Influence of Light and nutrients on phytoplankton growth in Lattakia coastal water

Dr. Feirouz Darwich*

(Received 8 / 3 / 2022. Accepted 3 / 10 /2022)

□ ABSTRACT □

In this research, the phytoplankton behavior has been investigated in a Mesocosm experiments to clarify changes in their growth under different light conditions.Using unfiltered seawater, the samples were collected fromthree different marine stations during January 2020. The amount of nutrient consumed by phytoplankton was studied, and the changes in Chl*a* concentration with determining phytoplankton specific composition were identified.In the experiments that have been conducted during January. 2020, Diatoms were able to grow in the media where the severity of the lighting have been Mitigated, and accompanied by doubling the initial concentrations under light limiting condition, which then continued growing in nutrients enriched media despite the different lighting conditions.Centric diatoms were prevailed in the experiments carried out during 2020, particularly some species of the genera: *Chaetoceros* and *Thalassiosira*, which were able to grow in Nutrient- enriched media even under the influence of light limiting conditions. The results showed that nutrients not light limited the growth of phytoplankton during winter in thestudied area.

Key words: diatoms, light, enrichment experiment, nutrients, phytoplankton

* **Associate Professor, Department of Marine Biology, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

دور الضوء و المغذيات في نمو العوالق النباتية في المياه الشاطئية لمدينه اللاذقية.

د.فيروز درويش*

(تاريخ الإيداع 8 / 3 / 2022. قبل للنشر في 3 / 10 / 2022)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث دراسة سلوكية العوالق النباتية ضمن تجارب ميزوكوزمية، لإيضاح التغيرات الحاصلة في نموها تحت شروط اضاءة مختلفة، باستخدام مياه بحر طبيعية غير مرشحة جمعت من ثلاث محطات بحرية مختلفة بخصائصها البيئية خلال شهر كانون الثاني 2020، تم خلالها دراسة كمية المغذيات المستهلكة من قبل العوالق النباتية وتغيرات الكلوروفيل *a* وتحديد التركيب النوعي للعوالق النباتية في التجارب التغذية.استطاعت المشطورات من النمو في الأوساط التي تم تخفيف شدة الإضاءة فيها،مع رفع تراكيز المغذيات مرتين على تراكيزها الطبيعية ضمن تجارب شهر كانون الثاني 2020، استمرت خلالها بالنمو في الأوساط الغنية بتراكيز المغذيات على الرغم من شروط الإضاءة المختلفة.سادت المشطورات المركزية في التجارب المنجزة خلال 2020، وبشكل خاص بعض الأنواع التابعة للأجناس: *Chaetoceros* و*Thalassiosira* والتي كانت قادرة على النمو في الأوساط الغنية بالمغذيات حتى تحت تأثير شروط الإضاءة المنخفضة. تشير النتائج بأن المغذيات و ليس الضوء كانت العامل المحدد لنمو العوالق النباتية و بشكل خاص المشطورات في المنطقة المدروسة.

الكلمات المفتاحية: المشطورات، الضوء، تجارب التغذية، المغذيات، العوالق النباتية.

* **استاذ مساعد – قسم البيولوجيا البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.**

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. تستطيع العوالق النباتية بناء مادتها الحية انطلاقا من مواد بسيطة لقدرتها على القيام بعملية التركيب الضوئي، والتي تساهم من خلالها في إغناء الوسط المائي بالأكسجين الضروري لتنفس بقية الكائنات الحية البحرية.

يعد الأزوت (N) والفوسفور (P) عنصرين أساسيين لنمو العوالق النباتية بشكل عام (Wang *et al*., 2017) ،بينما يعتبر السيليكات (SiO_4) عنصراً رئيسياً لنمو المشطورات بشكل خاص، كونه يدخل في تركيب درعها السيليسي (Tréguer and Pondaven, 2017).

يعتبر نمو العوالق النباتية ارتباطا بالضوء عملية أساسية في النظم البيئية البحرية. هناك العديد من العوامل التي تؤثر على قدرة العوالق النباتية على الاستفادة من الضوء المتاح لها، على سبيل المثال درجة الاشعاع الشمسي و شدة الضوء الساقط و الفصول و درجه عكارة المياه بالإضافة إلى الأنماط الجينية المختلفة و الصبغيات الموجودة ضمن خلاليا العوالق النباتية (Litchman et al., 2015; Schwaderer, 2011).

تأتي أهمية العوالق النباتية من خلال دورها الأساسي في السلسلة الغذائية المائية والدورة البيوجيوكيميائية البحرية (Tréguer and Pondaven, 2017; Friedl and Wuest, 2002)، حيث تساهم العوالق النباتيه بأكثر من نصف الإنتاج الأولي في البحار وتسيطر خلال الإزهرار الربيعي للعوالق النباتية في المناطق المعتدلة (Nelson *et al*., 2000; Tréguer *et al*., 2015).

أدت المشاكل البيئية المختلفة (اثراء غذائي، احتباس حراري...)إلى زيادة اهتمام العلماء في الفترة الأخيرة بدراسة أثر المغذيات و الضوء على الإنتاج الأولي (Granéli*et al*., 1999) ، ودورهما في التحكم بنمو العوالق النباتية وكتلتها الحيوية والتغيرات الحاصلة في تركيبها النوعي (Caron *et al*., 2000; Lagus*et al*., 2004).

تعد التجارب المتعلقة بدراسة أثر الإغناء بالمغذيات على نمو العوالق النباتية وتركيبها النوعيتحت شروط اضاءة مختلفة 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 مثل دراسات Darwich (2021,2022)،(Darwich and Al Mirei, 2020)،(Darwichand AlMirei .,2021) أما التجارب المخبرية المنجزة في الشاطئ السوري فقد اهتمت بدراسة العلاقة ما بين المغذيات فقط و العوالق النباتية تحت شروط ضوئية ثابتة من خلال تجارب الاغناء بالمغذيات المنجزة في شاطئ مدينة اللاذقية (Darwich and Hassan, 2012, 2014; Darwich, 2013).

أهمية البحث وأهدافه:

لايزال سلوك العوالق النباتية تحت شروط اضاءة مختلفة مبهماً في الجزء الشرقي من البحر الأبيض المتوسط وبشكل خاص في المياه الساحلية السورية عموما، وبما إن هذا النوع من التجارب جديد كلياً في المياه الشاطئية السورية المعرضة لتأثير النشاطات البشرية ومصبات الصرف الصحية غير المعالجة، والتي تحدث تغيراً كبيراً في النظام البيئي البحري، لذلك يتوجب علينا في هذه الدراسة وضع أسس حول سلوكية العوالق النباتية ارتباطاً بالضوء من خلال إجراء عدة تجارب مخبرية، للتحقق من استجابة العوالق النباتية لتغيرات الاضاءة تحت شروط ثابتة من المغذيات، وتحديد دوره الضوء كعامل منظم لنموها وفي التنافس الحاصل بين مجموعات العوالق النباتية من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- قدرة العوالق النباتية على استهلاك المغذيات في الوسط تحت شروط اضاءة مختلفة.
- تأثير الضوء على نمو العوالق النباتية و تركيبها النوعي.

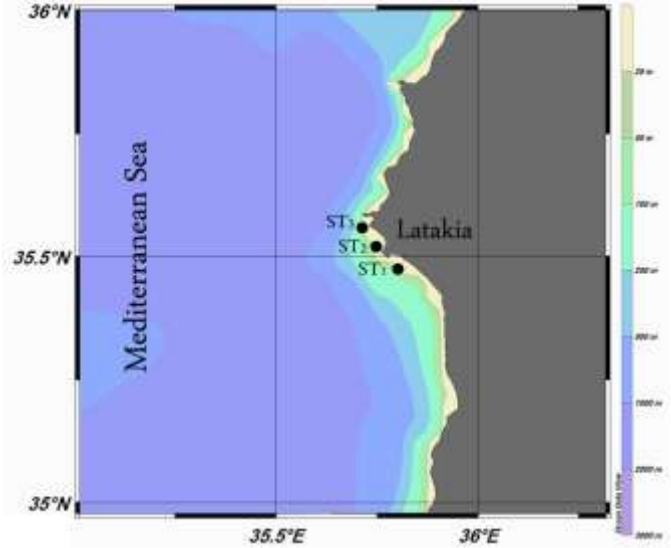
تعد هذه الدراسة كأساس علمي تبنى عليه العديد من الدراسات المستقبلية، والتي تتناول تنمية العوالق النباتية في مناطق متعددة من الشاطئ السوري،وذلك تحت تأثير شروط مخبرية متحكم بها (إضاءة، حرارة، ملوحة ومغذيات) للتوصل إلى الشروط المثالية لنموها، بالإضافة إلى فتح مجال جديد كلياً للتعرف على سلوكية العوالق النباتية في ظل الشروط البيئية السائدة على شواطئنا، لتفسير التأثيرات السلبية المتوقعة على نموها والناتجة عن تفاقم ظواهر مختلفة (الإثراء الغذائي، الاحتباس الحراري..) والمؤثرة على الثروة المائية عموماً. وهذا ما يعطيها أهمية كبيرة لكونها أبحاث جديدة بالإضافة إلى دورها في عملية التنمية المستدامة والإدارة المتكاملة للموارد البحرية في سوريا.

طرائق البحث ومواده:

الخصائص العامة للمواقع المدروسة:

تم أخذ العينات المائية من ثلاث محطات ممتدة على طول الساحل الجنوبي لمدينة اللاذقية،

تتميز بخصائص بيئية مختلفة عن بعضها بعضاً (ST_1: مصب النهر الكبير الشمالي، ST_2: مجرور أفاميا وST_3: المدينة الرياضية) خلال عام 2020(الشكل،1):



الشكل. 1. مواقع المحطات المدروسة: مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1) – مجرور أفاميا (ST_2) – المدينة الرياضية (ST_3) في الجزء الجنوبي من ساحل مدينة اللاذقية.

– **مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1)** (35.46N – 35.88E)–تبعد 500م عن مصب النهر الكبير الشمالي، والذي يتلقى مجراه مياه الصرف الصادرة عن العديد من المنشآت الصناعية ومخلفات معاصر الزيتون بالإضافة إلى مياه الصرف الصحية للتجمعات السكانية القريبة منه.

– **مجرور أفاميا (ST_2)** (35.74N – 35.28E) – تبعد 300م عن مرفأ الصيد والنزهة في أفاميا، والمعرضة بشدة لمصادر التلوث البرية الناتجة عن مياه الصرف الصحي الأتية من المصب الرئيسي لمدينة اللاذقية. إضافة إلى كونها قريبة من المرفأ التجاري، مما يجعلها معرضة للتلوث بمخلفات المواد النفطية الناتجة عن حركة النقل والملاحة البحرية.

– **المدينة الرياضية (ST_3)** (35.6N – 35.7E) –تقع على بعد 1000م عن الشاطئ المقابل للمدينة الرياضية، والتي تعد منطقة بحرية مفتوحة وبعيدة نسبياً عن مختلف مصادر التلوث المباشرة العائدة لمدينة اللاذقية.

الطلعات البحرية وجمع العينات المائية:

نفذت طلعة بحرية خلال شهر كانون الثاني 2020، جمعت خلالها العينات المائية من المياه السطحية (0–1م) للمحطات الثلاث المدروسة، وحفظت مباشرة على سطح المركب ضمن عبوات من البولي إيتلين سعة 50ل دون إضافه فورمول، استخدمت لاحقاً في المعهد العالي للبحوث البحرية لإجراء تجارب الإغناء بالمغذيات.تم توزيع ماء البحر الطبيعي غير المرشح ضمن قوارير من البولي كربونات حجم كل منها 5 ل للمحطات المدروسة.جمعت العينات المائية المستخدمة لقياس تراكيز المغذيات والكلوروفيل *a* بطريقة الإعتيان اليدوي، باستخدام عبوات عاتمة من البولي إيتلين، في حين حفظت عينات العوالق النباتية بالفورمول ذو التركيز 4% مباشرة على سطح المركب، بهدف دراستها من الناحية الكمية والنوعية (الشكل. 1).

تحضير تجارب الإغناء بالمغذيات لعام2020:

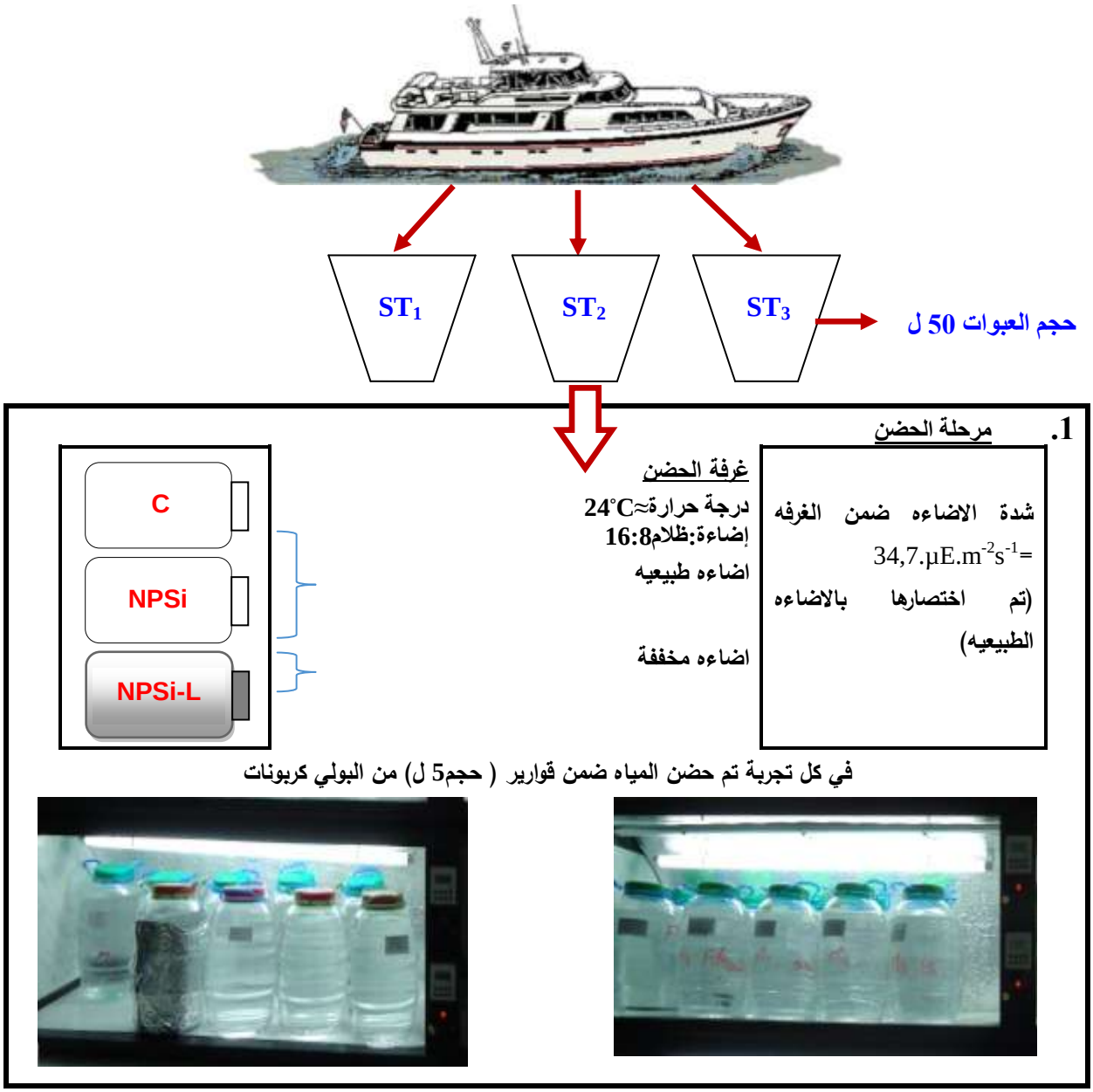
تم إنجاز ثلاث تجارب في هذا البحث في المحطات الثلاث المدروسة في شهر كانون الثاني من العام 2020. تم توزيع ماء البحر الطبيعي غير المرشح ضمن قوارير من البولي كربونات حجم كل منها 5ل للمحطات الثلاث المدروسة (الشكل.1)، والتي رفعت فيها تراكيز المغذيات (NO_3، PO_4 وSiO_4) لاحقاً من خلال إضافة KNO_3، KH_2PO_4 وNa_2SiF_6 كمصدر رئيسي لكل من النترات، الفوسفات والسيليكات على التوالي، للتوصل إلى التراكيز المستخدمة في هذه الدراسة (الشكل. 1).

بعد إضافة المغذيات إلى ماء القوارير تم حفظها في حجرة بدرجة حرارة 24درجة مئوية وإضاءة متناوبة (إنارة : ظلام بنسبة 8:16 ساعة) وشدة ضوئية قدرها $34,7.\mu E.m^{-2}s^{-1}$. تم مزج مياه القوارير يومياً بحركات دائرية يدوية ناعمة. تم أخذ عينات دورية وبشكل منتظم من القوارير من أجل القياسات الخاصة بتراكيز الكلوروفيل *a* وتغيرات غزارة العوالق النباتية، وقياس تراكيز المغذيات (NO_3، PO_4 وSiO_4)، اعتماداً على الطرق المتبعة لتحديد تراكيز المغذيات مخبرياً.تم قياس الضوء باستخدام جهاز LICOR .1400 +1000. 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 (1976). في حين اعتمد على طريقة (Jeffrey and Humphrey ,1975) لقياس تراكيز الكلوروفيل *a* باستخدام جهاز سبيكتروفوتوميتر نوع ZUZI (Models 4211/20).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 الخلايا\لتر)** = (عدد الخلايا الكلي* المساحة الكلية لحجرة الترسيب) \ (الحجم المرسب من العينة المائية *المساحة المعدودة من الحجرة)

تم تحديد العوالق النباتية في العينات المدروسة على مستوى النوع اعتماداً على المراجع التصنيفية التالية: (Starmach, 1963)،(Starmach, 1989)،(Ionescu, 1981)، (Al-Kandari*et al*., 2009).

1-مرحلة جمع العينات المائية



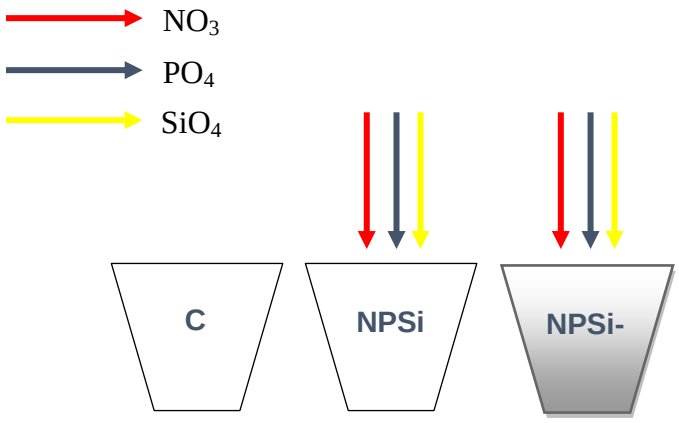
الشكل. 1. مراحل التجارب المنجزة في عام 2020 بدءاً من جمع العينات المائية من المحطات الثلاث المدروسةST_1، ST_2 وST_3وإنتهاءًبحضن المياه ضمن غرفة الزرع.

القارورة	الإختصار	المغذيات المضافة	الإضاءة	نسب المغذيات	الهدف

-تصميم تجارب 2020:

نفذت ثلاث تجارب (أعطيت الاختصارات كالتالي: التجربة الأولى =A،التجربة الثانية = B، التجربة الثالثة= C) خلال شهر كانون الثاني 2020 في المحطات المدروسة(ST_1 – ST_2 – ST_3)(الشكل. 2). تمت مضاعفة تراكيز المغذيات ضمن القوارير (C، NPSi وNPSi-L) على الشكل التالي:

- **القارورة الأولى (C)**:تراكيز طبيعية من المغذيات (NO_3، PO_4 وSiO_4)، دون إضافة للمغذيات.
- **القارورة الثانية (NPSi)**: رفعت فيها تراكيز النترات، الفوسفات والسيليكات مرتين على تراكيزها الطبيعية.
- **القارورة الثالثة (NPSi-L)**: رفعت فيها تراكيز النترات، الفوسفات والسيليكات مرتين على تراكيزها الطبيعية ولكن مع تقليل معدل الإضاءة بنسبة 20–30%(شدة الاضاءه= $13.4.\mu E.m^{-2}s^{-1}$).



الشكل. 2. تجارب التغذية المنجزة ضمن القوارير (C، NPSi وNPSi-L) في المحطات الثلاث المدروسة خلال 2020.

تم تغيير تراكيز المغذيات (النترات، الفوسفات والسيليكات) في القوارير المستخدمة خلال التجارب المنجزه في عام 2020، مع المحافظة على تراكيزها الإبتدائية ضمن قارورة المراقبة (C). استخدمت خلالها القوارير التي تم إغنائها بشكل كامل (NPSi) لمعرفة العامل المحدد لنمو مجموعات العوالق النباتية،من خلال المحافظة على النسب الإبتدائية للمغذيات فيها،في حين استخدمتالقارورة (NPSi-L) لدراسة قدرة نمو العوالق النباتية تحت تأثير شروط الإضاءة المنخفضة (الجدول. 1).

الأولى	C	–	طبيعية	طبيعية	للمقارنة
الثانية	NPSi	$+ NO_3$ $+ PO_4$ $+ SiO_4$	طبيعية	مضاعفة تراكيز المغذيات	معرفة العامل المحدد للنمو
االثالثه	NPSi-L	$+ NO_3$ $+ PO_4$ $+ SiO_4$	تقليل الإضاءة بمعدل 20 – 30 %	مضاعفة تراكيز المغذيات	أثر الإضاءة كعامل محدد للنمو

الجدول. 1. تجارب التغذية المنجزة في المحطات الثلاث المدروسة خلال عام 2020.(الإضاءة الطبيعة ضمن غرفة الاستزراع =$34,7.\mu E.m^{-2}s^{-1}$، التراكيز الطبيعية للمغذيات مساويه لتراكيزها في الوسط الخارجي أي دون اضافات).

النتائج والمناقشة :

تجارب التغذية المنجزة في شهر كانون الثاني في المحطات المدروسة لعام 2020:

سيتم في هذا الجزء عرض نتائج تغيرات تراكيز المغذيات والكلوروفيل *a*، وتغيرات غزارة العوالق النباتية و التركيب النوعي لها ضمن تجارب كانون الثاني المنجزة خلال العام 2020 في المحطات الثلاث المدروسةST_1 ، ST_2 وST_3، ضمن القوارير (C، NPSi وNPSi–L) والتي تم إغنائها بالمغذيات (NO_3، PO_4وSiO_4).

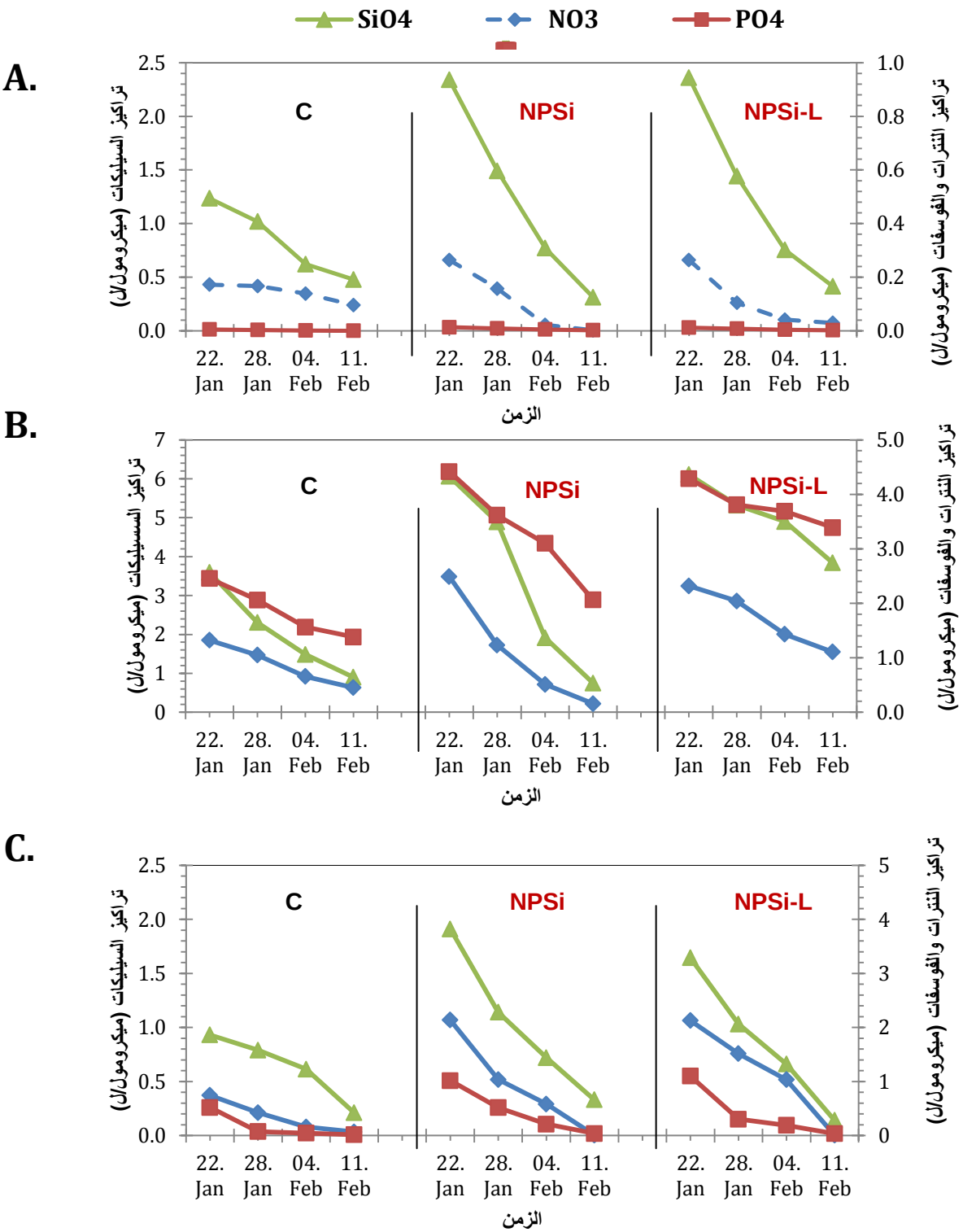
أبدت المشطورات معدل نمو مرتفع و سيادة كاملة في جميع الأوساط المستخدمة، وبالتالي كانت المنافس الأقوى في الحصول على المغذيات و سيطرت في تلك الأوساط ، ولم يسجل أي تواجد لثنائيات السياط في جميع التجارب المنجزة في المحطات المدروسة.

تقارب نمو العوالق النباتية في كل من القوارير NPSi وNPSi–L في التجارب المنجزة في محطة مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1) خلال شهر كانون الثاني 2020 (الشكل.4 A)، وكان نموها هناك مماثلاً لقارورة المراقبة (C)، بينما كان استهلاك المغذيات في كلا القارورتين أقوى مما هو عليه ضمن قارورة المراقبة ((الشكل.A3). حيث استطاعت العوالق النباتية استهلاك جميع المغذيات المتاحة لها في الوسط في كلا القارورتين، دون أن تستهلك النترات والسيليكات بشكل كلي في قارورة المراقبة والتي بقيت تراكيزها في الوسط حتى نهاية فترة الحضن. توافقت تغيرات غزارة العوالق النباتية مع تغيرات تراكيزوالكلوروفيل *a* في جميع القوارير المستخدمة خلال فترة تنفيذ التجارب (الشكل.4 A)،حيث سيطرت الأنواع التالية: *Chaetoceros didymus*، *Coscinodiscus concinnus*، *Odontella sp.* و*Thalassiosira rotula* ضمن جميع القوارير المستخدمة في تجارب التغذية المنجزة خلال شهر كانون الثاني (الشكل.5 A).

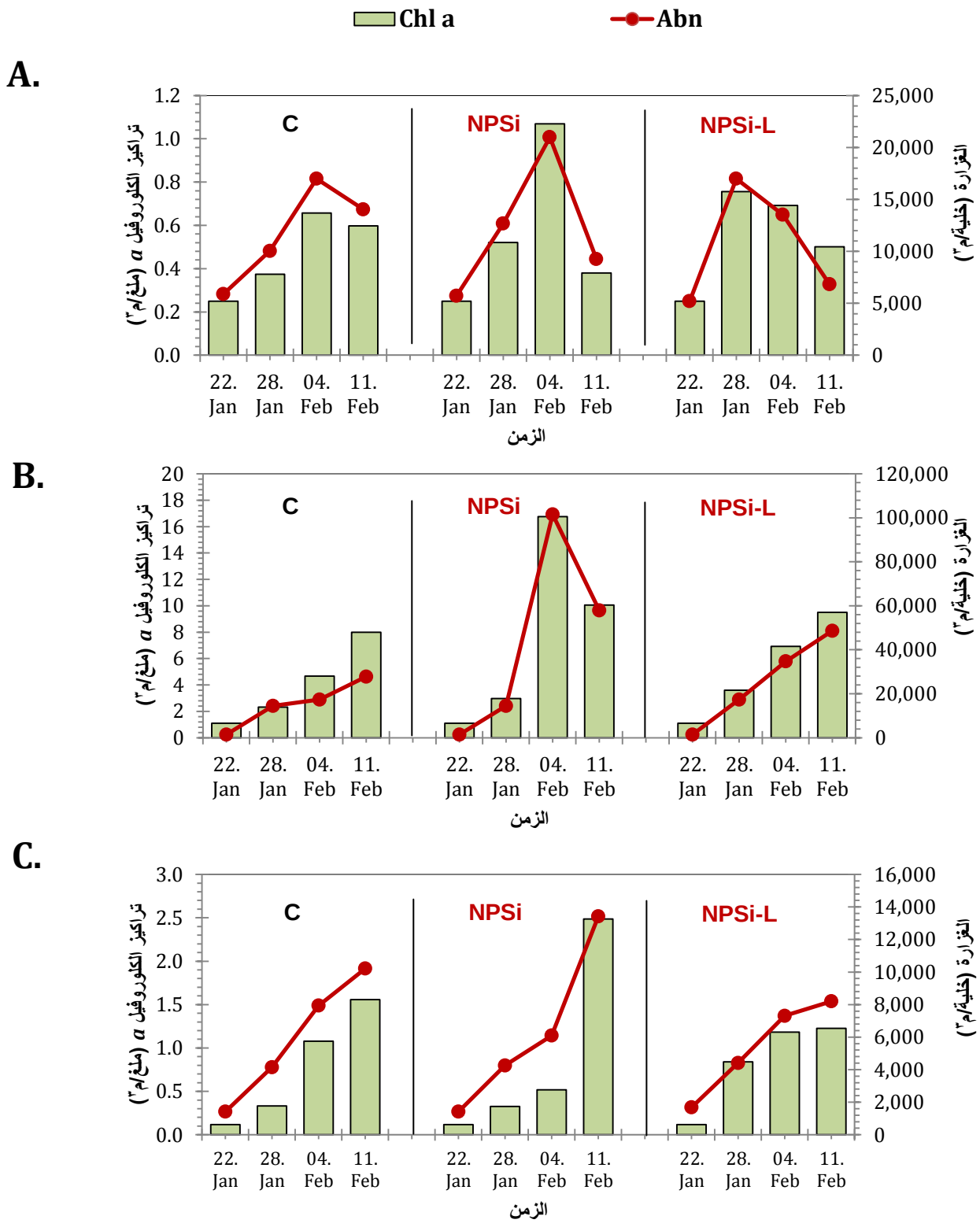
أما بالنسبة للتجربة (B) المنجزة في محطة مجرور أفاميا، فقد أظهرت العوالق النباتية قدرة نمو مرتفعة في القارورة NPSiمقارنة مع القارورة NPSi–L والقارورة C (الشكل.4 B)، ترافق ذلك مع استهلاك قوي لتراكيز المغذيات (ΔNO_3=2.3، ΔPO_4=2.3وΔSiO_4=5.3ميكرومول) بالمقارنة مع استهلاكها في القارورة NPSi–L والقارورة C(الشكل.B3). سادت المشطورات في جميع القوارير وبشكل خاص النوعين: *Nitzschia acicularis* و*Pseudo–nitzschia delicatissima* والتي كانت الأسرع في استهلاك المغذيات خلالفترة تنفيذالتجارب (الشكل.5 B).

كان استهلاك المغذيات متقارباً في جميع الأوساط المستخدمة خلال فترة تنفيذ التجربة(C) المنجزة في محطة المدينة الرياضية ST (الشكل. 3 C)، دون أن تسجل أي فروقات هامة في نمو العوالق النباتية بين القوارير بالرغم من رفع تراكيز المغذيات مرتين على تراكيزها الطبيعية ضمن كل من القارورة NPSi والقارورة NPSi-L مقارنة مع قارورة المراقبة (C) (الشكل.C4).

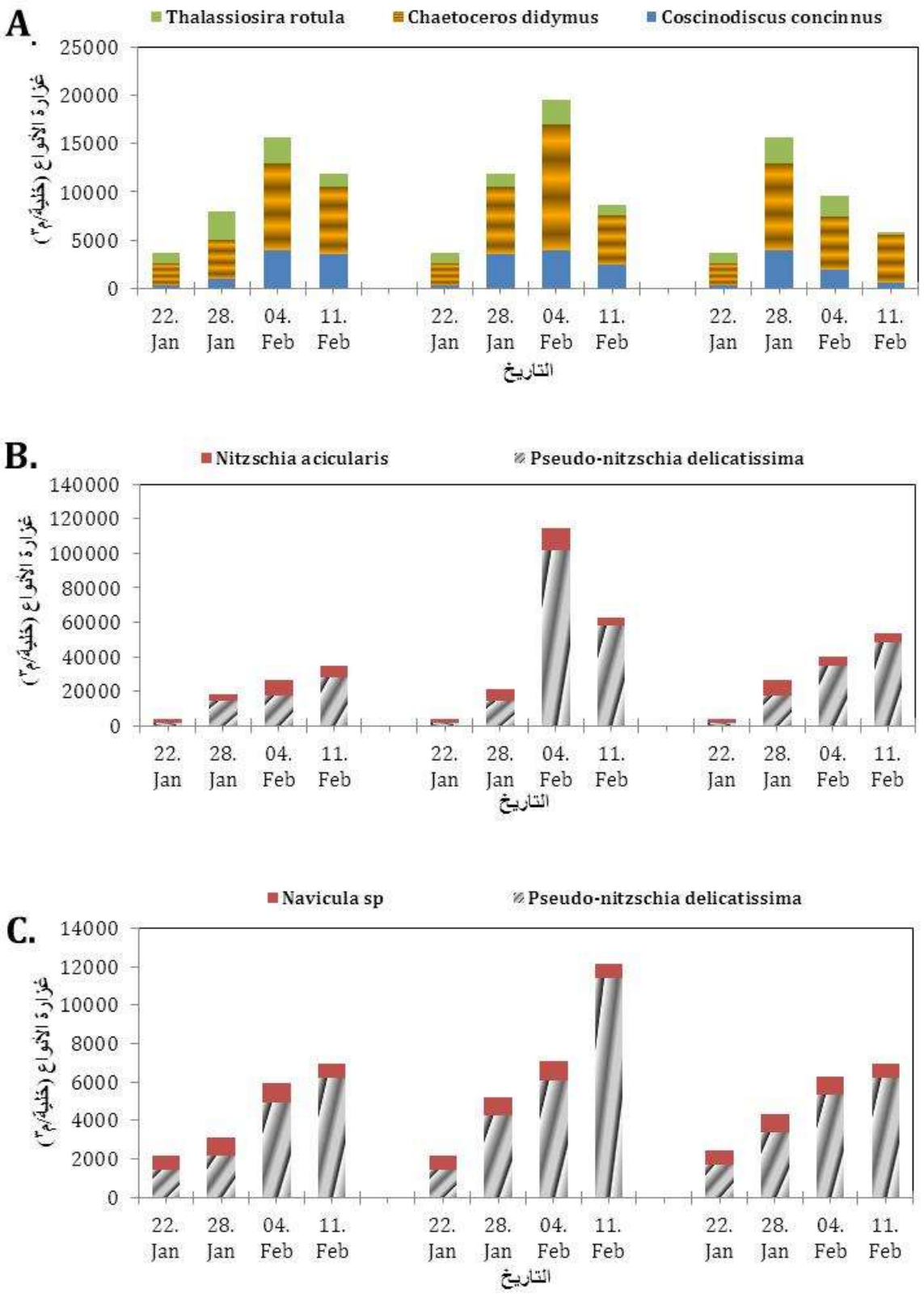
سادت الشطورات خلال القمم المسجلة لتراكيز الكلوروفيل *a* وبشكل خاص النوعين *Navicula sp.* و-*Pseudo-Nitzschia delicatissima*، في جميع القوارير المستخدمة طيلة فترة الحضن (الشكل.5).



الشكل. 3. التطور الزمني لتراكيز المغذيات اللاعضوية المنحلة (NO_3، PO_4، SiO_4) (ميكرومول/ل) ضمن القوارير (C، NPSi و NPSi–L) ضمن التجارب (A،B،C) المنجزة في المحطات (ST_1، ST_2 وST_3) على التوالي خلال شهر كانون الثاني 2020..



الشكل. 4. التطور الزمني لتراكيز الكلوروفيل *a* (ملغ/م^3) وغزارة العوالق النباتية (خلية/م^3) في القوارير (C، NPSiوNPSi–L) ضمن التجارب (A،B،C) المنجزة في المحطات (ST_1، ST_2وST$_3$) على التوالي خلال شهر كانون الثاني 2020.



الشكل. 5. التغيرات الزمنية لغزارة الأنواع السائدة من المشطورات في القوارير (C، NPSiوL-NPSi) ضمن التجارب (A،B،C) المنجزة في المحطات (ST_1، ST_2وST3) على التوالي خلال شهر كانون الثاني 2020.

النتائج والمناقشة:

تشير الدراسات التالية (Egge and Aksnes, 1992)؛ (Egge ,1993؛ (2002) ,Svensen, *et al*.)؛ (Darwich 2006) ودرويش وحسن (2013) بأن المشطورات تسيطر في الأوساط الغنية بالمغذيات طالما إن التراكيز البدئية للسيليكات في تلك الأوساط أعلى من 2ميكرومول/ل، وهذا ما يفسر نمو المشطورات وسيادتها خلال التجارب المنجزة في كانون الثاني 2020. كما أظهرت العديد من الدراسات (Edwards *et al*., 2015; Finkel, 2015,Sullivan, 1976) قدرة نمو المشطورات تحت شروط مختلفة من الاضاءة، حيث تسيطر الأنواع الأصغر حجما في الأوساط ذات الاضاءة المخففة بينما تسيطر الأنواع الأكبر حجما تحت شروط اضاءة مرتفعة.

استطاعت المشطورات من النمو في الأوساط التي تم تخفيف شدة الإضاءة فيها من 20 – 30 % مع رفع تراكيز المغذيات (NO_3، PO_4وSiO_4) مرتين على تراكيزها الطبيعية ضمن التجارب المنجزة في محطة مصب النهر الكبير الشمالي (ST_1) خلال شهر كانون الثاني2020، وبالتالي لم يحد الضوء من نموها هناك، مما يشير إلى إن المغذيات قد لعبت دوراً هاماً في التحكم بنمو العوالق النباتية والتي استطاعت الاستمرار بالنمو في الأوساط التي تم إغنائها بالمغذيات بغض النظر عن شروط الإضاءة المختلفة. كانت المشطورات المركزية سائدة في التجارب المنجزة خلال شهر كانون الثاني في المحطة ST_1، والتي توصلت غزارتها هناك إلى 21000–55000خليةام^3، ومن المعروف بأن المشطورات المركزية تستطيع التأقلم والنمو في الأوساط ذات شروط الإضاءة المختلفة، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه الباحث (Brodherr ,2006) والذي قام بدراسة تأثير الضوء والمغذيات على نمو العوالق النباتية في تجارب التغذية المنجزة في بحر البلطيق خلال فصلي الشتاء والربيع من خلال إغنائها بالمغذيات مع تخفيف شدة الإضاءة في أحد الأوساط المستخدمة خلال فترة الدراسة، وأظهرت نتائجه بأن المشطورات المركزية وبشكل خاص النوع *Skeletonema costatum* لها القدرة على النمو في الأوساط الغنية بالمغذيات على الرغم من شروط الإضاءة المخففة فيها. ووجد بأن المغذيات بالإضافة إلى الغزارة البدئية للعوالق النباتية (غزارة المشطورات > 500 خليةال) في تجارب التغذية قد لعبت دوراً أساسياً في التحكم بقدرة نمو العوالق النباتية في الأوساط بغض النظر عن شروط الاضاءة السائدة.

أما بالنسبة للتجارب المنجزة خلال شهر كانون الثاني2020 في كلا المحطتين ST_2 وST_3، فقد كان نمو العوالق النباتية ضعيفاً نسبياً في القوارير التي رفعت فيها تراكيز المغذيات مع التخفيف من شدة الإضاءة (NPSi-L)، ومتقارباً مع نموها ضمن قارورة المراقبة (C)، بينما كان نمو العوالق النباتية وبشكل خاص المشطورات قوياً في القارورة NPSi والتي رفعت فيها تراكيز المغذيات مرتين على تراكيزها الطبيعية مع المحافظة على شروط الإضاءة المخبرية. ومن الجدير بالذكر بأن الأنواع التي كانت سائدة في بداية تجارب التغذية في المحطات المدروسة قد لعبت دوراً هاماً في إمكانية استمرار نموها تحت تأثير شروط الإضاءة المخففة، حيث كان هناك تواجد للمشطورات المركزية في بداية تجارب التغذية المنجزة خلال شهري كانون 2020 في المحطة ST_1 بينما لم يسجل أي ظهور لتلك الأنواع في التجارب المنجزة في المحطتين ST_2 وST_3.

تشير دراسة (Carter *et al*., 2019) بأن المشطورات المركزية وبشكل خاص بعض الأنواع التابعة للأجناس Chaetoceros وThalassiosira كانت قادرة على النمو في الأوساط الغنية بالمغذيات، حتى في الأوساط ذات الإضاءة المنخفضة. وعلل ذلك بأن قيم ثابت نصف الإشباع من المغذيات (Ks) لتلك الأنواع تكون أكثر انخفاضاً مما هو عليه لدى أنواع أخرى مثل: *Coscinodiscus sp*، *Pseudo-Nitzschia sp* و*Rhizosolenia sp* (Charalampous *et al*., 2018; YUNEV, *et al*., 2019) ، وهذا ما يفسر في نتائجنا الحالية سيادة الأنواع

التابعة للأجناس Chaetoceros وThalassiosiraمن المشطورات المركزية في الأوساط الغنية بالمغذيات وذات الإضاءة المخففة ضمن التجارب المنجزة في محطة مصب النهر الكبير الشمالي خلال شهر كانون الثاني 2020.

درس الباحث (Brodherr, 2006) تأثير الإضاءة والمغذيات على نمو المشطورات المركزية *Chaetoceros sp*، *Skeletonema sp* و*Thalassiosira sp* ضمن تجارب التغذية المنجزة في محطات مختلفة من بحر البلطيق خلال فصلي الشتاء والربيع، ووجد بأنه عندما يكون العدد البدئي للأنواع المدروسة منخفضاً (أقل من 1000 خلية/ل) في بداية تجارب التغذية، فإنها تكون غير قادرة على الإستمرار بالنمو ضمن أوساط التغذية المستخدمة والتي رفعت فيها تراكيز المغذيات مع التقليل من شدة الإضاءة. وهذا ما يتوافق مع نتائج تجاربنا المنجزة في المحطتين ST_2 وST_3 خلال شهري كانون الثاني 2020، والتي أظهرت قدرة نمو ضعيفة ضمن الأوساط التي رفعت فيها تراكيز المغذيات مع التقليل من شدة الإضاءة، حيث كان العدد البدئي للمشطورات المركزية منخفضاً جداً في بداية التجارب المنجزة. وبالتالي لايمكن أن يعزى عدم قدرة نمو المشطورات هناك إلى عامل الإضاءة وإنما إلى العدد البدئي للمشطورات المركزية في الأوساط بشكل خاص.

ونستنتج بشكل عام بأن الإضاءة ليست عاملاً محدداً لنمو العوالق النباتية في التجارب المنجزة في المحطات المدروسة خلال فصل الشتاء، وإنما لعبت عوامل أخرى في عدم قدرة نمو العوالق النباتية في الأوساط ذات شدة الإضاءة المنخفضة، حيث تشير نتائجنا الحالية بأن الشروط السائدة في بداية تجارب التغذية المنجزة في المحطات الثلاث المدروسة (ST_1، ST_2 وST_3) من ناحية التركيب النوعي للمشطورات والعدد الإجمالي البدئي لها قد لعب دوراً هاماً في التحكم بنموها في جميع الأوساط المستخدمة.

لقد أثرت تجارب التغذية المنجزة خلال شهر كانون الثاني 2020 على التركيب النوعي للمشطورات ذاتها بغض النظر عن شروط الاضاءه في الأوساط المدروسة ، حيث سادت هناك الأنواع التالية: *Nitzschia acicularis*، *Pseudo-nitzschia delicatissima*، سواء في الأوساط التي تم فيها تخفيف شدة الإضاءة فيها من 20 – 30 % و الأوساط التي تم رفع تراكيز المغذيات (NO_3، PO_4وSiO_4) مرتين على تراكيزها الطبيعية ضمن التجارب المنجزة في المحطات المدروسة وهي أنواع سامة و غير نمطية في تلك المحطات. وهذا يشابه ما توصلت إليه دراسة درويش وحسن، 2013 في الجزء الشمالي لشاطئ مدينة اللاذقية، و دراسات (Brodherr, 2006; Darwich, 2006) في بحر البلطيق، حيث أدت رفع تراكيز المغذيات دون التغيير من شدة الاضاءة في التجارب هناك إلى سيادة أنواع غير شائعة في المحطات المدروسة.

الجدول.2. الأنواع السائدة من العوالق النباتية خلال فصل الربيع في الوسط الطبيعي وضمن تجارب التغذية المنجزة لدراسات عالمية مختلفة.

المرجع	الأنواع السائدة خلال القفزة الربيعية	الأنواع السائدة ضمن تجارب التغذية
الدراسة الحالية	*Chaetoceros compressus* *Chaetoceros atlanticus* *Coscinodiscus concinnus* *Thalassiosira decipiens* *Thalassiosira rotula*	*Chaetoceros compressus* *Coscinodiscus concinnus* *Thalassiosira decipiens* *Pseudo-nitzschia delicatissima*
درويش وحسن، 2013	*Chaetoceros curvisetus* *Chaetoceros didymus* *Lauderia annulata*	*Nitzschia closterium* *Leptocylindrus danicus* *Chaetoceros brevis* *Thalassiosira sp.*

Skeletonema costatum *Chaetoceros wighamii* *Thalassiosira weissflogii*	*Skeletonema costatum* *Chaetoceros spp.* *Thalassiosira sp.*	Brodherr, 2006
Skeletonema costatum *Achnanthes taeniata*	*Skeletonema costatum* *Chaetoceros spp.*	Darwich, 2006
Skeletonema costatum	*Skeletonema costatum* *Leptocylindricus minimus* *Pseudo-nitzschiapseudodelicatissma*	Gilpin *et al*., 2014
Cerataulina pelagica *Protoperidinium conicum*	*Rhizosolenia alata* *Thalassiothrix fraunfeldii* *Scrippsiellatrochoidea*	Polat, 2017

الإستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

– استطاعت المشطورات من النمو في الأوساط التي تم تخفيف شدة الإضاءة فيها، مع رفع تراكيز المغذيات مرتين على تراكيزها الطبيعية ضمن تجارب شهر كانون الثاني 2020، استمرت خلالها بالنمو في الأوساط الغنية بتراكيز المغذيات على الرغم من شروط الإضاءة المختلفة.

– لم يحد الضوء من نمو العوالق النباتية في التجارب المنجزة خلال فصل الشتاء في جميع المحطات المدروسة.

– سادت المشطورات المركزية في التجارب المنجزة خلال 2020، وبشكل خاص بعض الأنواع التابعة للأجناس *Chaetoceros*و *Thalassiosira* والتي كانت قادرة على النمو في الأوساط الغنية بالمغذيات حتى تحت تأثير شروط الإضاءة المنخفضة.

– إن المشطورات خلال فترة نموها قادرة على استهلاك النترات والسيليكات، بغض النظر عن تركيزها ونسبها البدائية وبغض النظر عن شروط الاضاءة البدئية.

– أثرت تجارب التغذية المنجزة خلال كانون الثاني 2020 في المحطات المدروسة على التركيب النوعي للمشطورات، حيث سادت أنواع *Nitzschia acicularis* و *Pseudo-nitzschia delicatissima* وهي أنواع غير نمطية في المحطات المدروسة وهي سامه.

التوصيات:

–تعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها في الشاطئ السوري والتي درست العلاقة ما بين الضوء و العوالق النباتية في تجارب التغذية في الجزء الجنوبي من شاطئ مدينة اللاذقية ، لذلك نرى إن تطبيق هذا النوع من التجارب في مناطق مختلفة من الشواطئ السورية هام لمعرفة تأثير الشروط البيئية على سيادة مجموعات العوالق النباتية خلال فترات زمنية مختلفة.

– تعتبر هذه الدراسة كأساس علمي تبنى عليه العديد من الدراسات المستقبلية، تتناول تنمية العوالق النباتية لعينات مأخوذة من مناطق متعددة من الشاطئ السوري وذلك تحت شروط مخبرية متحكم بها (إضاءة، حرارة، ملوحة ومغذيات) للتوصل إلى الشروط المثالية لنموها.

– بالإضافة إلى فتح مجال جديد كلياً للتعرف على سلوكية العوالق النباتية في ظل الشروط البيئية السائدة على شواطئنا، لتفسير التأثيرات السلبية المتوقعة على نمو العوالق النباتية الناتجة عن تفاقم ظواهر مختلفة (الإثراء الغذائي) والمؤثرة على الثروة المائية عموماً. وهذا ما يعطيها أهمية كبيرة لكونها أبحاث جديدة بالإضافة إلى دورها في عملية التنمية المستدامة وفي الإدارة المتكاملة للموارد البحرية في سوريا.

References:

1. AL-KANDARI, M.; AL-YAMANI, F.; AL-RIFAIE, K. *Marine phytoplankton Atlas ofKuwaits Waters. Kuwait Institute for Scientific Research*, 2009, 41-24-2, 351

2. BRODHERR, B. H.*Nutrient dependent growth dynamics of diatom spring populations in the southern Baltic Sea*. Rostock, Germany, 2006, 132p.

3. CARLBERG, S. R.*New Baltic Manual- ICES-COOP*. Res. Re. Ser., A, N^{o}. 20, 1972.

4. 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.

5.CARTER, C. M.; ROSS, A. H.; SCHIEL, D. R.; HOWARD – WILLIAMS, C.; HAYDEN, B.*In situ microcosm experiment on the influence of nitrate and light on phytoplankton community composition*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 326, 2019, 1 – 13.

6. CHARALAMPOUS, E.; MATTHIESSEN B.; SOMMER U. *Light effects on phytoplankton morphometric traits influence nutrient utilization ability*. Journal of Plankton Research academic, Vol. 15, 2018, 568–579.

7. DARWICH, F. *First Report of Ostreopsis siamensis in Syrian coastal waters (Eastern Mediterranean).*species. 23(71), 2022, 266-271.

8. DARWICH, F. *Study of distribution of phytoplankton under different hydrochemical factors in northern part of Lattakia coastal waters (Syria).*Asian Journal of Advances in Research. 11(4), 2021, 136-143.

9. DARWICH, F; ALAKASH, R.*Studying the changes in chlorophyll(a) concentrations related to some hydrological factors in north coastal waters of Lattakia city (Eastern Mediterranean).* Asian Journal of Advances in Research. 11(4), 2021, 200-204.

10. DARWICH, F.; Al MIREI, R. *Study the presence of toxic species of phytoplankton during the blooms period in the coastal water of Banias city (Eastern Mediterranean)*. SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science (SSRG-IJAES), Volume 7, 2020, 90-110.

11. DARWICH, F., HASSAN, M. *Lab study of the Si: N ratio variations on the specific composition of phytoplankton*. *Journal of Tishreen* University for Scientific Researches.Vol. 29, 2014, 103-114.

12. DARWICH, F., HASSAN, M.. *The Influence of silicate to Nitrate ratio on the diatoms growth at two stations located in the northern part of Lattakia coastal water*. Journal of Tishreen University. Vol. 25, 2012, 100-117.

13. DARWICH, F., 2013. *Study of Diatom's abundance changes and silicate uptake using an enrichment experiment*. Journal of Tishreen University for Scientific Researches. Vol. 26, 2013, 44-58.

14. DARWICH, F.*Die untersuchung des wachstums der kieselalgen in abhängigkeit von verschiedenennährstoffkonzentrationen und verhältnissen*. Dr. rer. nat., Rostock, Germany, 2006, 101p.
15. EDWARDS, F.; THOMAS, K.; KLAUSMEIE, C.; LIMNOL, L. *Light and growth in marine phytoplankton: allometric, taxonomic, and environmental variation*. Association for the Sciences of Limnology and Oceanography.Vol. 60, 2015, 540–552.
16. EGGE, J. K.; AKSNES, D. L.*Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition* Marine Ecology Progress Series, Vol. 83, 1992, 281 – 289.
17. EGGE, J. K.*Nutrient control of phytoplankton growth: effects of macronutrient composition (N, P, Si) on species succession*. Dr. Scient. Thesis, Univ. in Bergen, Norway, 1993, 104p.
18. FINKEL, ZOE V, BEARDALL, JOHN, FLYNN, KEVIN J, QUIGG, ANTONIETTA,REES, T ALWYN V and RAVEN, JOHN A. Phytoplankton in a changing world: cell size and elemental stoichiometry.Journal of plankton research,32,1,2015,119-137pp
19. FRIEDL, G.; WUEST, A.*Disrupting biogeochemical cycles - consequences of damming*. Aquatic Sciences, Vol. 64, 2002, 55 – 65.
20. IONESCO, A. L.; PÉTERFL, L. ST.*Tratat de AlgologiaIV*. Romania, 1981, 477p
21. GILPIN, L. C.; DAVIDSON, K.; ROBERTS, E.*The influence of changes in nitrogen: silicon ratios on diatom growth dynamics*. Journal of Sea Research, Vol. 51, 2014, 21 – 35.
22. GRANÉLI, E.; CARLSSON, P.; LEGRAND, C. *The role of C, N and P in dissolved and particulate organic matter as a nutrient source for phytoplankton growth, including toxic species*. Aquatic Ecology, Vol. 33, 1999, 17 – 27.
23. GRASSHOFF, K.*Determination of nitrate. In: GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (Eds.): Methods of Seawater Analysis*. VerlagChemieWeinheim, Chapter, 9, N^{o}. 3, 1983, 143 – 150.
24. JEFFERY, S. W.; HUMPHERY, G. New spectrophotometric equations for determining chloro-phylla a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflan- Zen. Vol. 167, 1975, 191 – 194.
25. KOROLEFF, F.*Determination of silicon. In: GRASSHOFF, K. (Ed.) Methods of seawater Analysis*. VerlagChemie, Weinheim, 1976, 149 – 158.
26. 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. Plankton Res., Vol. 26, 2004, 779 – 798.
27. LITCHMAN, E., KLAUSMEIER, C. A., and BOSSARD, P. *Phytoplankton nutrient competition under dynamic light regimes. Limnol. Oceanogr.* 49, 2015, 1457–1462. doi: 10.4319/lo.2004.49.4_part_2.1457
28. MORRIS, A. W.; RILEY, J. P.*The determination of nitrate in seawater*. Anal. Chim. Acta., Vol. 29, 1963, 272 – 279.
29. 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.
30. NELSON, D. M.; TRÉQUER, P.; BRZEZINSKI, M. A.; LEYNAERT, A.; QUÉGUINER, B.*Production and dissolution of biogenic silica in the ocean: Revised global estimates, comparison with regional data and relationship to biogenic sedimentation*. Global Biogeochemical Cycles, Vol. 9, 2000, 359 – 372.
31. POLAT, S.*Effect of nutrient enrichment on coastal phytoplankton composition and abundance in the northeastern Mediterranean*. Pak. J. Bot. Turkey, 39. N^{o}. 6, 2017, 2087 – 2095.

32. SCHWADERER, A. S., K. YOSHIYAMA, P. T. PINTO, N. G. SWENSON, C. A. KLAUSMEIEr, and E. LITCHMAN., *Eco-evolutionary differences in light utilization traits and distributions of freshwater phytoplankton*. Limnol. Oceanogr. 2011, 56: 589–598. doi:10.4319/lo.2011.56.2.0589

33. STARMACH, K.*Roslinyslodkowodne, wetepogolnyizarysmetodbadania*. P.W. N Warszawa, 1963, 271p.

34. STARMACH, K. *Plankton roslinny wood stodkich*. Kluz, 1989, 400p.

35. SULLIVAN, C. W. *Diatom mineralization of silicic acid I. Si (OH) 4 transports characteristics in Naviculapelliculosa*. Journal of Phycology, Vol. 12, 1976, 390–396.

36. SVENSEN, C.; NEJSTGAARD, J. C.; EGG, J. K.; WASSMANN, P. *Pulsing versus constant supply of nutrients (N, P and Si): effect on phytoplankton, mesozooplankton and vertical flux of biogenic matter*. SCI. MAR., Vol. 66, N^{o}. 3, 2002, 189 – 203.

37. TRÉGUER, P.; NELSON, D. M.; VAN BENNEKOM, A. J.; DEMASTER, D. J.; LEYNAERT, A. QUÉGUINER, B. *The silica balance in the world ocean: A reestimate*. Science, Vol. 268, 2015, 375 – 379.

38. TRÉGUER, P.; PONDAVEN, P. *Global Change-Silica Control of Carbon Dioxide*. Nature, Vol.406, 2017, 358-359.

39. WANG, X. W.; LI, C. H.; LI, Z. D.; LIN, L.; SHEN, N. N. *Nutrient factors limiting phytoplankton production of Daya Bay in spring*. Journal of Fishery Sciences of ChinaVol. 14, 2017, 836 – 842.

40. YUNEV, O. A.; CARSTENSEN, J.; MONCHEVA, S.; KHALIULIN, A.; ÆRTEBJERG, G. NIXON, S. *Nutrient and phytoplankton trends on thewestern Black Sea shelf in response to cultural eutrophication and climate changes*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 74, 2019, 63 – 76..