والمعرضة لمصادر التلوث الناتجة عن مياه الصرف الصحية الأتية من المصب الرئيسي لمدينة اللاذقية والملوثات النفطية الناتجة عن حركة النقل والملاحة البحرية.

3. المدينة الرياضية (ST_3): تقع على بعد 1000م عن الشاطئ المقابل للمدينة الرياضية، والتي تعد منطقة بحرية مفتوحة بعيدة نسبياً عن مختلف مصادر التلوث العائدة لمدينة اللاذقية.



الشكل. 1. مواقع المحطات الثلاثة المدروسة مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1)، مجرور أفاميا (ST_2) والمدينة الرياضية(ST_3).

تم تنيفذ تجارب الإغناء خلال شهر حزيران 2010 في المحطات الثلاثة المدروسة، والتي رفعت فيها تراكيز المغذيات كما هو موضح في الجدول. 1 على الشكل التالي:

– **القارورة الأولى (C):** وهي قارورة مراقبة، تحتوي على تراكيز طبيعية من المغذيات.

– **القارورة الثانية (NPSi+):** رفعت فيها تراكيز النترات، الفوسفات والسيليكات مرتين على تراكيزها الطبيعية.

– **القارورة الثالثة (NP+):** رفعت فيها تراكيز النترات والفوسفات فقط، مرتين على تراكيزها الطبيعية.

استخدمت المركبات التالية: KNO_3، KH_2PO_4 وNa_2SiF_6 كمصدر أساسي للنترات، الفوسفات والسيليكات على التوالي في تجارب الإغناء.

الجدول 1. تراكيز المغذيات (NO_3, PO_4, SiO_4/µmol/l) بعد مضاعفتها ضمن القوارير: C، NPSi+ وNP+ في بداية الحضن للمحطات المدروسة (ST_1، ST_2، ST_3) خلال شهر حزيران 2010.

المحطة	القارورة	NO_3	PO_4	SiO_4
ST_1				
	C	2.77	1.97	31.33
	+NPSi	4.52	3.54	51.01
	+NP	4.57	3.43	32.95
ST_2				
	C	2.56	1.26	1.80
	+NPSi	3.75	2.35	3.50
	+NP	3.41	2.41	1.97
ST_3				
	C	1.13	0.15	0.52
	+NPSi	2.54	1.72	1.64
	+NP	2.44	1.54	0.48

حفظت القوارير بعد إضافة المغذيات ضمن وحدة الاستزراع في المعهد العالي للبحوث البحرية بدرجة حرارة 25°C وإضاءة متناوبة (إنارة:ظلام بنسبة 8:16 ساعة). مزجت خلالها يومياً بحركات يدوية دائرية ناعمة، مع أخذ عينات دورية منتظمة لإجراء القياسات الخاصة بكمية الكلوروفيل *a* للعوالق النباتية، وقياس تراكيز المغذيات اعتماداً على الطرق المتبعة عالمياً لتحديد تراكيز المغذيات مخبرياً.

اتبعت طريقة Morris and Rilley (1963) و Grasshoff (1983) في تحديد تراكيز النترات، وطريقة Murphy and Rilley (1962) لتحديد تراكيز الفوسفات أما بالنسبة لتراكيز السيليكات فقد تم تحديدها باستخدام طريقة Carlberg (1972) و Koroleff (1969). في حين اعتمد على طريقة Jeffrey and Humphrey (1975) لقياس تراكيز الكلوروفيل *a* باستخدام جهاز سبيكتروفوتوميتر نوع ZUZI (Models 4211/20).

تم تحديد العوالق النباتية في العينات المدروسة على مستوى النوع اعتماداً على المراجع التصنيفية التالية: Abe, 1967a,b; Cupp, 1943; Ionescu, 1981; Kadtubonska, 1975; Kofoid and Skogsberg, 1928; Miljstyrelsen, 1992.

النتائج والمناقشة:

التراكيز الطبيعية للمغذيات (NO_3، PO_4، SiO_4) والكلوروفيل *a* في المحطات المدروسة:

تميزت محطة مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1) بتراكيز مرتفعة من المغذيات مقارنة مع بقية المحطات، كونها خاضعة بشكل مباشر لتأثير النشاطات الزراعية والبشرية ومصادر التلوث البرية، والتي ينتج عنها ارتفاعاً في تراكيز النترات والفوسفات (جدول. 2). بينما انخفضت تراكيز المغذيات في محطة المدينة الرياضية (ST_3) البعيدة نسبياً عن مصادر التلوث البرية، بالمقارنة مع بقية المحطات المدروسة، هذه الفروقات في تراكيز المغذيات بين المحطات، تم الإشارة إليها في العديد من الدراسات السابقة لتلك المنطقة (نور الدين، 2001؛ عمران، 1995؛ حمود، 2000).

ارتفعت تراكيز السيليكات في المحطة ST_1 بالمقارنة مع بقية المحطات المدروسة، الأمر الذي يعود إلى غنى مياه النهر بهذه الشاردة، والناتجة عن عمليات الحت الجارية على طول مجرى النهر وانتقالها بالتالي إلى المياه البحرية (Lewin, 1961). لتسجل بذلك المحطة ST_1 أعلى القيم لتراكيز الكلوروفيل *a* (5.8 ملغ.م$^{-3}$) والتي تميزت بغناها بتراكيز المغذيات، حيث تتقارب تراكيز الكلوروفيل *a* المسجلة في هذه الدراسة مع الدراسات السابقة المنجزة في المحطات المدروسة (حمود، 2000).

الجدول. 2. القيم الحقلية لتراكيز المغذيات اللاعضوية (NO_3, PO_4, SiO_4/µmol/l) وتراكيز الكلوروفيل *a* (Chl *a*/mg.m^{-3}) في المحطات المدروسة (ST_1، ST_2، ST_3) خلال شهر حزيران 2010.

المحطة	NO_3	PO_4	SiO_4	Chl *a*
06. حزيران				
ST_1	3.5	2.40	5.09	5.84
ST_2	3.2	1.31	2.36	1.16
ST_3	1.8	0.23	0.58	0.29

أظهرت هذه الدراسة سيطرة واضحة للمشطورات مع تواجد قليل للسوطيات النباتية في جميع المحطات، حيث سادت الأنواع التالية: *Coscinodiscus concinnus*، *Skeletonema costatum*، *Thalassiosira rotula*. تعتبر تلك الأنواع شائعة خلال القفزة الربيعية للعوالق النباتية في المناطق المدروسة (حمود، 2000)، بينما لوحظ تواجد قليل للنوع *Pseudo-nitzschia delicatissima* في جميع المحطات المدروسة، والذي لم يسجل ظهوره في الدراسات السابقة المنجزة في هذه المحطات.

تغيرات تراكيز المغذيات والكلوروفيل *a* والتركيب النوعي للعوالق النباتية في تجارب الإغناء:

كان هناك استهلاك قوي لتراكيز المغذيات (NO_3، PO_4، SiO_4) في جميع الأوساط المستخدمة في هذه الدراسة بغض النظر عن تراكيزها الإبتدائية (جدول. 3)، سواءً لدى رفع تراكيز النترات والفوسفات والسيليكات مرتين على تراكيزها الطبيعية في القارورة (NPSi+)، أو لدى رفع تراكيز النترات والفوسفات مرتين على تراكيزها الطبيعية في القارورة (NP+). استمر استهلاك المغذيات حتى نهاية التجارب ضمن جميع الأوساط المستخدمة في المحطات المدروسة (الشكل. 2).

الجدول. 3. التراكيز البدئية (t_0) والنهائية (t) للنترات والفوسفات والسيليكات وتغيرات تراكيز المغذيات (µmol/l) ضمن القوارير C، NPSi+ وNP+ خلال فترة تنفيذ التجارب للمحطات المدروسة (ST_1، ST_2، ST_3).

المحطة	القارورة	NO_3 (t0)	NO_3 (t)	ΔNO_3	PO_4 (t0)	PO_4 (t)	ΔPO_4	SiO_4 (t0)	SiO_4 (t)	ΔSiO_4
ST_1										
	C	2.77	0.23	2.53	1.97	0.03	1.93	31.33	1.12	30.21
	+NPSi	4.52	0.51	4.01	3.54	0.12	3.42	51.03	3.04	47.98
	+NP	4.57	0.03	4.53	3.43	0.03	3.39	32.95	6.66	26.29
ST_2										
	C	2.56	0.01	2.55	1.26	0.01	1.25	1.80	0.08	1.72
	+NPSi	3.75	0.01	3.74	2.35	0.01	2.34	3.50	0.10	3.40
	+NP	3.41	0.15	3.25	2.41	0.07	2.33	3.97	0.11	3.86
ST_3										
	C	1.13	0.01	1.12	0.15	0.03	0.11	0.52	0.07	0.44
	+NPSi	2.54	0.54	1.99	1.72	0.01	1.71	1.64	0.10	1.54
	+NP	2.44	0.01	2.43	1.54	0.02	1.51	0.48	0.09	0.39

ومن الملفت للانتباه أن المشطورات كانت قادرة على استهلاك السيليكات بشكل كبير ضمن جميع المحطات المدروسة، وخاصة في القارورة التي رفعت فيها تراكيز النترات والفوسفات والسيليكات مرتين على تراكيزها الطبيعية (NPSi+)، حيث كان الإستهلاك الأعظمي للسيليكات في المحطة ST_1 (ΔSiO_4=47.98 ميكرومول) (الشكل. 2.*c*). استمرت المشطورات في استهلاك السيليكات حتى بعد نضوب النترات والفوسفات في الوسط، الأمر الذي يعود إلى استخدامها للسيليكات لدعم درعها السيليسي (Brodherr, 2006; Darwich, 2006)، إضافة إلى أن المشطورات تتميز بقدرة نمو عالية وسرعة بالانقسام ضمن الأوساط الغنية بتراكيز المغذيات (Caroppo, 2000; Carter *et al.*, 2005).

يفتقر الجزء الشرقي للبحر الأبيض المتوسط بشكل عام والمياه الشاطئية السورية بشكل خاص للدراسات التي تربط بين القفزة الربيعية للعوالق النباتية وتغيرات تراكيز السيليكات. حيث أشارت العديد من الدراسات العالمية في الجزء الغربي من البحر الأبيض المتوسط (Béthoux *et al.*, 2002) والبحر الأسود (Humborg *et al.*, 1997) وبحر البلطيق (Brodherr, 2006; Wasmund *et al.*, 2006)، إلى أن القفزة الربيعية للعوالق النباتية لا تؤدي إلى استهلاك كلي للسيليكات في الوسط. إلا إن دراستنا هذه وجدت أن المشطورات كانت قادرة على استهلاك كميات كبيرة من السيليكات حتى نضوبه من الوسط، وهذا يتطابق مع نتائج دراسات أخرى استخدمت تجارب الإغناء لدراسة العلاقة بين نمو المشطورات وقدرتها على استهلاك السيليكات (Brodherr, 2006; Darwich, 2006; Wasmund *et al.*, 2006).

أظهرت الدراسات المختلفة المنجزة في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية إلى أن القفزة الربيعية للعوالق النباتية تؤدي إلى استهلاك قوي للفوسفات والنترات حتى نضوبها من الوسط (حمود، 2000)، وأكدت دراستنا الحالية حدوث

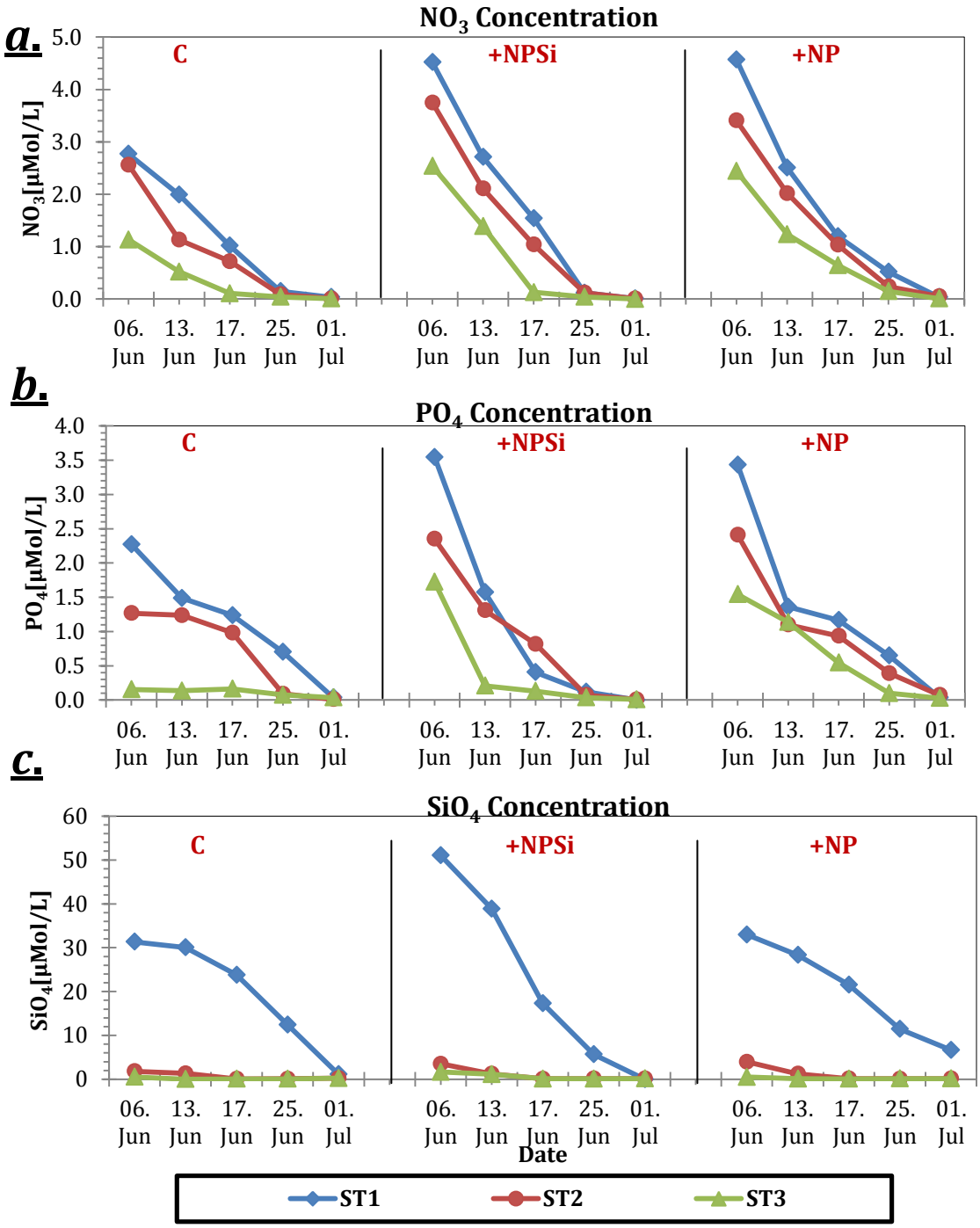
استهلاك قوي لتراكيز النترات والفوسفات في جميع الأوساط المستخدمة، بلغ خلالها الإستهلاك الأعظمي بالنسبة لتراكيز النترات (ΔNO_3=4.01 ميكرومول) والفوسفات (ΔPO_4=3.42 ميكرومول) في المحطة ST_1 ضمن القارورة +NPSi (الشكل. 2.*a*,*b*).

أظهرت العوالق النباتية قدرة كبيرة على النمو في جميع الأوساط المستخدمة ضمن المحطات المدروسة. الأمر الذي انعكس على تراكيز الكلوروفيل *a* والتي ازدادت تراكيزها خلال الأسبوع الأول من الحضن لتبلغ أعلى قيمة لها ضمن القارورة +NPSi (Max Chl *a* = 57.2 ملغ.م$^{-3}$) في المحطة ST_1 (الشكل. 3.*a*)، حيث كان معدل زيادة تراكيز الكلوروفيل *a* (µChl *a*) سريعاً خلال الأسبوع الأول من الحضن في جميع المحطات، لتسجل أعلى قيمة لها 0.65/يوم ضمن القارورة +NPSi في المحطة ST_1، وضمن القارورة +NP (1.01 و2.10/يوم) في المحطتين ST_2 وST_3 على التوالي (الشكل. 3.*b*).

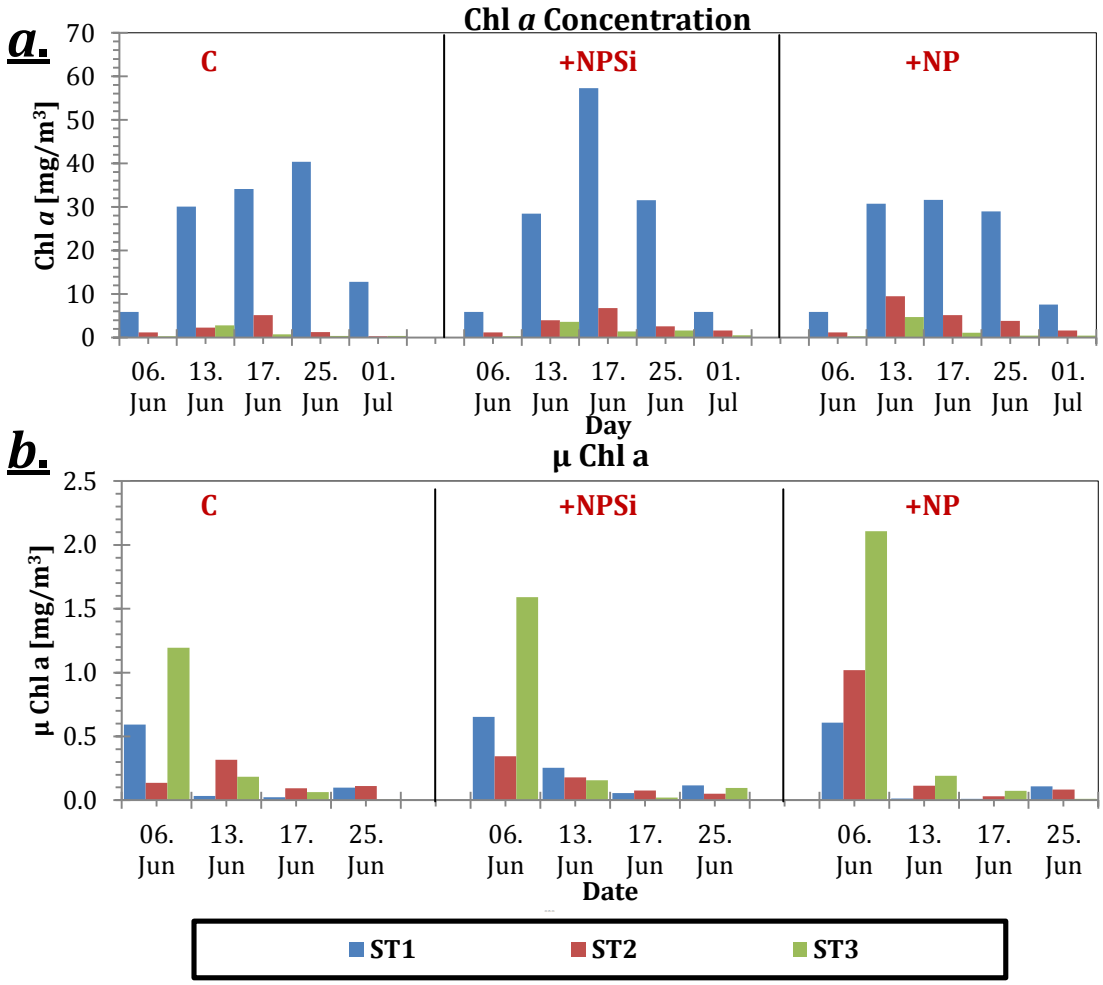
يساهم توفر المغذيات في الوسط في التحكم بنمو العوالق النباتية والتغيرات الحاصلة في كتلتها الحيوية وتركيبها النوعي (Lagus, *et al*., 2004; Sullivan, 1976)، حيث أظهرت نتائجنا استمرار العوالق النباتية بالنمو في حال توفر المغذيات ضمن الأوساط المستخدمة، وتراجع نموها بعد نضوب المغذيات من الوسط. أثرت كل من النترات، الفوسفات والسيليكات مجتمعة بشكل واضح على نمو العوالق النباتية، أدت دوراً محدداً لنموها في نهاية التجارب (الشكل. 3.*a*).

لم يؤثر إغناء الأوساط بتراكيز مختلفة من المغذيات على التركيب النوعي للعوالق النباتية، حيث أظهرت المشطورات سيادة واضحة ضمن جميع الأوساط المستخدمة في المحطات الثلاثة المدروسة، وبشكل خاص الأنواع التالية: *Chaetoceros didymus* ، *Coscinodiscus concinnus*، *Nitzschia acicularis*، *Pseudo-nitzschia delicatissima*، *Skeletonema costatum* و*Thalassiosira rotula* (الشكل. 5). في حين لوحظ سيطرة واضحة لكل من الأجناس: *Chaetoceros affinis* و*Pseudo-nitzschia delicatissima* ضمن كل من المحطة ST_2 وST_3. في حين كان نمو السوطيات النباتية ضعيفاً ولم تستطع أن تنافس المشطورات في الحصول على المغذيات المتاحة في الوسط، حيث كانت المشطورات الأسرع في استهلاك المغذيات (Lambade and Mohamed, 2002).

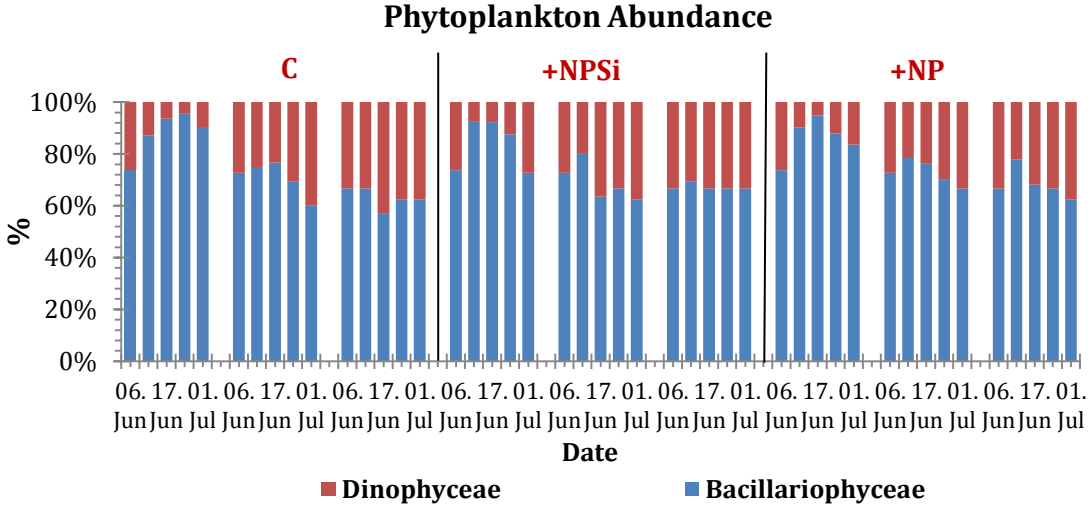
تظهر نتائجنا الحالية أن تغيير تراكيز المغذيات في الأوساط المستخدمة في هذه الدراسة من خلال رفع تراكيزها مرتين على تراكيزها الطبيعية، تسبب في حدوث تغير في التركيب النوعي للمشطورات وذلك من خلال ظهور أنواع غير شائعة في المحطات المدروسة، حيث أظهر النوع *Pseudo-nitzschia delicatissima* سيادة واضحة ضمن جميع الأوساط المستخدمة في المحطتين ST_2 وST_3، وبشكل خاص ضمن القارورة +NPSi. ومن الجدير ذكره بأن النوع *Pseudo-nitzschia delicatissima* من الأنواع السامة، حيث ساهم رفع تراكيز المغذيات ضمن تجارب الإغناء في تحريض نمو هذا النوع على الرغم من تواجده النادر في المياه الطبيعية للمحطات المدروسة، وهذا يتوافق مع دراسة Sakka, 2009 والتي أشارت إلى إن ارتفاع تراكيز المغذيات في البيئة البحرية نتيجة للنشاطات البشرية المختلفة، تؤثر بشكل كبير على ديناميكية العوالق النباتية وعلى تركيبها النوعي مما يؤدي إلى تحريض نمو بعض الأنواع من المشطورات ضمن المحطات المدروسة وبالتالي سيادة أنواع سامة من العوالق النباتية يكون لها أثراً ضاراً على الكائنات الحية البحرية وعلى السلسلة الغذائية وصولا إلى الإنسان (Hillebrand and Sommer, 1996).



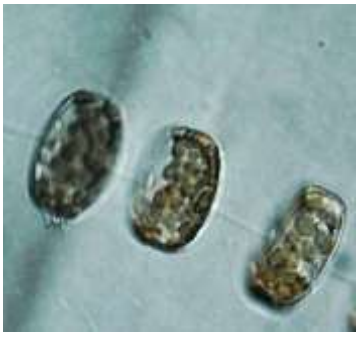
الشكل. 2. التطور الزمني لتغيرات تراكيز المغذيات (NO_3، PO_4 وSiO_4) ضمن القوارير C، NPSi+ وNP+ في المحطات الثلاثة المدروسة (ST_1 – ST_2 – ST_3) خلال شهر حزيران 2010.



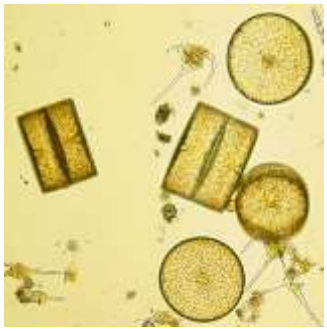
الشكل. 3. التغيرات الزمنية لتراكيز الكلوروفيل *a* (*a*) ومعدل زيادة تراكيز الكلوروفيل µChl *a* (*b*) ضمن القوارير C، +NPSi و+NP في المحطات الثلاثة المدروسة (ST_3 – ST_2 – ST_1) خلال شهر حزيران 2010.



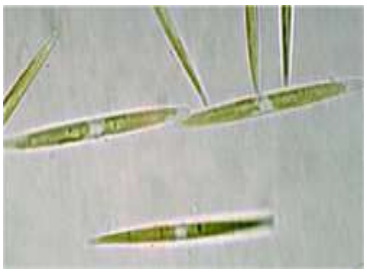
الشكل. 4. التغيرات الزمنية لغزارة المشطورات والسوطيات النباتية ضمن القوارير C، +NPSi و+NP في المحطات الثلاثة المدروسة (ST_3 – ST_2 – ST_1) خلال شهر حزيران 2010



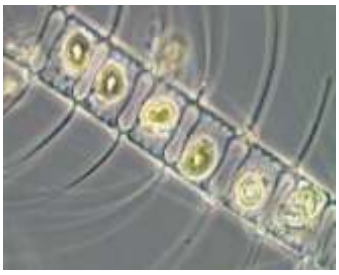
Thalassiosira rotula



Coscinodiscus concinnus



Pseudo-nitzschia delicatissima



Chaetoceros didymus

الشكل. 5. صور لبعض الأنواع السائدة من المشطورات ضمن القوارير المستخدمة C، NPSi+ وNP+ في المحطات الثلاثة المدروسة (ST_1 – ST_2 – ST_3) خلال شهر حزيران 2010.

الاستنتاجات والتوصيات:

- ساهمت تجارب الإغناء في زيادة قدرة العوالق النباتية على النمو، خاصة ضمن القوارير التي تم إغنائها بشكل كامل.
- كانت المشطورات قادرة على استهلاك السيليكات حتى نضوبه من وسط الزرع على عكس ما يحدث في الوسط الطبيعي.
- استمرت المشطورات بأخذ السيليكات في نهاية فترة الحضن حتى بعد نضوب النترات والفوسفات من الوسط، على الرغم من تناقص تراكيز الكلورفيل *a* في هذه المرحلة، الأمر الذي يشير إلى دور المشطورات في عملية تكديس السيليكات ضمن درعها السيليسي.
- أظهرت المشطورات قدرة كبيرة على النمو ضمن تجارب الإغناء، أبدت خلالها سيطرة تامة ضمن جميع القوارير استمرت حتى نهاية فترة الحضن دون أن تتبع بثنائيات السياط.
- يعد النوع *Pseudo-nitzschia delicatissima* من الأنواع السامة، والتي أظهرت قدرة واضحة على النمو بشكل خاص ضمن القوارير التي تم إغنائها بشكل كامل.

المراجع:

1. ABE, T. H. *The armoured dinoflagellata: II. Prorocentridae and Dinophysidae (A)*. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. 14, N°. 5, 1967a, 365 – 389.
2. ABE, T. H. *The armoured dinoflagellata: II. Prorocentridae and Dinophysidae (B) Dinophysis and its allied genera*. Pub. Seto. Mar. Biol. Lab., Vol. 15, N°. 1, 1967b, 37 – 78.
3. BÉTHOUX, J. P.; MORIN, P.; RUIZ-PINO, D. *Temporal trends in nutrient ratios:chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity*. Deep-Sea Research II, Vol. 49, 2002, 2007 – 2016.
4. BRODHERR, B. H. *Nutrient dependent growth dynamics of diatom spring populations in the southern Baltic Sea*. Rostock, Germany, 2006, 132p.
5. CARLBERG, S. R. *New Baltic Manual- ICES-COOP*. Res. Re. Ser., A, N°. 20, 1972.
6. CARON, D. A.; LIM, E. L.; SANDERS, R. W.; DENNETT, M. R.; BERNINGER, U. G. *Response of bacterioplankton and phytoplankton to organic carbon and inorganic nutrient additions in contrasting oceanic ecosystems*. Aquat. Microb. Ecol., Vol. 22, 2000, 175 – 184.
7. CAROPPO, C. *The contribution of picophytoplankton to community structure in a Mediterranean brackish environment*. J. Plankton Res, Vol. 22, 2000, 381 – 397.
8. CARTER, C. M.; ROSS, A. H.; SCHIEL, D. R.; HOWARD – WILLIAMS, C. and HAYDEN, B. *In situ microcosm experiment on the influence of nitrate and light on phytoplankton community composition*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol, Vol. 326, 2005, 1 – 13.
9. CUPP, E. E. *Marine plankton diatoms of the west coast of North America*. Univ. Calif. Press, Berkeley, Calif. ,1943, 237p.
10. DARWICH, F. *Die untersuchung des wachstums der kieselalgen in abhängigkeit von verschiedenen nährstoffkonzentrationen und verhältnissen*. Dr. rer. nat., Rostock, Germany, 2006, 101p.
11. GOLTERMAN, H. L.; De OUDE, N. T. *Eutrophication of lakes, rivers and coastal seas*. The handbook of environmental chemistry, Vol. 5, (Part A), 1991, 79 – 124.
12. GONG, G. C.; CHANG, J.; CHIANG, K. P.; HSIUNG, T. M.; HUNG, C. C.; DUAN, S. W.; CODISPOTI, L. A. *Reduction of primary production and changing of nutrient ratio in the East China Sea: Effect of the Three Gorges Dam?*. Geophysical Research Letters, Vol. 33, N°. **7**, 2006. L07610. doi: 10.1029/200GL02580.
13. GRANÉLI, E.; CARLSSON, P.; TURNER, J. T.; TESTER, P.; BECHEMIN, C.; DAWSON, R.; FUNARI, E. *Effects of N:P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea: I. Nutrients, phytoplankton biomass, and polysaccharide production*. Aquat. Microb. Ecol., Vol. 18, 1999, 37 – 54.
14. GRASSHOFF, K. *Determination of nitrate. In: GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (Eds.): Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie Weinheim, Chapter, 9, N°. 3, 1983, 143 – 150.
15. HALLEGRAEFF, G. M.; REID, D. D. *Phytoplankton species successions and their hydrological environment at a coastal station off Sydney*. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, Vol. 37, 1986, 361 – 377.
16. HILLEBRAND, H.; SOMMER, U. *Nitrogenous nutrition of the potentially toxic diatom Pseudo-nitzschia pungens f. multiseries Hasle*. Journal of Plankton Research, Vol. 18, 1996. 295 – 301.
17. HUMBORG, C.; ITTEKKOT, V.; COCIASU, A.; Von BODUNGEN, B. *Effect of Danube river dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure*. Nature, Vol. 386, 1997, 385 – 387.

18.IONESCU, A. L.; PÉTERFI, L. ST. Tratat de Algologia IV. Romania, 1981, 477.
19.JEFFERY, S. W.; HUMPHERY, G. *New spectrophotometric equations for determining chlorophylla a, b, c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton*. Biochem. Physiol. Pflanzen., Vol. 167, 1975, 191 – 194.
20.KADTUBONSKA, J. Z. *Zarys alcolog II*. 1975.
21.KOFOID, C. A.; SKOGSBERG, T. *The Dinoflagellata, The Dinophysoidae* . Mem. Mus. Comp. Zool, Harvard College, Vol. 51, N°. 314, 1928, fig. 44, 45.
22.KOROLEFF, F. *Determination of silicon. In: GRASSHOFF, K. (Ed.) Methods of seawater Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, 1976, 149 – 158.
23.LAGUS, A.; SUOMELA, J.; WEITHOFF, G.; HEIKKILA, K.; HELMINEN, H.; SIPURA, J. *Species-specific differences in phytoplankton responses to N and P enrichment and N:P ratio in the Archipelago Sea, northern Baltic Sea*. J. Plankkton Res., Vol. 26, 2004, 779 – 798.
24.LAMBADE, S. B.; MOHAMED, K. S. *Laboratory-scale high density culture of the marine diatom Chaetoceros sp*. Indian journal of fisheries, Vol. 49, N°. 1, 2002, 13 – 21.
25.LEWIN, JC. *The dissolution of silica from diatom walls*. Geochimica et Cosmochimica Acta., Vol. 21, 1961, 182 – 198.
26.LIU, G.; JANOWITZ, G. S.; KAMYKOWSKI, D. *Influence of environmental nutrient conditions on Gymnodinium breve (Dinophyceae) population dynamics: a numerical study*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 213, 2001, 13 – 37.
27.MAYHOUB, H.; BAKER, M.; HAMMOUD, N.; NOUREDDIN, S.; YOUSSEF, A. K. *Effect de la pollution sur lecosystem planktonique dans les eaux cotieres syriennes*. MAP technical report serie., Vol. 97, 1996, 67 – 106.
28.MILJSTYRELSEN, H. *Plankton I de indre danske farvande*. Nr., Vol. 11, 1992.
29.MORRIS, A. W.; RILEY, J. P. *The determination of nitrate in seawater*. Anal. Chim. Acta., Vol. 29, 1963, 272 – 279.
30.MURPHY, J.; RILEY, J. B. *A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters.* Analyt. Chim. Acta., Vol. 27, 1962, 31 – 36.
31.OFFICER, C. B.; RYTHER, J. H. *The possible importance of silicon in marine eutrophication*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 3, 1980, 83 – 91.
32.PINCKNEY, J. L.; PAERL, H. W.; HAUGEN, E.; TESTER, P. A. *Response of phytoplankton and Pfiesteria-like-dinoflagellate zoospores to nutrient enrichment in the Neuse River Estuary, North Carolina, USA*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 192, 2000, 65 – 78.
33.RHYTER, J. H.; DUNSTAN, W. *Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in the coastal marine environment*. Science, Vol. 171, N°. 3975, 1971, 1008 – 1013.
34.SAKKA, A.; LEGENDRE, L.; GOSSELIN, M.; LEBLANC, B.; DELESALLE, B.; PRICE, N. M. *Nitrate, Phosphate, and iron limitation of phytoplankton assemblage in lagoon of Takapoto Atoll (Tuamotu Archipelago, French Polynesia)*. Aquat. Microb. Ecol., Vol. 19, 1999, 149 – 161.
35.SMITH, V. H. *Eutrophication of freshwater and costal marine ecosystems – a global problem*. Environ. Sci. and Pollut. Res., Vol. 10, 2003, 126 – 139.
36.SULLIVAN, C. W. *Diatom mineralization of silicic acid I. Si(OH)4 transport characteristics in Navicula pelliculosa*. Journal of Phycology, Vol. 12, 1976, 390 – 396.
37.WASMUND, N.; TOPP, I.; SCHORIES, D. *Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples*. Oceanologia, Vol. 48, N°. 1, 2006, 1 – 20.

38. حمود، نديم. *دراسة توزع العوالق النباتية تحت تأثير بعض العوامل البيئية في شاطئ مدينة اللاذقية*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 16، العدد 2، 2000، 207 – 223.

39. حمود، نديم. *دراسة توزع العوالق النباتية تحت تأثير بعض العوامل البيئية في المياه الشاطئية شمال مدينة اللاذقية خلال العام 1999*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، المجلد 24، العدد 12، 2002a، 95 – 106.

40. حمود، نديم. *تغيرات الأصبغة اليخضورية والسمراوية وارتباطها مع الشروط البيئية المختلفة في المياه الشاطئية لمدينة بانياس خلال العام 1999*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، المجلد 24، العدد 11، 2002b، 135 – 145.

41. درويش، فيروز. *مساهمة في دراسة العوالق النباتية في شاطئ مدينة بانياس*. رسالة ماجستير – جامعة تشرين، 1999، 156.

42. عمران، منى. *استقصاء واقع شوارد الأزوت اللاعضوية في مياه الساحل السوري*. رسالة ماجستير – جامعة تشرين، 1995، 90.

43. نور الدين، سيف الدين. *دراسة بعض الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الأساسية، المجلد 23، العدد 10، 2001، 73 – 85.