نشان ویژه‌سازی اکوفیزیولوژیک سیانوباکتریوم *Lyngbya* sp. FS33 Agardh. جمع‌آوری شده از شالیزارهای استان گلستان

*شادمان شکروی[۱]، مریم صفایی کتولی[۲]، فریبا امیرلطیفی[۱]

۱. گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

۲. باشگاه پژوهشگران جوان وگروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اکوفیزیولوژیک سیانوباکتریوم *Lyngbya* sp. FS33 Agardh، که از تراکم قابل توجهی در شالیزارها و زمین‌های کشاورزی استان گلستان برخوردار بوده و در عین حال از نظر اکوفیزیولوژیک ناشناخته می‌باشد، انجام گردید. نمونه خالص در محیط کشت مایع BG -11 وارد شد. تیمارهای شوری، دما، نور و pH به صورت جداگانه اعمال گردید. تیمارهای نوری شامل شدت‌های نوری ۲ و ۳۰و ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه، تناوب‌های نوری ۲، ٤، ٦ و ۸ ساعت تاریکی در شبانه روز، تیمارهای شوری محیط کشت فاقد و واجد کلرور سدیم (تا یک درصد)، تیمار دمایی از ۱۵ تا ٤۵ درجه سانتی‌گراد، با pH ۵ تا ۹، تیمارهای دی اکسید کربن عدم هوادهی و هوادهی، تلقیح دی اکسید کربن به میزان یک درصد، بقا، رشد، نرخ رشده ویژه، محتوای کلروفیل، بتا کاروتن، گزانتوفیل، فیکوواریترین، فیکوسیانین، آلوفیکوسیانین، برون ریزش آمونیوم، و کارایی فیکوبیلی‌زومی سنجش گردید. نتایج نشان داد در این سویه رشد در شدت ٦۰ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه به مراتب بالاتر می‌باشد. اعمال روشنایی مستقیم به صورت ۲٤ ساعت، سبب افزایش معنی‌دار رشد نمونه می‌گردد. محتوای کلروفیل در شرایطی که شوری در شرایط In vitro به میزان نیم درصد افزایش یابد، افزایش معنی‌دار پیدا می‌کند. برون ریزش آمونیوم، در تیمارهای شوری نزدیک به شرایط بهینه شوری از نظر کمیت به هم نزدیک است. نمونه بقای خود را در دماهای۱۰ تا ٤۵ درجه سانتی‌گراد حفظ می‌کند. در شرایط بهینه pH، افزایش معنی‌دار فیکوواریترین، نشان از سازگاری سیستم فتوسنتزی با شرایط اعمال شده دارد. ساختمان فیکوبیلی زومی در شرایط بهینه کامل و در شرایط قلیایی افراطی، ناقص است. در شرایط بهینه اسیدیته، تولید کاروتنوییدها در روزهای نخست پس از تلقیح افزایش می‌یابد. در نهایت، نتایج بدست آمده این سویه را در کنار سیانوباکتری‌های هتروسیستوس، از نظر بکارگیری به عنوان کود زیستی مستعد نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: اکوفیزیولوژی، سیانوباکتری، شالیزار، گلستان، *Lyngbya* sp. FS33 Agardh

*email: sshokravi@yahoo.com

مقدمه

سیانوباکتری‌های استان گلستان ناشناخته هستند (شکروی و همکاران، ۱۳۸٤). با وجود اینکه این استان از قطب‌های کشاورزی و دامپروری کشور محسوب شده و از توانمندی قابل‌توجهی جهت استفاده در بیوتکنولوژی کشاورزی، پزشکی، صنعت، شیلات و نظیرآن برخوردارند، اطلاعات موجود در مورد سیانوباکتری ها، به خصوص اکوفیزیولوژی آنها شالیزارها و زمین‌های کشاورزی، بسیار اندک می‌باشد (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲).

نور نقش عمده ای در اجتماعات سیانوباکتری خاک‌ها و شالیزارها دارد (Boussiba, 1988). تغییرات نور در هنگامی که برنج رشد می‌کند محسوس بوده و در برخی بررسی‌ها نشان داده شده است که میزان نوری که شالیزار پس از رشد کامل برنج دریافت می‌کند، حدود یک در صد میزان دریافتی قبل از رشد برنج می‌باشد (Valiente and Leganes, 1988). در سیانوباکتریا استراتژی‌های خاصی برای استفاده از نور محدود وجود دارد. وجود دستگاه فیکوبیلی زوم یکی از این استراتژی هاست. فیکوبیلی زوم‌ها سیانوباکتریا را قادر میسازند که در شرایط کم نوری مانند شالیزارها یا درون خاک‌ها با تنش موجود مقابله نمایند (سلطانی و همکاران ۱۳۸٤).

سیانوباکتری‌های خاکزی، عموماً سایه‌پسند هستند (Stal, 1995). این بدان معنی نیست که این موجودات قابلیت بقاء و رشد در شرایط نوری بالا را از دست داده اند. بازدارندگی نوری در این شاخه جلبکی حتی در شدت‌های نوری بالا، نادر است و قابلیت سازگاری آن‌ها به شدت‌های بالای نور می‌تواند قابل توجه باشد (Stal, 1995). معدود بررسی‌های انجام شده بر روی سیانوباکتری‌های راسته استیگونماتالز، چنین ویژگی را تأیید می‌نماید (Soltani et al. 2006). به همین ترتیب وجود ساختارهای فیکوبیلی زوم و قدرت تطبیق نوری آن ها، سبب می‌شود که سیانوباکتری ها، و از جمله سیانوباکتری‌های این استیگونماتال و اسیلاتوریال، قابلیت سازگاری قابل توجهی به شدت‌های نوری محدود نشان دهند که در سیانوباکتریولوژی کاربردی مورد توجه قرار گیرد (Valiente & Leganes, 1989).

مسأله تناوب نوری و نور مستقیم و تأثیر آنها بر ویژگی‌های رفتاری سیانوباکتری‌های اسیلاتوریال، تاکنون مورد توجه چندانی قرار نگرفته است (وکیلی و همکاران، ۱۳۸۵). احتمال آن وجود دارد که به دلیل متابولیسم سیال خاص سیانوباکتری‌ها، این موجودات در شرایط آزمایشگاهی، قابلیت سازگاری با فتوپریودهای نوری را داشته باشند، ولی در پژوهش‌های انجام گرفته بر گونه‌هایی از سیانوباکتری جنس *Nostoc* تناوب نوری سبب بروز تنش شدید در نمونه گردیده است (Valiente & Leganes, 1989). در حالی که مطابق یک بررسی انجام شده، فتوپریودهای ۱۲ ساعته در *Fischerella* sp. سبب افزایش رشد گردیده است (بافته چی و همکاران، ۱۳۸۰).

سیانوباکتری‌ها در شالیزارها تحت تاثیر مجموعه ای از تنش‌ها قرار دارند که شوری از عمده ترین آن‌ها محسوب می‌شود (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). شرایط غرقابی سبب تغییر در محتوای شوری شالیزار میگردد و این امر همراه با دیگر تنش‌ها از جمله دی اکسید کربن، نور و اسیدیته می‌بایست توسط سیانوباکتری تحمل شده و منجر به از بین رفتن آنها نگردد. نمونه‌های توانمند از نظر بیوتکنولوژی کشاورزی، از جمله کود بیولوژیک در شالیزار، می‌بایست توانمندی هایی داشته باشند که تحمل به تغییرات شوری یکی از انهاست (Boussiba, 1988)

سیانوباکتریای شالیزار در محدوده ای از تغییرات اسیدیته قرار دارند که حتی میتواند به صورت روزانه در محیط شالیزار ظاهر گردد (شکروی و همکاران ۱۳۸۱). غرقابی شدن شالیزارها سبب می‌شود که میان دی اکسید کربن و بیکربنات نوعی تعادل ایجاد گردد. عامل تعیین کننده این تعادل اسیدیته محیط است (Stal, 1995). وجود مکانیسم تراکمی فعال در بررسی‌های انجام شده بر روی گونه‌هایی از *Nostoc* (امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸٦) و *Fischerella* (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱) نشان داده شده است. در شرایطی که

محدودیت دی اکسید کربن آزاد در شرایط غرقابی وجود داشته باشد، القا شدن این مکانیسم برای حفظ حیات موجود ضروری است و این رو نمونه هایی که از نظر کاربردی (کود زیستی) توانمند محسوب می‌شوند می‌بایست قابلیت انعطاف در القای این مکانیسم و منابع لازم برای تامین انرژی آن را داشته باشند (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷).

Lyngbya sp. FS33 Agardh از زمره نمونه هایی است که از شالیزارهای استان گلستان گزارش شده است (شکروی و همکاران، ۱۳۸٤). سیانوباکتری‌ها اسیلاتوریال دارای غلاف، به دلیل توانمندی در ابعاد متفاوت، می‌تواند در بیوتکنولوژی کاربردی ریزجلبک‌ها مورد توجه جدی قرار گیرد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). توانمندی این موجود از نظر تولید انواع رنگیزه‌های ضد تنش در غلاف و نیز وجود آمینو اسیدهای شبه مایکوسپورین در درون پیکر (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷)، توانمندی‌های منحصر به فردی را در این موجودات بوجود می‌اورد که ظرف دهه‌های اخیر سبب توجه به آن‌ها در بعد کاربردی و حتی انتخاب نمونه‌های کارا به عنوان کود زیستی شده است (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). علاوه بر این، قابلیت بالای دی آزوتروفی و برون ریزش قابل توجه ترکیبات نیتروژنی در برخی از گونه‌های هموسیستوس (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷)، سبب شده است تا این موجودات از نظر دی آزوتروفی نیز مورد عنایت قرار گیرند. مجموع این ویژگی‌ها سیانوباکتری‌های اسیلاتوریال و بخصوص گونه‌های لینگبیا را از نظر بیوتکنولوژی کشاورزی ارزشمند نشان می‌دهد (Anand et al. 1990).

بدین ترتیب نشان ویژه سازی این موجود از جنبه‌های مختلف و از جمله فیزیولوژی و اکوفیزیولوژی می‌تواند راهگشای استفاده‌های کاربردی آتی باشد. با توجه به اینکه برنج در غذای روزانه مردم ایران، حائز جایگاهی خاص است و از این نظر این گیاه در کشاورزی ایران به نوعی گیاه زراعی استراتژیک محسوب می‌شود و نیز با عنایت به مسأله ضرورت استفاده از کودهای بیولوژیک در آینده، مسأله بقاء و رشد موجود در شرایط نسبتاً مشابه شالیزار می‌تواند برای ابعاد کاربردی مفید باشد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱).

در ایران تاکنون در رابطه با نشان ویژه سازی سیانوباکتری‌های اسیلاتوریال پژوهش متمرکزی انجام نگرفته است (www.Irandoc.ac.ir). در شکروی و همکاران (۱۳۸٤) نمونه‌ای از لینگبیا از نظر مورفولوژی و در شکروی و همکاران (۱۳۸٦) از نظر تاکسونومی مورد توجه قرار گرفته اند. در مورد سیانوباکتری‌های استیگونماتال، بررسی‌های اکوفیزیولوزیک بیشتر است. بافته چی و همکاران (۱۳۸۰) رشد و وضعیت رنگیزه‌ای *Fischerella* sp. را در تناوب نوری ۱۲ ساعت مورد بررسی قرار داده اند. شکروی و همکاران (۱۳۸۲)، قابلیت رشد نمونه در شرایط نوری مداوم را مورد بررسی قرار داده اند. بررسی‌هایی بر روی خواص آنتی باکتریال انجام گرفته (Soltani et al. 2005) است. فعالیت نیتروژنازی یک سویه شناسایی نشده (در حد گونه) از سیانوباکتری *Fischerella* در شرایط توأم اسیدیته و شدت‌های نوری مورد بررسی قرار گرفته است (Soltani et al. 2006). تاثیر شوری و اسیدیته بر بقا و رشد گونه هایی از *Fischerella* و *Nostoc* توسط صفایی و همکاران (۱۳۸٦) و امیر لطیفی و همکاران (۱۳۸٦) مورد بررسی قرار گرفته است. تاثیر تناوب‌های نوری بر رشد و فرکانس هتروسیست سیانوباکتریوم *Fischerella* توسط وکیلی و همکارا ن (۱۳۸۵) بررسی شده است. تاثیر توام نور و دی اکسید کربن بر سیانوباکتریوم *Nostoc sp.* (Shokravi et al., 2006) و بررسی منابع نیتروژن و شوری بر روی سیانوباکتریوم متعلق به راسته استیگونماتالز *Fischerella sp.* (Soltani et al., 2007, 2008) در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از این کاربررسی نمونه‌هایی که از نظر کاربردی توانمند است.

مواد و روش‌ها

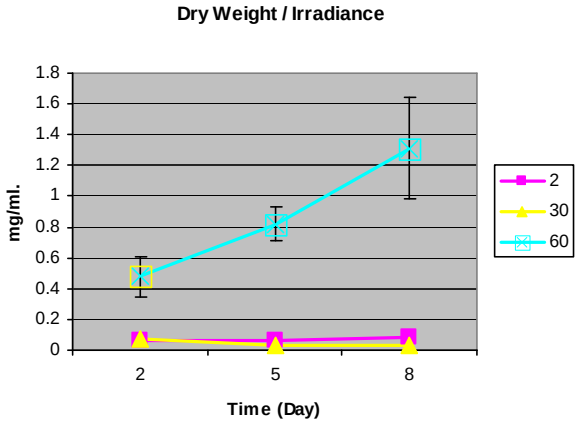
نمونه‌های خاک از استان گلستان جمع‌آوری شدند. کشت نمونه‌های خاک مطابق روش کشت سیانوباکتری‌های خاکزی انجام گرفت. پس از تشکیل کلنی، جداسازی و کشت‌های بعدی، سیانوباکتری *Lyngbya* sp. به صورت خالص تهیه

گردید (Kaushik, 1987). شناسایی مقدماتی و شناسایی در حد گونه با استفاده از John et al. (2003), Anagnostidis & Komarek (1990), Prescott (1962), Desikachary (1959) و Geitler (1932) انجام گرفت. نمونه پس از شناسایی با عنوان *Lyngbya sp.* FS33 Agardh کد گذاری گردید و در موزه جلبکی پژوهشکده علوم پایه کاربردی دانشگاه شهید بهشتی ثبت گردید. کشت در محیط مایع BG-11 و در شرایط نوری ۲ میکرو مول کوانتا بر متر مربع بر ثانیه (که توسط لامپ فلورسانت تأمین می‌گشت)، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد وpH۸ انجام گرفت(Soltani et al. 2006). برای توازن اسیدیته از ۲۵ میکرومولار Hepesاستفاده گردید (Soltani et al 2006) بررسی‌های فیزیولوژیک در ارلن‌های با حجم۵۰۰ میلی‌لیتر محتوی ۳۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون انجام شد. کشت‌ها به مدت ۱ ساعت هم زده شده و سپس به محفظه روشنایی منتقل گردیدند. پیش از تلقیح نمونه به مدت ٤٨ ساعت جهت ایجاد سازگاری وارد محیط کشت مایع شد. بررسی اولیه تیمارهای اسیدیته در شرایط سه گانه اسیدی، خنثی و قلیایی انجام گرفت (pHs ۹،۷،۵). مرحله دوم سنجش اسیدیته بر مبنای نتایج مرحله اول در محدوده اسیدیته کاملاً قلیایی (pHs ۸،۵-۹،۵) تنظیم گردید. بافرهای بکار رفته علاوه بر بافر فسفات، Hepes, Mes, Trisبودند. تیمارهای نوری با استفاده از لامپ‌های فلورسنت با شدت ۲و۳۰ و ٦٠ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه بود که با استفاده از توری‌های محافظ و نزدیک کردن و دور کردن از منبع دور تنظیم می‌گردید (شکروی و همکاران، ۱۳۷۸). تناوب‌های نوری ۲، ٤، ٦ و ۸ ساعت تاریکی در شبانه روز بود که توسط زمان سنج اتوماتیک تنظیم می‌گردید. شوری با استفاده از کلرور سدیم به محیط کشت فاقد نمک اضافه شده، در مقایسه با نمونه فاقد شوری (محیط کشت) به صورت افزایش نمک به میزان ۰/۲۵، ۰/۵، ۱/۰ ٪ به محیط کشت اعمال گردید. تیمارهای دی اکسید کربن و بررسی مکانیسم تراکمی در شرایط محدودیت دی اکسید کربن (بدون هوادهی)، محدودیت نسبی (هوادهی) و عدم محدودیت (تلقیح دی اکسید کربن به میزان ۱٪) انجام گرفت (Poza Carion et al 2001). رشد بر اساس کدورت‌سنجی، با استفاده از اسپکتروفتومتر (OD_{750}) سنجش گردید. سنجش کلروفیل پس از استخراج با متانول با روش Marker (۱۹۷۲) انجام گرفت. فیکوبیلی پروتین‌ها بر اساس سلطانی و همکاران (۱۳۸٤)، و کاروتنوییدها بر اساس Jensen (۱۹۷۸) به صورت در شیشه سنجش گردیدند. بررسی‌های مورفولوژیک با استفاده از نمونه‌های زنده و نمونه‌های تثبیت شده در مونت گلیسرین، انجام گرفتند (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS Ver 11 و Sigmaplot انجام شد.

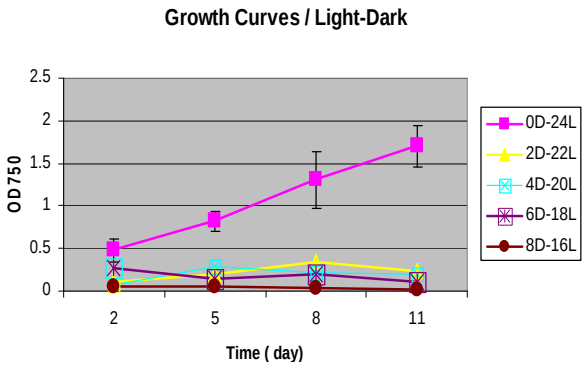
نتایج

در این سویه رشد در شرایط نور بالا (٦٠ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه) به مراتب بالاتر می‌باشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که اعمال این شدت نوری، حتی در روزهای نخست پس از تلقیح (روز دوم به بعد)، سبب اختلاف معنی‌دار رشد می‌شود. (ANOVA $p<0.05$) بدین ترتیب در مقایسه شدت‌های نوری بسیار محدود و محدود و نسبتاً بالا، نمونه گرایش بیشتری به شدت‌های نوری بالاتر دارد (شکل ۱).

نتایج مربوط به رشد در شرایط ٦٠ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه، نشان می‌دهد که اعمال روشنایی مستقیم به صورت ٢٤ ساعت، سبب افزایش رشد در نمونه می‌گردد. در صورتی که تناوب‌های نوری، به طور محسوس رشد نمونه را کاهش می‌دهد (شکل ۲). اختلاف میان روشنایی دائم و تناوب‌های نوری (۲، ٤، ٦ و ۸ ساعت تاریکی) معنی‌دار می‌باشد (ANOVA $p<0.05$)



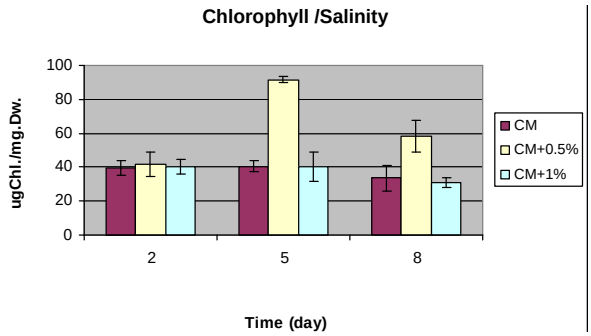
شکل ۱: مقایسه رشد (وزن خشک) در سیانوباکتری *Lyngbya sp.* *FS33 Agardh* در شرایط متفاوت شدت نوری روشنایی ۲، ۳۰ و ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه



شکل ۲: مقایسه رشد (کدورت سنجی) در سیانوباکتری *Lyngbya sp. FS33 Agardh* در شرایط متفاوت تناوب نوری

(D: تاریکی L: روشنایی) در روشنایی ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه

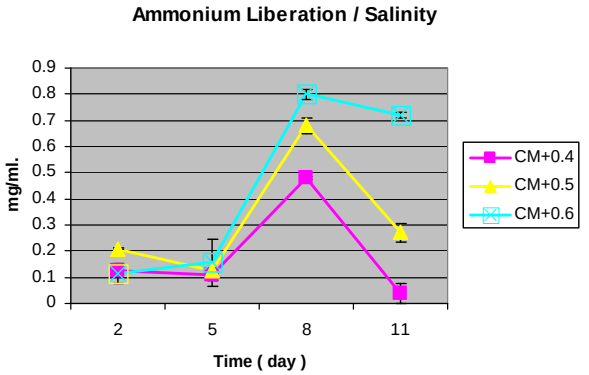
محتوای کلروفیل در شرایطی که شوری در شرایط آزمایشگاهی به میزان نیم درصد افزایش یابد، افزایش معنی‌دار پیدا می‌کند (ANOVA p<0.05). این افزایش در صورتی که شوری افزایش یابد، روند کاهشی طی می‌کند (شکل ۳). به نظر می‌رسد که اعمال شوری در شرایط بیش از ۰/۵٪ بویژه در روزهای بعد از روز پنجم سبب اعمال تنش در نمونه شده، محتوای کلروفیل را کاهش می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۳: مقایسه محتوای کلروفیل در سیانوباکتری *Lyngbya sp.* *FS33 Agardh* در شرایط متفاوت شوری در روشنایی دائم ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه

CM: محیط کشت فاقد افزایش کلرور سدیم، CM + 0/5 و ۱: محیط کشت + ۰/۵ و ۱٪ کلرور سدیم

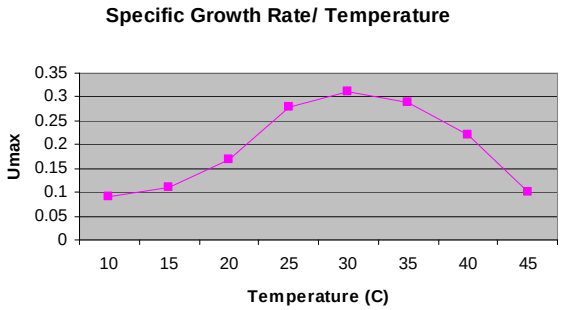
برون ریزش آمونیوم، در تیمارهای شوری نزدیک به شرایط بهینه (شکل ٤)، از نظر کمیت به هم نزدیک است و فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد (ANOVA p< 0.05). آهنگ برون ریزش در شرایط شوری نزدیک به بهینه، یکسان است و با آهنگ رشد سازگار نمی باشد (r^2= 0/24).



شکل ٤: مقایسه برون ریزش آمونیوم در سیانوباکتری *Lyngbya sp.* *FS33 Agardh* در شرایط متفاوت شوری در روشنایی دائم ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه

CM: محیط کشت فاقد افزایش کلرور سدیم، ۰/٤+CM، ۰/٤ و ۰/٦: محیط کشت + ۰/۵ و ٤٪ و ۰/٦ ٪ کلرور سدیم

بیشینه رشد ویژه در دمای ۳۰°C مشاهده می‌شود (شکل ٤). استفاده از دمای ۲۸°C، جهت گرفتن حداکثر رشد از این سویه معقول به نظر می‌رسد. چنانکه در شکل ٤ نشان داده شده است، نمونه بقای خود را در دماهای پایین (۱۰°C) و بالا (٤۵°C) حفظ می‌کند (شکل ٤).



شکل ۵: مقایسه نرخ رشد ویژه در سیانوباکتری *Lyngbya sp. FS33 Agardh* در شرایط متفاوت دما (درجه سانتی‌گراد) در روشنایی دائم ٦٠ میکرومول کوانتا بر مترمربع

نتایج بررسی مقدماتی (جدول ۱) نشان می‌دهد که سیانوباکتری *Lyngbya sp.* FS33 Agardh در شرایط اسیدی و قلیایی افراطی از خود رشد نشان می‌دهد. هر چند بویژه در شرایط اسیدی افراطی این رشد اندک می‌باشد. باقی ماندن نمونه در شرایط قلیایی افراطی (pH 11) نشان از گستره وسیع تحمل موجود و نیز وجود مکانیسم‌های سازگار کننده دارد (جدول ۱). وجود شرایط نسبتاً خنثی برای رسیدن به بهینه رشد جالب است. در گذار از شرایط خنثی به قلیایی رشد کاهش می‌یابد. بیشترین نرخ رشد مربوط به زمانی است که در محدوده شرایط خنثی، به هوادهی اکتفا کنیم (جدول ۱). تلقیح دی اکسید کربن به میزان ۱٪ در این سویه، نه تنها سبب افزایش رشد نمی شود بلکه در مقام مقایسه با دی اکسید کربن معمول (هوادهی)، رشد را کاهش می‌دهد. این کاهش رشد در تمامی شرایط اسیدی و قلیایی اعمال شده قابل مشاهده است (جدول ۱) بدین ترتیب این نمونه در شرایط محدودیت نسبی دی اکسید کربن مکانیسم تراکمی نیرومندی از خود نشان می‌دهد.

با انتخاب شرایط هوادهی (ونه شرایط بدون هوادهی و تلقیح دی اکسید کربن)، در مقام مقایسه میان pH نزدیک به بهینه (جدول ۲)، مقادیر نزدیک به شرایط خنثی می‌توانند سبب نوسان‌های قابل توجه در رشد نمونه گردند. این امر بخصوص در گذار به شرایط قلیایی محسوس است (جدول ۲). روی هم رفته این نمونه نسبت به تغییرات pHـویژه در محدوده خنثی نمونه ای حساس به نظر می‌رسد.

جدول ۱: میزان رشد و زمان مضاعف شدن سیانوباکتری *Lyngbya sp. FS33* Agardh در شرایط متفاوت اسیدیته و قلیاییت (در شرایط عدم هوادهی، هوادهی و تلقیح دی اکسید کربن)

pH	زمان مضاعف شدن (G)			ثابت ویژه رشد (µ)		
۵	۱۳/۲	۱۷/۳۲	۱۲/۳۷۵	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰٥٦
۷	۱/۷۲	۲/٤۷٥	۳/٦٤	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۱۹
۹	۳/۲٤	۳/۸٥۰	٥/۷۷٥	۰/۱۲۲	۰/۱۸	۰/۱۲
۱۱	۱۷/۳۲	۷/۷	۱۷/۳۲٥	۰/۰٤	۰/۰۹	۰/۰٤

زمان مضاعف شدن و ثابت ویژه رشد شامل (ازراست به چپ) عدم هوادهی، هوادهی، و تلقیح دی اکسید کربن می‌باشد.

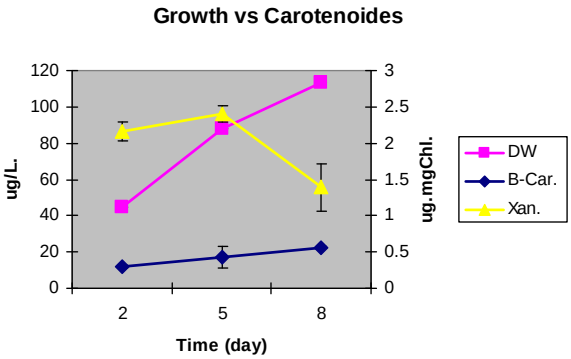
جدول ۲: میزان رشد و زمان مضاعف شدن سیانوباکتری *Lyngbya sp. FS33* Agardh در شرایط اسیدیته نزدیک به pH بهینه (در شرایط هوادهی)

pH	زمان مضاعف شدن (G)	ثابت ویژه رشد (µ)
٦/۸	٤/۳۳	۰/۱٦
۷/۲	۲/۳۱	۰/۳۰
۷/٤	٤/۹٥	**۰/۱٤**
۷/٦	٦/۳	۰/۱۱

به نظر می‌رسد که در این سویه، رنگیزه اصلی فیکوبیلی پروتئینی، فیکواریترین می‌باشد (جدول ۳). در شرایط بهینه از نظر اسیدیته، میزان فیکواریترین افزایش معنی‌دار می‌یابد و این نشان از سازگاری سیستم فتوسنتزی با شرایط اعمال شده دارد (جدول ۳). محتوای آلوفیکوسیانین در شرایط اسیدی، قابل اندازه‌گیری نیست. اما به نظر می‌رسد که ساختمان کامل فیکوبیلی زومی در شرایط بهینه کامل و در شرایط قلیایی افراطی، نسبتا کامل است. بررسی‌های موفولوژیک بویژه تراوش Leakage قابل توجه فیکواریترین که در شرایط عادی نگهداری در اسیدیته خنثی (بخصوص) و قلیایی (تا حدی) مشاهده گردید، شاهدی بر این مدعاست.

جدول ۳: میزان فیکوبیلی پروتین (میکروگرم در میکروگرم کلروفیل) در شرایط متفاوت pH (هوادهی)

	pH۵	pH ۷/۲	pH۹
APC	۰	۱٤/۱۱	۹/۰۳± ۵
PC	۲/ ۱٦±۱/۱	۲٤/۱±۳/۹	۱٤/۷±٤/٦
PE	۳/۸±۰/۳	٤٤/٤٥±۳/۸	۲٤/٤۸± ۳



شکل ٦: مقایسه رشد (وزن خشک) در سیانوباکتری *Lyngbya sp.* *FS33* با محتوای کاروتنوییدی (بتا کاروتن و گزانتوفیل) در شرایط بهینه اسیدیته (pH 7/2)

DW: وزن خشک، B.Car: بتا کاروتن، Xan.: گزانتوفیلچ

دقت در منحنی‌های مقایسه‌ای نشان می‌دهد که در روزهای نخست رشد محتوای گزانتوفیل بالاست و سپس به طور معنی‌دار سقوط می‌کند (شکل ۵).

بحث

نمونه مورد بحث بر خلاف سیانوباکتری هایی که در بررسی‌های قبلی مورد توجه قرار گرفته‌اند (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲، سلطانی و همکاران، ۱۳۸٤، امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸٦، وکیلی و همکاران، ۱۳۸۵)، به سمت نورپسندی گرایش دارد. شدت نور ٦۰ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه، آنچنان که در بررسی‌های Valiente and Leganes (۱۹۸۹) و Soltani و همکاران (۲۰۰٦) شدت نور مناسبی برای رشد سیانوباکتری‌ها در شرایط آزمایشگاهی است.

واکنش نمونه تناوب‌های نوری، از الگوی عمومی سیانوباکتری‌ها در شرایط آزمایشگاهی تبعیت می‌کند (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد سیستم فردوکسین - تیوردوکسین به صورت سیستم خود تنظیمی تناوب‌های نوری در این سویه فعال باشد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷، شکروی و همکاران، ۱۳۷۸، وکیلی و همکاران، ۱۳۸۵). نمونه در شرایط نوری محدود معادل ٦۰ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه، بقای خود را حفظ می‌کند و از این نظر نتایج با دستاوردهای Soltani و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد. تناوب‌های نوری سبب بروز کاهش محسوس در رشد می‌شوند هرچند در تناوب‌های نوری ۲ و ٤ ساعت نمونه بقای خود را حفظ می‌کند. به نظر می‌رسد در فتوپریودهایی با دوره‌های تاریکی بالاتر، نمونه دچار تنش می‌شود (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲، شکروی و همکازان، ۱۳۸۷). در یافته‌های Stal (۱۹۹۵) در خصوص گونه *Lyngbya majuscula* چنین رفتاری مشاهده شده است. شدت نوری معادل ٦۰ میکرومول کوانتا بر مترمربع در ثانیه که از الگوی Valiente and Leganes(۱۹۸۹) برگرفته شده است، در خصوص سویه مذکور در شرایط نور مستقیم صادق می‌باشد. برای بررسی‌های بعدی این شدت نور می‌تواند به صورت مستقیم اعمال گردد.

مسئله کاروتنویید در سیانوباکتری‌ها به طور نسبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد که این سیانوباکتری از نظر محتوای کاروتنوییدی قابل توجه می‌باشد (شکل ۵). بویژه محتوای گزانتوفیل آن بالا می‌باشد (در مقایسه با *Lyngbya wollei* رجوع شود به Stal, 1995). دقت در منحنی‌های مقایسه ای نشان می‌دهد (شکل ۵) که در روزهای نخست رشد محتوای گزانتوفیل بالاست و سپس به طور معنی‌دار سقوط می‌کند. در شرایط اسیدی و قلیایی افراطی (در نتایج نیامده)، محتوای رنگیزه ای کاروتنوییدی بسیار اندک است. در واقع برای اینکه سیستم تولید کاروتن و گزانتوفیل فعال باشد، در این سویه pH اساسی است. این مسئله در خصوص برخی سیانوباکتری‌های نوستوکال نیز گزارش شده است (شکروی و همکاران، ۱۳۷۸).

توان تولید کلروفیل به عنوان شاخصی از سیستم فتوسنتزی، در تنش‌های شوری، با رشد نمونه سازگار نیست و به نظر می‌رسد روند متفاوتی نشان می‌دهند. تاثیر شوری، به خصوص از نظر تغییر آرایش مورفولوژیک در زمان‌های مختلف و شکل‌گیری مختلف می‌تواند در این زمینه موثر باشد. دقت در نحوه آرایش و شکل گیری اجتماعات نشان داد که – به عنوان مثال – در شرایط شوری تا ۰/۵ ٪، نمونه‌ها تمایل خود را به اتصال به کناره‌های ظرف از دست می‌دهند و نیز از نظر ظاهری رنگ سبز تیره به خود می‌گیرند که حاکی از تشدید بیوسنتز کلروفیل در آن‌ها است. در شوری ۱٪ نمونه تمایل به اتصال به ظرف پیدا می‌کند و نیز رنگ نمونه به سبز متمایل به زرد و قهوه‌ای کم‌رنگ گرایش می‌یابد که می‌تواند ناشی از تشدید فعالیت تولید رنگیزه‌های فیکوبیلی پروتئینی در آن‌ها باشد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). یافته‌ها با وکیلی و همکاران (۱۳۸۵)، شکروی و همکاران (۱۳۷۸)، خاوری نژاد و همکاران (۱۳۸۰ – در منابع نیامده) مطابق است. در بررسی‌های صفایی و همکاران بر روی سیانوباکتری‌های استیگونماتال (۱۳۸٦)، بهینه شوری ۱٪ ارزیابی شده است که با نمونه حاضر متفاوت است. از نظر کاربردی، با در نظر گرفتن شاخص‌های Boussiba (۱۹۸۸) به نظر می‌رسد که توان سیستم فتوسنتزی در این سویه با افزایش نسبتا شدید شوری (و یا کاهش آن) سازگار نیست. از این نظر کارایی نمونه در مقایسه با سیانوباکتری‌های هتروسیستوس کاهش می‌یابد (Soltani et al. 2007).

برون ریزش آمونیوم در این سویه، از نظر کمیت در مقایسه با سیانوباکتری‌های استیگونماتال و نوستوکال قابل توجه می‌باشد (صفایی و همکاران، ۱۳۸٦، امیر لطیفی و همکاران، ۱۳۸٦). میزان شوری در شرایط بهینه، سبب برون ریزش نسبتا بالای آمونیوم می‌گردد که این بویژه از نظر کاربردی حائز اهمیت است (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲). مقایسه منحنی رشد با برون ریزش آمونیوم، حاکی از آن است که سویه، در شرایط آزمایشگاهی، مشکلی از نظر ترکیبات دیواره ساز ندارد (Stal, 1995) و اسیمیلاسیون نیتروژن به حدی است که مقدار لازم برای رشد تصاعدی حتی در روزهای نخست را فراهم می‌کند (سلطانی و همکاران، ۱۳۸٤). عبور از بهینه شوری، چه به سمت شوری کمتر و چه به سمت شوری بیشتر، اسیمیلاسیون نیتروزن را حداقل در محدوده ۰/۱ ٪ تهدید نمی کند. این در حالی است که در نمونه هایی مانند *Nostoc muscorum* (شکروی و همکاران، ۱۳۷۸)، عبور از شوری بهینه سبب اختلال در اسیمیلاسیون نیتروژن گردیده است (Soltani et al. 2008).

سیانوباکتریوم *Lyngbya sp. FS33* Agardh از نظر واکنش‌های دمایی از الگویی پیروی می‌کند که در مورد سیانوباکتری‌های نواحی تحت حاره، وجود دارد (Anand et al. 1990) با توجه به دمای معتدل (رو به بالای) گرگان در فصول برنج کاری و یا زمانی که محیط شالیزار غرقابی می‌شود، مسئله مهمی به نام دما در مورد این سویه چندان پیش گیری کننده از رشد در شرایط کشت نیمه دائم و یا دائم در حوضچه‌های روباز به نظر نمی رسد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). دمای استان گلستان به ندرت به بالای چهل و پنج درجه سانتی‌گراد می‌رسد و از این نظر بررسی سازگاری نمونه با این دما چندان ضرورت ندارد. در خصوص دماهای پایین (کمتر از ۱۰ درجه) اطلاعی در دست نیست. اسیلاتوریال‌هایی مانند *Phormidium sp.* و *Oscillatoria limnetica* که از دماهای بسیار پایین مانند محیط‌های قطبی گزارش شده اند (مکاتبه با پروفسور آنتونیو کاسدا – دانشگاه اتونوموس مادرید) دارای مکانیسم‌های خاصی نظیر سیستم‌های پوششی منحصر بفرد و تنوع پذیری مورفولوژیک خاصی هستند که در سویه مورد نظر مشاهده نمی‌شود.

بر خلاف آنچه در گزارش‌های شکروی و همکاران (۱۳۸۱) و امیرلطیفی و همکاران (۱۳۸٦)، آمده است، سیانوباکتری *Lyngbya sp.* FS33 Agardh نه در شرایط قلیایی افراطی (pH 9)، بلکه در شرایط خنثی، رشد بهینه را دارد. به نظر می‌رسد که سیستم تراکمی یک سویه (Poza-Carion er al. 2001) در این سویه فعال می‌باشد. بقای نمونه در شرایط بسیار اسیدی و قلیایی، ان را از نظر کاربردی توانمند نشان

می‌دهد (Anand et al. 1990) وجود چنین مکانیسم هایی در سیانوباکتری‌های اسیلاتوریال مورد بحث جدی بوده است (Stal, 1995) در سیانوباکتری *Lyngbya majuscule* و *L. wollei* شواهدی از وجود چنین مکانیسمی بدست آمده است (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷) با اینحال این مکانیسم‌ها عمدتا دو طرفه بوده و در شرایط قلیایی همپوشانی می‌کنند که سبب رشد قابل توجه در این شرایط می‌شود. به نظر می‌رسد که نوسان هایی که در رشد در هنگام دور شدن از شرایط بهینه مشاهده می‌شود نوعی صفت گونه ای باشد که حداقل در سیانوباکتری‌های استیگونماتال و نوستوکال مشاهده نگردیده است (امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸٦، شکروی و همکاران - منتشر نگردیده است).

کارایی سیستم فیکوبیلی زومی که در شرایط خنثی (بهینه برای رشد) ملاحظه می‌شود، شاهدی بر توان انرژی دهی برای اعمال مکانیسم تراکمی دی اکسید کربن است (Poza-Carion et al, 2001) در شرایط اسیدی بدلیل نبود بخش مرکزی در سیستم فیکوبیلی زومی، به طور طبیعی توان جمع اوری نور و رساندن آن به مرکز واکنش، به شدت کاهش می‌یابد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰٤). عدم کارایی نمونه در جمع اوری دی اکسید کربن به میزان کافی در شالیزارها، بخصوص در شرایط غرقابی می‌تواند ناشی از همین باشد. به حرکت به سمت شرایط خنثی، دستگاه فیکوبیلی زومی تقویت می‌شود و بخش مرکزی متشکل از رنگیزه‌های آلوفیکوسیانین و بخش حاشیه ای متشکل از فیکواریترین، از نظر کمیت افزایش قابل توجه می‌یابد. توان نمونه برای رشد در شرایط خنثی، ناشی از القای مکانیسم تراکمی دو طرفه ای است که خود می‌تواند از تقویت سیستم فیکوبیلی زومی منشا بگیرد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷). در شرایط قلیایی، تمامیت دستگاه فیکوبیلی زومی حفظ می‌شود ولی از توان آن کاسته می‌شود (Soltani et al. 2006). هرچند در سیانوباکتری‌های خاکزی، کاروتنویید‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته اند، به نظر می‌رسد که محتوای آن‌ها به طور کلی با افزایش شدت نور افزایش می‌یابد (بافته چی و همکاران، ۱۳۸۱). سیانوباکتری مورد نظر در شرایط بهینه اسیدیته، از نظر محتوای کاروتنویید‌ی غنی می‌باشد. این بر خلاف محتوای ضعیف کاروتنویید‌ی در *Fischerella sp.*FS18 (سلطانی و همکاران، ۱۳۸٤، شکروی و همکاران، ۱۳۷۸) می‌باشد. بهرحال محتوای کاروتنویید‌ی بالا می‌تواند ناشی از فعال بودن مسیر بیوسنتز تتراپیرولی و به نوعی شاخص فعال بودن مسیرهای اسیمیلاسیون نیتروژن باشد (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتیجه گیری نهایی

سیانوباکتری *Lyngbya sp. FS33* Agardh دارای ویژگی‌هایی است که آن را به عنوان کاندیدای کود زیستی برای استفاده آتی در شالیزارها موجه نشان می‌دهد. در درجه نخست این سویه در شالیرارهای استان گلستان وجود دارد و از تراکم بالایی برخوردار است وجود غلاف در این جنس به طور کلی ویژگی‌هایی دارد که از جمله مقاومت به تنش‌های دراز مدت پرتوی و خشکی را می‌توان نام برد ضمن اینکه وجود ساختارهای موسیلاژی در غلاف، سبب حفظ بافت خاک و جلوگیری از فرسایش ان می‌شود در بررسی انجام شده، علاوه بر ویژگی‌های فوق، حفظ بقا در تناوب‌های نوری، شوری متفاوت (تا ۱٪)، شرایط اسیدی و قلیایی و دی اکسید کربن نشان داده شد که جهت کشت انبوه برای تلقیح در آینده به شالیزارها و زمین‌های کشاورزی امتیاز مهمی است وجود مکانیسم تراکمی فعال در سویه و نیز برون ریزش آمونیوم به مقدار نسبتا قابل توجه در تنش‌های اسیدیته و شوری، از دیگر امتیازهای مثبت این سویه محسوب می‌شود. رشد قابل توجه در شدت‌های نوری بالا که می‌تواند نشان از مقاومت در برابر بازدارندگی نوری داشته باشد، بویژه در شرایط کشت حوضچه ای در اواخر بهار و تابستان از اهمیت برخوردار است. این سویه، قادر است در شرایط قلیایی از ذخایر بیکربنات محیط استفاده کند و ساختار فیکوبیلی زومی آن در شرایط خنثی حفظ می‌شود. در نهایت، نرخ رشد قابل توجه در دمای ۳۰ تا ۳۵ درجه که جهت بکارگیری در شرایط حوضچه ای و فصول گرم سال، ضروری است امتیاز بسیار مهمی است که در بررسی‌های کاربردی پایه می‌بایست بدان

توجه کرد. در مقابل، کاهش نرخ رشد در شرایط تناوب نوری، بویژه فتوپریودهای با تاریکی طولانی، و کاهش رشد و برون ریزش آمونیوم در شوری بیش از ۰/۵٪ از نقاط ضعف نمونه محسوب می‌شود که احتمالا در پروژه‌های کشت انبوه، گرفتن محصول را با دشواری مواجه خواهد ساخت. ضمن اینکه نمونه قادرنیست ساختار فیکوبیلی زومی خود را در تغییرات اسیدیته و قلیاییت به طور کامل حفظ نماید. رشد در دمای ٤٠ درجه با کاهش محسوس مواجه می‌شود که این برای استانی مانند گلستان بویژه در فصول گرم سال، می‌تواند همراه با مشکلاتی باشد. با توجه به جمیع شرایط، بکارگیری نمونه نه به صورت جداگانه بکله به صورت آغازگرهای توام، در کنار سیانوباکتری‌های هتروسیستوس می‌تواند منطقی باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان وظیفه خود می‌دانند، از کلیه افرادی که در طول انجام این پژوهش، کمال همکاری را داشته اند، صمیمانه سپاسگزاری نمایند. سپاسگزاری خاص از سرکار خانم رسایی (کارشناس آزمایشگاه ژنتیک) و سرکار خانم کیایی (کارشناس آزمایشگاه تحقیقات)، به ویژه ضروری است.

منابع

امیرلطیفی، ف.، شکروی، ش.، علمایی، م. (۱۳۸٦) بررسی بقا و رشد و وضعیت رنگیزه ای سیانوباکتری *Nostoc* sp.درشرایط متفاوت اسیدیته و قلیاییت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

بافته چی، ل.، نژاد ستاری، ط.، ابراهیم زاده معبود، ح. و شکروی، ش. (۱۳۸۰) بررسی شدت‌های نوری بر رشد و بسامد هتروسیست سیانوباکتری *Fischerella* sp. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه تهران.

سلطانی، ن.، خاوری نژاد، ر.، طباطبایی یزدی، م.، شکروی، ش. و فرناندز والینته،ا. (۱۳۸٤) بررسی خواص آنتی میکروبیال و فیزیولوژی سیانوباکتری‌ها در محیط‌های افراطی، پایان نامه دکترای تخصصی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران.

شکروی، ش.، سلطانی، ن. و بافته چی، ل. (۱۳۸۱) تدوین تکنولوژی استفاده از سیانوباکتری‌ها به عنوان کود بیولوژیک در شالیزارها، شورای عالی تحقیقات نهاد ریاست جمهوری (طرح ملی) مجری پژوهشکده علوم پایه کاربردی، جهاد دانشگاهی، دانشگاه شهید بهشتی.

شکروی، ش. و ساطعی، آ. (۱۳۸۲) بررسی پتانسیل سیانوباکتری به منظور تلقیح در شالیزار، گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

شکروی، ش. و ساطعی، آ. (۱۳۸٤) نشان ویژه سازی مورفولوژیک سیانوباکتری به منظور تلقیح در شالیزار، گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

شکروی، ش. سلطانی، ن. بافته چی.ل. (۱۳۸۷) سیانوباکتریولوژی، چاپ اول، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

صفایی، م.، شکروی، ش.، علمایی، م. سلطانی، ن. (۱۳۸٦) بررسی بقا و رشد و وضعیت رنگیزه ای سیانوباکتری *Fischerella* sp. در شرایط متفاوت شوری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

وکیلی، ف.، شکروی، ش.، قورچی بیگی، ک. و سلطانی، ن. (۱۳۸۵) بررسی رشد و وضعیت هتروسیست در سیانوباکتریوم *Fischerella ambigua*پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

Anagnostidis, K. & Komarek, J. (1990) Modern approaches to the classification of cyanobacteria. Stigonematales. Archieves for Hydrobiology sup l4, 224-286.

Anand, N.L., Radha, R.S., Hopper, G.R. & Subramanian, T.D. (1990) Blue-green algae as biofertilizers: certain view points on the choice of suitable isolates. In: Perspective in

Shokravi Sh., Amirlatifi F., Safaie M., Ghasemi Y., Neda Soltani (2006) Some physiological responses of Nostoc sp. JAH 109 to the combination effects of limited irradiance, pH and DIC availability Quarterly journal on plant science researches Vol.number 3 pp: 55-63

Soltani N., Khavari-Nejad R., Tabatabaei Yazdi M., Shokravi Sh., Fernandez-Valiente E. (2005) Screening of Soil Cyanobacteria for Antifungal and Antibacterial Activity, *Pharmaceutical biology*, 43 (5) 455-459.

Soltani, N., Khavari-Nejad, R., Tabatabaie, M., Shokravi, Sh., Valiente, E.F. (2006) Variation of Nitrogenase Activity, photosynthesis and pigmentation of cyanobacterium *Lyngbya sp. FS33 Agardh* strain FS18 under different irradiance and pH. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 22 (6): 571-576.

Soltani N., G.Zarrini, Y.Ghasemi, Sh.Shokravi and L.Baftechi (2007) Characterization of soil cyanobacterium Fischerella sp. FS18 under NaCl stress Journal of Biological Sciences 7 (6): 931-936

Soltani N., R.A. Khavarinejad, M.Tabatabaei Yazdi and Sh.Shokravi (2008) Growth and metabolic Feature of cyanobacterium Fischerella sp.FS18 in different Combined Nitrogen sources Iranian journal of science, 18 (2) : 123-128

Stal, J.S. (1995) Physiological ecology of cyanobacteria in microbial mats and other communities. New Phytology 131, 1-32.

Valiente, E.F. & Leganes, L. (1989) Regulatory effect of pH and Incident Irradiance on the levels of Nitrogenase activity in the cyanobacterium *Nostoc* sp.UAM205 Journal of Plant Physiology, 135, 623 627.

phycology, International symposium of phycology at university of Madras, New Delhi: Today and Tomorrow's Publishers.

Boussiba, S. (1988) *Anabaena azollae* as biofertilizer. In: Algal biotechnology, eds. T.,J. Stadler, M.C. Millon, Y. Verdus, H. M. Karamanos and D. Christiaen, Elsevier applied science.

Desikachary, T.V. (1959) Cyanophyta. Indian council of agricultural research, monographs on Algae New Delhi, India.

Geitler, L. (1932) Cyanophyceae von Europa Kryptogamen flora Akademiche Verlagsgesellschaft.- Leipzig.

Jensen, A. (1978) Chlorophylls and carotenoides. In: Handbook of Phycological Methods, Physiological and Biochemical Methods, eds. J.A. Hellebust & J.S. Craigie, Cambridge University Press.

John, D.M., Whitton, B.W. & Brook, A.J. (2002) The Freshwater Algal Flora of The British Isles - Cambridge University Press.

Kaushik, B.D. (1987) Laboratory methods for blue-green algae. Associated Publishing Company, New Delhi, India.

Poza-Carrion, C., Fernandez-Valiente, E., Fernandez Pinas, F. & Leganes, F. (2001) Acclimation of photosynthetic pigments and photosynthesis of the cyanobacterium *Nostoc* sp. Strain UAM 206 to combined flactuations of irradiance, pH, and inorganic carbon availability, Journal of Plant Physiology 158, 1455-1461.

Prescott, G.W. (1962) Algae of the western great lake area. W.M.C. Brown Company Pub.

Journal on Plant Science Researches, Serial 17, 5th year, Number 1, Spring 2010

Ecophysiological Characterization of Cyanobacterium *Lyngbya* sp. FS33 Agardh Collected From Paddy-Fields of Golestan Province

***Shokravi, Sh[1]., Safaie, M[2]., Amirlatifi, F[1]**

1. Department of Biology, Islamic Azad University, Gorgan Branch, Gorgan, Iran
2. Young Reaserchers Club, Department of Biology, Islamic Azad University, Gorgan Branch, Iran

Abstracts

The aim of this research was preliminary ecophysiological survey of the cyanobacterium *Lyngbya* sp. FS33 Agardh which seems common strain in the paddy-fields and agricultural soils of Golestan Province and has not been characterized previously. The axenic culture has been enriched in to BG11 culture medium. Salinity, temperature, irradiance and pH treatments have been treated separately. Light treatments include 2, 30.60 micromolquanta.m^{-2}.s^{-1} intensities and 2, 4, 6 and 8hours dark- light daily photoperiods. Salt treatments include culture medium without added salt to 1% NaCl, Temperature include 15^{o}C to 45^{o}C, alkalinity and acidity include pHs from 5 to 9, and carbon dioxide treatments include aeration, non aeration, and 1% carbon dioxide enrichment Survival, growth, specific growth rate, chlorophyll, phycoerythrin, phycocyanin, allophycocyanin, ammonium liberation, and phycobilisome potentiality, have been analyzed. Results showed that in the opposite of stigonematalean and nostocalean cyanobacteria, this strain show higher growth at 60 micromol quanta.m^{-2}.s^{-1} intensity. Continuous 24 h illumination cause significant increase at the growth rate. Chlorophyll content show significant increase when salinity reach to 0.5%. Ammonium liberation seems higher amounts near to the optimum conditions and no significant differences moving slightly from the optimum. This srain be able to survive at low (10^{0}C) and high (45^{0}C) temperatures. At the optimum pH, significant increase in phycoerythrin content, reveal adaptation of photosynthesis apparatus with treated conditions. The phycobilisome structure seems complete at the optimum and incomplete at the extreme alkaline condition. Carotenoide production increase significantly at the first day of inoculation at the optimum acidity condition. As a whole, results introduce this strain, as the potent one for future biofertilizers beside heterocystous cyanobacteria.

Keywords: Cyanobacteria, Ecophysiology, *Lyngbya sp.* FS33 *Agardh*, Golestan, Paddy field

**email: sshokravi@yahoo.com*