Archive of SID

بررسی تاثیر نور مداوم و دوره های کوتاه تاریکی بر بقا، رشد و وضعیت رنگیزه‌ای جلبک *Scenedesmus* sp از استان گلستان

[*]پروانه هراتی و شادمان شکروی، آرین ساطعی، پانیذ عزیز

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

چکیده

جلبک کلروفیت *Scenedesmus* در بحث بیوتکنولوژی غذایی و کشاورزی نمونه‌ای ارزشمند به نظر می‌رسد. تاکنون در ایران پژوهش خاصی جهت نشان ویژه‌سازی اکوفیزیولوژیک این ریزجلبک انجام نشده است. در این تحقیق قابلیت بقا، رشد و وضعیت رنگیزه‌ای یکی از گونه‌های این جنس که از شالیزارهای استان گلستان جمع‌آوری گردیده، تحت تاثیر نور مداوم و تناوب‌های نوری زیر دو ساعت مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌برداری از خاک‌های استان گلستان (گرگان) درطی یک دوره یک ساله انجام گرفت. پس از تخلیص، نمونه برگزیده شده، در شرایط نوری ۲ میکرومول کوانتا بر متر مربع در ثانیه به صورت مستمر و سپس در دوره های تاریکی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) قرار داده شد. در هر مورد رشد و بقا، و وضعیت رنگیزه‌ای نمونه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نمونه در شرایط نوری مستمر و غیرمستمر بقای خود را حفظ می‌کند .ثابت ویژه رشد در تناوب‌های نوری یک ساعت تاریکی به بالاترین حد خود می‌رسد. فتوپریودهای با ۳۰ دقیقه تاریکی و نور مستمر شرایط نسبتاً مشابهی را پدید آورده و به طور محسوس رشد نمونه را کاهش می‌دهد. چرخه تولید مثلی در۳۰ دقیقه تاریکی و نور مستمر به طور محسوس سرعت می‌گیرد. تولید کلروفیل a در دوره تاریکی ۳۰ دقیقه، کاهش بیشتری نسبت به تناوب‌های بالاتر نوری دارد. میزان کلروفیل aدر نور مستمر و ۶۰ دقیقه از بقیه تیمارها بیشتر بود.

کلمات کلیدی : بقا، جلبک سبز، رشد، سندسموس، شالیزار، گلستان، رنگیزه‌ها

مقدمه

جلبک سبز سندسموس در آب‌های شیرین، خاک و سنگ‌های مرطوب یافت می‌شود (Hindak, 1990). امروزه این ریزجلبک به دلیل توانمندی در ابعاد متفاوت کاربردی، در بیو تکنولوژی کاربردی ریز جلبکها مورد توجه جدی است (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۳). از سندسموس در کشت انبوه به عنوان پروتئین تک سلولی استفاده می‌کنند، زیرا دارای مقادیر قابل توجه مواد پروتئینی است و در نتیجه به عنوان یک منبع پروتئینی تک سلولی برای استفاده غذایی انسان و جانداران در بیوتکنولوژی کاربرد دارد. تعدادی از گونه‌های سندسموس در محیط‌های حاوی مواد معدنی رشد بسیا ر سریعی دارند و به علت دارا بودن مقدار قابل ملاحظه پروتئین (۶۵-۴۵) درصد به صورت انبوه کشت می‌شوند (کیان مهر، ۱۳۸۴).

[*]email:afsaneh-harati@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

گونه *S.obliqus* در حال حاضر از نظر تولید محصول در بین جلبک‌های میکروسکوپی رتبه نخست را داراست به طوری که روزانه ۵۴ گرم بیوماس (زی توده) خشک در هر متر مربع تولید می‌کند.(ریاحی، ۱۳۷۷). علاوه بر حوزه بیوتکنولوژی غذایی، امروزه کاربردهای دیگری نیز برای این ریزجلبک کشف گردیده است. به عنوان مثال، گونه هایی از سندسموس این توانایی را دارند که اورانیوم را در غلظت پایین انباشته کند. اورانیوم اغلب توسط تسهیلات معدنی در محیط آزاد می‌شود حذف اورانیوم از آب مصرفی (هدر رفته) نه فقط برای صنعت هسته‌ای بلکه برای اصلاح‌سازی محیط هم مهم است (Tsezos & Volesky, 1980). فعالیت بیولوژیکی این جلبک نقش مهمی در غیر سمی کردن فلزهای سنگین در سیستم‌های آبی دارد.توده‌های زیستی جلبکی می‌توانند به عنوان جذب کننده‌های زیستی ایمن و موثر برای درمان (از بین بردن) آلودگی فلزات سنگین به کار روند (Bengtsson et al., 1995; Horikoshi et al., 1979).

متاسفانه علیرغم توانمندی خاص گونه‌های سندسموس، تا کنون در استان گلستان، بررسی علمی دقیقی روی ویژگی‌های بیولوژیک این گونه ها اعم از تاکسونومی، فیزیولوژی، اکوفیزیولوژی و غیره صورت نگرفته است (میربهبهانی و همکاران، ۱۳۸۵). به طور بدیهی یکی از مسائلی که در این میان تقریباً به طور کامل ناشناخته می‌باشد، تاثیر نور بر رشد و بقای نمونه‌های بومی خاک‌ها و شالیزارهای استان گلستان است. تناوب‌های نوری که به خصوص در زمین‌های کشاورزی و شالیزارها، می‌توانند به صورت فصلی، ماهیانه و حتی روزانه، سبب تغییر در الگوی رفتاری ریزجلبک‌های خاکزی شوند، رشد این موجودات را کنترل می‌کنند (شکروی، ۱۳۸۶). طبیعی است که در بیوتکنولوژی کاربردی، نمونه‌های مستعد می‌بایست از نظر قدرت سازگاری به تناوب‌های نوری از کارایی برخوردار باشند (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲). سوای این در اکثر بررسی‌های آزمایشگاهی از نور مستقیم استفاده می‌شود و به همین دلیل، نمونه می‌بایست قادر باشد به بکاراندازی سیستم‌های کنترل داخلی، فتوپریود مورد نظر خود را به صورت تنظیم داخلی تعدیل نماید (شکروی، ۱۳۸۷).

تا کنون در بررسی‌های انجام شده در خصوص ریزجلبک‌های خاک‌های استان گلستان، از تناوب‌های نوری بالای ۲ ساعت استفاده گردیده است (شکروی و ساطعی، ۱۳۸۲؛ امیرلطیفی و همکاران، ۱۳۸۵؛ کریمی و همکاران، ۱۳۸۵). مسئله فتوپریودهای تاریکی زیر دو ساعت تا کنون مورد بررسی چندانی قرار نگرفته است. ضمن اینکه در بررسی‌های کریمی و همکاران (۱۳۸۵)، سلطانی و همکاران (۱۳۷۲) از نور دائم استفاده گردیده است. در این بررسی هدف آن است که در راستای فعالیت‌های قبلی، تاثیر دوره‌های تاریکی زیر دو ساعت بر بقا، رشد و وضعیت رنگیزه‌ای ریزجلبک سبز *Scenedesmus* sp. مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

نمونه برداری از خاک‌های استان در طول یک دوره سه ماهه انجام شد، نمونه‌های جمع‌آوری شده، پس از انتقال به آزمایشگاه، از طریق کشت خاک و واکشت‌های متوالی کلنی‌های ایجاد شده و در نهایت واکشت نمونه‌ها مورد بررسی کلی قرار گرفتند و نمونه‌های مورد نظر انتخاب شدند (خاوری‌نژاد و سلطانی،۱۳۸۱). نمونه‌های انتخاب شده، در کشت جامد و مایع وارد شده، از نظر مورفولوژیک و تاکسونومیک مورد بررسی قرار گرفت و شناسایی با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر ریزجلبک‌ها Prescott (۱۹۷۰) و John (۲۰۰۱) انجام گرفت.

نمونه انتخاب شده، در محیط کشت عمومی و محیط‌های اختصاصی وارد شده، پس از گذراندن دوره‌های تثبیت و انطباق پذیری، نمونه تکثیر شده در محیط کشت BG110، Becker (۱۹۹۴) در شرایط نوری ۲ میکرومول کوانتا بر متر مربع بر ثانیه که توسط دو لامپ

www.SID.ir

Archive of SID

فلورسنت ۴۰ وات تأمین می‌شد،دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و pH معادل ۷/۴ قرار گرفت (Kaushik, 1987). بررسی در ارلن‌های با حجم ۲۵۰ میلی لیتر محتوی ۱۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون جلبک انجام شد. کشت ها به مدت یک ساعت هم زده شده،سپس به محیط روشنایی انتقال یافتند. لازم به ذکر است پیش از تلقیح نمونه به مدت ۲۴ ساعت جهت سازگاری وارد محیط کشت مایع شدند. جهت نزدیک بودن به شرایط طبیعی در این مرحله از هرگونه تلقیح دی اکسید کربن و تکانش خودداری گردید (Becker, 1994; Kaushik, 1987). رشد بر اساس کدورت سنجی، با استفاده از اسپکتروفتومتر (OD750) سنجش گردید (Ernest et al., 2005). سنجش کلروفیل پس از استخراج با متانول با روش Jensen (۱۹۷۸) انجام شد. بررسی مورفولوژیک با استفاده از نمونه‌های زنده و نمونه‌های تثبیت شده در مونت گلیسرین انجام گرفتند. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver.11 انجام شد.

نتایج

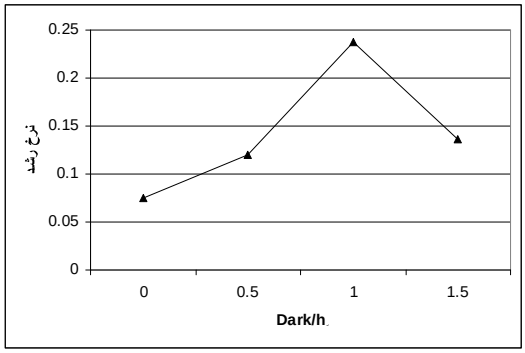
جدول ۱: میزان رشد و زمان مضاعف شدن جلبک سبز سندسموس *Scenedesmus*

(زمان مضاعف شدن: G، ثابت ویژه رشد: K)

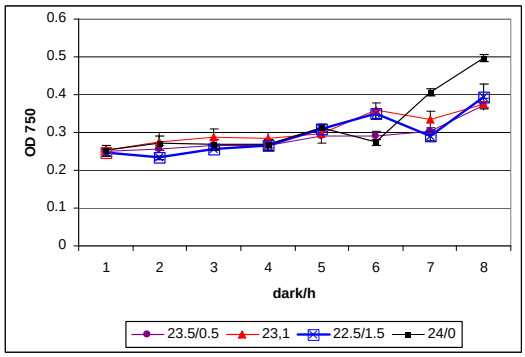
تیمار	G	K
نور مداوم	۹/۳۰۲	۰/۰۷۴۵
۳۰ دقیقه	۱۴/۹۰۳	۰/۰۴۶۵
۶۰ دقیقه	۲/۹۲۴	۰/۲۳۷
۹۰ دقیقه	۵/۰۹۶	۰/۱۳۶

جدول ۲: مقدار کلروفیل a(میلی گرم بر میلی لیتر) در تیمارهای مختلف نوری در روزهای مختلف در جلبک سبز *Scenedesmus*

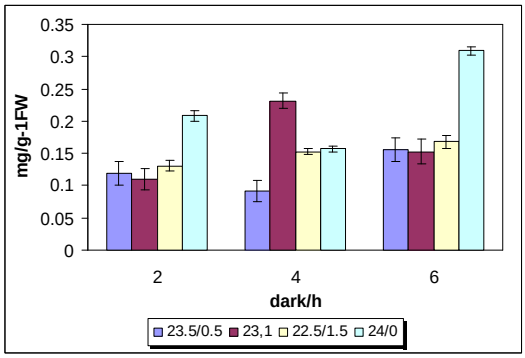
نوع تیمار	مقدارکلروفیل روز دوم *mg. g-1FW*	مقدارکلروفیل روز چهارم *mg. g-1FW*	مقدارکلروفیل روز ششم *mg. g-1FW*
نور مداوم	۰/۰۰۹±۰/۲۰۸	۰/۰۰۴±۰/۱۵۷	۰/۳۰۹±۰/۰۰۷
۳۰دقیقه تاریکی	۰/۱۱۹±۰/۰۱۹	۰/۰۹۲±۰/۰۱۶	۰/۰۱۸±۰/۱۵۶
۶۰دقیقه تاریکی	۰/۰۱۶±۰/۱۱	۰/۲۳۱±۰/۰۱۲	۰/۰۱۹±۰/۱۵۳
۹۰دقیقه تاریکی	۰/۰۰۸۷±۰/۱۳۱	۰/۱۵۳±۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۹۹±۰/۱۶۸



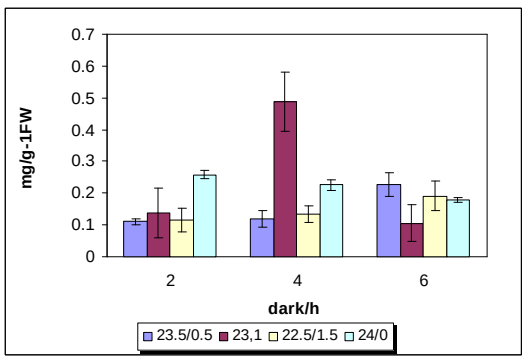
شکل ۱: نرخ رشد ویژه در جلبک سبز سندسموس *Scenedesmus*



شکل ۲: مقایسه منحنی‌های رشد جلبک سبز سندسموس *Scenedesmus* در ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی و نور مداوم در pH ۷



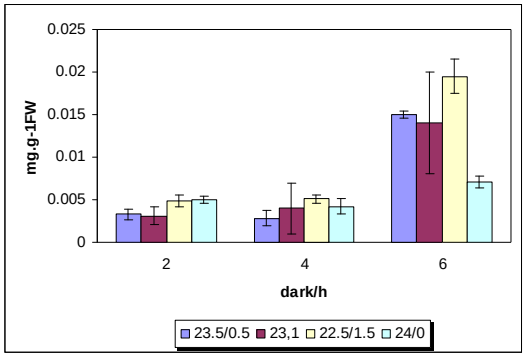
شکل ۳: میزان کلروفیل a در روزهای ۲، ۴ و۶ در جلبک سبز *Scenedesmus* در نور مداوم، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی



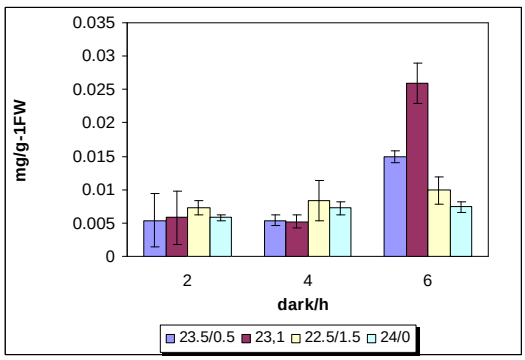
شکل ٤: میزان کلروفیل b در روزهای ۲، ۴ و ۶ در جلبک سبز *Scenedesmus* در نور مداوم، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: میزان کاروتن در روزهای ۲، ۴ و ۶ در جلبک سبز *Scenedesmus* در نور مداوم ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی



شکل ٦: میزان گزانتوفیل در روزهای ۲، ۴ و ۶ در جلبک سبز *Scenedesmus* در نور مداوم، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی

نتایج مربوط به رشد نشان می‌دهد که اعمال یک ساعت تاریکی در شبانه روز سبب افزایش نرخ رشد ویژه در نمونه می‌شود. تناوب‌های ۳۰ دقیقه تاریکی و نور مستمر به طور محسوس رشد نمونه را کاهش می‌دهد (شکل ۱ و جدول ۱). در فتوپریودهای با دوره ۳۰ دقیقه تاریکی و نور مداوم اختلاف میان نرخ رشد ویژه معنی دار نمی‌باشد (ANOVA $p<0.05$). بر خلاف این، زمان تولید مثل به طور معنی‌دار در هنگامی که از دوره‌های نوری با ۳۰ دقیقه تاریکی استفاده می‌شود؛ افزایش نشان می‌دهد (جدول ۱).

دقت در شکل ۲ در شرایط تناوب نوری زیر دو ساعت، ا طلاعات قابل توجهی در مورد رشد و بقا این ریز جلبک در اختیار می‌گذارد. به نظر می‌رسد که اعمال تاریکی به مدت زیر دو ساعت حداقل در روزهای نخست پس از تلقیح، تاثیر معنی‌داری بر رشد نمونه ندارد (ANOVA $P<0.05$). در شرایط نوری زیر دو ساعت تا روز پنجم نرخ رشد و آهنگ رشد در کلیه تیمارهای اعمال شده تقریباً مشابه می‌باشد نکته قابل توجه آن است که در شرایط نوری بدون تاریکی (نور مستمر) از هفته نخست به بعد شاهد افزایش رشد در نمونه هستیم (شکل۲). این امر با بررسی‌های Prit (۱۹۸۶) مطابقت دارد. همچنین Nedbal و همکاران (۱۹۹۶) که بر روی جلبک سبز در چرخه‌های تاریکی ـ روشنایی نشان داده است که روی هم رفته رشد جلبک‌های سبز در شرایط تناوب نوری نسبت به نور دائم بهتر می‌باشد. اما نقطه ایراد پژوهش ایشان عدم تمرکز بر روی سندسموس و دیگر عدم التفات به فتو پریودهای زیر دو ساعت است.

بنابراین نمی‌توان بررسی ایشان را ملاک قضاوت قرار داد. بهر حال در شرایط فتو پریودهای زیر دو ساعت تاریکی، نرخ رشد ویژه برای شرایطی که نمونه در معرض یک ساعت تاریکی قرار گرفته باشد، از سایر شرایط بالاتر است، اما چنانچه ذکر گردید حداقل در روزهای نخست پس از تلقیح اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد (ANOVA $P<0.05$). که این امر با بررسی‌های ساطعی و شکروی (۱۳۸۲) بر روی *Dunaliell* sp در فاز لگاریتمی رشد مطابق است. همچنین با بررسی‌های Shin و همکاران (۱۹۸۷) بر روی جلبک سبز کلرلا که در تناوب‌های نوری و نور مستمر مطالعه کردند و نشان دادند که جلبک با شرایط نوری متناوب سازگاری حاصل می‌کند ولی رشد آن نسبت به نور دائم کم می‌شود مطابقت ندارد.

شکل ۳ میزان سنتز کلروفیل aرا در تناوب‌های نوری زیر دو ساعت تاریکی نشان می‌دهد که میزان کلروفیل a بسته به تناوبهای نوری مختلف،متفاوت می‌باشد. به این مفهوم که در نور مستمر که رشد نمونه زیاد نیست میزان کلروفیل a نسبت به تناوب‌های نوری ۳۰ و۶۰ و۹۰ دقیقه تاریکی بیشتر است.و نیز مشاهده شد که با اعمال تاریکی بر روی این نمونه فقط دوره تاریکی یک ساعت در روز، سبب تحریک سنتز این رنگیزه شده است که اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری با دیگر تیمارهای تاریکی اعمال شده دارد (ANOVA P<0.05) که این امر با یافته‌های Paasche (۲۰۰۰) مطابقت ندارد که بیان کرد غلظت کلروفیل در تناوب نوری بیشتر از نور دائم است و در دوره‌های تاریکی کوتاهتر نیم ساعت تاریکی کمترین میزان کلروفیل a مشاهده می‌شود و از سویی دیگر یافته‌های آماری حاکی از آن است که بین میزان کلروفیل a در ۳۰دقیقه تاریکی اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارهای تاریکی اعمال شده دارد.

به نظر می‌رسد سنتز کلروفیل b متناسب با رشد نمونه تغییر می‌کند. در شکل ۴ دیده می‌شود در ۶۰ دقیقه تاریکی در روز ۴، بیشترین میزان کلروفیل b مشاهده می‌شود که نمونه بهترین نرخ رشد را نیز نشان می‌دهد و در تناوب‌های نوری ۳۰ و۹۰ دقیقه تاریکی میزان کلروفیل b کمتر می‌باشد.در روزهای اولیه میزان کلروفیل a که رنگیزه اصلی است بیشتر است و در واقع نمونه ترجیح داده است که بیشتر وقت خود را صرف تولید رنگیزه اصلی کند در حالی که در روز ۴ میزان تولید کلروفیل b بیشتر می‌شود و زمانی که میزان کافی از رنگیزه کمکی ساخته شد در روزهای آخر تولید هر دو رنگیزه تقریباًبه حد تعادل می‌رسد. شکل ۵ نشان دهنده این است که جلبک سبز سندسموس توانایی تجمع کاروتن‌ها را در تنش تناوب‌های نوری دارد.

Ben-Amotz (۱۹۷۳) نشان داد که نور بر کاروتن‌زایی ضروری است. به نظر می‌رسد تناوب‌های نوری ۳۰ و ۹۰ دقیقه تاریکی که نرخ رشد پائین تری نسبت به یک ساعت تاریکی دارند. تولید کاروتن را تحریک نموده است.و با افزایش رشد میزان کاروتن نیز افزایش می‌یابد و در روزهای ۴ و۶ بین میزان کاروتن در ۳۰ دقیقه تاریکی اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها ی تاریکی اعمال شده دارد (ANOVA P<0.05).

.Po-Fung و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که در تاریکی مقادیر زیادی کاروتنوئیدهای ثانویه تولید و ذخیره شده تنش‌های اکسیداتیو که توسط نور زیاد ایجاد می‌شود، باعث القای بیوسنتز و تجمع کاروتنوئیدها در جلبک‌ها می‌شود. مکانیسم عمل، به این صورت است که فتواکسیداسیون تحت نور شدید می‌تواند موجب ایجاد مولکول‌های اکسیژن فعال شود. آنچه که به طور کلی می‌توان از این سری از آزمایشات نتیجه گرفت این است که بین تولید کاروتنوئیدها و رشد همبستگی وجود دارد و با افزایش رشد بر میزان کاروتن افزوده می‌شود، ولی در نور مستمر بین رشد و کاروتن زایی همبستگی وجود ندارد.

شکل ۶ نشان دهنده میزان گزانتوفیل درتناوب‌های نوری زیر دو ساعت تاریکی در روزهای ۲، ۴ و۶ می‌باشد و بیان کننده آن است که با افزایش رشد بر میزان گزانتوفیل افزوده شده است و در ۶۰ دقیقه تاریکی که بالاترین نرخ رشد مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار گزانتوفیل دیده می‌شود. Demming و همکارانش (۱۹۹۶) نشان دادند نمونه‌های که دارای رنگدانه‌های بیشتری از چرخه گزانتوفیل باشند به دلیل پخش کردن انرژی و حفظ PS2 از آسیب نوری موفق‌تر هستند و اگر از بازدارنده‌های سنتز زآگزانتین مثل DTT و یا لینکومایسین استفاده کنیم، می‌بینیم که تخریب چرخه گزانتوفیل، عملکرد PS2 را مختل کرده و آن را تا ۲۵ درثد در نور شدید و ۱۰ درصد در نور ملایم غیر فعال می‌سازد. در رابطه با اثر تناوب نوری بر مورفولوژی نمونه از لحاظ ظاهری این ریزجلبکها در محیط کشت در ارلن نیز تفاوت‌های محسوس را از خود نشان دادند، به طوری که بارزترین ویژگی در تناوب نوری ۶۰ دقیقه تاریکی بود ریز جلبکها کاملاً تشکیل کلونی داده و به صورت تکه‌های کروی مجزا از یکدیگر در ته ظرف قرار گرفتند، ولی هیچ یک از نمونه ها تمایل به اتصال به جداره ارلن را از خود نشان ندادند.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

بر خلاف آنچه در بحث‌های مربوط به ریزجلبک ها به طور عموم ذکر می‌گردد (شکروی، ۱۳۸۶)، تاریکی کوتاه مدت اثر قابل توجهی بر رشد و زمان تولید مثل گونه‌های خاکزی Scenedesmus در محیط کشت آزمایشگاهی دارد. دقت در جدول ۱ و شکل ۱ این امر را به وضوح تایید می‌نماید. فتوپریودهای زیر ۱ ساعت همانند فتوپریودهای بالای دو ساعت، بر رشد جلبک موثر است و این کمتر در بررسی هایی که تا کنون انجام شده است مورد توجه قرارگرفته است. اختلاف قابل توجه میان دوره‌های تاریکی کوتاه مدت، بخصوص تاریکی به مدت ۶۰ دقیقه، نشان می‌دهد که تاثیر فتوپریودهای کوتاه مدت زیر دو ساعت می‌بایست بر متابولیسم نمونه جدی باشد. اگر مطابق بررسی‌های شکروی و ساطعی (۱۳۸۲)، بپذیریم که ورود در فاز رشد تصاعدی و افزایش نرخ رشد به همراه کوتاه شدن زمان تولید مثل ناشی از برون ریزش ترکیبات دیواره ساز می‌باشد. همچنین رجوع شود به Stal (۱۹۹۵) تاریکی کوتاه مدت بر این روند تاثیر اساسی دارد.

در تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه، شاهد افزایش زمان تولید مثل و کاهش نرخ رشد به طور معنی‌دار هستیم. کاهش حتی ۳۰ دقیقه‌ای دوره تاریکی تاثیر جدی بر رفتارهای رشدی نمونه می‌گذارد. بنابراین می‌توان گفت که جلبک مذکور، در دوره‌های تاریکی کوتاه مدت نسب به نور، حساسیت قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. این امر می‌تواند ناشی از ویژگی‌های ذاتی نمونه باشد که حاصل سازگاری دراز مدت با محیط طبیعی خود است.

تصور نمی‌شود تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه چندان تاثیری بر ذخایر قندی و دیگر متابولیت‌های اولیه نمونه گذاشته باشد و از این نظر سبب بروز نوعی تنش خاص شود که به کاهش رشد بینجامد. با اینحال این احتمال را به دلیل رفتارهای متغیر نمونه نمی‌توان از نظر دور داشت (شکروی و همکاران، ۱۳۷۹).

نتیجه‌گیری نهایی

بهرحال آنچه از بررسی‌های نرخ رشد و زمان تولید مثل به عنوان یک اصل کلی قابل برداشت است این است که تاریکی به مدت ۱ ساعت سبب افزایش قابل توجه نرخ رشد گردیده، در بررسی‌های آزمایشگاهی بعدی جهت بهینه سازی رشد می‌توان به این نکته توجه داشت. استفاده از نور مستقیم در مقایسه با تاریکی کوتاه مدت، سبب کاهش معنی‌دار نرخ رشد و افزایش زمان تولید مثل می‌گردد. در یک نتیجه گیری کلی، تناوب نوری با یک ساعت تاریکی بهترین اثر را بر رشد نمونه مورد مطالعه در شرایط این پژوهش داشته است.

سپاسگزاری

نگارندگان وظیفه خود می‌دانند، از کلیه افرادی که در طول انجام این پژوهش، کمال همکاری را داشته‌اند، صمیمانه سپاسگزاری نمایند. سپاسگزاری خاص از سرکار خانم کیائی (مسئول آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان) به ویژه ضروری است.

منابع

امیر لطیفی، فریبا.، شکروی، شادمان.، و علمایی، (۱۳۸۵) بررسی بقا و رشد سیانو باکتری در شرایط متفاوت نور و اسیدیته، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

خاوری‌نژاد و همکاران (۱۳۸۱) مجله علوم پایه دوره دکترای دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۴۱ بهار.

ریاحی، حسین. (۱۳۷۷) جلبک شناسی. دانشگاه الزهرا.تهران.

سلطانی، ندا. (۱۳۷۲) تاثیر شدتهای مختلف نور سفید بر رشد و فتوسنتز جلبک سبز سندسموس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.

شکروی، شادمان. (۱۳۷۹) تعیین پتانسیل استفاده از سیانوباکتری ها (جلبک‌های سبز- آبی) با تاکید بر *Nostoc sp.* به عنوان کود بیولوژیک در مزارع برنج

www.SID.ir

Archive of SID

– نگرش اکوفیزیولوژیک. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

شکروی، شادمان، و ساطعی، آرین. (۱۳۸۲) بررسی پتانسیل سیانو باکتری به منظور تلقیح در شالیزار، گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد گرگان.

شکروی، شادمان، (۱۳۸٦) سیانوباکتریولوژی. دانشگاه آزاد اسلامی.

کریمی، ام البنین (۱۳۸۵) اثر شدت و تناوب‌های نوری بر رشد،مورفولوژی و محتوای رنگیزه‌های فتو سنتزی کلرلا ولگاریس (Chlorella Vulgaris). پایان نامه کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان.

کیان مهر، هرمزیار (۱۳۸٤) طرح تحقیقاتی جلبک‌های آب شیرین مشهد و حومه. دانشگاه فردوسی مشهد

میربهبهانی، سید.جواد.، ساطعی، آرین.، و شکروی، شادمان. (۱۳۸۵). بررسی تاثیر ترکیبات متفاوت نیتروژن بر اکوفیزیولوژی جلبک سبز سندسموس پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

Becker, E. W. (1994) Microalgae: biotechnology and microbiology. Cambridge University Press.

BenAmotz, A., and Avron, M. (1973) The rode of glycerol in the osmotic regulation of the halophilic alga *Dunaliella parva*.plant physiol, 51: 875-878.

Bengtsson, L., Johansson, B., Hackett, T.J., Mchale, L., and Mchale, A.P. (1995) Studies on the biosorption of uranium by *Talaromyces emersoniCBS* 814.70 biomass. Appl. Microbiol. Biotechnol. 42: 807–811.

Demmig-Adams, B., Gilmore, A.M., AdamsII, W.W. (1996) In vivo function of carotenoids in higher plants.The FASEB journal 10, 403-412

Ernest, A., Deicher, M., Herman, P.M.J., and Wollenzien, U.I.A. (2005) Nitrate and phosphate affect cultivability of cyanobacteria from environments with low nutrient levels, Applied and Environmental Microbiology, VOL. 71, No.6, PP: 181-189

Hindak, P. (1990) Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). V., House of the Slovak Academy of science The British Isles - Cambridge University Press

Horikoshi, T., Nakajima, A., and Sakaguchi, T. (1979) Uptake of uranium by *Chlorella regularis*. Agric. Biol. Chem. 43: 617–623.

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., and Brook, A.J. (2001) The Freshwater Algal Flora of light. *J. Appl. Phycol* 8, pp. 325-333

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

Nedbal, L., Tichy, V., Xiong, F. and Grobbelaar, J.U. (1996) Microscopic. green algae and cyanobacteria in high-frequency intermittent light. *J. Appl. Physiol* 8, pp.325-333

Paasche, E. (2000) Mrine plankton algae grown with light-dark cycles.

Po-Fung, I.P. and Chen, F. (2005) Production of astaxanthin by the green

Prescott, G.W. (1970) The Algae:A Review.Thomson Nelson and Sons,Londo

Prit, S.J. (1986) The thermodynamic efficiency (quautum demand) and dynamics of photosynthetic growth. *New phytol*.102, pp. 3-37

Shin, C.N., Rhee, G.Y. and Chen, J. (1987) Phosphate requirement,photosynthesis and diel cell cycle of *Scenedesmus obliquus* under fluctuating Light. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44, pp. 1753-1758.

Soltani, N., Khavari-Nejad, R., Tabatabaie, M., Shokravi, SH., Valiente, E.F. (2005) Variation of Nitrogenase Activity, photosynthesis and pigmentation of cyanobacterium *Fischerella ambigua* strain FS18 under different irradiance and pH. World Journal of Microbiology and Biotechnology. In Press.

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

Tsezos, M., and Volesky, B. (1980) Biosorption of uranium an thorium. Bbiotechnol. Bioengng 23:583-604

www.SID.ir

Journal on Plant Science Researches, Serial 15, Fourth year, Number 3, Automn 2009
Archive of SID

The effect of continuous illumination and short dark durations on growth and pigment composition of green algae Scenedesmus sp. From Golestan Province - Iran

Harati, P., Shokravi, Sh., Sateei, A., Azizi, P.
Dep. of biology, Islamic Azad Univ., Gorgan Branch, Gorgan, Iran

Abstracts

Chlorophytean alga *Scenedesmus*, seems a potent strain considering both agricultural and nutriotional biotechnology. Unfortunately we have no report about this micrroalga at Golestan Province. Each economic program using this microalgae in applied purposes, need exact biological characterization including ecophysioligical researches. Considering these purposes, viability, growth, and pigment composition of one of the species of this genus collected from paddy-field of Golestan Province have been studied under continuous and below two hours light dark photoperiods. Collection have been done from paddy fields of Golestan Province at one year duration. After isolation, *Scenedesmus* sp. Has been incubated under 2 umolquanta m^{-2} s^{-1}, both continuous at then with dark durations (30, 60 and 90 minutes). Viability, growth and pigment composition have been studied at the species. Results showed that, the species remain variable at continuous and non continuous illumination conditions as a whole. The growth specific rate reach to the highest rate at one hours dark condition. 30 minutes dark photoperiods and continuous dark cause almost similar conditions and decrease the growth rate sharply. Reproductive cycle accelerate significantly at 30 minutes photoperiods and continuous illumination. Chlorophyll a production rate decrease at 30 minutes dark photoperiods comparing highest light durations. The amount of Chlorophyll a was highest at continuous light and 60 minutes photoperiods.

Key words: Golestan, Green algae, Growth, Paddy-field, Scenedesmus, Viability, Pigment

www.SID.ir