Journal of Research in Environmental Health

Volume 4, Issue 4, Winter 2019

Studying of Different Salinity Concentrations on the Growth Microalgae «Chlorella sp» from Rice Fields Golestan Province

Sarah Jorjani
MSc of Environmental Engineering, Department of Environmental Engineering, Baharan Higher Education Institute, Gorgan, Iran.

Ali Shahbazi
PhD student of Environmental Engineering and sciences , Gorgan University of Agricultural Sciences & Gorgan, Iran.

Kazem Babaei ziyarati
MSc student of Natural Resources Engineering-Environmental Science-Environmental Pollution,Department of Environmental Engineering, Baharan Higher Education Institute, Gorgan, Iran.

Mahdi Sadeghi
* Associate professor of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Center, Department of Environmental and Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. (Corresponding Author): Email: dr-sadeghi@goums.ac.ir,

Received: 2018/09/02
Accepted: 2018/10/30

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Salinity is one of the most important factors affecting growth, photosynthesis and valuable metabolites in large scale cultivations of algae. The aim of this research was to study the effect of salinity on growth and pigment composition of Chlorella sp. collected from paddy-fields of the Golestan Province for potential evaluation of this alga in large scale cultivations.
Materials and Methods: To study the effect of salinity on growth and pigment composition of Chlorella, purification was done using N8 culture media at 2 $uE.m^{-2}.S^{-1}$ irradiance, 28 ^{0}C and continuous illumination at pH 7.2. Saline treatments were prepared from sodium chloride with concentrations of 0, 0.25, 0.5 and 1% (17 to 170 mM).
Results: According to the obtained results, an upward trend was observed in growth of this alga at both control and saline treatments on the 5th day after inoculation. The optimum growth and the highest degree of special growth rate were seen in 0.5% salinity. There were significant differences between the growth of this alga in control and saline treatments at 0.5 and 1% salinity. The ability of this alga in carotenoide production in treatment with 1% salinity at the 9th day after inoculation were significantly more than the other treatments; however, this difference was not significant for chlorophyll production.
Conclusion: Chlorella sp., has acclimation potential against these degrees of salinity tensions. Thus, it can be considered bio-fertilizer and soil conditioner in agricultural fields in Golestan province.

Keywords:

▶ **Citation:** Jorjani S, Shahbazi A, Babaei Ziyarati K, Sadeghi M. Studying of Different Salinity Concentrations on the Growth Microalgae "Chlorella sp" from Rice Fields Golestan Province. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2019;4 (4): 283-290.

بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر روی رشد میکروجلبک کلرلا جمع آوری شده از شالیزارهای استان گلستان

سارا جرجانی
مربی، گروه محیط زیست، مؤسسه آموزش عالی بهاران، گرگان، ایران.
علی شهبازی
دانشجوی دکترای علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ، گرگان، ایران
کاظم بابائی زیارتی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست (آلودگی محیط زیست)، مؤسسه آموزش عالی بهاران، گرگان، ایران.
مهدی صادقی
* دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. نویسنده مسئول:
dr-sadeghi@goums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۹
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: شوری، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رشد و تولید متابولیت‌های ارزشمند در کشت انبوه جلبک‌ها می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر شوری بر رشد و وضعیت رنگیزه‌ای جلبک کلرلا. جمع‌آوری شده از شالیزارهای استان گلستان جهت ارزیابی توانمندی ورود به کشت انبوه انجام شد.
مواد و روش‌ها: به منظور تأثیر شوری بر رشد و وضعیت رنگیزه‌ای جلبک کلرلا ، تخلیص در محیط کشت N8 انجام شد و نمونه خالص تحت شدت نور ۲ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و روشنایی مستمر فلورسنت و pH ۷/۲ قرار گرفت. تیمار شوری اعمال شده از نوع کلرور سدیم به میزان ۰٪، ۰/۲۵٪، ۰/۵٪ و ۱٪ (۱۷ تا ۱۷۰ میلی‌مولار) بود.
یافته‌ها: از روز پنجم پس از تلقیح، رشد صعودی در تیمار و شاهد مشاهده شد. رشد بهینه و بالاترین نرخ رشد ویژه در شوری ۰/۵٪ مشاهده گردید. رشد در شرایط شاهد و شوری در حد ۱٪ و ۰/۵٪ معنی‌دار بود. میزان تولید رنگیزه کاروتنوئید در روز نهم پس از تلقیح در شوری ۱٪ از بقیه تیمارها بیشتر بود و در میزان محتوای کلروفیل تغییر معناداری مشاهده نشد.
نتیجه‌گیری: جلبک کلرلا قابلیت خوگیری با غلظت شوری‌های مورد بررسی در این پژوهش را دارا می‌باشد و از این نظر می‌توان آن را از لحاظ تلقیح در زمین‌های کشاورزی به عنوان کود زیستی و اصلاح‌گر خاک در استان گلستان مورد توجه قرار داد.
کلید واژه‌ها: خوگیری، شوری، کلرلا، کود زیستی، میکروجلبک

◀ **استناد:** جرجانی س، شهبازی ع، بابائی زیارتی ک، صادقی م. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر روی رشد میکروجلبک کلرلا جمع‌آوری شده از شالیزارهای استان گلستان. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۷؛ ۴ (۴): ۲۸۳-۲۹۰.

مقدمه

ریزجلبک‌ها، از دیرینه‌ترین موجودات زنده کره زمین هستند. با توجه به قدمتی که از یک میلیارد سال تجاوز می‌کند، بنابراین ریزجلبک‌ها به نهایت سازش با شرایط محیطی رسیده‌اند (۱). بیش از دو هزار سال است که از جلبک‌ها در مصارف غذایی و دارویی استفاده می‌شود. کاربرد آن در پزشکی سنتی، انگیزه‌ای برای محققین به‌وجود آورده است تا مطالعات گسترده‌ای را در مورد خواص آن‌ها آغاز کنند. ریزجلبک‌ها پتانسیل ژنتیکی بالایی برای تولید ترکیبات ارزشمند در عرصه‌های مختلف زندگی بشر دارند و تاکنون بالغ بر سه هزار گونه از آن‌ها شناسایی شده‌اند، با این حال فقط تعداد اندکی از میان آن‌ها از نظر ارزش اقتصادی و ویژگی‌های مطلوب سیستم‌های کشت مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۲). میکروجلبک‌ها از منابع مختلف، دی‌اکسیدکربن مصرفی خود را تأمین می‌کنند مانند اتمسفر، دودکش‌های صنعتی و فرم محلول شده کربنات‌ها (کربنات و بی کربنات سدیم) که می‌تواند به‌طور مستقیم برای تغذیه میکروجلبک‌ها استفاده شود. عوامل اصلی زیست محیطی و ترکیب شیمیایی مؤثر بر رشد میکروجلبک‌ها شامل: نور، موادغذایی، دما و pH است (۳). کلرلا، یکی از قدیمی‌ترین میکروارگانیسم‌ها بر روی کره زمین است. سلول‌های کلرلا شامل ۵۰٪ پروتئین، ۵٪ کلروفیل و تعداد بسیار زیادی ویتامین است (۴). انتخاب کلرلا[1] در این بررسی به دلیل نقش استراتژیک آن بوده است. ورود کلرلا در عرصه زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان یک دیدگاه نو و جدی مورد توجه قرار گیرد. این امر در خصوص پالایش و بازگشت تعادل به زمین‌های آلوده کشاورزی و افزایش بهره‌وری صادق است. مواد مؤثر موجود در کودهای جمع‌آوری شده از کلرلا می‌توانند به عنوان مواد تنظیم کننده رشد برای افزایش محصولات استراتژیک کشاورزی مانند گندم و برنج کارایی داشته باشند (۵). جلبک سبز کلرلا از نظر بیوتکنولوژی، نمونه‌ای توانمند است (۶).

در انگلستان از جلبک‌ها به عنوان کود برای محصولاتی نظیر سیب‌زمینی، کلم و سبزیجات استفاده می‌شود. همچنین گزارش شده است که استفاده از کود جلبکی در مزارع سیب‌زمینی باعث می‌شود قدرت مقابله این گیاه در برابر بیماری قارچی افزایش یافته و نسبت به بیماری‌های ویروسی مقاومت پیدا کند. در مورد گوجه‌فرنگی، استفاده از کود جلبکی، سبب افزایش دوره میوه‌دهی گوجه‌فرنگی شده و زمین را از وجود شته‌ها عاری می‌سازد (۷). در خصوص کودهای زیستی، استفاده از کودهای جلبکی امروز در بسیاری از کشورها رواج یافته است. مزیت کودهای جلبکی این است که این کودها عاری از بذر علف‌های هرز و قارچ هستند و پتاس زیادی دارند (۸). افزایش کود جلبکی باعث افزایش مقدار پروتئین در علف‌های مرتعی شده و در مقدار گوشت دام‌های تغذیه کننده از این مراتع تأثیرگذار است (۷) و وابستگی انسان به گوشت دام نیز واقعیتی انکارناپذیر است. کودهای زیستی، کودهای طبیعی هستند که شامل باکتری‌ها (ازتو باکتر)، قارچ‌ها (میکروریزا)، جلبک‌ها (جلبک‌های سبزآبی) و غیره می‌باشند که نقش مهمی را در تغذیه گیاه و سلامت خاک به عهده دارند (۹).

در مطالعه رای و همکاران که از لحاظ کاربردهای انرژی زیستی، تأثیر توأم شوری، pH و شدت نور بر روی رشد میکروجلبک کلرلا مورد ارزیابی قرار گرفت، محتوای لیپید سلولی با رشد سلول‌ها تحت غلظت‌های مختلف نمک افزایش یافت. محتوای چربی کلرلا در شرایط کشت طبیعی به‌ترتیب ۲۶/۸۴٪ و ۱۴٪ یافت شد (۱۰). در مطالعه هیرمس و همکار که سویه کلرلا ولگاریس[2] تحت تأثیر شوری از لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارزیابی شد، به‌منظور تعیین تأثیر کلرید سدیم، کلرلا در معرض غلظت‌های مختلف کلرید سدیم در محدوده ۰/۱ تا ۰/۴ مولار قرار گرفت و در نهایت به‌مدت ۳۰ روز نگهداری گردید. بر اساس یافته‌ها، کل کلروفیل‌ها در غلظت‌های پایین ۰/۱-۰/۲ مولار تحریک شدند، اما در غلظت ۰/۳-۰/۴ مولار کاهش یافت. محتوای پروتئین کل در تمام غلظت کلرید سدیم

1. Chlorella sp

2. Chlorella Vulgaris

مهار شد، در حالی‌که محتوای β-کاروتن و کربوهیدرات تا ۰/۳ مولار افزایش یافت و پس از آن کاهش یافت. جالب توجه است که محتوای پرولین با افزایش غلظت کلرید سدیم افزایش می‌یابد. با این حال، گلیسین بتایین به میزان قابل توجهی تا ۰/۳ مولار افزایش یافت و پس از آن کاهش یافت. نتایج نشان داد که کلرلا واکنش متنوع به استرس کلرید سدیم را نشان می‌دهد (۱۱). در مطالعه آگویلار ماچادو و همکاران تحت شرایط محیط کشت فتوهتروتروفی در استرس شوری، تولید رنگیزه‌های کلرلا سوروکینیانا[1] مورد بررسی قرار گرفت که بیوسنتز کاروتنوئیدها در این شرایط افزایش یافت. نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش شور، بیوسنتز کاروتنوئیدی در کلرلا افزایش یافته است، نتایج نشان داد که نمک در دستیابی به سطح بالای بازدهی، رنگدانه‌های ارزشمند از لحاظ تجاری و صنعتی دارد (۱۲).

شوری بیش از اندازه خاک می‌تواند ناشی از فرآیندهای طبیعی و یا آبیاری مزارع با آب شور تحت شرایط زهکشی نامناسب به‌وجود آید. شوری مفروط در بسیاری از نواحی خشک و نیمه‌خشک کره زمین، محدود کننده رشد و حاصل‌خیزی محصولات کشاورزی و کاهش رستنی‌های طبیعی می‌باشد. تحمل شوری، قابلیتی است که گیاهان را قادر می‌سازد تا رشد کرده و چرخه زندگی خود را در محیطی که دارای غلظت زیاد نمک محلول می‌باشد، به اتمام برسانند. در تحقیقات به‌عمل آمده نشان داده شده است که با افزایش شوری، تمام پارامترهای رشد تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۲).

انتخاب کلرلا در این بررسی به دلیل اهمیت ویژه آن به عنوان کود بیولوژیک بوده است، زیرا مواد مؤثر موجود در کودهای جمع‌آوری شده از کلرلا می‌توانند به عنوان مواد تنظیم کننده رشد برای افزایش محصولات استراتژیک کشاورزی مانند گندم و برنج کارایی داشته باشند. استان گلستان یکی از استان‌های شمالی ایران و حاشیه دریای خزر می‌باشد که کشت برنج یکی از مهم‌ترین محصولات این منطقه است. بکارگیری بی‌رویه کودهای شیمیایی، سبب انواع تخریب در میکروفلور می‌شود و اینکه اینگونه جلبک‌ها در زمین‌های کشاورزی استان گلستان موجود می‌باشند که بتوانند در مقابله با این تنش‌ها خود را حفظ نمایند. با توجه به کمبود پژوهش‌های انجام شده در سطح جهانی و به‌ویژه ایران در مورد آثار شوری خاک بر ریزجلبک‌ها، پژوهش حاضر با هدف بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی ریزجلبک کلرلا به شوری، به‌ویژه توان آن در تحمل سطوح مختلف شوری انجام شد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی تحلیلی با رویکرد آزمایشگاهی، نمونه‌های خاک از شالیزارهای استان گلستان جمع‌آوری شدند. کشت نمونه‌های خاک مطابق روش کشت ریزجلبک‌های خاکزی انجام گرفت (۱۳). به منظور کشت خاک، مقداری از خاک‌های نمونه‌برداری شده از یک غربال ۲ میلی‌متری عبور داده شد. ۵ گرم از خاک‌های صاف شده برداشته شد و درون ظروف پتری که از قبل استریل شده، منتقل گردیدند. سپس محیط کشت N8 به آن‌ها افزوده شد. البته pH این محیط کشت متناسب با pH خاک قبلاً تنظیم گردید. این ظروف پتری در قفسه‌های اتاق کشت قرار گرفته و به آن روشنایی فلورسنت با شدت ۲۰ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه (بسته به شرایط تیماری مورد نظر) تابانده شد.

پس از حصول اطمینان از عاری بودن کلنی‌ها از باکتری، کلنی‌ها به درون محیط مایع(N8) انتقال یافتند. قبل از انتقال، مجدداً محیط کشت تهیه گردید. توزین نمک‌ها با استفاده از ترازوی آنالیتیک با دقت ۴- ۱۰گرم انجام شد. پس از توزین، pH محیط‌ها توسط pH متر در حدود pH خنثی ۷ تنظیم گردید. محیط کشت به درون ارلن‌های متعدد منتقل شد و توسط پنبه و ورق آلومینیم مسدود گردید. سپس تمامی ارلن‌ها در اتوکلاو به مدت ۲۰ دقیقه در فشار ۱۵ پوند استریل گردید. پس از اتمام این مرحله و با سرد شدن کامل محیط، تلقیح جلبک‌ها به محیط کشت انجام گردید. ابتدا سوسپانسیون جلبکی کاملاً به‌هم زده شد تا به صورت همگن درآید، سپس ۱۰ میلی‌لیتر از آن را برداشته و

1. Chlorella Sorokiniana

به یک لوله کوچک سانتریفوژ منتقل کرده و در دستگاه سانتریفوژ با دور ۲۵۰۰ به مدت نیم‌ساعت قرار گرفت. پس از انجام سانتریفوژ سوسپانسیون جلبکی، محلول بالایی (سوپرناتانت) که همان محیط کشت است، دور ریخته شد، سپس شستشو با آب مقطر انجام گرفت و مجدد سانتریفوژ گردید. پس از تکرار این عمل برای ۳ مرتبه، در نهایت کار ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت N8 بر روی آن ریخته و دوباره همگن شد و توسط محیط کشت به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و به ارلن انتقال یافت تا رشد نماید. این عمل برای تمام ارلن‌ها با تیمارهای مختلف انجام گرفت. در این مرحله جلبک‌ها انکوبه گردیدند.

پس از تشکیل کلنی، جداسازی و کشت‌های بعدی، گونه کلرلا به صورت خالص از کلکسیون ریزجلبک پژوهشکده علوم کاربردی دانشگاه شهید بهشتی تهیه گردید. نمونه از نظر فیزیولوژیک مورد ارزیابی ابتدایی قرار گرفت، سپس در اتاقک کشت تحت شدت نور ۲ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه که توسط لامپ فلورسنت تأمین می‌شد، در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و شرایط مناسب اسیدیته ۷/۲ و در محیط کشت N8 وارد شده پس از طی یک یا دو چرخه زندگی برای بررسی تیمارها آماده شدند. ترکیب محیط کشت N8 در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی‌ها در ارلن‌های با حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر با محتوی ۳۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون انجام شد. تیمارها در غلظت‌های مختلف شوری ۰٪، ۰/۲۵٪، ۰/۵٪ و ۱٪ بررسی شدند، سپس در مرحله بعدی شرایط با جزئیات بیشتر تنها در شرایط شوری ۱٪ مورد مطالعه قرار گرفت. در هر کدام از تیمارها، بقاء و رشد بر اساس کدورت‌سنجی، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (۷۵۰OD) سنجش گردید. سنجش کلروفیل با استن ۸۰٪ (۱۴) و متانول ۱۰۰٪ (۱۵) و کاروتنوئید به‌صورت درزیوه انجام شد و نمونه در طی ۲۴ روز تحت شرایط مذکور قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ، ورژن ۱۶ و آزمون‌های آماری آنالیز واریانس و تی تست انجام شد.

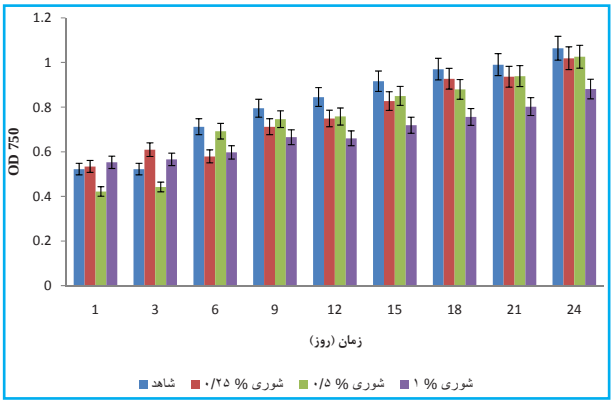
جدول ۱. ترکیب محیط کشت N8

ترکیب	مقدار (میلی‌گرم بر لیتر)
$Na_2HPO_4.\ 2H_2O$	۲۶۰
KH_2PO_4	۷۴۰
$CaCl_2$	۱۰
Fe EDTA	۱۰
$MgSO_4.\ 7H_2O$	۵۰
Trace elements	۱ ml
$Al_2(SO_4)_3.\ 18H_2O$	۳/۵۸
$MnCl_2.\ 4H_2O$	۱۲/۹۸
$CuSO_4.\ 5H_2O$	۱/۸۳
$ZnSO_4.\ 7H_2O$	۳/۲

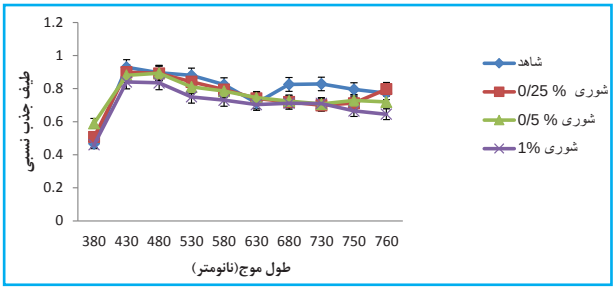
یافته‌ها

بر اساس نتایج منحنی‌های رشد، به‌جز شوری ۱٪ که تا حدی سبب کاهش ملایم رشد در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه ۰/۲۵٪ و ۰/۵٪ شدند، مابقی بدون کاهش رشد به صورت تصاعدی به رشدشان ادامه دادند. وجود فاز تأخیری پدیده جالبی است که در تمام شوری‌های اعمال شده تا روز پنجم پس از تلقیح مشاهده شد. تیمار ۰/۵٪ شوری بیشینه رشد برای نمونه مذکور می‌باشد و به نظر می‌رسد که نمونه از روز پنجم به بعد در شرایط جدیدی از رشدش قرار گرفت.

هیستوگرام مقایسه رشد نمونه شاهد با تیمارهای مختلف شوری در جلبک کلرلا در نمودار ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان فتوسنتز در نمونه شاهد (عاری از نمک) بود و در شوری ۱٪ میزان فتوسنتز کاهش داشت. بر اساس نتایج آنالیز آماری، اختلاف معناداری بین نمونه شاهد و شوری ۱٪ وجود داشت ($p<0/05$). در نمونه شاهد، روند افزایشی رشد ادامه یافت، ولی در شوری ۱٪ نیز رشد صورت گرفت. به دلیل اینکه شوری آن بسیار بالا بود، رشد کندتر از تیمارهای دیگر و شاهد انجام شد و همچنان جلبک در ۲۴ روز، شوری ۱٪ را تحمل کرد. مقایسه درزیوه کلرلا در روز نهم در شرایط شوری‌های مختلف در نمودار ۲ نشان داده شده است.

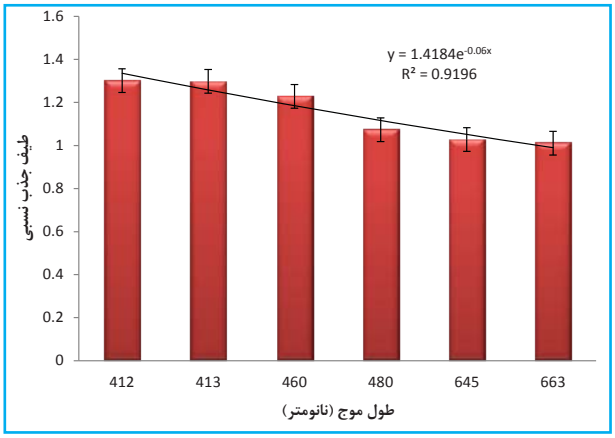


نمودار ۱. هیستوگرام مقایسه رشد نمونه شاهد با تیمارهای مختلف شوری در جلبک کلرلا



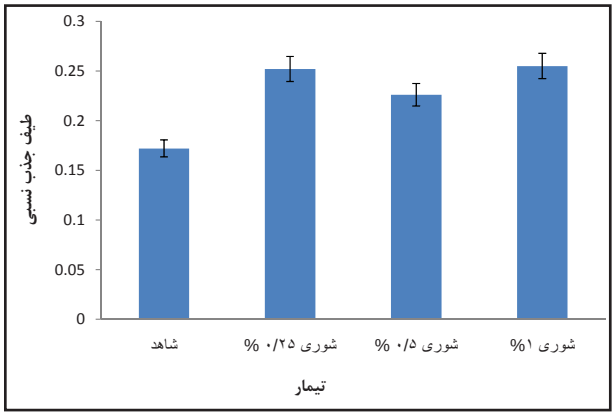
نمودار ۲. مقایسه درزیوه کلرلا در روز نهم در شرایط شوری‌های مختلف

بر اساس نتایج به‌دست آمده در سنجش کلروفیل با روش استون، بیشترین میزان رشد در طول موج ۴۱۲ و کمترین میزان رشد در طول موج ۶۶۳ وجود داشت (نمودار۳).



نمودار ۳. هیستوگرام میزان سنجش کلروفیل در شرایط شوری ۱٪ با طول موج‌های متفاوت

میزان کاروتنوئیدها در شوری ۱٪ بود که نشان‌دهنده بردباری جلبک در برابر میزان شوری و فعال بودن فتوسنتز در این شرایط بود (نمودار۴). این شاخص‌ها نشان‌دهنده سازگار بودن ذاتی نمونه با شرایط شوری تا ۱٪ بود که نشان می‌دهد نمونه در این شرایط از بین نمی‌رود و قادر به رشد است.



نمودار۴. هیستوگرام مقایسه درزیوه رنگیزه کاروتنوئید جلبک سبز کلرلا در شرایط شوری‌های مختلف در روز نهم

بحث

نتایج مطالعه نشان داد نمونه جلبک از نظر تحمل به شوری مقاوم می‌باشد. در مطالعه حاضر مقادیر شوری بالاتر از ۰/۵٪ تا حد بسیار ناچیزی سبب کاهش در سیستم فتوسنتزی و کاهش در رشد شد، ولی رشد خود را حفظ کرد. وجود فاز تأخیری، پدیده جالبی است که در پژوهش حاضر در تمام شوری‌های اعمال شده تا روز پنجم پس از تلقیح مشاهده گردید که نشان‌دهنده این است نمونه قابلیت سریع خوگیری با شرایط جدید را ندارد. به‌جز شوری ۱٪ که تا حدی سبب کاهش ملایم رشد در مقایسه با نمونه شاهد و نمونه ۰/۲۵٪ و ۰/۵٪ گردید، مابقی میکروجلبک ها بدون کاهش رشد به صورت تصاعدی به رشدشان ادامه دادند که نشان داد شوری ۰/۵٪، بیشینه رشد برای نمونه مذکور می‌باشد. در پژوهش حاضر نمونه از روز پنجم به بعد در شرایط جدید قرار گرفت و زمینه برای رشد فراهم شد که این بررسی با دیگر بررسی‌هایی که بر روی نمونه‌های استان‌های شمالی از جمله گلستان و گیلان انجام شده‌اند، همخوانی داشت (۱،۱۶).

در پژوهش شکروی و ایمانی، شوری ۰/۰۵٪ سبب تحریک رشد معنی‌دار جلبک نوستوک[1] گردید و همین مقدار شوری سبب تحریک رشد در سیانوباکتری‌های لیگبیا[2] و نیز سیانوباکتری اوسیلاتوریا[3] گردید (۱). در پژوهش سلطانی و همکاران شوری به میزان ۰/۵٪، سبب تحریک سیستم فتوسنتزی و رشد در سیانوباکتری استیگونماتال فیسرلا[4] گردید (۱۶).

در پژوهش حاضر که رشد نمونه شاهد با تیمارهای مختلف شوری در جلبک کلرلا بررسی شد، بیشترین میزان فتوسنتز در نمونه شاهد (عاری از نمک) بود و در شوری ۱٪ میزان فتوسنتز کاهش داشت که این یافته با بررسی‌های سلطانی و همکاران در رابطه با نمونه فیسرلا همخوانی داشت (۱۶). در مطالعات دیگر گزارش شده است که وقتی کشت در شوری بالاتر انجام می‌گیرد، میزان رشد و پروتئین کاهش پیدا می‌کند (۱۷). در پژوهش حاضر بر اساس نتایج آنالیز آماری، اختلاف معناداری بین نمونه شاهد و شوری ۱٪ وجود داشت ($p<0/05$). به این منظور که شاهد به روند افزایشی خود ادامه داد، حتی در شوری ۱٪ نیز رشد ادامه داشت. در مطالعه حاضر بین نمونه شاهد و شوری ۰/۲۵٪ و ۰/۵٪ اختلاف معناداری وجود نداشت.

مقایسه طیف جذبی نسبی درزیوه در شرایط شوری‌های مختلف ۰٪، ۰/۲۵٪، ۰/۵٪ و ۱٪ این مطالب را تأکید می‌کند که در شرایط شوری ۱٪، طیف‌های جذبی در طول موج‌های ۴۳۰ تا ۴۸۰ و ۶۳۰ تا ۷۳۰ نانومتر که طول موج‌های مربوط به کاروتن‌ها و کلرفیل‌ها می‌باشند، کم و بیش بر هم منطبق‌اند که نشان از فعال بودن دستگاه فتوسنتزی دارد و از طول موج ۶۸۰ نانومتر، روند رشد نمونه شاهد صعودی است، در حالی‌که حالت ثبات در سایر نمونه‌ها مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده این است که این نمونه از لحاظ فتوسنتزی، کارایی خود را حفظ می‌کند و می‌توان رشد آنها را در این شرایط منطقی دانست. در طول موج ۶۳۰ نانومتر به‌خصوص در نمونه شاهد، سیستم فتوسنتزی عملکرد خود را تا حدی محسوس کاهش می‌دهد و این در حالی است که در مقایسه با سایر نمونه ها در شوری ۰/۲۵٪ افزایش محتوای رنگیزه‌ای در طول موج ۷۶۰ نانومتر و افزایش عملکرد سیستم فتوسنتزی مشاهده شد. در واقع بالا بودن فعالیت فتوسنتزی، محتوای بالای درزیوه رنگیزه، کارایی فتوسنتز را در شرایط شوری ۱٪ نشان می‌دهد که میزان جذب آن حذف نمی‌شود، تنها در مقایسه با سایر نمونه‌ها مقداری کاهش می‌یابد که این خود به درجه بالایی از انرژی نیازمند است و دلیلی بر توان بردباری کلرلا به مقدار شوری مورد بحث می‌باشد که با منبع کربن موجود در محیط کشت، تشکیل کلروفیل را مناسب دانسته است.

تأثیر شوری در افزایش بتاکاروتن سلول‌ها نسبت به تأثیر کمبود مواد غذایی محیط مؤثرتر می‌باشد (۱۸). در مطالعه حاضر میزان کاروتنوئیدها در شوری ۱٪ بود که نشان از بردباری جلبک در برابر میزان شوری و فعال بودن فتوسنتز در این شرایط می‌باشد. این تحمل بالای شوری و انعطاف‌پذیری مورفولوژیک به همراه توان فتوسنتز و قدرت تولید رنگیزه‌ها در مجموع از جوانب مختلف، نمونه را برای کاربردهای آتی در تلقیح به زمین‌های کشاورزی مستعد نشان می‌دهد. در شرایط آزمایشگاهی، نمونه این ویژگی را از خود نشان می‌دهد، اما اینکه این ویژگی در محیط طبیعی نیز به همین شکل وجود داشته باشد، قدری مبهم است. بنابراین اکوفیزیولوژی کاربردی امروزه می‌تواند در مسائل مربوط به انتخاب نمونه‌ها، ما را جهت استفاده از زمین‌های کشاورزی مورد توجه قرار دهد و محتوی رنگیزه‌ها از جمله موارد عمده در اکوفیزیولوژی کاربردی است.

نتیجه گیری

از لحاظ جنبه کاربردی مطابق با نتایج مطالعه حاضر، می‌توان از میکروجلبک کلرلا به عنوان آغازگرهای کود زیستی و اصلاح‌کننده‌های خاک استفاده کرد و از آنجایی که با شرایط استرس شوری قدرت مقابله را دارا می‌باشد، بنابراین از اولویت کاربردی برخوردار است. نکته مهم دیگر، مسئله خاص زمین‌های کشاورزی ایران از جمله استان گلستان است. بکارگیری بی‌رویه کودهای شیمیایی، سبب انواع تخریب در میکروفلور می‌شود و

1. Nostoc sp.
2. Lyngbya sp.
3. Oscillatoria sp.
4. Fischerella Sp. Fs18

اینکه اینگونه جلبک‌ها در زمین‌های کشاورزی استان می‌باشد که بتواند در مقابله با این تنش‌ها خود را حفظ نماید، نشان از توانایی بالای نمونه و البته مقاومت در برابر ایجاد اشکال نوترکیب است. با توجه به نتایج که گونه کلرلا قابلیت خوگیری با غلظت شوری‌های مورد بررسی در این پژوهش را دارا می‌باشد، از این نظر می‌توان آن را از لحاظ تلقیح در زمین‌های کشاورزی به‌عنوان کود زیستی و اصلاح‌گر خاک در استان گلستان مورد توجه قرار داد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد بوده که با حمایت موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی بهاران انجام شد. بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی و مدیر گروه مهندسی محیط زیست و دانشجویان کارشناسی ناپیوسته که در انجام این مطالعه همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1.Shokravi S, Imani B. Evaluation of the potential of cyanobacteria (green algae blue) Nostoc sp. FS77 outside conditions A lab with a knowledge of applications in biotechnology. Journal of Iranian plant Ecophysiological Research 2015; 36: 86-95. (Persian)

2. Faramarzi MA, Forotanfar H, Shakibaie M. Biotechnology of micro algae. Tehran University of Medical Sciences,2010. p. 100-320. (Persian)

3. Rousch JM, Bingham SE, Sommerfeld MR. Changes in fatty acid profiles of thermo-intolerant and thermo-tolerant marine diatoms during temperature stress. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 2003 ; 295(2):145-56.

4. Lee RE. Phycology. Cambridge University Press; 2018.

5. Akbari F, Madadkar Haghjou M. Increase in biomass and growth of Dunaliella microalga under vanillin treatment. Journal of Plant Process and Function 2018; 7 (24) :211-228. (Persian)

6. Hamzei J, Najjari S, Salimi F. Evaluation of the Effect of Integrated Application of Bio-chemical Fertilizers on Growth, Grain Yield and its Quality in Anise (Pimpinella anisum L.). Research In Crop Ecosystems 2014; 1(2): 45-54.

7. Chapman V. Seaweeds and their uses. Springer Science & Business Media; 2012 Dec 6.

8. Karimi A, Amirnia R, Tajbakhsh M, Eivaz A.R, Karimi K. Effect of plant growth inducers on morpho-physiological traits of corn (Zea mays L). Life science journal 2012; 9(3):1683-1688.

9. Board NI. The complete technology book on bio-fertilizer and organic farming. National Institute of Industrial Re; 2004 Oct 1.

10. Rai MP, Gautom T, Sharma N. Effect of salinity, pH, light intensity on growth and lipid production of microalgae for bioenergy application. OnLine Journal of Biological Sciences 2015 ;15(4):260.

11. Hiremath S, Mathad P. Impact of salinity on the physiological and biochemical traits of Chlorella vulgaris Beijerinck. J Algal Biomass Utln 2010;1(2):51-9.

12. Aguilar-Machado DE, Benavente-Valdes, JR, Mendez-Zavala,A, Montanez JC. Effect of Salt-Stress on the Production of Pigments by chlorella sorokiniana under Photoheterotrophic culture. Xvi congreso Nacional de Biotecnologia y Bioingenieria Jalisco.mexico, 2015.

13. Joset F, Jeanjean R, Hagemann M. Dynamics of the response of cyanobacteria to salt stress: deciphering the molecular events. Physiologia Plantarum 1996; 96(4):738-44.

14. Akbarpour E, Pazir M, Zendehboudi A. The effects of different concentration of salinities on the biochemical components and growth rate of single cell microalgae, Tetraselmis chuii. isfj. 2014; 23 (1) :9-22.)Persian(

15. Wasmund N, Topp I, Schories D. Optimising the storage and extraction of chlorophyll samples. Oceanologia. 2006;48(1): 125-144.

16. Soltani N., Khavarinejad, R.A., TabatabaeiYazdi, M. and Shokravi, Sh. Growth and metabolic Feature of cyanobacteria Fischerella sp. FS18 in different Combined nitrogen sources. Iranian Journal of Science 2007; 18(2): 123-128.)Persian(

17. Vonshak A, Kancharaksa N, Bunnag B, Tanticharoen M. Role of light and photosynthesis on the acclimation process of the cyanobacteriumSpirulina platensis to salinity stress. Journal of applied phycology 1996 ; 8(2):119-24.

18. Shariati M, Haghjo M. Investigation of the effect of salinity stress on the amount of beta-carotene and chlorophyll content of single-cell algae (Dunaliella salina) isolated from Gavkhoni lake in Isfahan. Journal of Esfahan University of Basic Research 2000; 14(2): 55-66.