مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

تأثير نسبة السيليكات إلى النترات في نمو المشطورات لمحطتين من الجزء الشمالي للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

الدكتورة فيروز درويش*
الدكتور مهند حسن**

(تاريخ الإيداع 2 / 12 / 2012. قبل للنشر في 10 / 4 / 2013)

□ ملخّص □

يوضح هذا البحث قدرة نمو العينات الطبيعية للمشطورات تحت نسب Si:N الطبيعية خلال شهر آذار في عام 2010. بالإضافة لذلك تم البحث في إمكان حدوث تغيرات في العوامل المحددة للنمو وتغيرات في سيادة مجموعات العوالق النباتية من المشطورات إلى ثنائيات السياط. لذلك تم جمع عوالق العينات من محطتين بحريتين مختلفتين بخصائصهما البيئية، في تجارب التغذية لدراسة سلوكية المشطورات تحت نسب Si:N مختلفة (Si:N=0.3, 7).

تبين أن المشطورات تمكنت من النمو في النسب Si:N المنخفضة (Si:N=0.3) والمرتفعة (Si:N= 7) في التجارب المنجزة في كلا المحطتين المدروستين. و يتفوق نمو المشطورات على نمو ثنائيات السياط. لم يلاحظ أي تغير في العوامل المحددة لنمو المشطورات من النترات تجاه السيليكات في القوارير ذات النسب Si:N المنخفضة، وبالتالي لم يسجل أي تغير في نمو المشطورات تجاه ثنائيات السياط. أثرت تجارب التغذية في التركيب النوعي للمشطورات، حيث ساد النوع Nitzschia closterium Ehrenberg، وهو من الأنواع غير الشائعة خلال الإزهرار الربيعي للعوالق النباتية في المحطات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: المشطورات، النسبة Si:N، تجارب التغذية، الإثراء الغذائي.

* مدرسة – قسم البيولوجيا البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس – قسم الفيزياء البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (4) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (4) 2013

The Influence of silicate to Nitrate ratio on the diatoms growth at two stations located in the northern part of Latakia coastal water

Dr. Feriouz Darwich*
Dr. Mouhannad Hassan**

(Received 2 / 12 / 2012. Accepted 10 / 4 /2013)

□ ABSTRACT □

Experiments were carried out at two stations in the northern part of Latakian coastal water during March 2010, to investigate the influence of Si: N ratios on diatoms growth and to determine the conditions that would generate Si limitation in diatom growth and that might cause a shift from diatom to din flagellate dominance. To achieve that, Natural Phytoplankton were cultured in mesocosm experiments. At the beginning of the experiment, the inorganic nutrients were manipulated to give different inorganic Si: N ratios (ranged between 0, 3 and 7). The results showed that Diatoms were still dominant under these Si: N ratios and Din flagellates remained unaffected, regardless of the above different ratios. The experiment did not show any Silicate limitation to the diatom growth even under the lowest N: Si ratios. Moreover, the species composition of diatoms was affected by the enrichment experiments operated in two stations. Here, the *Nitzschia closterium* species dominated under both low and high Si: N ratios although their occurrence is not common during the spring phytoplankton bloom at both sites.

Keywords: Diatoms, Si: N ratio, Enrichment experiment, Eutrophication.

* **Assistant Professor– Department of Marine Biology – Higher Institute of Marine Research – Tishreen University – Latakia – Syria.**
** **Assistant Professor– Department of Marine Physics – Higher Institute of Marine Research – Tishreen University – Latakia – Syria.**

مقدمة:

تأتي أهمية المشطورات من خلال دورها الأساسي في السلسلة الغذائية المائية وفي الدورة البيوجيوكيميائية البحرية (Friedl & Wuest, 2002; Treguer & Pondaven, 2000; Nelson & Dortch, 1996). تساهم المشطورات بأكثر من نصف الإنتاج الأولي في المحيطات العالمية وتسود خلال الإزهرار الربيعي للعوالق النباتية في المناطق المعتدلة (Béthoux *et al*., 2002).

يعد الآزوت والفوسفور (N، P) عنصرين أساسيين لنمو العوالق النباتية بشكل عام (Wang *et al*., 2007;)، بينما يعتبر السيليكات (SiO_4) عنصراً رئيساً لنمو المشطورات بشكل خاص لكونه يدخل في تركيب دروعها (Treguer & Pondaven, 2000).

لوحظ في السنوات العشر الماضية تراجع في تركيز السيليكات في العديد من البحيرات وشواطئ المحيطات والبحار، هذا ناتج بشكل أساسي عن عملية الإثراء الغذائي (Smith, 2003; Matthaeus & Nausch,2001). إن عملية الإثراء الغذائي هي زيادة إمداد المياه بالفوسفور والآزوت دون ارتفاع تركيز السيليكات. بالإضافة إلى ذلك يسّبب إقامة السدود على الأنهار تناقص توريد السيليكات إلى الشواطئ البحرية وبالتالي إلى انخفاض تركيز السيليكات في تلك المناطق. لقد تغيرت تراكيز ونسب المغذيات في المياه الشاطئية نتيجة لبناء السدود ولعملية الإثراء الغذائي (Yurkovkis,2004).

تحدد النسبة Si:N في خلايا المشطورات بالقيمة 1 (Jezequel *et al*., 2000). أشارت العديد من الدراسات بأن تناقص هذه النسبة دون هذه القيمة من الممكن أن تؤدي إلى تبدل في العوامل المحددة لنمو المشطورات من النترات باتجاه السيليكات (Dortch & Whitledge, 1992)، ولهذا تأثير خطير في التركيب النوعي للعوالق النباتية من خلال ازدياد غزارة أنواع العوالق النباتية غير المتطلبة للسيليكات (Humborg *et al*., 2000).

تشير الدراسات خلال العقدين الأخيرين إلى تراجع في تركيز السيليكات وتناقص في النسبة Si:N في مناطق مختلفة من البحر الأبيض المتوسط ترافق ذلك بتراجع في نمو المشطورات وازدياد السوطيات النباتية (Polat, 2007; Smith, 2003).

بدأت الأبحاث التي اهتمت بالعلاقة بين النسبة Si:N ونمو المشطورات حديثاً في بحر البلطيق منذ عام 2004 من خلال مشروع SIBER (Silicate and Baltic Sea Ecosystem Response) الذي ربط بين تغيرات تراكيز السيليكات المنحلة والجزيئية وسلوكية المشطورات في مناطق مختلفة من بحر البلطيق من خلال تنفيذ تجارب التغذية لإيضاح التغيرات الحاصلة في التركيب النوعي للعوالق النباتية. بالرغم من تفاقم مشكلة الإثراء الغذائي في البحر الأبيض المتوسط وتراجع تراكيز السيليكات وغزارة المشطورات في مناطق مختلفة منه، إلا أنه ما زال يفتقد إلى الدراسات التي تربط سلوكية المشطورات بنسب Si:N مختلفة.

تعد تجارب التغذية في المياه الساحلية السورية جديدة وبدأت حديثاً في المعهد العالي للبحوث البحرية من خلال دراسة أثر المغذيات (NO_3, PO_4, SiO_4) في نمو العوالق النباتية في الجزء الجنوبي لساحل مدينة اللاذقية (سليمان و درويش، 2012).

أهمية البحث وأهدافه:

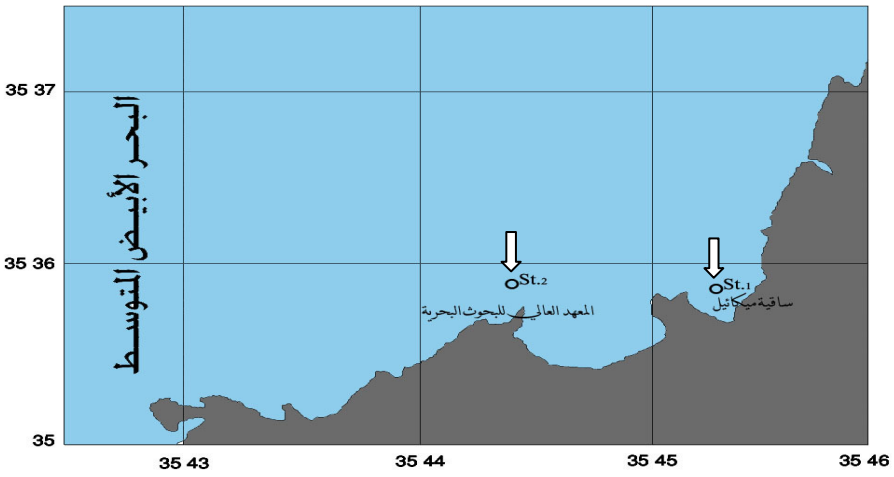
مازال ارتباط سلوك المشطورات بنسب (Si:N, Si:P) مختلفة في المياه الشاطئية السورية إلى وقتنا الحاضر مبهماً، لذلك يجب وضع أسس حول سلوكية نمو المشطورات لإيضاح التغيرات في التركيب النوعي للعوالق النباتية، و لذلك أمكن وضع أهداف البحث وفق الآتي:

1- دراسة مدى ارتباط قدرة نمو المشطورات بنسب Si:N مختلفة.

2- دراسة إمكان حدوث تغيرات في العوامل المحددة للنمو وتغيرات في سيادة مجموعات العوالق النباتية من المشطورات إلى ثنائيات السياط.

طرائق البحث ومواده:

أخذت العينات المائية خلال العام 2010 من محطتين تقعان في شمال شاطئ مدينة اللاذقية في الخليج الصغير المفتوح على البحر والذي يمتد بين منطقة ابن هاني والشاطئ الأزرق (الشكل1). تتميز المحطتين المدروستين بخصائص بيئية مختلفة موضحة كما يلي:



الشكل(1) المواقع المدروسة في شمال شاطئ مدينة اللاذقية

المحطة الأولى ST_1: اختيرت هذه المحطة في منطقة تجمع مراكب الصيد على بعد نحو 50م من الشاطئ، حيث يصب في تلك المنطقة ساقية ميكاييل و كذلك مياه الصرف الصحي الذي يخدم القرى المجاورة.

المحطة الثانية ST_2: تقع على بعد حوالي 2كم من الشاطئ المقابل للمعهد العالي للبحوث البحرية. يتجاوز عمق العمود المائي 20م حيث إن الجسم المائي مفتوح مباشرة على البحر وبعيد نسبياً عن مصادر التلوث البرية.

تم جمع العينات المائية من كل محطة من عمق 0-1متر، والتي حفظت في أحواض سعة 50 ليتر مباشرة على سطح المركب لكل محطة ليتم استخدام هذا الماء في المعهد للتجارب الضرورية المذكورة لاحقاً.

تحضير التجارب:

تم انجاز التجارب للمحطتين المدروستين في شهر آذار خلال عام 2010. تم توزيع ماء البحر الطبيعي الغير مرشح في القوارير الثلاثة (حجم كل واحدة 5 ل) ومن ثم تم إضافة المغذيات (نترات وسيليكات) إلى القوارير بتراكيز مختلفة للحصول على النسب Si:N المرغوبة من أجل تحقيق أهداف هذه الدراسة.

استخدمت المركبات التالية: KNO_3، $NaSiF_6$ كمصدر أساسي للنترات والسيليكات على التوالي في تجارب التغذية. لقد تمّ الوصول إلى النسب Si:N المختلفة في القوارير الثلاثة كما هو موضح في الجدول. 1 على الشكل التالي:

القارورة1 (الشاهد): قارورة مراقبة بدون إضافة مغذيات، نسب Si:N طبيعية.

القارورة 2 (Si:N=0.3): تم فيها إضافة النترات (NO_3) فقط حتى التوصل إلى النسبة Si:N المعادلة لـ 0.3 في الوسط.

القارورة 3 (Si:N=7) : تم إضافة السيلكات (SiO_4) فقط حتى التوصل إلى النسبة 7.

لم تغير تراكيز الفوسفات الطبيعية في أوساط القوارير وبالتالي تم المحافظة على تركيزها الطبيعي في جميع التجارب. أعطيت الاختصارات FL1، FL2 و FL3 للقارورة 1، القارورة 2 والقارورة 3 على الترتيب.

الجدول (1) تراكيز المغذيات (NO_3, PO_4, SiO_4/µmol/l) و النسب Si:N ضمن القوارير: FL1، FL2 و FL3 في بداية الحضن في تجارب التغذية المنجزة في المحطتين المدروستين (ST_1، ST_2) خلال شهر آذار 2010.

المحطة	القارورة	NO_3	PO_4	SiO_4	Si:N
ST1	FL1	7.5	0.6	9.1	1.2
	FL2	9.10	0.40	23.00	0.39
	Fl3	40.00	0.56	5.7	7.1
ST2	FL1	5.5	0.37	7.5	1.3
	FL2	7.5	0.4	23	0.3
	Fl3	40.5	0.4	5.5	7.4

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 بالعوالق النباتية، وقياس تراكيز المغذيات (NO_3, PO_4, SiO_4) اعتماداً على الطرق المتبعة عالمياً.

حددت شوارد النتريت في العينات المائية وفقا للطريقة BENDSCHNEIDER & ROBINSON (1952)، التي تقوم على تفاعل هذه الشوارد مع السلفانيل أميد في وسط حمضي، حيث يتشكل ملح ديازو و بتفاعل مع - Nنفتيل اثيلين ثنائي أمين مشكلاً مركب آزو زهري اللون، يمتص عند طول الموجة 543 نانومتر، كما حددت تراكيز شوارد النترات باتباع الطريقة نفسها بعد ارجاع شوارد النترات إلى النتريت باستخدام عمود من الكادميوم المعالج بكبريتات النحاس(Grasshoff, 1983; Morris & Rilley, 1963). تم تحديد تراكيز شوارد الفوسفات وفقا لطريقة Murphy & Rilley (1962) التي تقوم على تفاعل موليبدات الأمونيوم مع شوارد الفوسفات بحضور الأنتموان الثلاثي كوسيط، تم إرجاع المركب الناتج بوساطة حمض الأسكوربيك ليعطي أزرق الفوسفومولبيدن. أما بالنسبة لتراكيز

السيليكات فقد تم تحديدها باستخدام طريقة Carlberg (1972) و Koroleff (1976)، وهي تعتمد على تشكيل حمض السيليكوموليبديك الأصفر عندما تعالج العينات المحمضة مع محلول الموليبدات، يمتص هذا المعقد عند طول موجة 810 نانومتر.

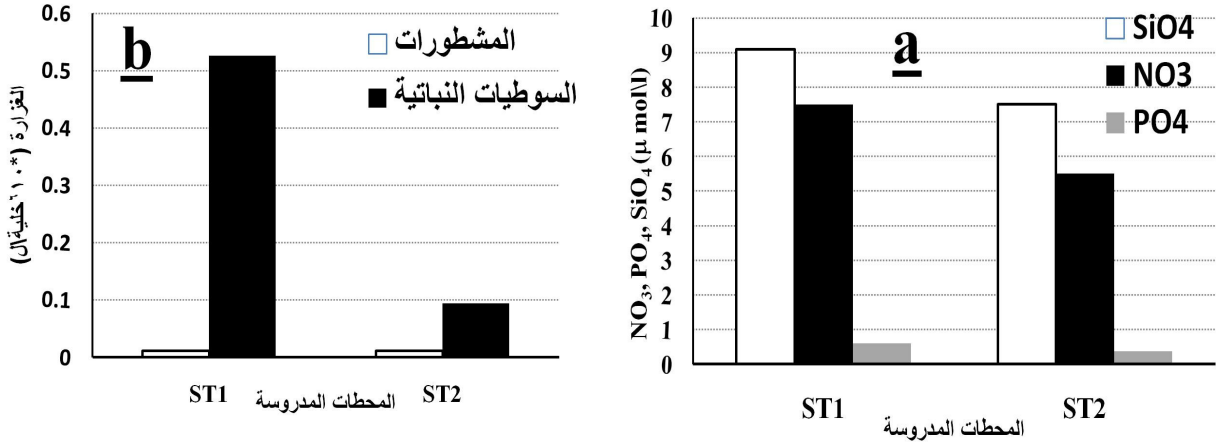
تم تحديد العوالق النباتية في العينات المدروسة على مستوى النوع اعتماداً على المراجع التصنيفية التالية Sourina, 1968، Starmach, 1989، و Miljstyrelsen, 1992 كما حددت غزارة العوالق النباتية باستخدام طريقة Utermoehl, 1958. يستخدم لتلك الطريقة صفيحة عد خاصة، تحتوي في منتصفها على حجرة ترسيب عمقها 3 ملم و قطرها 25 ملم، حيث يتم حساب الغزارة بالقانون التالي:

الغزارة (عدد الخلايالليتر) = (عدد الخلايا الكلي* المساحة الكلية لحجرة الترسيب) \ (الحجم المرسب من العينة المائية *المساحة المعدودة من الحجرة)

النتائج والمناقشة :

توزع المغذيات والعوالق النباتية خلال شهر آذار 2010 في الوسط الخارجي:

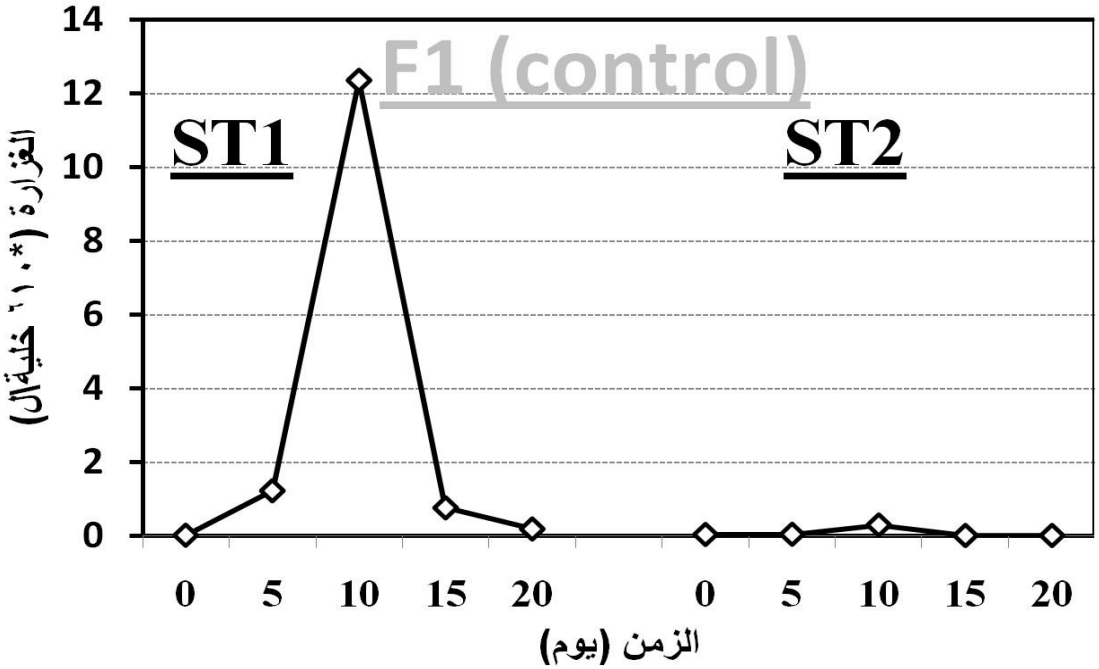
كانت تراكيز المغذيات (NO_3, PO_4, SiO_4) في مياه المحطة ST_1 أكثر ارتفاعاً من تلك المسجلة في مياه المحطة ST_2(الشكل. 2 a) نظراً إلى كون المحطة الأولى خاضعة بشكل مباشر لتأثير النشاطات الزراعية والبشرية ومصادر التلوث البرية (حمود وموسى، 2002؛ نور الدين، 2001). تقاربت قيم النسبة Si:N في مياه المحطتين حيث أن قيمها لم تتجاوز 1.4. كان نمو المشطورات منخفضاً في المحطتين ST_1 و ST2 (Chaetoceros curvisetus Cleve, C. didymus Ehrenberg, Lauderia annulata Cleve)، بينما سادت السوطيات النباتية هناك وكان نموها أقوى في المحطة ST_1 (الشكل.2 b). كان النوع Ostreopsis siamensis Schmidt من السوطيات النباتية سائداً في مياه المحطتين. يعتبر ظهور هذا النوع جديداً في المحطات المدروسة، و الذي لم يسجل ظهوره سابقا في تلك المحطات (حمود وموسى، 2002).



الشكل(2) التطور الطبيعي للمغذيات (a)، المشطورات و السوطيات النباتية (b) في الوسط الطبيعي خلال شهر آذار في المحطات ST1، ST2

قدرة نمو المشطورات تحت ظروف طبيعية من المغذيات (PO_4،NO_3 ،SiO_4)

يمثل الشكل (3) التطور الزمني لنمو المشطورات في التجارب المنجزة في 10 آذار في قارورة المراقبة (FL_1) في المحطات المدروسة (ST_1, ST_2) خلال عام2010 ، أظهرت خلايا المشطورات في المحطات المدروسة في تجارب 10 آذار في قارورة المراقبة (FL_1) في المحطة ST1 قدرة نمو واضحة تحت ظروف طبيعية من المغذيات (دون أي إضافة)، بينما كان نمو المشطورات في المحطة ST_2 ضعيفاً بالرغم من توافر المغذيات في الوسط، وانعكس هنا النمو الضعيف للمشطورات مع الاستهلاك الضعيف للسيليكات حتى نهاية فترة الاستزراع. ساد النوع Leptocylindrus danicus Cleve في المحطة ST1 بينما كان هنا تواجد ضعيف جدا للأنواع Chaetoceros curvisetus Cleve, ، C. didymus Ehrenberg و Lauderia annulata Cleve في المحطة ST2. لم يسجل أي نمو لثنائيات السياط ضمن قارورة المراقبة في المحطتين المدروسين. و على ما يبدو فإن قدرة نمو المشطورات في المحطة ST2 في قارورة المراقبة خلال شهر أيار تحت الظروف الطبيعية من المغذيات مازالت ضعيفة بالرغم من توفر المغذيات لها في الوسط.



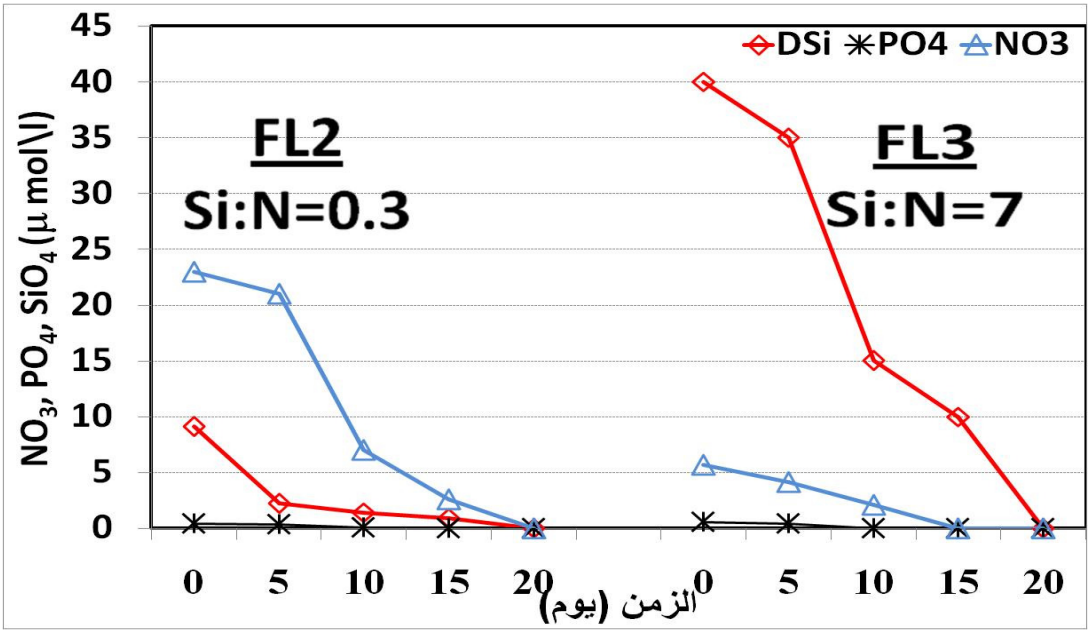
الشكل(3) تطور نمو المشطورات (*10^6 خليةال) في قارورة المراقبة (FL1) في التجارب المنجزة في 10 آذار في المحطات المدروسة ST1، ST2. في عام 2010.

ارتباط العوامل المحددة لنمو المشطورات باختلاف النسب Si:N

لدراسة تأثير نسب مختلفة من Si:N في نمو المشطورات، تم تغيير النسبة SiO_4 :NO_4 في المياه المأخوذة من المحطات المدروسة ST_1، ST_2 من خلال إضافة النترات أو السيليكات إلى الوسط في بداية كل تجربة (الجدول. 1)، مع المحافظة على تركيز الفوسفات الطبيعية في أوساط التجارب. إلى جانب قارورة المراقبة (FL_1) تم تحضير قارورتين بنسبSi:N مختلفة (Si:N = 0.3، 7). نعرض هنا نتائج و مناقشة تبدل تركيز المغذيات

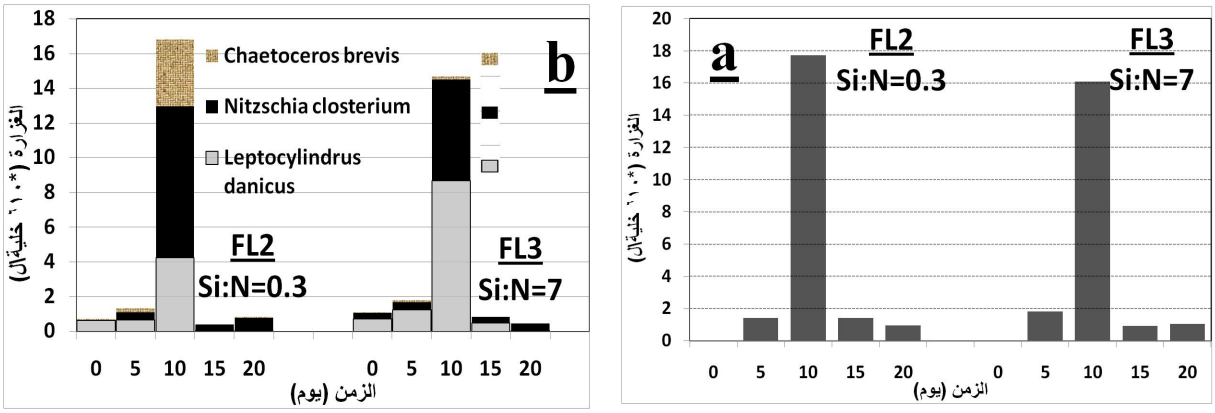
(NO_3, PO_4, SiO_4) وعدد خلايا المشطورات في تجارب 10 آذار في القارورتين FL_2 (Si:N=0.3) وFL_3 (Si:N=7) في الموقعين ST_1 وST_2 .

كان استهلاك السيليكات من قبل المشطورات قوياً في القارورتين FL2 و FL3 بغض النظر عن التراكيز البدائية للنترات والفوسفات في الوسطين (الشكل. 4)، حيث تناقص تركيز السيليكات في كلتا القارورتين حتى نضوبه من الوسط في نهاية فترة الحضن. من الجدير ذكره هنا بأن استهلاك السيليكات من قبل المشطورات استمر حتى بعد توقف استهلاك النترات. هذا يشير إلى أن المشطورات قد استخدمت هذه التراكيز من السيليكات من أجل تقوية درعها السيليسي (Darwich, 2006; سليمان ودرويش، 2012). كان استهلاك النترات في القارورة FL2 (ΔNO_3=23 Mμ) ذات النسبة Si:N المنخفضة (التي تم فيها اضافة النترات) أكبر بشكل واضح منه في القارورة FL3 (ΔNO_3=5.7 Mμ). لوحظ نضوب كلي للفوسفات في نهاية التجربة في كلا الوسطين.



الشكل(4) تطور تراكيز المغذيات a في تجارب 10 آذار في عام 2010 في القارورة 2 (FL2\Si:N=0.3) و القارورة3 (FL3\Si:N=7) في المحطة ST1.

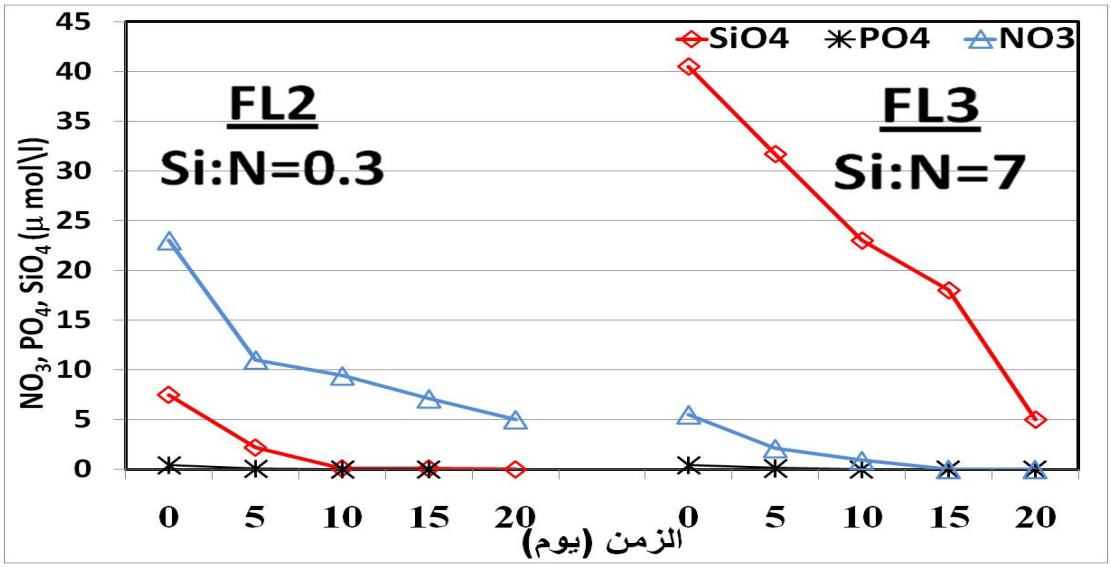
لوحظ سيادة كاملة للمشطورات في القارورة 2 ذات النسبة Si:N المنخفضة وفي القارورة 3 ذات النسبة Si:N المرتفعة. ازداد عدد خلايا المشطورات في كلا الوسطين بعد نحو 10 أيام من بدء التجربة (الشكل.a5). تقارب نمو المشطورات في كلا الوسطين رغم اختلاف كميات السيليكات المستهلكة، حيث كان معدل نمو المشطورات (μ) في القارورة FL2 (μ= 1.7\يوم) أقوى بشكل واضح من معدل نموها في القارورة FL3 (μ= 0.7\يوم). سادت الأنواع Chaetoceros brevis Schuett، Nitzschia closterium Ehrenberg ،Leptocylindrus danicus Cleve في كلا القارورتين (الشكل.b5). لم يسجل نمو ملحوظ للسوطيات النباتية حتى في القارورة FL2 التي تم فيها إضافة النترات.



الشكل(5) التغيرات الزمنية لغزارة المشطورات (a) و تركيبها النوعي (b) في تجارب 10 آذار في عام 2010 في القارورة 2 (FL2\Si:N=0.3) و القارورة3 (FL3\Si:N=7) في المحطة ST1.

المحطة ST2

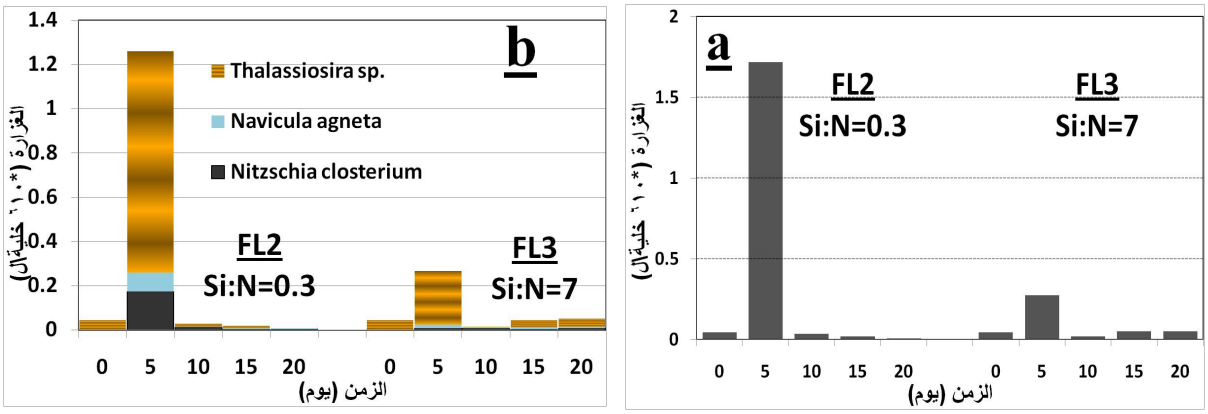
تباين استهلاك السيليكات في القارورة FL2 (ΔSiO_4=7.5 Mμ) عنه في القارورة FL3 (ΔSiO_4=35.5 Mμ). لوحظ استمرار استهلاك السيليكات في القارورة FL3 حتى بعد اختفاء النترات والفوسفات من الوسط (الشكل. 6). كان استهلاك النترات كبيراً في القارورة FL2 (ΔNO_3= 18 Mμ) بالمقارنة مع استهلاكه قي القارورة FL3 (ΔNO_3= 5.5 Mμ). استهلكت الفوسفات كلياً في نهاية التجارب في كلا الوسطين(الشكل. 6).



الشكل(6). تطور تراكيز المغذيات في تجارب 10 آذار في عام 2010 في القارورة 2 (F2\Si:N=0.3) و القارورة3 (F5\Si:N=7) في المحطة ST2.

لوحظ سيادة للمشطورات في القارورة FL2 (Si:N=0.3) و القارورة FL3 (Si:N=7) (الشكل a7). كان نمو المشطورات في تجارب التغذية المنجزة في المحطة ST2 أقل بشكل واضح من نموها في التجارب المنجزة في المحطة ST1. بالرغم من كمية السيليكات الكبيرة المستهلكة في القارورة FL3 (Si:N=7) إلا أن نمو المشطورات هناك (النمو الأعظمي=0.3 *10^6 خلية/ل، μالمشطورات =0.3 / يوم) كان أقل من نموها في القارورة FL2 (النمو الأعظمي *10^6

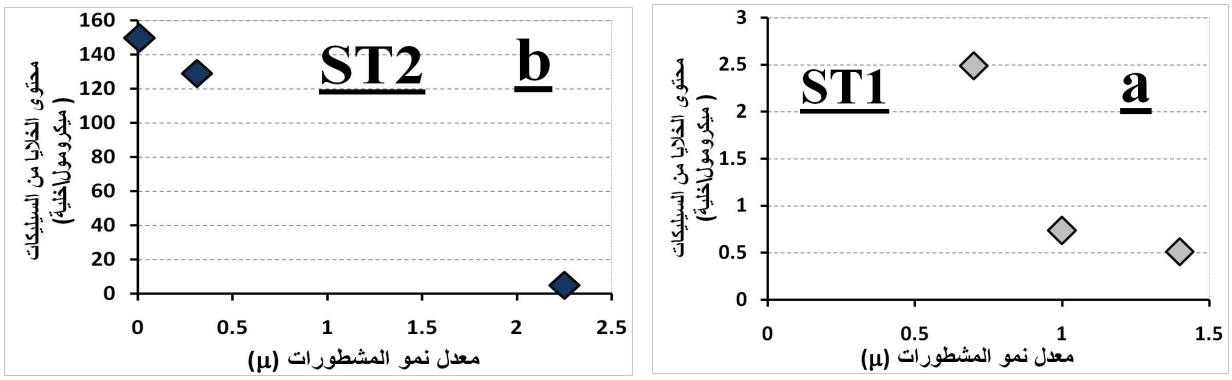
=1.5 خلية/ل، µالمشطورات =1.7/ يوم). كان محتوى خلايا المشطورات من السيليكات في القارورة FL3 (محتوى الخلية من السيليكات = Mµ129 " $10/^{6}$") أعلى من محتواه في القارورة FL2 (محتوى الخلية من السيليكات= "/ Mµ4.9 10^{6}"). سادت الأنواع Thalassiosira sp.، Nitzschia closterium Ehrenberg، Navicula sp. في كلا الوسطين (الشكل.b7) . لوحظ ظهور أبواغ للنوع Thalassiosira sp. في تجارب 10 آذار في القارورة FL3 الأفقر بتراكيز النترات.



الشكل(7) التغيرات الزمنية لغزارة المشطورات (a) و تركيبها النوعي (b) في تجارب 10 آذار في عام 2010 في القارورة 2 (FL2\Si:N=0.3) و القارورة3 (FL3\Si:N=7) في المحطة ST2.

استهلاك السيليكات مقابل نمو المشطورات

استطاعت المشطورات خلال مختلف التجارب المنفذة خلال شهر آذار في المواقع المدروسة (الأشكال. 5b، 7b) التوصل إلى قمم نمو متقاربة بالرغم من التفاوت في كمية السيليكات المستهلكة بين الأوساط المستخدمة. من الشكل (8 b،a) نستطيع الاستنتاج بأنه كلما ازداد محتوى خلايا المشطورات من السيليكات تناقص معدل نموها (Brodherr, 2006; Wasmund *et al*., 2011) .



الشكل. 8. معدل نمو المشطورات في اليوم (µ) مقابل محتوى خلايا المشطورات من السيليكات (/10^{6}) في جميع القوارير في عام 2010 في المحطتين ST1 (a) و ST2 (b)

إن النسب Si:N المختلفة اختيرت في تجاربنا هذه نظراً لوجود العديد من الدلائل التي تشير إلى زيادة في توريد النترات والفوسفات و تناقص في تركيز السيليكات في شواطئ البحار (Gilpin *et al*., 2004; Matthaeus & Nausch, 2001). لقد نوهت هذه الدراسات بأن نمو المشطورات يزداد بتزايد النسبة Si:N ويتناقص بتناقصها. لقد افترض العلماء بأنه بتناقص النسب Si:N أو Si:P في المياه يتبقى كميات وافرة من النترات والفوسفات لنمو مجموعات أخرى من العوالق النباتية غير المشطورات (على سبيل المثال السوطيات النباتية) حيث إن السيليكات سرعان ما يستهلك في البدء من قبل المشطورات وبالتالي يحد تناقص السيليكات من نموه (Sommer *et al*. 2004; Kudo, 2003).

لقد أظهرت التجارب بشكل عام سيادة كبيرة للمشطورات سواء في القوارير ذات النسب Si:N المنخفضة أو المرتفعة. لم يلاحظ أي تبدل في العوامل المحددة لنمو العوالق النباتية في المحطات المدروسة من النترات إلى السيليكات وبالتالي لم يلاحظ تغير في سيادة العوالق النباتية من المشطورات إلى السوطيات النباتية.

تسيطر المشطورات في الأوساط الفقيرة بالفوسفات (Rhee, 2002). لقد كانت تراكيز الفوسفات في بدء هذا العمل منخفضة في جميع الأوساط، حيث كانت المشطورات الأسرع في استهلاك الفوسفات وبالتالي حدت من نمو السوطيات النباتية سواء في الأوساط ذات النسب Si:N المنخفضة أو المرتفعة.

لقد أظهرت دراسات حديثة (Brodherr, 2006 ;Wasmund *et al*., 2011) بأن السيليكات نادراً ما يستهلك كلياً خلال ازهرار العوالق النباتية الربيعي في الوسط الخارجي. وأظهرت نتائجنا على عكس ذلك قدرة المشطورات الكبيرة في استهلاك السيليكات بوجود النترات والفوسفات حتى نضوبه من الوسط، وهذا ما يتطابق مع دراسات عالمية (Brodherr, 2006 ;Darwich,2006 ;Gilpin *et al*., 2004) و محلية (سليمان و درويش، 2012).

لقد نوه هذا العمل بأن المشطورات استطاعت السيادة في الأوساط ذات النسب Si:N المنخفضة والمرتفعة، علاوة على ذلك كان محتوى خلايا المشطورات في القوارير ذات النسب Si:N المنخفضة (Si:N =0.3) أقل من تلك التي في القوارير ذات النسب Si:N المرتفعة (Si:N =7)، هذا يفسر بأن معدل نمو المشطورات في النسب Si:N المرتفعة قد تناقص بينما ازداد محتوى الخلايا من السيليكات (Darwich,2006).

لقد أشار الباحثان (Darwich, 2006; Roberts et al., 2003) أن المشطورات لها القدرة على التكيف في الأوساط الفقيرة بالسيليكات عن طريق التقليل من عدد زوائد الخلية (الأشواك) أو عن الطريق التخفيف من سماكة جدار خلاياها. لقد أشرنا في هذا العمل بأن المشطورات استطاعت النمو في الأوساط ذات النسب Si:N المنخفضة في القارورة FL2 . بالإضافة لذلك كان محتوى الخلايا من السيليكات في الأوساط ذات النسب Si:N المنخفضة أدنى من تلك التي نمت في الأوساط ذات النسب Si:N المرتفعة في القارورة FL3 الأغنى بالسيليكات. هذا يدل بأن المشطورات لجأت في القارورة FL3 الأغنى بالسيليكات إلى تخفيض معدل نموها ولكن إلى رفع محتوى الخلايا من السيليكات.

أثرت تجارب التغذية المنجزة خلال شهر أذار في المحطة ST1 (ساقية ميكائيل) على التركيب النوعي للمشطورات. حيث سادت هناك الأنواع Leptocylindrus danicus Cleve ، Nitzschia closterium Ehrenberg وهي أنواع غير نمطية في المحطات المدروسة. وهذا ما يتطابق مع دراسة حديثة في مناطق أخرى من الشاطئ السوري (سليمان و درويش، 2012) حيث أدت تجارب التغذية هناك إلى سيادة أنواع غير شائعة وسامة من المشطورات في تلك المناطق. يعتبر تشكيل الأبواغ من قبل المشطورات بما في ذلك الأنواع التابعة للجنس Thalassiosira ظاهرة مثبتة في كثير من الدراسات (Koji & Kuma, 2008; Huang. & Xu, 2008; Oku & Kamatani, 1997). هذه الأبواغ تتميز بغناها بالسيليكات مقارنة بالخلايا العادية. و ظهور أبواغ النوع .sp

Thalassiosira في تجارب 10 آذار في الموقع ST_2 في الأوساط الغنية بتراكيز السيليكات و الفقيرة بتراكيز النترات (القارورة FL3) تفسر الاستهلاك القوي للسيليكات في هذه التجارب. و تشير الدراسات المرجعية إلى أن أبواغ النوع .sp Thalassiosira يفضل الأوساط الفقيرة بالنترات (Koji & Kuma, 2008)، و هذا ما يفسر ظهور أبواغ ذلك النوع قي نتائج هذا البحث في القارورة FL3 الأفقر بتراكيز النترات.

الاستنتاجات و التوصيات:

-أظهرت المشطورات قدرة كبيرة على النمو خلال شهر آذار ضمن تجارب التغذية، أبدت خلالها سيطرة تامة ضمن جميع القوارير استمرت حتى نهاية فترة الحضن.

- لم يلاحظ أي تغير في العوامل المحددة لنمو المشطورات من النترات باتجاه السيليكات في القوارير ذات النسب Si:N المنخفضة، وبالتالي لم يسجل أي تغير في نمو المشطورات باتجاه ثنائيات السياط.

-النسب البدئية Si:N (Si:N= 0.3, 7) ليست المسؤولة عن التغيرات في التركيب النوعي للعوالق النباتية باتجاه الأنواع التي لا تحتاج للسيليكات في نموها في المحطات المدروسة خلال شهر آذار. إن المشطورات خلال فترة نموها قادرة على استهلاك النترات والسيليكات، بغض النظر عن تركيزها ونسبها البدائية.

-كانت المشطورات قادرة على استهلاك السيليكات حتى نضوبه من وسط الزرع على عكس ما يحدث في الوسط الطبيعي.

المراجع:

1. BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R. J. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in seawater. J. Mar. Res., Vol. 11, 1952, 87-96.
2. BRODHERR, B. H. *Nutrient dependent growth dynamics of diatom spring populations in the southern Baltic Sea*. Rostock, Germany, 2006, 132.
3. CARLBERG, S. R. *New Baltic Manual- ICES-COOP*. Res. Re. Ser., A, N°. 20, 1972.
4. DARWICH, F. *Die untersuchung des wachstums der kieselalgen in abhängigkeit von verschiedenen nährstoffkonzentrationen und verhältnissen*. Dr. rer. nat., Rostock, Germany, 2006, 101.
5. DORTCH, Q.; WHITLEDGE, T. E. *Does nitrogen or silicon limit phytoplankton production in the Mississippi River plume and nearby regions.* Cont. Shelf Res., Vol. 12, 1992, 1293-1309.
6. FRIEDL, G.; WUEST, A. *Disrupting biogeochemical cycles - consequences of damming*. Aquatic Sciences, Vol. 64, 2002, 55-65.
7. GILPIN, L. C.; DAVIDSON, K.; ROBERTS, E. *The influence of changes in nitrogen: silicon ratios on diatom growth dynamics.* Journal of Sea Research [J. Mar. Syst.]., Vol. 51, 2004, 21-35.
8. 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.
9. HECKY, R. E.; KILHAM, P. *Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment.* Limnol. Oceanogr., Vol.33,1988, 796-822.

10. HUANG A. J.; XU, Z. Z. *Impacts of nitrogen and phosphorus on phytoplankton community structure in Dapeng'ao area of Daya Bay*, Journal of Tropical Oceanography, Vol. 27, 2008, 38-45.
11. HUMBORG, C.; CONLEY, D.J.; RAHM, L.; WULFF, F.; COCIASU, A.; TTEKOT, I. V. *Silicon retention in river basins: far-reaching effects on biogeochemistry and aquatic food webs in coastal marine environments*. Ambio, Vol. 29, 2000, 44-49.
12. JEZEQUEL, M. V.; HILDEBRAND, M.; BRZEZINSKI, M.A. *Silicon metabolism in diatoms: Implications for growth*. J. Phycol., Vol. 36, 2000, 821- 840.
13. KOJI, S.; KUMA, S. *Resting spore formation in the marine diatom Thalassiosira nordenskioeldii under iron-and nitrogen-limited conditions*. Journal of plankton research, Vol. 30, N 3. 11, 2008, 1245-1255.
14. KOROLEFF, F. *Determination of silicon. In: GRASSHOFF, K. (Ed.) Methods of seawater Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, 1976, 149 – 158.
15. KUDO, I. *Change in the uptake and cellular Si:N ratio in diatoms responding to the ambient Si:N ratio and growth phase*. Mar. Biol., Vol. 143, 2003, 39-46.
16. KUKRER, S; SUNLU, S.F; AYDIN, H. *Growth Kinetics of diatoms Skeletonema costatum and Thalassiosira sp. From Izmir bay (Eastern Aegean sea/Turkey).* Rapp. Comm. int. Mer Médit, Vol. 39, 2010, 1-2.
17. MATTHAEUS, W.; NAUSCH, G. *The hydrographic-hydrochemical state of the western and central Baltic Sea in 1999/2000 and during the 1990s.* Meereswiss. Ber., Vol. 45, 2001, 1-72.
18. MILJSTYRELSEN, H. *Plankton I de indre danske farvande*. Vol. 11, 1992, 1-100.
19. MORRIS, A. W.; RILEY, J. P. *The determination of nitrate in seawater*. Anal. Chim. Acta., Vol. 29, 1963, 272 – 279.
20. 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.
21. NELSON, D. M.; DORTCH, Q. *Silicic acid depletion and silicon limitation in the plume of the Mississippi River: evidence from kinetic studies in spring and summer*. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 13, 1996, 163-178.
22. OKU, O.; KAMATANI, A. *Resting spore formation of the marine planktonnic diatom Chaetoceros anastomosans induced by high salinity and nitrogen depletion*. Mar. Biol., Vol. 127, 1997, 515-520.
23. PANKOW, H. *Alrenflora Der Ostsee*. Plankton, Vol. 11, 1976, 130.
24. POLAT, S. *Effect of nutrient enrichment on coastal phytoplankton composition and abundance in the northeastern Mediterranean*. Pak. J. Bot Turkey, 39. N°.6, 2007, 2087-2095.
25. RHEE, G. Y. *Effects of N:P atomic ratios and nitrate limitation on algal growth, cell composition, and nitrate uptake*. Limnol. Oceanogr., Vol. 23, 2002, 2-10.
26. ROBERTS, E. C.; DAVIDSON, K.; GILOIN, L.C. *Response of temperate microplankton communities to N:Si ratio perturbation*. Plankton Res., Vol. 25, 2003 1485-1495.
27. SMITH, V. H. *Eutrophication of freshwater and costal marine ecosystems – a global problem*. Environ. Sci. and Pollut. Res., Vol. 10, 2003, 126 – 139.
28. SOMMER, U.; HANSEN, T.; STIBOR, H.; VADSTEIN, O. *Persistence of phytoplankton responses to different Si:N ratios under mesozooplankton grazing pressure: a mesocosm study with NE Atlantic plankton*. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 278, 2004, 67-75.
29. SOURINA, A. *Diatomees plantoniques du Canal de Mozambique et de Maurice*. ORSTOM Mem., N°. 31, 1968, 120.

30. STARMACH, K. *Plankton roslinny wood stodkich*. Kluz, 1989, 1-400.
31. TREGUER, P.; PONDAVEN, P. *Global Change-Silica Control of Carbon Dioxide*. Nature, Vol. 406, 2000, 358-359.
32. UTERMOEHL, H. *zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik*. Ass. intern. Limnol. Theor., Vol. 9, 1958, 1-38.
33. WANG, X. W.; LI, C. H.; LI, Z. D.; LIN, L.; SHEN, N. N. *Nutrient factors limiting phytoplankton production of Daya Bay in sprin*. Journal of Fishery Sciences of China, Vol. 14, 2007, 836-842.
34. WASMUND, N.; POLLEHNE, F.; POSTEL, L.; SIEGEL, H.; ZETTLER, M. L. *Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2003*. Meereswiss. Ber. Warnemünde, Vol. 60, 2011, 1-78.
35. YURKOVSKIS, A. *Long-term land-based and internal forcing of the nutrient state of the Gulf of Riga (Baltic Sea)*. Journal of Marine Systems [J. MAR. SYST.], Vol. **50**, 2004, 181-197.
36. حمود، نديم؛ موسى، سوسن. *تصنيف أنواع العوالق النباتية في مواطن مختلفة من الأجزاء الشاطئية للمنطقة الساحلية شمال اللاذقية*. مجلة جرش للبحوث و الدراسات، المجلد 7، العدد 1، 2002، 41 – 57.
37. سليمان، نوار؛ درويش، فيروز. *دور المغذيات في نمو العوالق النباتية في المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية*. مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية. قبلت للنشر بتاريخ 2012، 1–13.
38. 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.