بررسی سیانوباکتری *Oscillatoria* sp. در شرایط محدودیت، محدودیت نسبی و عدم محدودیت دی اکسید کربن و اثر توام آن با شوری

مریم صفایی کتولی*[۱]، شادمان شکروی[۱]، فریبا امیرلطیفی[۱]، زهرا حسینی کلبادی[۱]

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

تاریخ دریافت : ۱۳۹۰/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۰۹

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی خوگیری سیانوباکتری *Oscillatoria* sp. به شرایط توام دی اکسید کربن و شوری می‌باشد. نمونه، پس از جمع‌آوری، واکشت (کشت مجدد) و تخلیص، در محیط کشت مایع BG-110 وارد شد و تیمارهای توام شوری و دی اکسید کربن در شرایط دمایی ۲۸ درجه سانتی گراد و شدت نوری مداوم ۱۸۰۰ لوکس اعمال گردید. تیمارهای شوری، محیط کشت واجد ۰/٤، ۰/۵ و ۰/٦درصد کلرید سدیم بود. تیمارهای دی اکسید کربن شامل عدم هوادهی، هوادهی و تلقیح دی اکسید کربن اعمال گردید. در هر مورد بقا، رشد، نرخ رشد ویژه، محتوای فیکوواریترین، فیکوسیانین، آلوفیکوسیانین و کارایی فیکوبیلی زومی سنجش گردید. نتایج نشان داد که بیشترین میزان رشد مربوط به شوری ۰/۵ درصد در شرایط عدم هوادهی و تکانش (شیکر) بود. در روز نهم شوری ۰/۵ و ۰/٦ درصد به نقطه یکسانی از لحاظ رشد رسید، ولی بعد از آن شوری ۰/٦ درصد روند کاهشی نشان داد. در شوری ۰/۵درصد، در مقایسه دو حالت محدودیت (عدم هوادهی) و محدودیت نسبی (هوادهی) دی اکسید کربن، در ششمین روز بعد از تلقیح، بیشترین نرخ رشد مربوط به محدودیت نسبی دی اکسید کربن (هوادهی) بود، ولی در انتهای دوره رشد (روز یازدهم) به نقطه یکسانی رسید که اختلاف معنی دار بود. در شوری ۰/۵درصد، بیشترین مقدار رنگیزه فیکوبیلی پروتئینی مربوط به رنگیزه آلوفیکوسیانین بود. در شرایط عدم محدودیت دی اکسید کربن (تلقیح) بالاترین رشد در شوری ۰/٤درصد مشاهده شد. روی هم رفته، نتایج بدست آمده، حاکی از آن است که درشرایط توام دی اکسیدکربن و شوری، خوگیری نمونه از طریق تغییرات رنگیزه ای و نیز کارایی فیکوبیلی زومی، امکان پذیر است. این امر، به کارگیری نمونه را در شالیزارها که با تنش‌های توام شوری و محدودیت دی اکسید کربن مواجه هستند، موجه جلوه می‌دهد.

کلمات کلیدی: اسیلاتوریا، خوگیری، سیانوباکتری، شالیزار، شوری، گلستان

مقدمه

استان گلستان از قطب‌های کشاورزی و دامپروری کشور محسوب می‌شود، و با توجه به اینکه سیانوباکتری‌ها از توانمندی قابل‌توجهی جهت استفاده در بیوتکنولوژی کشاورزی (همانند پزشکی، صنعت، شیلات و نظیر این) برخوردارند، متاسفانه اطلاعات موجود در مورد سیانوباکتری‌ها بخصوص اکوفیزیولوژی آنها در شالیزارها و زمین‌های کشاورزی اندک می‌باشد (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲). وجود دستگاه فیکوبیلی زوم یکی از استراتژی‌های مهم در بیوتکنولوزی است.

* Email:safaei2580 @yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

فیکوبیلی‌زوم‌ها سیانوباکتریا را قادر می‌سازند که در شرایط کم نوری مانند شالیزارها یا درون خاک‌ها با تنش موجود مقابله نمایند (سلطانی و همکاران، ۱۳۸٤).

درخصوص مکانیسم تراکمی CO_2 در سیانوباکتری‌ها، پژوهش‌های انجام شده در مقایسه با جلبک‌های سبز تک سلولی اندک است. این امر در خصوص نمونه‌های *Oscillatoria* کاملاً محسوس است. به هر حال مطالعات نشان می‌دهد که برخی سیانوباکتری‌ها می‌توانند مکانیسم جمع آوری کربن معدنی را هنگامی که در CO_2 پایین قرار گرفته یا هنگامی که برای ٤ تا ٦ ساعت در نور قرار می‌گیرند القا نمایند. وجود این سیستم به سیانوباکتر امکان می‌دهد که CO_2 را از محیط با اسیدیته بالا یا HCO_3^- را در اسیدیته پایین جذب نمایند. در طی تجمع CO_2 و HCO_3^- و یا هر دو می‌توانند وارد سلول گردند. این امر به نوع جلبک و pH محیط وابسته است (Goyal و همکاران، ۱۹۹۲)، در سیانوباکتری‌ها سیستم تراکمی CO_2 توسط ترکیب‌هایی نظیر H_2S بازدارندگی می‌شود. این ترکیب‌ها سوبسترایی برای کربنیک آنهیدراز (CA) بوده، بازدارنده رقابتی واکنش HCO_3^- به CO_2 محسوب می‌گردند. COS (*Carbonil oxysulfide*) نیز در سیانوباکتری‌ها بازدارنده رقابتی CA (کربنیک آنهیدراز) تشخیص داده شده است. مکانیسم عمل این ماده از طریق بازدارندگی تبدیل HCO_3^- به CO_2 با تأثیر بر روی کربنیک آنهیدراز، پمپ فعال و CO_2 اعمال می‌گردد (Goyal et al., 1992). به نظر می‌رسد که در سیانوباکتری‌ها، کربنیک آنهیدراز در مقایسه با جلبک‌های سبز دارای فعالیت پایین‌تری باشد (Beer et al., 1992). علاوه بر کربنیک آنهیدراز پری پلاسمی، عده‌ای از جلبک‌های دارای پمپ DIC غشایی هستند. جلبک‌هایی هستند که علاوه بر این پمپ غشایی، پمپ DIC کلروپلاستی را نیز دارا می‌باشند. پمپ DIC کلروپلاستی در صورت ایزوله کردن کلروپلاست می‌تواند تحت تأثیر وانادات بازداشته شود. این امر نشان می‌دهد که سیستم فعال انتقال کربن غیر آلی در کلروپلاست نیز وجود دارد. چنان که ذکر گردید وجود چنین سیستمی در سیانوباکتری‌ها در تمام موارد تردیدآمیز است. به عنوان مثال گونه‌های سیانوباکتری که بررسی گردید، در هیچ کدام به وجود چنین سیستمی پی برده نشد (Richmon, 1986).

در اکوسیستم شالیزار، همانند اکوسیستم‌هایی نظیر مناطق مردابی در اواخر شب و پیش از طلوع خورشید به دلیل تجمع CO_2 غلظت HCO_3 افزایش می‌یابد. بنابراین نوسان‌های pH در این اکوسیستم‌ها تا حد قابل توجهی وجود دارد. باید توجه داشت که در صورت عدم وجود مکانیسم تراکمی پیشرفته در سیانوباکتر، خصوصاً در خاک‌ها و شرایط قلیایی، فرآیند دی آزوتروفی به خصوص در تولید اسیدهای آمینه برخی خانواده‌های خاص با اشکال مواجه می‌گردد. کاهش شدید در سنتز آلفا کوگلوتارات و نیز کاهش در تولید اسیدهای آمینه خانواده آلفا کوگلوتارات و آسپارتات که عمدتاً به دلیل کاهش فعالیت PEP کربوکسیلاز روی می‌دهد از این جمله است. سوای این امر، به دلیل آن که فرآیندهای احیای نیترات به نیتریت و نیتریت به آمونیوم در بسیاری موارد وابسته به انتقال الکترون از طریق واکنش‌های تنفس است که وجود منابع کافی HCO_3^- را طلب می‌کند. دی آزوتروفی، به خصوص در هتروسیست‌ها (در اشکال هتروسیست دار) وابسته به مقادیر متنابهی الکترون و ترکیبات احیایی است که می‌بایست از طریق واکنش‌های تنفس و چرخه اکسیداتیو پنتوز فسفات تأمین گردد (Stal, 1995). در خصوص نمونه‌هایی که در pH اسیدی قادر به رشد و دی آزوتروفی هستند این مسئله کمی پیچیده‌تر می‌شود. اگر آنچه را که در خصوص مکانیسم تراکمی در جلبک‌های دریایی وجود دارد در خصوص این گروه از سیانوباکتری‌ها به دلیل pH خاص سیتوزول (۷/٤) میزان یون بی‌کربنات در درون سیتوزول پس از جذب CO_2 به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت (Ehling et al., 1997). رشد این موجودات و دی آزوتروفی آن‌ها در این شرایط نشان می‌دهد که به هر حال یا این میزان برای فعالیت‌های مربوط به اسمیلاسیون نیتروژن کافی بوده است و یا این که در نمونه‌های مذکور همانند جلبک‌های سبزی نظیر «سندسموس» نوعی پمپ CO_2 وجود دارد که با فعالیت

Archive of SID

www.SID.ir

کربنیک آنهیدراز افزایش میزان HCO_3^- و تشدید فعالیت آناپلوربیک PEPCase می‌گردد. این امر در خصوص نمونه‌هایی که در pH های اسیدی سازگار شده‌اند، دلیل عمده این که بسیاری سیانوفیتا قادر به زندگی در شرایط بالای اسیدی نبوده یا قادر به بردباری در برابر نوسانهای شدید pH نیستند می‌تواند به این دلیل نیز باشد مگر این که همانند آنچه در خصوص *N.calcicola* ذکر گردید، نمونه از طریق برون ریزش ترکیبات بافری به تعدیل pH محیط خود می‌پردازد (Stal, 1995). Anand و همکاران (۱۹۹۰) در پژوهش خود به مسئله وجود پمپ‌های CO_2 و HCO_3^- نظیر آنچه در سندسموس دیده شده است، اشاره‌ای ننموده است و آنچه تحت عنوان تعدیل pH از طریق ترکیبات بافری بیان شده است ناشی از وجود چنین سیستمی باشد، در شالیزارها سیانوباکتری ها تحت تاثیر مجموعه ای از تنش ها قرار دارند که شوری از عمده ترین آن ها 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. سیانوباکتری ها نمونه‌های توانمند از نظر بیوتکنولوژی کشاورزی، از جمله کود بیولوژیک در شالیزاراند و یکی از ویژگی‌های مهم تحمل به تغییرات شوری در آنهاست (Boussiba, 1988).

هدف از این پژوهش، بررسی خوگیری سیانوباکتریوم *Oscillatoria* sp. به شرایط توام دی اکسید کربن و شوری است و بدین ترتیب نشان ویژه سازی این موجود از جنبه‌های مختلف واز جمله فیزیولوژی و اکوفیزیولوژی می‌تواند راه‌گشای استفاده‌های کاربردی آتی باشد.

مواد و روش ها

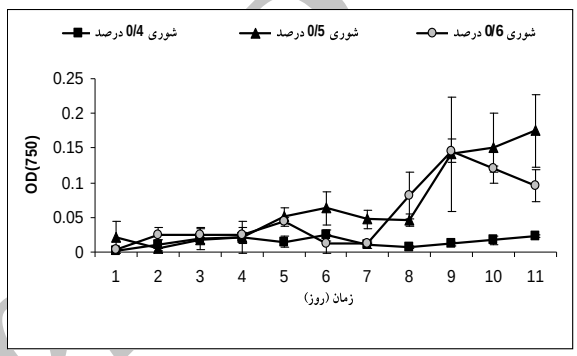
نمونه‌های خاک در سال ۱۳۸۵ از استان گلستان جمع آوری شدند. کشت نمونه‌های خاک مطابق روش کشت سیانوباکتری‌های خاکزی انجام گرفت (Kaushik, 1987). پس از تشکیل کلنی، جدا سازی و کشت‌های بعدی، سیانوباکتری *Oscillatoria* sp. به صورت خالص تهیه گردید (Kaushik, 1987). شناسایی مقدماتی با استفاده از John et al., (2002); Anagnostidis & Komarek (1990); Desikachary (1959); Prescott (1962) و Geitler (1932) انجام گرفت. نمونه پس از شناسایی کد گذاری گردید و در موزه جلبکی پژوهشکده علوم پایه کاربردی دانشگاه شهید بهشتی ثبت گردید. کشت در محیط مایع BG-110 و در شرایط نوری ۲ میکرو مول کوانتا بر متر مربع بر ثانیه (که توسط لامپ فلورسانت تأمین می‌گشت)، دمای ۲۸ درجه سانتی گراد و pH7 انجام گرفت (Soltani و همکاران، ۲۰۰۶). برای توازن اسیدیته از Hepes ۲۵ میکرومولار استفاده گردید (Soltani et al., 2006). بررسی‌های فیزیولوژیک در ارلن‌هایی با حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر محتوی ۱۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون انجام شد. محیط 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 شوری در شرایط سه گانه و اثر توام ان با گاز دی اکسید کربن انجام گرفت. مرحله دوم سنجش گاز CO_2 بود نمونه به مدت یک ساعت تحت تاثیرکپسول گاز که محتوی CO_2، قرار گرفت.

تیمار شوری با استفاده از کلرور سدیم و به صورت افزایش نمک به میزان ۰/٤، ۰/۵ و ۰/٦ درصد 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-Carrion et al., 2001). رشد بر اساس کدورت‌سنجی، با استفاده از اسپکتروفتومتر (OD_{750}) سنجش گردید (شکروی و همکاران، ۱۳۸۱). فیکوبیلی پروتین ها بر اساس سلطانی و همکاران (۱۳۸٤)، سنجش گردیدند آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS Ver. 11 و Sigmaplot انجام شد.

www.SID.ir

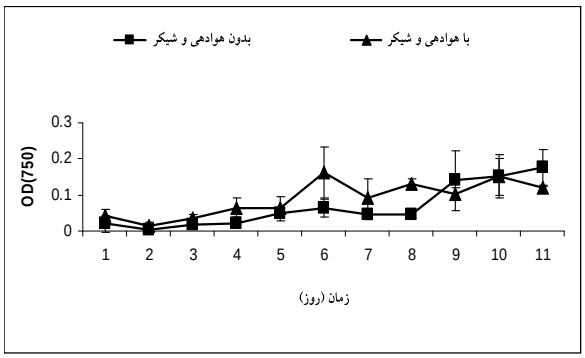
نتایج

با توجه به منحنی، نرخ رشد در شوری های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت که اندازه گیری بر اساس کدورت سنجی بود و بیشترین میزان رشد مربوط به شوری ۰/۵ درصد در شرایط عدم هوادهی و شیکر بود، هر چند در روز نهم شوری ۰/۵ و ۰/٦ درصد به نقطه یکسانی از لحاظ رشد رسید ولی بعد از آن شوری ۰/٦ درصد روند کاهشی را نشان می‌دهدو اختلاف معنی دار است (شکل ۱).



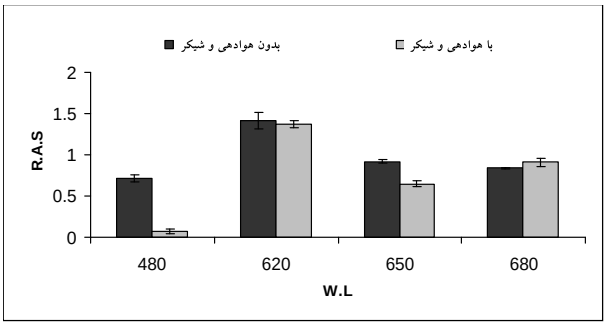
شکل ۱: مقایسه رشد در سیانوباکتری .*Oscillatoria* sp در شرایط شوری های متفاوت (۰/٦، ۰/۵، ۰/٤ درصد) بدون هوادهی و شیکر ($p<0.05$)

در شوری ۰/۵٪ شرایط محدودیت(عدم هوادهی) و محدودیت نسبی (هوادهی) دی اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفت، هرچند در روز ششم بیشترین نرخ رشد مربوط به شرایط محدودیت نسبی دی اکسید کربن (هوادهی) بود ولی در روز پایانی به نقطه یکسانی رسید (شکل ۲).



شکل ۲: مقایسه رشد (کدورت سنجی) در سیانوباکتری *Oscillatoria* sp. درشرایط شوری ۰/۵٪ باهوادهی و شیکر و عدم آن ($p<0.05$)

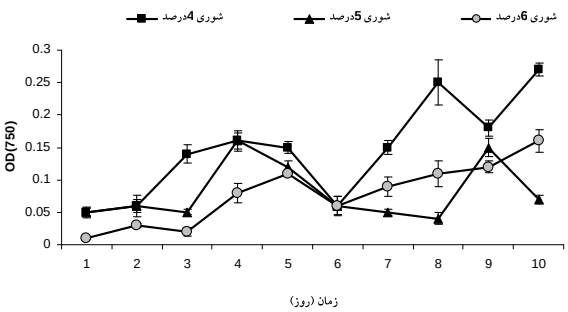
بررسی محتوی رنگیزه ای در شرایط محدودیت و محدودیت نسبی دی اکسید کربن در شوری ۰/۵٪ مورد بررسی قرار گرفت که بیشترین محتوی رنگیزه فیکوبیلی پروتئینی مربوط به رنگیزه الوفیکوسیانین و در طول موج ٦۲۰nm اختلاف معنی دار است (شکل ۳).



WL: Wavelenght. RAS: Relative Absorption Spectrum,

شکل ۳. مقایسه در زیوه رنگیزه های فیکوبیلی پروتئینی در سیانوباکتری *Oscillatoria* sp. درشرایط شوری ۰/۵ درصد بدون هوادهی و شیکر (روز دهم)

منحنی شماره چهارم منحنی رشد را در شرایط عدم محدودیت دی اکسید کربن و اثر توام آن با شوری را نشان می‌دهد که بیشترین میزان رشد مربوط به شوری ۰/٤درصد می‌باشد و افزایش معنی دار پیدا می‌کند ($p<0.05$).



شکل ٤: مقایسه منحنی رشد در سیانوباکتری .*Oscillatoria* sp در شرایط شوری های متفاوت (۰/٦، ۰/۵، ۰/٤ درصد) به همراه تلقیح گاز دی اکسید کربن

بحث

مسئله رنگیزه های فیکوبیلی پروتئینی در سیانوباکتری ها به طور نسبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (شکروی و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد که این سیانوباکتری از نظر محتوای آلوفیکوسیانین قابل توجه می‌باشد (شکل ۳). بویژه

www.SID.ir

محتوای الوفیکوسیانین در روز دهم روند افزایشی داشت (در مقایسه با *Lyngbya wollei* رجوع شود به Stal 1995). اما به کار بردن تیمار هوادهی تاثیر برروی محتوی این رنگیزه نداشته است. بر خلاف سیانوباکتری هایی که در بررسی‌های قبلی مورد توجه قرار گرفته اند (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲، سلطانی و همکاران، ۱۳۸٤، امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸٦، وکیلی و همکاران، ۱۳۸۵)، نمونه به شوری های متفاوت سازگاری دارد، انچنانکه در بررسی‌های Valiente and Leganes (۱۹۸۹) و Soltani و همکاران (۲۰۰٦) در مورد میزان رشد سیانوباکتری ها در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفته است با بررسی های نمونه مطابقت دارد. بدین ترتیب این نمونه در شرایط عدم محدودیت دی اکسید کربن مکانیسم تراکمی نیرومندی از خود نشان می‌دهد.

توان تولید کلروفیل به عنوان شاخصی از سیستم فتوسنتزی، در تنش‌های شوری، با رشد نمونه سازگار نیست و به نظر می‌رسدروند 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 ـ به عنوان مثال ـ در شرایط شوری تا ۰/۵ درصد، 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 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). بر خلاف آنچه در گزارش‌های شکروی و همکاران (۱۳۸۱) و امیرلطیفی و همکاران (۱۳۸٦) در موردسیانوباکتری های جنس های دیگر آمده است، در سیانوباکتری‌های استیگونماتال و نوستوکال مشاهده نگردیده است (امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸٦).

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-Carrion et al., 2001). 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).

نتیجه گیری نهایی

از ویژگی های منحصر به فرد نمونه رشد، خوگیری و بقا نمونه در شوری ۰/۵ و همچنین بقا در شور های متفاوت و محدودیت و محدودیت نسبی و عدم محدودیت به CO_2 می‌باشد وجود مکانیسم تراکمی فعال در نمونه از دیگر امتیازهای مثبت این سویه محسوب می‌شود. با توجه به اینکه برنج در غذای روزانه مردم ایران، دارای 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.

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.

www.SID.ir

منابع

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

سلطانی، ن.، خاوری نژاد، ر.، طباطبایی یزدی، م.، شکروی، ش.، و فرناندز والینته،ا. (۱۳۸٤). بررسی خواص آنتی میکروبیال و فیزیولوژی سیانوباکتری ها در محیط های 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 سیانوباکتری ها 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، ۲۰-۲۵

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

Anagnostidis, K. and 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. and Subramanian, T.D. (1990) Blue-green algae as biofertilizers: certain view points on the choice of suitable isolates. In: Perspective in phycology, International symposium of phycology at university of Madras, New Delhi: Today and Tomorrow's Publishers.

Beer, S., Spencer, W.E. and Bowes, G. (1992). HCO_3^- use and evidence for a carbon concentrating process in the mat-forming cyanophyte *Lyngbya birgei* G.M.Smith, Aquatic Botany, 42, 159-171

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, 140 (5)1475-1501.

Ehling, S.M., Bilger, W. and Scherer, S. (1997). UV-B induced synthesis of photoprotective pigments and extracellular polysaccharides in the terrestrial cyanobacterium *Nostoc commune*. bacteriology, 179(6) 1940-1945

Geitler, L. (1932) Cyanophyceae von Europa Kryptogamen flora Akademiche Verlags gesellschaft. Leipzig.(102) 454-461

Goyal, A., Shiraiwa, Y. and Tolbert, N.E. (1992). Carbon oxysulfide inhibition of the CO_2 – concentrating process of unicellular green algae. Plant physiolgy. (98) 578-583

John, D.M., Whitton, B.W. and Brook, A.J. (2002). The Freshwater Algal Flora of The British Isles - Cambridge University Press 87 201-219.

Kaushik, B.D. (1987). Laboratory methods for blue-green algae. Associated Publishing Company, New Delhi, India87 547-562.

Archive of SID

www.SID.ir

Poza-Carrion, C., Fernandez-Valiente, E., Fernandez Pinas, F. and 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.

Richmon, A. (1986). Handbook of microalagalmass culture. CPR Press.

Smith, G.M. (1950). Freshwater algae of the United States.Mc Graw Hill, Co. pp: 719.

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

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

Valiente, E.F. and 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.

Archive of SID

www.SID.ir