میزان پروتئین و اسید چرب ریزجلبک اسپیرولینا (*Spirulina platensi*) در شوری‌های مختلف (در شرایط آزمایشگاهی)

سمیه شریفی فرد[1]،منصوره قائنی*[2]،لاله رومیانی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۵/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۳/۳

چکیده

*دراین مطالعه ریزجلبک Spirulina platensis در محیط کشت TMRL و تحت شوری‌های مختلف (۰،۱۵،۳۰ و ۴۵ گرم بر لیتر) کشت داده شد.کلیه تیمارها در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با پمپ هوادهی شدند و اثر شوری‌های مختلف بر میزان تولید چربی و پروتئین زیست توده جلبکی مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین میزان چربی تولید شده در هر لیتر در شوری ۴۵ گرم در لیتر و به میزان ۹۸/۷۴ درصد بود، اما اختلاف معناداری با سایر تیمارها نداشت.اسید چرب میریستیک بالاترین میزان را در هر ۴ تیمار داشت.اما بالاترین میزان را در تیمار ۴(شوری ۴۵ گرم/لیتر) نشان داد.مجموع اسیدهای چرب اشباع شده و همینطور اسیدهای چرب تک غیر اشباع(**MUFA**)،در بین تیمارها اختلاف معناداری را نشان ندادند (**P>0.05**).مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع (**PUFA**) و همینطور اسیدهای امگا۶ بالاترین میزان را در تیمار ۴ داشتند،اما مجموع اسیدهای چرب امگا۳ در تیمار ۳(شوری ۳۰ گرم بر لیتر) دارای بالاترین میزان بودند. در مورد پروتئین، بالاترین میزان آن در تیمار ۲ با مقدار ۶۱/۲۱ ٪ مشاهده شد و پایین ترین میزان پروتئین در تیمار ۴ با ۴۷/۷۱ ٪ مشاهده شد.یافته‌های این پژوهش نشان داد که ریزجلبک اسپیرولینا می‌تواند به طور موفقیت آمیزی در آبهای با شوری بالا بدون تاثیر عمده بر اسیدهای چرب خود، رشد کند.*

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، Spirulina platensis، پروتئین، شوری، محیط کشت TMRL، اسید چرب

مقدمه

ریز جلبک‌ها منابع مغذی جایگزین و جدیدی هستند که می‌توانند در توسعه مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند. ترکیبات فعال بیولوژیکی به طور طبیعی درون سلول ریز جلبک محصور شده اند و قادر به مقاومت در برابر شرایط سخت تکنولوژیکی در فرآیندهای غذایی می‌باشند (Mutawie., 2015). جلبک‌ها گروهی از ارگانیزم‌های فتوسنتز کننده اند که به دو دسته ی جلبک‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی تقسیم می‌شوند. جلبک‌های میکروسکوپی عموماً تک سلولی اند و جزء ابتدایی ترین منابع انرژی به شمار می‌روند. این گروه از میکروارگانیزم‌ها، منابع تولید ترکیبات بیوشیمیایی با ارزش محسوب می‌شوند (Sukenik et al., 1993). در حال حاضر تولید غذاهای سلامتی بخش با هدف بهبود وضعیت تغذیه‌ای آحاد جامعه رو به افزایش است که عمده آن غذاهای غنی شده و کم کالری هستند. همچنین جلبک‌ها به صورت بالقوه منبع بزرگی از ترکیباتی هستند

---

۱. کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه ازاد اسلامی اهواز، اهواز، ایران
۲. استادیار ،گروه شیلات، دانشگاه ازاد اسلامی اهواز، اهواز، ایران (نویسنده مسئول: **mansoreh.ghaeni@gmail.com**)
۳. استادیار،گروه شیلات، دانشگاه ازاد اسلامی اهواز، اهواز، ایران

که می‌توانند جهت تولید مواد اولیه غذاهای عملگر استفاده شوند (Otles and Pire,2001).

در میان گونه‌های شناخته شده جلبک، *کلرلا ولگاریس* و *اسپیرولینا پلاتنسیس* ریز جلبک‌های خوراکی رایج و بدون عوارض جانبی می‌باشند. الگوی اسیدآمینه، کربوهیدرات و اسیدهای چرب موجود در ریز جلبک‌ها بسیار منطبق با پروتئین‌های مواد غذایی دیگر است (Vonshak, 1998). اسپیرولینا *S. platensis* سیانوباکتری فتوسنتزکننده، چند سلولی و رشته‌ای است که در محدوده ۸/۳ تا ۱۱ و دمای بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد رشد بهینه دارد. طول آن در شرایط مساعد به ۱-۰/۵ میلی متر می‌رسد. قطر سلول در سلول‌های کوچکتر ۱ تا ۳ میکرون و در گونه‌های بزرگتر ۳ تا ۱۲ میکرون می‌باشد (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹).

این جلبک مواد غیرآلی از قبیل کربن، نیتروژن، فسفر، گوگرد، آهن و عناصر کمیاب را به مواد آلی از قبیل بیومس‌های سبز، بیومس‌های سبز- آبی، قرمز، قهوه‌ای و سایر بیومس‌های رنگی تبدیل می‌کند. از این جلبک امروزه به وفور در غنی سازی غذاهای انسانی و حیوانی استفاده می‌شود (Mutawie., 2015). ارزش اسپیرولینا به علت هضم آسان ناشی از فقدان سلولز در دیواره سلولی است، که سایر ریز جلبک‌ها همچون کلرلا، انکیسترودسموس، سلنستروم و سندسموس فاقد این مزیت هستند. از سال‌ها قبل فایده ی اسپیرولینا به دلیل پروتئین بالا، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه ی ضروری و اسیدهای چرب ضروری آن شناخته شده است. ۶۰-۷۰ درصد ماده ی خشک اسپیرولینا پروتئین بوده و منبع غنی از ویتامین‌ها مخصوصاً B_{12} (که معمولا در بافت جانوری یافت می‌شود) و پیش ساز ویتامین A (بتاکاروتن) و مواد معدنی مخصوصاً آهن است. این جلبک حاوی مقدار کمی اسید گامالینولنیک (GLA) است (Mutawie., 2015).

از خواص سلامتی بخش این جلبک، خواص ضد سرطانی، ضد باکتریایی و موثر در آلرژی‌ها، زخم معده، آنمی، مسمومیت فلزات سنگین و مسمومیت ناشی از تشعشعات رادیواکتیو را می‌توان نام برد که خاصیت آنتی اکسیدانی جلبک اسپیرولینا عمدتاً به c-فیکوسیانین، بتاکاروتن و ترکیبات فنولی نسبت داده می‌شود (برزآبادی و فراهانی،۱۳۷۷). همچنین اسپیرولینا شامل بتاکاروتن، بتاکریپتوزانتین و زیگزانتین به عنوان مهم ترین کاروتنوئیدها است، که طی فرآیند اکسیداسیون به آستاگزانتین تبدیل می‌شود (Todd.,1998). تا چند سال گذشته روغن ماهی تنها منبع اصلی اسیدهای چرب به شمار می‌رفت اما هم اکنون روغن اسپیرولینا که دارای مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب چند غیراشباع است نیز، به عنوان یکی از منابع اصلی این اسیدهای چرب مطرح می‌باشد، زیرا قادر به تولید اسیدهای چرب چند غیر اشباع مانند دکوزاهگزانوئیک اسید، ایکوزاپنتانوئیک اسید، آراکیدونیک اسید و اسیدگامالینولنیک می‌باشد(گرجی زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

از اسپیرولینا در آبزی پروری بسیار زیاد استفاده می‌شود و نوع خشک شده آن به عنوان غذای لارو میگو و ماهی بطور انبوه استفاده می‌شود (Aslianti, 1988). در صنعت پرورش میگو مواد غذایی زیادی مورد آزمایش قرار گرفته اما اسپیرولینا تنها

میکروجلبکی است که فواید زیادی برای رشد آن داشته و هزینه ی تولید را کم کرده و نسبت هزینه به کارایی بطور قابل توجهی توسعه یافته است، این میکروجلبک بدلیل داشتن میزان قابل توجه اسید لینولنیک نقش مهمی در رشد میگو از اواخر مرحله ی ناپلی تا پست لاروی دارد. مکمل آن باعث افزایش کیفیت مولدین میگو (هچ مولدین، تعداد ناپلی به مولد، قابلیت زیستی ناپلی) و شاخص‌های کیفی لارو میگو می‌شود (Todd, 2000; Ingthamjitr, 1989; Reguntan and Wesley, 2006). با توجه به این نقش جلبک اسپیرولینا در پرورش، به نظر می‌رسد اگر این گونه در آب شور قابلیت پرورش داشته باشد، می‌توان در هزینه‌های پرورش صرفه جویی کرد. از این رو در این تحقیق این جلبک در شوری‌های مختلف پرورش داده شده و میزان اسیدهای چرب و پروتئین این جلبک جهت تعیین بهترین میزان شوری جهت پرورش این جلبک مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

استوک اولیه ی نمونه‌های میکروجلبکی بدون محیط کشت در ظروف پلاستیکی در جعبه‌های یونولیتی از پژوهشکده ی اکولوژی خزر در پاییز سال ۱۳۹۴ تهیه و به آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انتقال داده شدند. جهت تلقیح محیط کشت (جدول ۱)، از ۱۰ درصد حجم کشت استفاده شد. کشت در ظروف ۱/۵ لیتری با تهیه شوری‌های مختلف (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹) انجام گرفت، به این صورت که در نزدیکی شعله مقدار ۱۰ میلی لیتر اسپیرولینا خالص به ۲۰ میلی‌لیتر محیط کشت در ارلن‌های ۱/۵ لیتری با شوری‌های مختلف اضافه گردید. برای این مطالعه ضمن یکسان سازی کلیه فاکتورها، سه تیمار از شوری‌های مختلف در محیط کشت TMRL (جدول ۱) با شوری‌های صفر (نمونه ۱)، ۱۵میلی گرم در لیتر (نمونه ۲)، ۳۰ میلی گرم در لیتر (نمونه ۳) و ۴۵ میلی گرم در لیتر (نمونه ۴) با ۳ تکرار در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است در این تحقیق از نمک دریا برای افزایش شوری استفاده شد (قائنی و همکاران، ۱۳۸۹). جهت تهیه محیط کشت از آب تصفیه شده، کلر زنی شده و خنثی شده استفاده گردید.

جدول ۱: اجزاء محیط کشت TMRL

محلول	مواد	مقدار
A	نیترات پتاسیم	۱۰گرم در۱۰۰میلی لیترآب مقطر
B	ارتو فسفات سدیم	۱۰گرم در۱۰۰میلی لیترآب مقطر
C	کلرید آهن	۱۰گرم در۱۰۰میلی لیترآب مقطر

در طول این آزمایش محیط کشت TMRL تحت تیمار نوری ۳۰۰۰LUX قرار گرفت. منبع تامین این نور لامپ‌های مهتابی

فلوئورسنت بود. کلیه تیمارها در ۱۶ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد آزمایش قرار گرفتند(Jesperson et al., 2005). هوادهی نیز ۲۴ ساعته و با استفاده از پمپ آکواریوم و به کمک رابط‌های تنظیمی هوا انجام شد (نقیبی، ۱۳۹۱). پارامترهای pH (با استفاده از دستگاهpH سنج Istke ساخت کشور سوئیس) و شوری (توسط دستگاه شوری سنج Atago ساخت کشور ژاپن) نیز در طول دوره پرورش اندازه گیری شد.

اندازه گیری میزان تراکم سلولی با شدت نور (OD)

جهت شمارش، از لام هماسیتومتر استفاده شد(Gopinathan.,1996).

بعد از انجام عمل شمارش توسط لام نئوبار، میزان تراکم سلولی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (UV-Visible Varian, Cary 50 scan) در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه گیری شد (Masih et al.,2011; Kumar et al.,2011).

جهت انجام این کار ابتدا از محلول blank مخصوص هر نمونه که محتوی آب با درجه ی شوری و محیط کشت بوده استفاده گردید و میزان تراکم سلولی (OD) برای نمونه ی شفاف صفر تنظیم گردید و سپس شدت نور نمونه ی موردنظر با ۳ تکرار مجزا قرائت شد.

اندازه گیری میزان پروتئین

برای مقایسه میزان پروتئین در محیط کشت‌های مختلف در مرحله حداکثر، برداشت انجام شد. ریز جلبک‌ها با استفاده از سانتریفیوژ در ۷۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه جداسازی شدند و در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت خشک و سپس در فریزر تا زمان آزمایش پروتئین نگهداری شدند (Ualu et al., 2011). برای سنجش پروتئین از روش میکروکجلدال استفاده شد (Abu et al., 2007; Albert et al., 2012; Coca et al., 2014).

روش سنجش اسیدهای چرب

پس از صابونی کردن روغن‌ها با سیستم کاتالیستی قلیایی/متانولی و اسید لوییس/متانولی، اسیدهای چرب متیله شده در هگزان یا هپتان و یا ایزواکتان در حضور استاندارد داخلی استخراج شد و توسط دستگاه GC-FDI مدل HP Agilent 5890 اندازه گیری شدند.

آنالیز آماری

برای مقایسه نتایج بدست آمده از نرم افزار SPSS ۱۶,۰استفاده شد. از آزمون واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین‌ها

استفاده شد و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ رسم گردید.

نتایج

در جدول شماره ۲ لیستی از اسید چرب مورد اندازه گیری در ۴ تیمار مورد بررسی ذکر شده است. بر این اساس مقادیر اسیدهای چرب اشباع اندازه گیری شده در ۴ نمونه نشان می‌دهد که، اسید میریستیک، اسید پالمتیک، اسید استئاریک و اسید آراشیدیک در چهار نمونه مورد بررسی دارای اختلاف معنی دار بودند ($p <$ ۰/۰۵). در تمام این موارد تیمار ۴ بالاترین مقدار اسید چرب و تیمار ۱ کمترین مقدار اسیدهای چرب را نشان داد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اسیدهای چرب اندازه گیری شده در نمونه‌های مورد بررسی (درصد)

فرمول شیمیایی	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴
C14:0	۱/۴۴±۰/۰۲^{a}	۱/۸۰±۰/۰۲ ^{b}	۱/۰۳±۰/۰۱ ^{c}	۱/۹۶±۰/۰۱ ^{d}
C16:0	۲۹/۲۳±۰/۰۱^{a}	۲۳/۵۶±۰/۰۱^{b}	۲۴/۲۵±۰/۰۱^{c}	۲۲/۲۵±۰/۰۰۵^{d}
C18:0	۴/۷۴±۰/۰۱ ^{a}	۴/۲۱±۰/۰۱^{b}	۳/۸۴±۰/۰۱^{c}	۳/۰۷±۰/۰۱^{d}
C20:0	۲/۴۱±۰/۰۲ ^{a}	۳/۹۶±۰/۰۱^{c}	۳/۷۱±۰/۰۱^{b}	۳/۵۹±۰/۱۶^{b}
C14:1n5	۲/۶۲±۰/۰۲^{c}	۲/۴۶±۰/۰۱^{b}	۲/۶۰±۰/۰۱^{c}	۱/۳۵±۰/۰۲^{a}
C16:1n7	۷/۳۸±۰/۰۱ ^{a}	۵/۰۶±۰/۰۱^{b}	۴/۹۶±۰/۰۰۵^{c}	۴/۳۶±۰/۰۱^{d}
C18:1n9	۱۲/۴۰±۰/۰۱ ^{a}	۱۶/۶۰±۰/۰۱^{b}	۱۴/۲۲±۰/۰۲^{c}	۱۷/۳۳±۰/۰۱^{d}
C18:2n6	۱۱/۳۶±۰/۰۱ ^{a}	۱۲/۴۰±۰/۰۲^{b}	۱۲/۳۴±۰/۰۱^{c}	۱۲/۷۴±۰/۰۱^{d}
C18:3n6	۱۴/۷۵±۰/۰۲ ^{a}	۱۳/۹۹±۰/۰۱^{b}	۱۶/۲۰±۰/۰۱^{c}	۱۹/۱۶±۰/۰۱^{d}
C22:6n3	۸/۸۹±۰/۰۲ ^{a}	۹/۹۳±۰/۰۱^{b}	۱۳/۷۳±۰/۰۱^{c}	۱۲/۹۱±۰/۰۱^{d}
Σ SFA	۱۱۳/۵۱±۱۱/۹۸ ^{a}	۱۰۶/۶۳±۱۰/$^{۱۰.a}$	۹۸/۵۳±۹/۷۴ ^{a}	۹۲/۶۳±۸/۷۸ ^{a}
MUFA Σ	۶۷/۲۴±۴/۲۳ ^{a}	۷۲/۴۱± ۶/۵۱ ^{a}	۶۵/۳۹±۵/۳۱ ^{a}	۶۹/۱۶±۷/۳۵ ^{a}
Σ PUFA	۱۰۵/۰۴± ۲/۵۴ ^{a}	۱۰۸/۲±۱/۷۷ ^{a}	۱۲۶/۸۲±۱/۹ ^{b}	۱۳۴/۴۴±۳/۱۷ ^{b}
Σ N-6	۷۸/۳۷±۱/۸۵ ^{a}	۷۹/۱۹± ۰/۸۷ ^{a}	۸۵/۶۳±۲/۱۱^{b}	۹۵/۷۱±۳/۵۷ ^{c}
Σ N-3	۸/۸۹±۰/۰۲ ^{a}	۹/۹۳±۰/۰۱^{b}	۱۳/۷۳±۰/۰۱^{c}	۱۲/۹۱±۰/۰۱^{d}
Σ N-6/ ΣN-3	۳/۹۴±۱/۰۰ ^{b}	۳/۶۵±۰/۶۱^{ab}	۳/۰۷±۰/۴۲^{a}	۳/۴۷±۰/۸۴^{ab}
Σ N-3/ΣN-6	۰/۲۶±۰/۰۶ ^{a}	۰/۲۷±۰/۰۴^{a}	۰/۳۲±۰/۰۴^{a}	۰/۲۹±۰/۰۶^{a}
PUFA/ MUFA	۲۱/۱۲±۱/۵۸^{a}	۲۵/۱۸±۱/۹۲^{b}	۲۶/۸۹±۱/۶۴^{b}	۴۳/۵۸±۳/۷۶^{c}

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵

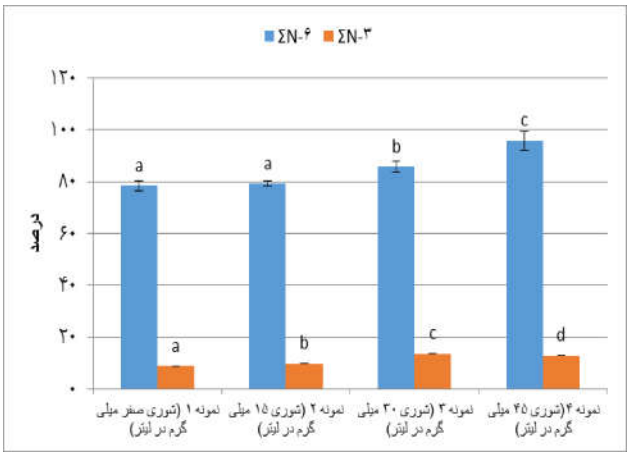
در مورد اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دو گانه اسید تترادسنوییک و اسید پالمیتولئیک بالاترین مقدار را در تیمار ۱ داشته و تیمار ۴ کمترین مقدار این اسیدهای چرب را نشان دادند. اما اسید اولئیک در تیمار ۴ با مقدار (۱۷/۳۳ درصد) بالاترین مقدار و در تیمار ۱ با (۱۲/۴ درصد) کمترین مقدار این اسید چرب را داشت.

در مورد اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دو گانه اسید لیئولئیک و اسید گامالینولنیک در چهار نمونه مورد بررسی

دارای اختلاف معنی دار بودند (p <۰/۰۵). نتایج نشان دادند که تیمار ۴ در مورد هر دو اسید چرب بالاترین مقدار و تیمار ۱ کمترین مقدار این اسیدهای چرب را داشت. اسید دوکوزاهگزانوئیک در چهار نمونه مورد بررسی دارای اختلاف معنی دار بود (p <۰/۰۵) و تیمار ۳ با مقدار (۱۳/۷۳ درصد) بالاترین مقدار و تیمار ۱ با (۸/۸۹ درصد) کمترین مقدار این اسید چرب را نشان دادند.

مجموع مقادیر اسیدهای چرب اشباع اندازه گیری شده در ۴ تیمار مورد بررسی نشان داد که، چهار تیمار از نظر مجموع اسیدهای چرب اشباع فاقد اختلاف معنی دار(p>۰/۰۵) با یکدیگر بوده اند. اما در مورد مجموع مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع اندازه گیری شده در ۴ تیمار، دو تیمار ۱ و ۲ با یکدیگر و دو تیمار ۳ و ۴ با یکدیگر فاقد اختلاف معنی دار (p>۰/۰۵) بودند اما، هر دو گروه با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند(p <۰/۰۵). بالاترین مقدار مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع مربوط به نمونه ۴ با (۱۳۴/۴۴ درصد) و کمترین مقدار مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع مربوط به نمونه ۱ (۱۰۸/۲ درصد) بود.

در نمودار ۱ مقادیر اسیدهای چرب n-6 و n-3 نشان داده شده است، مجموع اسیدهای چرب n-6 در دو تیمار ۱ و ۲ فاقد اختلاف معنی دار بود(p>۰/۰۵)، مقدار این اسید در دو تیمار ۳ و ۴ با یکدیگر و با دو تیمار ۱ و ۲ اختلاف معنی دار داشتند(p <۰/۰۵). بر این اساس تیمار ۴ با مقدار (۹۵/۷۱ درصد) بالاترین مقدار و تیمار ۱ با (۷۸/۳۷ درصد) کمترین مقدار این اسید چرب را نشان دادند. در مورد مجموع اسیدهای چرب n-3 در چهار نمونه مورد بررسی دارای اختلاف معنی دار بود(p <۰/۰۵). بر این اساس تیمار ۱ با مقدار (۱۲/۹۱ درصد) بالاترین مقدار و تیمار ۴ با (۸/۸۹ درصد) کمترین مقدار این اسید چرب را نشان دادند.



نمودار ۱: مقایسه مقادیر اسیدهای چرب n-6 و n-3 در ۴ نمودار مورد بررسی(تیمارهای شوری)

مقایسه میانگین پروتئین پروتئین اندازه گیری شده در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که مقدار پروتئین در ۴ تیمار دارای اختلاف معنی دار بود (p <۰/۰۵). مقدار پروتئین در تیمار ۲ (۶۰/۲۱ درصد) بالاترین مقدار و در تیمار ۴ (۴۷/۷۱ درصد)

کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین پروتئین اندازه گیری شده در نمونه‌های مورد بررسی (درصد)

	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴
پروتئین	۵۱/۷۱±۰/۰۳ a	۶۰/۲۱±۰/۰۱b	۴۹/۲۹±۰/۰۱c	۴۷/۷۱±۰/۰۱d

حروف غیر مشابه به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

بحث

با توجه به نقش ریز جلبک‌ها در آبزی پروری، فراهم آوردن شرایط بهینه به منظور رشد آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Dubinsky et al., 1995). تاکنون مطالعات متعددی در این خصوص صورت گرفته است، لیکن فاکتورهایی از قبیل شدت تابش نور، طول دوره نوردهی، غلظت و نوع ترکیبات محیط کشت از عوامل تاثیرگذار بر روی رشد و تغییر در ترکیبات بیوشیمیایی ریز جلبک محسوب می‌شوند (Mercadi et al., 2004). در این میان شوری یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی است که می‌تواند توانایی ارگانیسم را برای بقا در محیط زیست تحت تاثیر قرار دهد. پاسخ سیانوباکترها به شوری شامل یک سری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی همچون سنتز نوکلئیک اسیدها، کربوهیدارت‌ها و متابولیسم پروتئین است، (Priyadarshani et al., 2012). از این رو در این مطالعه سعی شده است تا تاثیر فاکتور شوری بر روی تولید پروتئین و اسیدهای چرب مورد بررسی قرار گیرد.

به طور کلی اسیدهای چرب به چهار گروه اسیدهای چرب اشباع (**SFA**)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (**MUFA**) و اسیدهای چرب چند غیراشباع (**PUFA**) و اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره (**HUFA**) تقسیم شده‌اند. در این تحقیق ۱۰ اسید چرب در جلبک اسپرولینا *Spirulina platensis* شناسایی شدند. ۴ اسید چرب متعلق به گروه SFA شامل اسید میریستیک (C14:0)، اسید پالمتیک (C16:0)، اسید استئاریک (C18:0)، اسید آراشیدیک (C20:0)، ۵ اسید چرب مربوط به گروه MUFA که شامل تترادسنوییک (C14:1n5)، پالمیتولنیک (C16:1n7)، اولئیک (C18:1n9)، لینولئیک (C18:2n6) و گامالینولئیک (C18:3n6) و یک اسید چرب مربوط به PUFA (دوکوزاهگزانوئیک (C22:6n3) بود. که در مطالعات قائنی و همکاران (۱۳۸۹)، علوی و همکاران (۱۳۹۴)، فراشبندی و همکاران (۱۳۹۳) و نیز مطالعات (Toyub et al., 2011) ، (Coca et al., 2014) ، (Almahrouqi et al., 2015) اسیدهای چربی مشابه تحقیق حاضر بدست آمد.

جدول ۱ نشان می‌دهد که تمامی اسیدهای چرب اندازه گیری شده در جلبک اسپیرولینا در چهار سطح شوری صفر، ۱۵ میلی گرم در لیتر، ۳۰ میلی گرم در لیتر و ۴۵ میلی گرم در لیتر با یکدیگر اختلاف معنی دار نشان دادند. اما در مجموع اسیدهای چرب اشباع (Σ SFA) بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، ولی تیمار ۱ با شوری صفر بالاترین

مجموع اسیدهای چرب و به دنبال آن نمونه ۲، نمونه ۳ و نمونه ۴ قرار داشت. که نشان می‌دهنده تاثیر منفی شوری بر روی مجموع اسیدهای چرب اشباع در پرورش اسپیرولینا است البته این اختلاف معنی‌دار نبود. در مورد اسید میریستیک (C14:0) بالاترین مقدار خود را در شوری ۴۵ میلی گرم نشان داد. در مورد اسیدپالمتیک (C16:0)، اسید استئاریک (C18:0) برتری با تیمار ۱ یا شوری صفر بود. اسید آراشیدیک در نمونه ۲ یا شوری ۱۵ میلی گرم در لیتر بالاترین مقدار را نشان دادند. در این تحقیق مشابه یافته‌های Almahrouqi و همکاران (۲۰۱۵) بر روی جلبک *S. platensis* در شوری‌های مختلف، اسید پالمتیک (C16:0) (در تحقیق حاضر بین ۲۹/۲۳-۲۲/۲۵ درصد و در تحقیق نامبرده شده ۵۷/۲۵-۵۴/۷۸ درصد) بالاترین مقدار اندازه گیری شده را در میان سایر اسیدهای چرب داشت. در حالی که در تحقیق (Ayachi et al., 2007) با افزایش شوری این اسید چرب کاهش نشان داد.

در مورد مجموع اسیدهای چرب(Σ MUFA) هیچ اختلاف معنی داری مشاهده نشد (نمودار ۴-۱) و برتری با شوری ۱۵ میلی گرم در لیتر، و به دنبال آن تیمار ۴ با شوری ۴۵ ، تیمار ۱ با شوری صفر و در انتها تیمار ۳ با شوری ۳۰ قرار داشت بازهم بدون اختلاف معنی دار بود. که نشان دهنده برتری تیمار با شوری کمتر در مقایسه با تیمار ۴۵ میلی گرم در لیتر دارد.در تحقیقات (Almahrouqi et al., 2015) نیز شوری ۱۵ بالاترین سطح اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه (۶/۵۱ درصد وزن خشک در تحقیق نام برده شده و ۷۲/۴۱ درصد در تحقیق حاضر) را داشت. در مورد اسید اولئیک (C18:1n9) برتری اسیدهای چرب در نمونه ۴ یا شوری ۴۵ مشاهده شد. در مورد اسید تترادسنوییک (C14:1n5) و پالمیتولئیک (C16:1n7) برتری با تیمار ۱ یا شوری صفر بود.

اما مجموع اسیدهای چرب (Σ PUFA) بالاترین میزان اسیدهای چرب در تیمار ۴ بدون اختلاف معنی دار با تیمار ۳ مشاهده شد و همچنین چنین حالتی در مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ نیز مشاهده شد اما تیمار ۴ با تیمار ۳ اختلاف معنی دار داشت. در مورد مجموع اسیدهای چرب سری امگا ۳ برتری با اختلاف معنی دار متعلق به تیمار ۳ و به دنبال آن تیمار ۲ بود. در مورد اسید چرب لینولئیک (C18:2n6)،گامالینولنیک (C18:3n6) و دوکوزاهگزانوئیک (C22:6n3) مقادیر این اسیدهای چرب با افزایش شوری افزایش نشان داد. مطالعات (Bhakar et al., 2013) گزارش کردند زمانی که سلولها در معرض غلظت‌های بالایی از شوری قرار بگیرد، درجه حضور اسیدهای چرب غیر اشباع شدیداً افزایش می‌یابد.

در مورد مجموع اسیدهای چرب اشباع هیچ اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد، هر چند با افزایش شوری کاهش در میزان این نوع اسیدهای چرب مشاهده شد. در تحقیق عطاریان فریمان و همکاران (۱۳۹۳) بر روی جلبک سبز *Dunaliella bardawil* با افزایش شوری میزان اسیدهای چرب اشباع افزایش نشان داد که خلاف یافته‌های تحقیق حاضر است.

در نمودار ۴-۵ مجموع مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع با یکدیگر مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش

شوری میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر می‌شود. که با نتایج عطاریان فریمان و همکاران (۱۳۹۳) بر روی جلبک سبز *Dunaliella bardawil* تطابق دارد. مطابق نتایج این تحقیق جلبک اسپیرولینا در محیط‌های با غلظت شوری متفاوت، درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع خود را تغییر می‌دهد که در نتایج تحقیق عطاریان فریمان و همکاران (۱۳۹۳) نیز چنین امری دیده شده است.

با توجه به افزایش میزان شوری، میزان اسیدهای چرب اشباع کاسته و بر میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزوده می‌شود. که نشان دهنده رابطه عکس اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع است و نشان می‌دهد که با افزایش شوری میزان اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش می‌یابد.

در این مطالعه مجموع SFA در تیمارهای ۱ و ۲ در مقایسه با مجموع PUFA بالاتر بودند اما در تیمارهای شورتر (۳ و ۴) میزان PUFA هم از SAF و هم از MUFA بالاتر بود. چنین حالتی در جلبک‌های جنسDunaliella در مطالعات عطاریان فریمان و همکاران (۱۳۹۳) و نیز مطالعات (Takagi et al., 2006)، (Lee et al., 2014) نیز مشاهده شد و همچنین آنها بیان کردند که با افزایش شوری قسمت عمده اسیدهای چرب شناسایی شده در اعضای این خانواده را اسیدهای چرب C18 غیر اشباع و C16 اشباع تشکیل می‌دهند، که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. در مورد نسبت PUFA/ MUFA نیز برتری با تیمار شورتر یعنی ۴۵ میلی گرم در لیتر بود.

نسبت مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶ تحت اثر شوری هیچ اختلاف معنی داری را نشان نداد. اما در عین همین عدم اختلاف بالاترین میزان این اسید چرب در شوری ۳۰ میلی گرم در لیتر مشاهد شد. البته لازم به ذکر است میزان اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳ در جلبک اسپیرولینا بسیار بالاتر بود. این مطلب در نتایج تحقیقات گرجی زاده و همکاران (۱۳۹۵) نیز مشاهده شد و در این جلبک اسیدهای چرب امگا ۳ ۱۸/۸ درصد از اسیدهای چرب را به خود اختصاص داده بودند. به طور کلی نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در غذاها برای پروستوگلاندین‌ها بسیار مهم است. متخصصان عنوان کرده اند این نسبت را بین ۱:۱/۵ تا ۲:۱ (۰/۶۶ تا ۰/۵) را بین امگا ۶ و امگا ۳ پیشنهاد دادند. که با توجه به نتایج این نسبت در تحقیق حاضر بسیار زیادتر است (Hamazaki and Okuyama., 2003).

نتایج مجموع اسیدهای چرب (اشباع+ غیر اشباع) ترتیبی به صورت زیر را نشان داد:

در شوری صفر (۹۵/۲۶)، شوری ۱۵ (۹۵/۷۴)، شوری ۳۰ (۹۶/۹۱)، شوری ۴۵ (۹۸/۷۴) که نشان دهنده برتری هر چند غیر معنی داری مجموع اسیدهای چرب در اسپیرولینا در شوری بالا دارد. که با نتایج Kirrolia و همکاران (۲۰۱۱) مغایرت دارد. زیرا در تحقیق آنها افزایش غلظت NaCl سبب کاهش غلظت لیپد از ۶/۷۵ به ۶/۱۲ درصد شد، هر چند بسیار جزئی بود. مطالعات مختلف نشان داده است که استرس شوری پاسخ‌های متابولیکی مختلفی را در جلبک اسپرولینا سبب می‌شود از جمله

ذخیره مواد تنظیم کننده فشار اسمزی (Mackay et al., 1984; Reed et al., 1986)، افزایش متابولیسم کربوهیدارت‌ها در سلولها (Warr et al., 1985;Vonshak et al., 1988; Martel et al., 1992) و ذخیره لیپد اشاره کرد (Rafigul et al., 2005; Yilmaz et al., 2010). تحت شرایط بهینه، حجم زیادی از بیومس جلبکی تولید می‌شود اما این جلبک‌ها محتوی لپیدی کمی دارند. تحت شرایط نامناسب محیطی یا استرس‌هایی نظیر شوری میکروجلبک‌ها برای مقابله با استرس حجم زیادی لیپیدها را ساخته و ذخیره می‌کنند (Sharma et al., 2014). در واقع با افزایش میزان شوری در خارج سلول محتوی لیپید و درصد تری گلیسریدها افزایش می‌یابد که در تحقیق حاضر نیز دیده شده است (Takagi et al., 2006).

در مورد پروتئین بالاترین میزان پروتئین در تیمار ۲ مشاهده شد، و به دنبال آن تیمار ۱، تیمار ۳ و تیمار ۴ قرار داشت. که نشان می‌دهد شوری‌های بالا تاثیر منفی بر روی میزان پروتئین دارد. مطالعات Richmond (۱۹۹۰) نشان می‌دهد که محدوده پروتئین در جلبک *Spirulina platensis* باید بین ۴۶ درصد تا ۵۰ درصد ورن خشک باشد، که نتایج نشان می‌دهد چنین محدوده ی در مطالعه حاضر برقرار است اما بالاترین مقدار پروتئین همانطور که ذکر شد در تیمار ۲ مشاهده شد، که مشابه یافته‌های (Oliveria et al., 1999) در مورد جلبک *S. platensis* است زیرا آنها مقادیر بالاتری از پروتئین را در شرایط شوری پائین تر بدست آوردند. Zeng و Vonshak (۱۹۹۸) گزارش کردند که سلولها تحت شرایط استرس، از جمله استرس شوری ظرفیت کمی برای سنتز پروتئین دارند و در پی افزایش درجه شوری یون‌های سدیم و کلر که سبب بالا رفتن فشار اسمزی محیط اطراف خواهد شد (Norma et al., 2012)، استرس ناشی از اقزایش درجه شوری سبب می‌شود میزان مصرف انرژی در سلولهای ریزجلبک به منظور برقرار تعادل اسمزی با محیط اطراف افزایش یافته و انرژی کمتری به ساخت پروتئین اختصاص یابد (Hart et al., 1991) و در واقع این انرژی صرف پمپ کردن یون‌های سدیم به عنوان تنظیم کننده سیستم ایمنی می‌شود (Vonshak et al., 1988) و این حقیقت می‌تواند محتوی پائین تر پروتئین را در شوری بالاتر توضیح دهد.این نتایج با یافته‌های (Almahrouqi et al., 2015) مغایرت دارد، نتایج آنها نشان داد که *S. platensis* کمترین مقدار پروتئین را در کمترین شوری (۵psu) نشان داده است، در حالی که در این تحقیق بالاترین پروتئین در کمترین شوری مشاهده شد که با نتایج Mutawie (۲۰۱۵) بر روی تاثیر شوری سدیم کلراید بر روی اسپرولینا تطابق دارد. زیرا در تحقیق آنها مقادیر پروتئین با افزایش شوری کاهش یافت که علت آن را مسدود شدن سنتز پروتئین دانستند.

بیشترین هزینه تولید اسپیرولینا در مقیاس کوچک، مربوط به محیط کشت می‌باشد و سعی می‌شود با انجام تحقیقاتی در این زمینه امکان تولید ارزان تر اسپیرولینا فراهم گردد. پرورش در آب شور بخصوص در شرایطی که این جلبک بخواهد توسط میگو مورد استفاده قرار بگیرد از آن جهت که در آب محیط پرورش نیز قادر به رشد است اهمیت دارد.این امر در یافته‌های Kebede (۱۹۹۷) نیز مشاهده می‌شود بیان کرده اند که، اسپیرولینا می‌تواند شوری سطوح بسیار بالایی را تحمل کند و حتی

در شوری‌های بالاتر از ۸۸ گرم در لیتر نیز رشد می‌کند. همچنین (Ayachi et al., 2007) نیز در آزمایشی بر روی تاثیر شوری بر روی اسپرولینا به این نتیجه رسیدند که این جلبک قادر به سازگاری با شوری تا حدود ۳۰ گرم در لیتر را دارد و نتایج این تحقیق نیز رشد اسپرولینا را در شوری بالا تایید می‌کند.

نتیجه‌گیری

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد جلبک اسپیرولینا در محیط آب شور در بسیاری از موارد نظیر مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه، مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ و ۳ و حتی در مورد اسیدهای چرب نظیر میریستیک، اولئیک، لینولیئک و گامالینولئیک برتری با محیط شور بود. و در سایر پارامترها عموماً اختلاف معنی داری مشاهده نشد (نظیر مجموع اسیدهای چرب اشباع، مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه). که نشان دهنده قابلیت و کارآمدی محیط شور برای پرورش این گونه است هر چند میزان پروتئین با افزایش شوری کاهش یافت، از این رو اگرچه اسپیرولینا به صورت سنتی در آب شیرین پرورش داده می‌شود اما یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که اسپیرولینا می‌تواند به طور موفقیت آمیزی در آب‌هایی با شوری بالاتر نیز بدون تاثیر منفی بر عمده اسیدهای چرب نیز رشد کند.

منابع

برزآبادی فراهانی، ف.(۱۳۷۷)تولید پروتئین تک یاخته از اسپرولینای دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا. دانشگاه تربیت مدرس.

عطاریان فریمان، گ.، روزی طلب، م.، عباس شاه آبادی، ح.و شریفیان، س. (۱۳۹۳) اثر تنش شوری بر رشد و چربی کل و پروفیل اسیدهای چرب ریز جلبک *Dunaliella bardawil* به عنوان کاندید منبع تولید سوخت زیستی. مجله بوم شناسی آبزیان(۴) : 50-61

علوی، ن.، گلمکانی، م.، امین لاری، م.، شکرفروش، ش.و نوروزی، م.(۱۳۹۴) بهبود پایداری اکسیداسیون روغن زیتون بکر با استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران سال دهم (۴): 63-74.

فراشبندی، م.، جواهری بابلی، م.و معصومی زاده، ز. (۱۳۹۳)تأثیر دوره‌های نوری مختلف بر روی رشد و ترکیب اسید چرب جلبک (*Nannochloropsis oculata*). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات. دانشگاه آزاد اهواز.

قائنی، م.، متین فر، م.، رومیانی، ل. و چوبکار، ن.(۱۳۸۹) ترکیب شیمیایی پودر ریز جلبک اسپیرولینا . فصلنامه زیست شناسی

شیل آمایش، سال دوم، شماره اول.

گرجی زاده، ه.، سخایی، ن.، دوست شناس، ب.، غانمی، ک.و ارچنگی، ب. (۱۳۹۵) بررسی پروفایل اسیدهای چرب ریـز جلبـک *Spirulina sp.*، *Chlorella sp.* و *Chaetoceros sp.* و معرفی آن ها به عنوان منابع بالقوه جدید جهـت اسـتخراج امگـا ۳ و امگا ۶. دو ماهنامه طب جنوب. سال نوزدهم(۲): ۲۲۴-۲۲۱.

نقیبی، م. (۱۳۹۱)بررسی رشد کلرلا در شوری های متفاوت. پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

Abu, G.O., Ogbonda, K.H.and Aminigo, R.E.(2007) Optimization studies of biomass production and protein biosynthesis in a *Spirulina* sp. isolated from an oilpolluted flame pit in the Niger Delta. African Journal of Biotechnology 6: 2550-2554.

Albert, N., Wague, R., Mbaïlao, M.and Fabienne, N.(2012)Journal Animal and Plant Sciencl3: 1811-1822.

Almahrouqi, H.A., Sukumaran, P.,Naqqiuddin, M.A., Alsabahi, J.P.and Ismail,A.(2015)The effect of salinity on growth, biochemical composition and fatty acid profile of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) grown in sheltered outdoor conditions in Oman. Journal Algal Biomass 6: 61- 67.

Aslianti, Y. (1988)Experiment on the mass production of dried spirulina for fish and shrimp larvae food. Journal Penelitian Budidaya Pantai Maros Indonesia.

Ayachi, A., El-Abed, A., Dhifi, W.and Marzouk, B.(2007) Chlorophylls, proteins and fatty acids amounts of *Arthrospira platensis* growing under saline conditions. Pakistan Journal Biology Science 10: 2286-2291.

Bhakar, R.N., Kumar, R.and Pabbi, S.(2013)Total Lipids and Fatty Acid Profile of Different *Spirulina* Strains as Affected By Salinity and Incubation Time Vegetos 26:148-154.

Coca, M., Barrocal, V.M. Lucas, S., Gonzale-Benito, G.and Garcia-Cubero, M.T.(2014) Protein production in *Spirulina platensis* biomass using beet vinasse-supplemented culture media. Food and Bioproducts Processing.

Dubinsky, Z., Matzukawa, R.and Karube, I.(1995)Photobiological aspects of algal mass culture.Journal Marine Biotechnology2: 61-65.

Gopinathan, C. P.(1996) Live Feed Culture-Mlcro-Algae. Bud. CMFRI.

Hamazaki,T. And Okuyama, H.(2003) The Japan Society for Lipid Nutrition recommends reducing the intake of linoleic acid. A review and critique of the scientific evidence World Review Nutration Dietection92:109-32.

Hart, B.T., Bailey, P., Edwards, R., Hortle, K., James, K., Mc Mahon, A., Meredith, C.and Swadling, K. (1991) A review of the salt sensitivity of the Australian freshwater biota. Hydrobiologia. 210: 105-144.

Ingthamjitr, S. (1989) Use of Spirulina in the culture of Penaeus monodon larvae. Asian Inst. of Technology. Thailand.

Jesperson, L., Strqmdahl, L., Olsen, K.and Skibsted, L.(2005) Heat and light stability of three natural blue colorants for use in confectionery and beverages, European. Food Research and Technology220: 261-266.

Kebede, E.(1997) Response of *Spirulina platensis* (=*Arthrospira fusiformis*) from Lake Chitu, Ethiopia, to salinity stress from sodium salts. Journal of Applied Phycology 9: 551–558.

Kirroliaa, A., Bishnoia, R.N.and Singh, N.(2011) Salinity as a factor affecting the physiological and biochemical traits of Scenedesmus quadricauda. Journal of Algal Biomass Utilization 2: 28-34.

Kumar, M., Kulshreshtha, J.and Singh, G.P.(2011) Growth and Pigment Profile of *Spirulina platensis* Isolated from Rajasthan, India. Research Journal of Agricultural Sciences2: 83-86.

Lee, S.Y., Kim, S.H., Hyun, S.H., Suh, H.W., Hong, S.J., Cho, B.K., Choi, H.K. (2014) "Fatty acids and global metabolites profiling of *Dunaliella tertiolecta* by shifting culture conditions to nitrate deficiency and high light at different growth phases" Process Biochemistry 49(6): 996-1004

Mackay, M.A., Norton, R.S., Borowitzka, L.J. (1984) "Organic osmoregulatorysolutes in cyanobacteria" Journal Gentic Microbiology 130: 2177-2191

Martel, A, Garcia-Reina, G., Yu, S., Lindblad, P., Pedersen, M. (1992) Osmotic adjustment in the cyanobacterium Spirulina platensis in presence of α- glucosidase. Physiology Biochemistery (30): 69-74

Masih, S., Sofi, M.Y.and Singh, S.G.(2011) Growth Performance of *Spirulina platensis* under Mixotrophic Culture. Research Journal of Agricultural Sciences2: 119-121

Mercadi, J.M., Correa-Reyes, J.G., Lubián, L., Montero, O., Figueroa, F.L.(2004) Blue light effect on light absorption characteristics and photosynthesis of five benthic diatom species Aquatic Botone (78): 265-277

Mutawie, H.H. (2015) Growth and metabolic response of the filamentous cyanobacterium *Spirulina platensis* to salinity stress of sodium chloride. Life Science Journal 12: 71-78.

Norma, G., José Antonio, L.E., Anselmo, M., Marcel, M.P., Nolberta, H.and Antonio, G. (2012) Effect of salinity on growth and chemical composition of the diatom *Thalassiosira weissflogii* at three culture phasesLatin American.Journal Aquactic Reserch40:435 – 440

Oliveira, M.A.C.L.D., Monteiro. M.P.C., Robbs, P.G.and Leite, S.G.F.(1999) Growth and chemical composition of Spirulina maxima and Spirulina platensis biomass at different temperatures Aquaculture International. 7: 261-275.

Otles, S.and Pire, R. (2001) Fatty acid composition of *Chlorella* and *Spirulina* microalgae species. Journal of AOAC international 84: 1708-1714

Priyadarshani, I., Thajuddin, N.and Rath, B.(2012) Salinity induced changes in biochemical parameters of four species of Cyanobacteria collected from Odisha coastline, India. International Journal of Advanced Life Sciences4: 28-35.

Rafiqul, I.M., Jalal, K.C.A.and Alam, M.Z.(2005) Environmental factors for optimisation of *Spirulina* biomass in laboratory culture Biotechnology 4: 19-22

Reed, R.H., Borowitzka, L.J., Mackay, M.A., Chudek, J.A., Foster, R., Warr, S.R.C., Moore, D.J. and Steward, W.D.P.(1986) Organic solute accumulation in osmotically stressed cyanobacteria. FEBS Microbiology Review 39: 51-56.

Regunathan C.and Wesley, S.G.(2006) Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using Spirulina as a carotenoid source. Aquaculture Nutrition 12: 425-432.

Richmond, A. (1990) Handbook of microalgal mass culture (CRC Press. Inc. Boca Raton. FL. USA).

Sharma, G., Kumar, M., Ali, M.I.and Jasuja, N.D. (2014) Effect of Carbon Content, Salinity and pH on Spirulina

platensis for Phycocyanin, Allophycocyanin and Phycoerythrin Accumulation. Microbial and Biochemical Technology6: 202-206.

Sukenik, A., Zmora, O.and Carmeli, Y.(1993) Biochemical quality of arine unicellular algae with special emphasis on lipid composition: II. Nunnochloropsis sp. Aquaculture.

Takagi, M., Karseno, Y.and oshida, T. (2006) Effect of salt concentration on intracellular accumulation of lipidsand triacylglycerides in marine microalgae *Dunaliella* cells.Bioscience and Bioeneginering 3: 223-226.

Todd, R. (1998) Quantitative Analysis of Chorophyll-a from Spirulina Pacifica Technical Bulletin 006.

Todd, L. (2000) A review of spirulina as a cartenoid And vitamin source for cultured shrimp. *Spirulina pacifica* Technical Bulltein.

Toyub, M.A., Uddin, M.Z., Miah, M.I.and Habib, M.A.B.(2011) Growth Performance and Nutritional Analysis of *Spirulina platensis* in Different Concentrations of Papaya Skin Powder Media. Bangladesh Journal Science Reserch46: 333-338.

Ualu, L., Isik, O., Koc, O.and Goksan, T. (2011) The effects of nitrogen deficiencies on the lipid and protein contents of *Spirulina platensis*.African Journal of Biotechnology10: 386-389.

Vonshak, A., Abeliovich, A., Boussiba, S., Arad, S. and Richmond, A.(1988) Production of *Spirulina* biomass: effects of environmental factors and population density. Biomass2: 175-185.

Vonshak, A. (1998) *Spirulina platensis* (Arthrospira): Physicology, cell biology and biotechnology, Pp.117-130. Taylor and Francis, London,

Warr, S.R.C., Reed, R.H., Chudek, J.A., Foster, R.and Stewart, W.D.P.(1985) Osmotic adjustment in *Spirulina platensis*. Planta163: 424-429.

Yilmaz, H.K., Ayas, D., Yilmaz, H.and Ozogul, Y. (2010) The effects of different salinity rates on fat and fatty acid composition of *Spirulina platensis*.Journal of Fisheries Sciences4: 282-286.

Zeng, M T. and Vonshak A. (1998) Adaptation of Spirulina platensis to salinity-stress. Comparative Biochemistry and Physiology120: 113-118.

The effect of salinity on protein and fatty acids of microalgae (*Spirulina platensis*) under laboratory conditions

S. Sharifi Fard[1], M. Gaeni*[2], L. Rumiani[3]

Received:2016.5.2
Accepted:2017.5.24

Abstract

In this study *Spirulina platensis* microalgae were cultured in the TMRL culture medium and under different salinity (0, 15, 30 and 45 g / L). All treatments were placed under of controlled temperature (25 °C) and 8:16 × hour light-to-dark regime and were aerated with an air pump. The effects of different salinities on the amount of lipid and fatty acid profiles algae biomass were examined.. The results of ANOVA showed that the highest rate of lipid per liter in salinity of 45 g / l and the amount was 98.74%, but there was no significant difference with other treatments. Among all the fatty acids measured, Myristic acid has the highest values in all 4 treatments, however, showed the highest value in treatment 4 (salinity of 45 g / L), total saturated fatty acids and also total monounsaturated was recorded fatty acids(MUFA) showed no significant difference between treatments($p>0.05$). total polyunsaturated fatty acids(PUFA) and also total omega-6 fatty acids had the highest values in treatment 4 (salinity of 45 g / L), but total omega-3 fatty acids had highest values in treatment 3(salinity of 30g/l).Also in the case of Protein, the highest values of protein was observed in treatment 2 with the amount of 60.21% and treatment 1 with the amount of 51.71% and treatment 3 with amount of 49.29% were placed respectively in degrees the second and third. The lowest values of protein were observed in treatment 4 with amount of 47.71%. The findings of this research showed that *Spirulina* microalgae could be grow successfully in high salinity water without major impact on their fatty acids.

Keywords: Fatty Acids, Spirulina Platensis, Protein, Salinity, TMRL Medium Culthure.

1. Department of Fisheries, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Assistant Professor Department of Fisheries, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
(Corresponding Author:mansoreh.ghaeni@gmail.com)
3. Assistant Professor Department of Fisheries, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran