نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۹۸ / صفحات: ٥٦-٤٩

تولید انبوه ریزجلبک اسپیرولینا *Spirulina Platensis* به‌منظور استفاده در غذای میگو

*قاسم غریبی[1]، اشکان اژدهاکش[1]، عقیل دشتیان‌نسب[1]، وحید یگانه[1] و علی قوام‌پور[1]

[1]پژوهشکده میگوی کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۲۰

چکیده

جلبک‌ها در صنایع آبزی‌پروری جهت پرورش همه مراحل لاروی سخت‌پوستان و سایر آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسپیرولینا به‌عنوان یک غذای تندرستی برای انسان‌ها معروف شده و به‌صورت پودر و پلت در دسترس است. از ویژگی‌های تغذیه‌ای اسپیرولینا می‌توان به وجود رنگدانه کلروفیل و ترکیبات آنتی‌اکسیدان اشاره کرد. این پژوهش به‌منظور مقایسه محیط‌های مختلف پرورش و تأثیر آن در رشد ریزجلبک در فصل گرم و سرد سال با شوری‌های مختلف ۳۰، ۳۵ و ٤٠ قسمت در هزار انجام شد، همچنین یک آزمایش با یک شاهد (آب دریا) و سه تیمار (تیمار اول محیط کشت TMRL، تیمار دوم کود شیمیایی ۰/۱ PPM، بی‌کربنات به‌میزان ۲/۵ PPM و شیرابه غذای میگو به‌میزان ۱۰۰ PPM و تیمار سوم شامل کود شیمیایی ۰/۱ PPM و غذای میگو به‌میزان ۱۰۰ PPM محیط کشت ریزجلبک) در تانک‌های ٤ مترمکعبی مورد آزمایش قرار گرفت. میانگین دما در فصل گرم بین ۳۳ تا ۳٤ و در فصل سرد نیز ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد بوده است. تولید بیومس تر ریزجلبک اسپیرولینا در فصل گرم از ۰/۱۰ تا ۰/۳۰ و بیومس خشک از ۰/۰۱۰ تا ۰/۰۳۰ گرم در لیتر همچنین این ارقام در فصل سرد به‌ترتیب از ۰/۱۰ تا ۰/۳۳ و بیومس خشک از ۰/۰۱۰ تا ۰/۰۳۳ گرم در لیتر محاسبه گردیده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان تولید توده خشک ریزجلبک اسپیرولینا در یک تن آب ۲۵ تا ۳۰ گرم محاسبه شد. میزان پروتئین پودر ریزجلبک اسپیرولینا در این پژوهش از ۵۰ تا ۷۲ درصد محاسبه گردید.

واژه‌های کلیدی: ریزجلبک اسپیرولینا، محیط کشت کانوی، *Spirulinaplatensis*، TMRL

مقدمه

امروزه از بیومس ریزجلبک‌ها در ساخت سوخت‌های زیستی (بیودیزل، بیواتانول، بیوگاز، بیوهیدروژن)، غذای ماهی، غذای حیوانات، مکمل غذای انسان (ویتامین A، B، C و E) استفاده می‌گردد و در همچنین مراقبت‌های پوستی کاربرد دارد (Al Hattab و همکاران، ۲۰۱۵).

اسپیرولینا در حقیقت نام مشترکی است که دانشمندان به یک سیانو باکتر به‌نام *Arthrospira platensis* می‌دهند (Jourdan، ۲۰۰۱). در قرن ١٦ میلادی زمانی که اسپانیایی‌ها به کشور مکزیک رسیدند به این نکته پی بردند که قوم ازتک از یک غذای جدید به‌نام اسپیرولینا که از دریاچه برداشت می‌شود استفاده می‌کنند (Sasson، ۱۹۹۷).

ریزجلبک اسپیرولینا به‌عنوان یک غذای سنتی به‌نام Dihe توسط دانشمندان اروپای در کشور چاد شناسایی گردید (Ahsan و همکاران، ۲۰۰۸). در سال

* نویسنده مسئول: pgfrcgharibi@gmail.com

۱۹٤۰ جلبک‌شناسان فرانسوی نیز به مصرف این ریزجلبک در دریاچه چاد پی بردند (Dangeard، ۱۹٤۰) و پژوهش‌هایی را در این مورد آغاز نمودند. از قرن هشتم میلادی جلبک‌ها در غذاهای خانگی ژاپنی استفاده می‌شوند دو دانشمند در معرفی کاربردهای جلبک در دنیای غرب نقش به‌سزایی داشتند، دکتر کریستوفر هیلز انگلیسی و دکتر هیروشی ناکامورای ژاپنی با نگارش کتاب‌هایی تحت عنوان غذایی از خورشید (۱۹۷۸) و اسپیرولینا غذایی برای دنیای گرسنه (۱۹۸۲) آغاز پژوهش‌ها بر روی این موجودات آبزی را رقم زدند.

اسپیرولینا غذای زمین، اسپیرولینا تولید و پتانسیل و فیزیولوژی و بیوتکنولوژی اسپیرولینا کتابه‌های دیگری است به‌ترتیب توسط Henrikson (۱۹۹٤)، Ripley (۱۹۹٦) و Vonshak (۱۹۹٤) که در این مورد به چاپ رسیده‌اند (Jourdan، ۲۰۰۱).

بر طبق گزارش‌های براون و همکاران (۱۹۹۷) پژوهش نموده‌اند ترکیب ریزجلبک‌ها شامل پروتئین ۱۵ تا ۵۲، چربی ۵ تا ۲۰ و کربوهیدرات ۵ تا ۱۲ درصد می‌باشد. طبق گزارش MALA و همکاران (۲۰۱۰) میزان کارتنویید اسپیرولینا ۱۳۵ میکروگرم در لیتر می‌باشد این در حالیست که میزان کلروفیل آن فقط ۵ میکروگرم می‌باشد. جلبک‌ها در صنایع آبزی‌پروری جهت پرورش همه مراحل لاروی نرم‌تنان، شکم‌پایان، میگو، ماهی و زئوپلانکتون‌ها استفاده می‌شوند (امینی‌خواه و همکاران، ۱۳۸۹). اسپیرولینا به‌عنوان غذای مکمل (۳ درصد) و رنگدانه در پایان دوره پرورش میگوی ببری سیاه مورد استفاده قرار گرفته است (Liao و همکاران، ۱۹۹۳).

اسپیرولینا به‌عنوان یک غذای تندرستی برای انسان‌ها معروف شده و به‌صورت پودر و پلت در دسترس است و همچنین به‌صورت افزودنی در غذای حیوانات و یا غذاهای پرک برای ماهیان آکواریومی به‌کار می‌رود و به‌عنوان جیره مکمل نیز استفاده می‌شود.

ترکیبات شیمیایی جلبک اسپیرولینا نشان می‌دهد که شامل موادی مانند پرووِیتامین‌ها، مواد معدنی، پروتئین، چربی‌های غیراشباع مانند اسید گاما لینولیک می‌باشد و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آن مورد توجه قرار گرفته است. غنی از پروتئین، بتا کاروتن و دارای ۸ اسید آمینه ضروری با نسبت مناسب است. اسپیرولینا حاوی ۱۰ نوع ویتامین، اسید فولیک و حاوی هشت نوع ماده معدنی مانند روی، منیزیوم، آهن، فسفر و کلسیم است. مقایسه میزان ویتامین‌های گروه B، بتاکاروتن، اسید آمینه، کلسیم، آهن با دیگر مواد غذایی باعث گردیده که ارزش غذایی این ریزجلبک بیش‌تر مشخص گردد (غریبی، ۱۳۹۵). در کشورهای اروپایی برای بهبود رژیم غذایی قرص‌های اسپیرولینا به‌صورت روزانه مصرف می‌شود. طی قرن‌ها مردم ریزجلبک اسپیرولینا را از دریاچه Chad واقع در قاره افریقا و دریاچه Texcoco جهت مصرف خوراکی استفاده می‌کردند. ریزجلبک‌ها در بازماندگی مراحل لاروی میگو در طبیعت و مراکز تکثیر نقش مهمی دارند (Stottrup و McEvoy، ۲۰۰۳). ریزجلبک‌ها طی مراحل رشد خود پنج مرحله را طی می‌کنند که عبارتند از مرحله کند یا القاء، مرحله رشد تصاعدی، مرحله کاهش سرعت رشد، مرحله ایستایی یا سکون و مرحله مرگ یا سقوط می‌باشد. مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در تولید جلبک شامل کمیت و کیفیت غذایی، نور، pH، گل‌آلودگی، شوری و دما هستند (لاونس و سرجولوس، ۱۹۹٦). بهترین دامنه دما ۱۸ تا ۲٤ درجه سانتی‌گراد، شوری ۲۰ تا ۲۵ گرم در لیتر، شدت نور ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ لوکس، دوره نوری ۱٦ تا ۲٤ (روشنایی، تاریکی ساعت) و pH نیز ۸/۲ تا ۸/۷ گزارش شده است (اقتباس از آنونیموس، ۱۹۹۱). هوادهی در محیط آزمایشگاه به‌وسیله پمپ هوا و در

سیستم بیرونی یا کشت انبوه به‌وسیله کمپرسور هوا انجام شد. ریزجلبک اسپیرولینا با محیط‌های مختلف کشت جلبک توسط Baharat و همکاران (۲۰۱۱) در کشور هند پرورش داده شد. در یک پژوهش میدانی در کشور عمان اسپیرولینا در شوری‌های مختلف با یک محیط کشت مورد بررسی قرار گرفت (Hadif و همکاران، ۲۰۱۵). قائنی و همکاران (۱۳۸۹) بررسی اثر پودر جلبک اسپیرولینا را بر رشد و بازماندگی مراحل لاروی میگوی ببری سبز با سه نوع جیره غذایی مورد بررسی قرار دادند.

مواد و روش‌ها

پس از ضدعفونی و خشک نمودن ظروف آزمایشگاهی کشت اولیه جلبک اسپیرولینا در آزمایشگاه با استفاده ازمحیط کشت کانوی و در ظروف ۵۰۰ میلی‌لیتری و ۵ لیتری در شوری ۲۵ قسمت در هزار انجام گرفت. روش کلی کار براساس کشت مرحله‌ای و مراحل کشت نیز از ۵۰۰ میلی‌لیتری به ۵ لیتری و به‌ترتیب به ۳۰۰ و ٤۰۰۰ لیتری انتقال داده شدند (اژدهاکش‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

در این پژوهش از محیط کشت کانوی (پنج محلول مواد مغذی ماکرو و میکرو) برای کشت آزمایشگاهی (بدون محلول سیلیکات) و برای کشت بیرونی از محیط کشت TMRL استفاده شد (کامران حسینی، ۱۳۷۷). ضدعفونی آب با هیپوکلریت سدیم با غلظت ۲۰ قسمت در میلیون انجام شد. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب درجه حرات و pH محیط رشد جلبک روزانه اندازه‌گیری شد.

جهت مقایسه محیط‌های مختلف پرورش و تأثیر آن در رشد جلبک اسپیرولینا یک آزمایش با سه تیمار و یک شاهد اجرا گردید. تیمار شاهد (آب دریا)، تیمار اول محیط کشت آزمایشگاهی TMRL، تیمار دوم کود شیمیایی(اوره) ۰/۱ قسمت در میلیون (PPM)، بی‌کربنات سدیم $NaHCO_3$ به‌میزان ۲/۵ قسمت در میلیون (PPM) و شیرابه غذای میگو به‌میزان ۱۰۰ گرم در هر تن و تیمار سوم شامل کود شیمیایی ۰/۱ قسمت در میلیون (PPM) و شیرابه غذای میگو به‌میزان ۱۰۰ گرم در هر تن محیط کشت ریزجلبک بود.

این پژوهش در شرایط مختلف دمایی فصل گرم (ماه‌های تیر و مرداد و شهریور) و فصل سرد ماه‌های (مهر، آبان و آذر) با شوری‌های مختلف ۳۰، ۳۵ و ٤۰ قسمت در هزار انجام گرفت. بعد از رسیدن به مرحله تراکم مناسب برداشت به سه روش (ثقلی، جریان هوا و روش ته‌نشینی) انجام گرفت (Manginder و همکاران، ۲۰۱٤). روش ثقلی ساده‌ترین راه برداشت و با تور پلانکتونی با سایز ۵۰ و ۱۰۰ میکرون می‌باشد (غریبی، ۱۳۹۵). برداشت به روش جریان هوا با استفاده از یک لوله پلی‌اتیلن ۲ اینچ از کف با استفاده از یک جریان هوا که از داخل لوله عبور داده شد ریزجلبک به بالا هدایت و در انتهای لوله نیز دو کیسه پلانکتونی با سایز ۲۰ تا ۵۰ میکرون بسته شد.

برداشت به روش ته‌نشینی با استفاده از سود (NaOH) به‌میزان ۱۵۰ قسمت در میلیون (PPM) به ظرف کشت ریزجلبک اضافه می‌گردد و به‌مدت ۱۵ دقیقه جریان چرخشی آب ایجاد می‌گردد و پس از آن به‌مدت ٤ ساعت نگه‌داری تا ریزجلبک ته‌نشین گردد. پس از ته‌نشینی، آب زلال قسمت بالای تانک پرورشی خارج می‌گردد و سپس ریزجلبک ته‌نشین شده به‌وسیله تور برداشت می‌گردد. خشک کردن خمیر جلبک (ریزجلبک فیلتر شده) به‌صورت قرار گرفتن بر روی یک سطح صاف و محل آفتابی انجام شد (تمجیدی و همکاران، ۱۳۸۱). میزان تولید بیومس تر و خشک در شرایط مختلف کشت در نمودارهای ۱ تا ۲ مشاهده می‌گردد. میزان پروتئین پودر خشک ریزجلبک اسپیرولینا در این پژوهش از ۵۰ تا ۷۲

درصد (وزن خشک) محاسبه گردید. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در پرورش ریزجلبک اسپیرولینا در فصل گرم دمای آب بین ۳۲ تا ۳٤ درجه سانتی‌گراد و pH نیز از ۸/۳ تا ۹ متغیر بود. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در پرورش ریزجلبک اسپیرولینا در فصل سرد دمای آب بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و pH نیز از ۸/۳ تا ۹/۱ متغیر بود.

نتایج

جدول ۱- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در شرایط مختلف پرورش ریزجلبک اسپیرولینا در فصل گرم

حجم کار	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	شوری (قسمت در هزار)	pH
آزمایشگاهی	۲۵	۲۵	۸/۳ ± ۰/۳۲
۵ لیتری	۲۵	۲۵	۸/۸ ± ۰/۷۲
۳۰۰ لیتری	۳۳تا ۳٤	۳۰	۸/۷ ± ۰/۵۸
٤ تنی	۳۳تا ۳٤	۳۰	۸/۹ ± ۰/٤۵
٤ تنی	۳۳تا ۳٤	۳۵	۸/۸ ± ۰/۳
٤ تنی	۳۳تا ۳٤	٤۰	۹ ± ۰/۳

جدول ۲- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در شرایط مختلف پرورش ریزجلبک اسپیرولینا (فصل سرد)

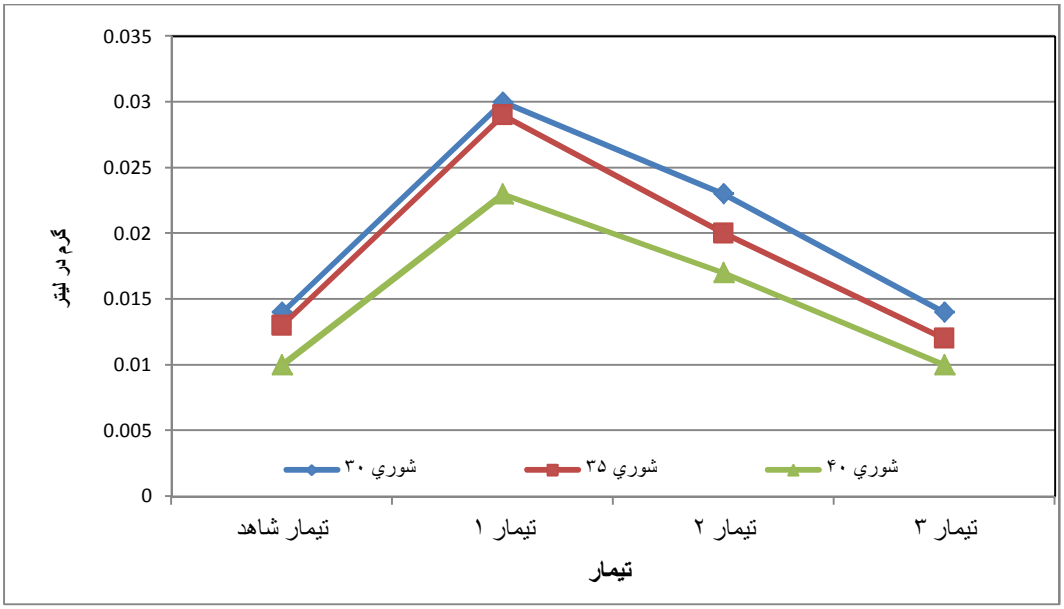
حجم کار	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	شوری (قسمت در هزار)	pH
آزمایشگاهی	۲۵	۲۵	۸/۳ ± ۰/۳۲
۵ لیتری	۲۵	۲۵	۸/۷ ± ۰/۷۲
۳۰۰ لیتری	۲۰ تا ۲۲	۳۰	۸/۸ ± ۰/۵۸
٤ تنی	۲۰ تا ۲۲	۳۰	۸/۸ ± ۰/٤۵
٤ تنی	۲۰ تا ۲۲	۳۵	۸/۹ ± ۰/۳
٤ تنی	۲۰ تا ۲۲	٤۰	۹/۱ ± ۰/٤

جدول ۳- فاکتورهای تولید در شرایط مختلف پرورش ریزجلبک اسپیرولینا (فصل گرم)

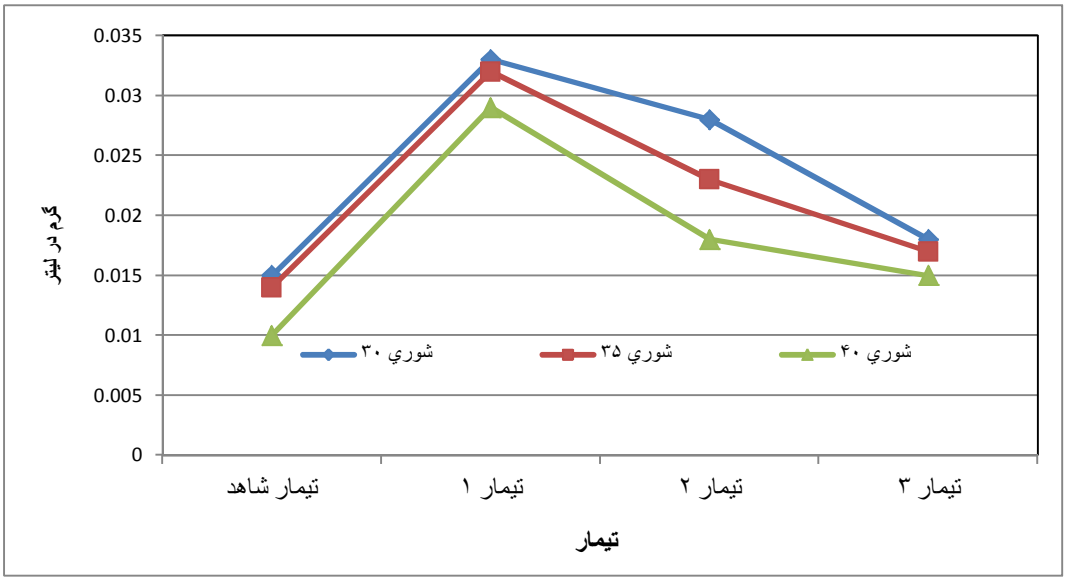
تیمار	بیومس تر g/l			بیومس خشک g/l		
	شوری ۳۰	شوری ۳۵	شوری ٤۰	شوری ۳۰	شوری ۳۵	شوری ٤۰
تیمار شاهد	۰/۱٤	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۱٤	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰
تیمار ۱	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۰۳۰	۰/۰۲۹	۰/۰۲۳
تیمار ۲	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷
تیمار ۳	۰/۱۵	۰/۱٤	۰/۱۰	۰/۰۱٤	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰

جدول ٤- فاکتورهای تولید در شرایط مختلف پرورش ریزجلبک اسپیرولینا (فصل سرد)

تیمار	بیومس تر g/l			بیومس خشک g/l		
	شوری ۳۰	شوری ۳۵	شوری ٤۰	شوری ۳۰	شوری ۳۵	شوری ٤۰
شاهد	۰/۱۵	۰/۱٤	۰/۱۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱٤	۰/۰۱۰
تیمار ۱	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹
تیمار ۲	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸
تیمار ۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵



شکل ۱- میزان تولید بیومس خشک در ریزجلبک اسپیرولینا در فصل گرم



شکل ۲- میزان تولید بیومس خشک در ریزجلبک اسپیرولینا در فصل سرد

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مراحل و شرایط مختلف پرورش ریزجلبک اسپیرولینا در فصول مختلف سال میزان توده زنده در فصل گرم بیش‌ترین میزان بیومس تر به‌میزان ۰/۳۰، ۰/۲۹ و ۰/۲۸ گرم در لیتر به‌ترتیب در شوری ۳۰، ۳۵ و ٤۰ در تیمار ۱ (محیط کشت آزمایشگاهی) بود. کم‌ترین میزان تولید نیز در تیمار شاهد ۰/۱٤، ۰/۱۳ و ۰/۱۰ گرم در لیتر به‌ترتیب در شوری ۳۰، ۳۵ و ٤۰ محاسبه گردید. بیش‌ترین میزان بیومس خشک به‌میزان ۰/۰۳۰، ۰/۰۲۹ و ۰/۰۲۳ گرم در لیتر به‌ترتیب در شوری ۳۰، ۳۵ و ٤۰ در تیمار ۱ (محیط کشت آزمایشگاهی) بود. کم‌ترین میزان تولید نیز در تیمار شاهد ۰/۰۱٤، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۱۰ گرم در لیتر به‌ترتیب در شوری ۳۰، ۳۵ و ٤۰ محاسبه گردید.

مقایسه بیومس خشک در تیمارهای مختلف مورد آزمایش شده نیز نشان می‌دهد که در فصل سرد در تیمار ۱ بیش‌ترین تولید بیومس خشک ۰/۰۳۳ گرم در لیتر با شوری ۳۰ قسمت در هزار، در تیمار ۲ نیز که از کود صنعتی نیتراته، بی‌کربنات و شیرابه غذای میگو جهت کاهش هزینه‌های محیط کشت استفاده گردید بیش‌ترین توده زنده تر و خشک تولید شده به‌ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۰۲۸ گرم در لیتر در شوری ۳۰ قسمت در هزار بود. لازم به ذکر است که افزایش دمای آب پرورش بر میزان تولید بیومس تر و خشک اثر کاهشی دارد.

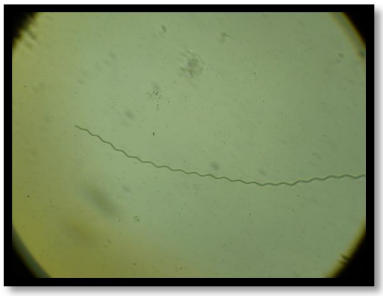
میزان تولید بیومس خشک شده از میزان بیومس تر نیز ۸ تا ۱۰ درصد برآورد می‌گردد. در فصل گرم به‌دلیل تأثیر منفی افزایش دما در محیط پرورش برداشت ریزجلبک اسپیرولینا با مشکلات بیش‌تری همراه بود. یکی دیگر از مشکلات برداشت ریزجلبک اسپیرولینا زمانی است که طول دوره پرورش طولانی گردد همین امر باعث می‌گردد که سلول‌ها چسبندگی خاصی پیدا کنند و براشت آن‌ها با مشکل مواجه می‌گردد (Jourdan، ۲۰۰۱).

در طول دوره پرورش در فصل سرد سال که دمای آب به ۲۰ تا ۲۲ درجه رسیده بود با یک پوشش ساده پلاستیکی دما به ۲۵ تا ۲٦ درجه نیز افزایش داده شد. بیش‌ترین تولید توده خشک (۰/۰۳۳ گرم در لیتر) در این فصل تولید گردید. برداشت ریزجلبک اسپیرولینا در فصل سرد سال بهتر صورت گرفت.

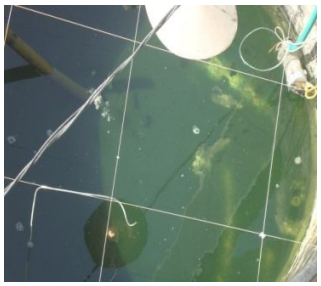
از روش‌های برداشت نیز روش ته‌نشینی بهترین نتیجه را به همراه داشت زیرا در این روش بیش از ۸۰ درصد آب در محیط پرورش ریزجلبک اسپیرولینا به بیرون فرستاده شده و بعد از آن با استفاده از روش ثقلی برداشت گردید که باعث گردید میزان کم‌تری ریزجلبک اسپیرولینا از توری برداشت خارج گردد. اما در شرایطی که سیستم برداشت پیوسته مورد نظر قرار گیرد روش برداشت از سطح با استفاده از توری از نظر اقتصادی بهتر می‌باشد. زیرا در این روش حتی آب محیط پرورشی نیاز دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد و باعث صرفه‌جویی اقتصادی خواهد شد و سلول‌های خارج شده دوباره در محیط کشت به چرخش در می‌آیند.

در مجموع بر اساس پژوهش انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که تولید ریزجلبک اسپیرولینا در منطقه بوشهر در تمام فصول سال امکان‌پذیر است و استوک موجود قابلیت رشد و انبوه شدن در دماهای پایین را دارا می‌باشد. گونه مورد استفاده نسبت به شوری مقاومت خوبی نداشته به‌طوری‌که در شورهای بالاتر از ۳۰ قسمت در هزار میزان تولید آن کاهش می‌یابد، پیشنهاد می‌گردد برای تولید انبوه در شوری‌های بالاتر به‌دلیل کمبود آب شیرین گونه‌های مقاوم به شوری مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده میزان تولید توده خشک ریزجلبک اسپیرولینا در یک تن آب ۲۵ تا ۳۰ گرم می‌باشد. که برای تولید یک کیلو پودر باید ۳۳ تا ٤۰ مترمکعب آب را به کشت اختصاص داد. میزان پروتئین پودر ریزجلبک اسپیرولینا در این پژوهش از ۵۰ تا ۷۲ درصد محاسبه گردید که با توجه به پژوهش‌های انجام شده در کشورهای فرانسه، مالزی، تایلند و بنگلادش همچنین منابع مختلف از ۵۵ تا ۷۰ درصد گزارش شده است (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Mehsan و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۳- جلبک اسپیرولینا شکل ٤- کشت جلبک اسپیرولینا در آزمایشگاه شکل ۵- برداشت جلبک اسپیرولینا از تانک به روش ثقلی



شکل ٦- برداشت جلبک اسپیرولینا به روش جریان هوا شکل ۷- برداشت جلبک اسپیرولینا به روش ته‌نشینی شکل ۸- برداشت جلبک اسپیرولینا

منابع

اژدهاکش‌پور، ا.، و همکاران، ۱۳۹۰. تغلیظ کشت‌های متراکم جلبکی به‌منظور تهیه خمیر جلبک. نخستین همایش ملی جلبک‌شناسی. دانشگاه شهید بهشتی. تهران. ۱۳۹۰

امینی‌خویی، ز.، و همکاران، ۱۳۸۹. اثر شدت و دوره‌های نوری بر رشد و زیتوده میکروجلبک *Chlorella vulgaris*. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ۱۱-۱۵.

قائنی، م.، و همکاران، ۱۳۸۹. بررسی اثر پودر اسپیرولینای خالص بر رشد و بازماندگی مرحله لاروی میگوی ببری سبز در مقایسه با سه نوع جیره غذایی متداول. مجله بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، سال دوم شماره اول.

کامران حسینی، م.ر.، ۱۳۷۷. تولید و کشت جلبک‌های دریایی. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان.

غریبی، ق.، و همکاران، ۱۳۹۵. استفاده از فیتوپلانکتون در تغذیه مراحل لاروی میگوی سفید غربی (*L. vannamei*). مجله علمی پژوهشی میگو سخت‌پوستان، شماره ۲.

تمجیدی، ب.، و همکاران، ۱۳۸۱. استفاده از جلبک سبز تتراسلمیس سوسیکا در پیشگیری از رشد باکتری بیماری‌زای

گونه ویبریوهاروی هاروی در شرایط آزمایشگاه مرکز تحقیقات آبزی‌پروری جنوب کشور. ۳۲ صفحه.

Ahsan, M., Habib, B., and Parvin, M., 2008. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish.fao.

Dangeard, P., 1940. Sur une algue bleue alimentaire pour l'homme: Arthrospira platensis (Nordstedt)Gomont. Actes Soc. Linn. Boreaux Extr. Procés-verbaux, 91, 39-41.

Hafidh, A.M., Mohamed, A.N., Jackson, A., Hishamuddin, O., and Ahmad, I., 2015. Different salinity effects on the mass cultivation of Spirulina (Arthrospira platensis) under sheltered outdoor conditions in Oman and Malaysia. J. Algal Biomass Utln. 6 (1), 1-14.

Jourdan, P., 2001. Manual of small scale Spirulina culture, Antenna Technologies. 15p.

Liao, W.L., Borhan, N.E., S.A., Okada, S., Matsui, T., and Yamaguchi, K., 1993. Pigmentation of cultured black tiger prawn by feeding with a Spirulina-supplemented diet. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.(Nippon Suisan Gakkaishi), 59, 165-169.

Manginder, S., Rekha, S., and Keshav, D., 2014. Harvesting of micrioalgal biomass. The university of Georgia Bharat Gami, Abhishek Naik and Beena Patel*2011. Cultivation of Spirulina species in different liquid media. Algal Biomass Utln. 2011, 2 (3), 15-26.

Mala, R., Karthik, V., Sakthiselvan, S., and Saravanababu, S., 2010. Milking of spirulina platensis for the production of carotenoids by aqueous twophase bioreactor systems. Int. J. Chem. Sci. 8 (5), 84-91.

Sasson, A., 1997. Micro Biotechnologies: Recent Developments and Prospects for Developing Countries.BIOTEC Publication 1/2542. pp. 11-31. Place de Fontenoy, Paris. France. United Nations Educational,Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Stottrup, J.G., and McEvoy, L.A., 2003. Live Feeds in Marine Aquaculture.Oxford: Blackwell Publishing, 3.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 13, No. 2, Summer 2019

Mass production of *Spirulina Platensis* microalgae for use in shrimp food

***Gh. Gharibi[1], A. Ezhdehakosh[1], A. Dashtian Nasab[1], V. Yeganeh[1] and A. Ghavampour[1]**

[1]National Shrimp Research Institute, National Institute of Fisheries Science Research, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Boushehr, Iran

Abstract

Algae are used in the aquaculture industry to grow all stages of hard larvae of animals and other aquatic animals. *Spirulina* is known as a healthy food for humans and is available as a powder and pellet. *Spirolina's* nutritional properties include chlorophyll pigments and antioxidant compounds. This study was conducted to compare different breeding environments and its effect on microalgae growth in the hot and cold season of the year with different salinity of 30, 35 and 40 parts per thousand, as well as an experiment with one control (sea water) and three treatments (first treatment of the environment). Cultivation of TMRL, second treatment chemical fertilizer 0.1 PPM, bicarbonate up to 2.5 PPM and shrimp feed valve up to 100 PPM and third treatment including chemical fertilizer 0.1 PPM and shrimp food up to 100 PPM in your 4-year-old algae culture medium Tested. The average temperature in the hot season was between 33 and 34 degrees Celsius and in the cold season it was between 20 and 22 degrees Celsius. Spirolina microalgae biomass production in the warm season from 0.10 to 0.30 and dry biomass from 0.10 to 0.3030 g / l. 0.0 to 0.033 grams per liter has been calculated. According to the obtained results, the production of dry mass of spirulina algae in one ton of water was calculated to be 25 to 30 grams. The protein content of spirulina microalgae powder in this study was calculated from 50 to 72%.

Keywords: *Spirulina*, *Spirulina Platensis*, TMRL

* Corresponding author; pgfrcgharibi@gmail.com