تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم معصومه سلمانی نژاد
تحت عنوان: اثرات نور، شوری و دما بر تغییرات کروموزومی **Dunaliella salina** دریاچه اورمیه

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکتربهروز زارعی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکترقاسم کریم زاده	دانشیار	
۳- استاد ناظر	دکترسید جعفر سیف آبادی	دانشیار	
٤- استاد ناظر	دکترسعید افشار زاده	استادیار	
۵- نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکترسید جعفر سیف آبادی	دانشیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

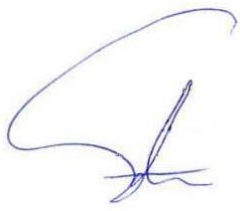
ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

ماده۶- اینجانب **معصومه سلمانی‌نژاد** دانشجوی رشته **زیست‌شناسی دریا** در مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

-



۹۱/۸/۱۴

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده دررشته **زیست‌شناسی گرایش جانوران دریا**است که در سال **۱۳۹۱** در دانشکده **منابع طبیعی و علوم دریایی**دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر **بهروز زارعی دارکی**، مشاوره جناب آقای دکتر **قاسم کریم‌زاده** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **معصومه سلمانی‌نژاد** دانشجوی رشته **زیست شناسی دریا گرایش جانوران دریا** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: معصومه سلمانی نژاد

تاریخ و امضا: ۹۱/۸/۱۴

دانشکده علوم دریایی

پایان نامه کارشناسی ارشد

گروه زیست شناسی دریا

عنوان:

اثرات نور و شوری برکاروتنوئیدهای *Dunaliella salina* دریاچه ارومیه

نگارش:

معصومه سلمانی‌نژاد

استاد راهنما:

دکتربهروز زارعی دارکی

استاد مشاور:

دکتر قاسم کریم زاده

تابستان ۱۳۹۱

تقدیم به :

پدر و مادر مهربانم

که اولین آموزگارانم بودند و صبر و بردباری به من آموختند

و همسر عزیزم

که روح اعتماد به نفس را در من زنده کرد.

تقدیر و تشکر

سپاس خدایی که اول و آخر وجود است.

پس از حمد و سپاس خداوند متعال بر خود لازم می‌دانم از زحمات تمام کسانی که در مراحل مختلف انجام این تحقیق مرا یاری رساندند مراتب قدردانی را به عمل آورم.

از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر بهروز زارعی که راهنمایی این پایان‌نامه را پذیرفته و همواره در تمام مراحل تحقیق مرا یاری نمودند کمال تشکر را دارم.

از استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر قاسم کریم‌زاده به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر سعید افشارزاده و جناب آقای دکتر سید جعفر سیف آبادی به خاطر قبول داوری این پایان‌نامه صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین از اساتید محترم گروه جناب آقای دکتر سیف آبادی، جناب آقای دکتر صابر خدابنده و جناب آقای دکتر کلباسی به خاطر یادآورینکات ارزشمندشان کمال تشکر را دارم.

در آخر از تمام دوستان بسیار عزیزم سرکار خانم اسما محمد کرمی، سرکار خانم عالیه دریانورد، سرکار خانم زهرا حسینی، سرکار خانم هانیه نعمتی، سرکار خانم اطهر شهیم که در سخت‌ترین مراحل انجام تحقیق مرا یاری نمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

چکیده:

در این تحقیق تاثیر سه شوری۶۰، ۱۷۵ و ۲۹۰ واحد در هزار و شدت نورهای ۲۰۰۰، ۶۰۰۰ و۱۰۰۰۰ لوکس بر میزان کاروتنوئیدهای جلبک *D. salina* دریاچه ارومیه مورد بررسی قرار گرفت. برای این هدف جلبک مذکور تحت دمای ۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد در محیط‌های Artaria و Trenkenshu کشت داده شد. نتایج نشان داد که افزایش میزان شوری و تابش نور و اثرات متقابل این دو فاکتور تاثیر معنی‌داری بر تولید کاروتنوئید داشته بطوریکه بیش‌ترین میزان کاروتنوئید در شوری ۱۷۵ واحد در هزار با شدت نور ۱۰۰۰۰ لوکس و کم‌ترین میزان در شوری ۶۰ واحد در هزار و شدت نور ۶۰۰۰ لوکس مشاهده شد.

بیش‌ترین مقدار غلظت سلولی در شوری ۱۷۵ واحد در هزار و شدت نور ۲۰۰۰ لوکس ملاحظه گردید. حال آن که کم‌ترین سطح غلظت سلولی در شوری ۶۰ واحد در هزار با نور ۱۰۰۰۰ لوکس مشاهده شد.

کلمات کلیدی: *D. salina*، کاروتنوئید، شوری، نور، جلبک.

فهرست مطالب

	عنوان	صفحه
فصل اول:	**مقدمه و کلیات**	
۱-۱	مقدمه	۲
۱-۱-۱	اهداف تحقیق	۳
۱-۱-۲	سوال مطرح شده در این تحقیق	۳
۱-۱-۳	فرضیه و پیش فرض	۳
۱-۲	کلیات	
۱-۲-۱	معرفی جلبک *Dunaliella*	۴
۱-۲-۲	رنگیزه‌های جلبک *Dunaliella*	۵
۱-۲-۳	اهمیت حیاتی کاروتنوئیدها	۷
۱-۲-۳-۱	انواع کاروتنوئیدها	۹
۱-۲-۳-۲	ساختار شیمیایی کاروتنوئیدها	۹
۱-۲-۳-۳	اهمیت بررسی کاروتنوئید جلبک *Dunaliella*	۱۰
فصل دوم:	**مروری بر پژوهش‌های پیشین**	
۲-۱	پیشینه تحقیق در کشور	۱۲
۲-۲	پیشینه تحقیق در خارج کشور	۱۴
فصل سوم:	**مواد و روش‌ها**	
۳-۱	مواد	۱۷
۳-۱-۱	مواد مصرفی	۱۷
۳-۱-۲	مواد غیرمصرفی	۱۷
۳-۲-۱	نمونه‌برداری از دریاچه ارومیه	۱۷
۳-۲-۲	جداسازی و خالص‌سازی	۱۸
۳-۲-۳	شرایط کشت	۱۸
۳-۲-۳-۱	استریل کردن	۱۸
۳-۲-۳-۲	تنظیم نور	۱۸
۳-۲-۳-۳	تنظیم شوری	۱۹
۳-۲-۳-۴	تهیه محیط کشت	۱۹

۳-۳	روش تعیین نقاط تعادل ظرفیت	۲۱
۳-۴	روش اندازه‌گیری رنگیزه‌ها	۲۲
۳-۵	روش تجزیه و تحلیل داده‌ها	۲۳

فصل چهارم: نتایج

۴-۱	خالص‌سازی *D. salina*	۲۵
۴-۲	تاثیر شدت نور بر منحنی رشد	۲۵
۴-۲	مقدار OD در تیمارهای مختلف	۲۵
۴-۳	مقدار کلروفیل a ($\mu g\ ml^{-1}$) در شدت نورها و شوری‌های مورد آزمایش	۳۲
۴-۴	مقدار کاروتنوئید ($\mu g\ ml^{-1}$) در شدت نور و شوری‌های مورد آزمایش	۳۵

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱	تاثیر شوری و نور بر روند رشد سلولی	۳۹
۵-۲	تاثیر شوری و نور بر کلروفیل a و کاروتنوئیدها	۴۱
۵-۳	نتیجه‌گیری کلی	۴۵
۵-۴	پیشنهادات	۴۶
۵-۴-۱	پیشنهادات اجرایی	۴۷
۵-۴-۲	پیشنهادات پژوهشی	۴۸
	منابع	۵۱

فهرست جدول‌ها

جدول	عنوان	شماره صفحه
۱-۱	ترکیبات بتاکاروتن بر حسب درصد	۵
۱-۲	خلاصه‌ای از تاثیرات فاکتورهای مختلف محیطی بر تولیدات بیوماس و بتاکاروتن *D. salina*	۷
۱-۳	محیط کشت Artaria	۱۹
۲-۳	محیط کشت Trenkenshu	۲۰
۳-۳	ترکیب های تیماری مورد مطالعه در تحقیق حاضر	۲۰
۱-۴	تجزیه واریانس فاکتورهای نور و شوری	۳۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱ مقدار غلظت سلولی OD (۷۵۰ nm) در شدت نور و شوری‌های مختلف ۲۶

شکل۴-۲ منحنی رشد *D. salina* در کشت نیمه پیوسته با شوری ۶۰ واحد در هزار و شدت نورهای ۲۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ لوکس ۲۸

شکل ۴-۳ منحنی رشد *D. salina* در کشت نیمه پیوسته باشوری ۱۷۵ واحد در هزار و شدت نورهای ۲۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ لوکس ۲۹

شکل ۴-۴ منحنی رشد *D. salina* در کشت نیمه پیوسته باشوری ۲۹۰ واحد در هزار و شدت نورهای ۲۰۰۰،۶۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ لوکس ۳۱

شکل ۴-۵ مقایسه میانگین مقدار کلروفیل a در شوری ۶۰ واحد در هزار ۳۲

شکل ۴-۶ مقایسه میانگین مقدار کلروفیل a در شوری ۱۷۵ واحد در هزار ۳۳

شکل ۴-۷ مقایسه میانگین مقدار کلروفیل a درشوری ۲۹۰ واحد در هزار ۳۳

شکل ۴-۸ مقدار کلروفیل a در سه شدت نور مورد آزمایش (فرمول Eijckelhoff and Dekker، ۱۹۹۷) ۳۴

شکل ۴-۹ مقایسه میانگین مقدار کاروتنوئید در شوری ۶۰ واحد در هزار ۳۵

شکل ۴-۱۰ مقایسه میانگین مقدار کاروتنوئید در شوری ۱۷۵ واحد در هزار ۳۶

شکل ۴-۱۱ مقایسه میانگین مقدار کاروتنوئید در شوری ۲۹۰ واحد در هزار ۳۶

شکل ۴-۱۲ مقدار کاروتنوئید در سه شدت نور مورد آزمایش (فرمول Eijckelhoff and Dekker، ۱۹۹۷) ۳۷

فهرست تصاویر

تصاویر	عنوان	شماره صفحه
۱-۱	فرمول شیمیایی برخی از کاروتن‌ها	۹
۱-۴	کلونی *D. salina*	۲۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

جلبک‌هادر مرتفع کردن مشکلات جهانی مانند غذا، انرژی، کنترل محیط، کشفیات فضایی، ذخایر زیرزمینی، غنی سازی اکوسیستم‌های آبی جهان، مواد خام صنعتی و اهداف بیوتکنولوژی دارای نقش مهمی هستند. تولید مواد بیواکتیو مخصوصاً کاروتنوئیدها در صنایع داروسازی و غذایی بکار گرفته می‌شود. از نظر مصرف غذایی نیز عمدتا" به عنوان خوراک دام، طیور و آبزیان مصرف می‌گردند (Borovkov، ۲۰۰۸). بعضی از جلبک‌ها قادر به تجمع مقادیر زیادی بتاکاروتن تحت شرایطی نظیر شوری زیاد و شدت نور بالا می‌باشند. بتاکاروتن قابل تبدیل به ویتامین A و مشتقات آن است وخواص آنتی‌اکسیدانی ضد سرطانی دارند. لذا در داروسازی دارای اهمیت ویژه‌ای است(ریاحی، ۱۳۸۱). کلروپلاست *salina* و *D. parva* مقدار زیادی بتاکاروتن در خود ذخیره می‌کنند بطوری‌که سلول از رنگ سبز به قرمز متمایل می‌شود. کاروتنوئیدها به شکل قطرات ریزی می‌باشند و در اطراف کلروپلاست یافت می‌شوند و شامل مخلوطی از سیس و ترانس بتاکاروتن می‌باشند (Ben-Amotz و همکاران، ۱۹۸۸).

جلبک تاژکدار دونالیلا به عنوان مقاومترین ارگانیسم یوکاریوت فتوسنتزکننده شناخته شده است. این جلبک فاقد دیواره سلولی سخت بوده و بدلیل قابلیت ارتجاعی غشاء پلاسمایی خود قادر است تحت شرایط مختلف تغییر شکل و تغییر حجم دهد (Avron و Ben-Amotz، ۱۹۹۲).

دونالیلا از تولید کننده‌های اولیه و مهم در محیط‌هایی با شوری بالا می‌باشد و گرایش به غالب شدن در سطوح بالای ستون آبی را دارد (Herrman و همکاران، ۱۹۹۶) و در گستره وسیعی از زیستگاه-

های دریایی از قبیل اقیانوس‌ها، دریاچه‌های آب شور، مرداب‌های نمکی، لاگون‌های نمکی و آبگیرهایی که حاوی بیشتر از ۲ مولار نمک باشد، وجود دارند (Avron و Ben-Amotz، ۱۹۹۲).

با توجه به پتانسیل‌های مناسب جهت کشت و پرورش جلبک در کشور از جمله وجود دریاچه‌ها و مرداب‌های شور در مناطق با شدت‌های نوری بالا می‌توان با بهینه‌سازی شرایط، به پرورش و نگهداری این جلبک جهت تولید محصولات تولید شده مبادرت ورزید. به هر صورت بهره‌وری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی کلان نیازمند بررسی اساسی بر روی فیزیولوژی جلبک *D. salina* است. بنابراین در تحقیق اخیر به بررسی اثرات نور، شوری بر کاروتنوئیدهای*D. salina* دریاچه ارومیه پرداختیم.

لذادراین تحقیق اهداف کلی و فرضیه‌ها به شرح ذیل است:

۱-۱-۱- اهداف:

۱- تهیه استوک خالص گونه *D. salina* از دریاچه ارومیه
۲- بررسی تاثیر میزان شوری و نور برمیزان کاروتنوئید در *D. salina*

۱-۱-۲- سوالمطرح شده در این تحقیق:

- آیا تغییرات شدت نور و شوری بر میزان افزایش کاروتنوئید گونه *D. salina* تاثیر گذار است؟

۱-۱-۳- فرضیه و پیش‌فرض

- تغییرات شوری و نور بر میزان افزایش کارتنوئید جلبک دونالیلا سالینا تاثیر معنی‌دار دارد.

۱-۲ کلیات:

۱-۲-۱ معرفی جلبک *Dunaliella*

جنس دونالیلا متعلق به رده Chlorophyceae، راسته Volvocales و شاخه Chlorophyta می‌باشد. قبل از این جلبک را در خانواده Polyblepharidaceae و برخی به علت شباهت آن با جلبک

Chlamydomonas آن را در خانواده Chlamydomonadaceae قرار داده‌اند (Oren، ۲۰۰۵). ناگفته نماند که تکنولوژی‌های جدید درتاکسونومی گونه‌های جنس فوق دخیل بوده و خواهند بود.

این جنس انواع گونه‌های شوری‌زی و نمک‌دوست را در بر می‌گیرد از سوی دیگر در محدوده مختلفی از pH زندگی می‌کنند، *D. acidophila* تا pH= ۱ و *D. salina* تا pH=1 (Gimmlerو همکاران، ۱۹۸۹). محدوده دمایی از چندین درجه زیر صفر تا دماهایی در حدود ۳۸ درجه سانتی گراد را نیز به راحتی تحمل می‌کنند (Borowitzka;۱۹۸۷،Ginzburg و Browitzka، ۱۹۸۸). میزان شوری جهت رشد مناسب دونالیلا سالینا بین ۳ مولار (۱۷۴ واحد در هزار) است، ولی نقاط بحرانی شوری را ۰/۵ مولار (۲۹ واحد در هزار) و ۵ مولار (۲۹۰ واحد در هزار) ذکر نموده اند (Trenkenshu و همکاران، ۲۰۰۵).

گونه‌های دونالیلا در اکوسیستم‌های آبی ایران نیز با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف آن‌ها به طور گسترده پراکنده شده‌اند (زارعی دارکی،۱۳۹۰). دریاچه ارومیه از سال ۱۳۷۶ با بحران اکولوژیک بی‌سابقه‌ای مواجه شده که بر اساس اطلاعات موجود به دلایل کاهش بارش برف و باران، گرم‌تر شدن هوا (افزایش تشعشات فرابنفش خورشیدی) و احداث سدهای مخزنی بر روی رودخانه‌ها، از آب دریاچه ارومیه به مقدار بسیار زیادی کاسته شده است، به طوری که از میانگین عمق آب تا حدود ۳ الی ۶ متر کاسته شده و عقب نشینی‌های ساحلی بین یک متر الی ده کیلومتر در نقاط مختلف دریاچه دیده شده است؛ به همین دلایل میزان شوری آن به حد اشباع رسیده است (آق،۱۳۸۱).

معمولا" سلول‌ها دارای تقارن شعاعی، دوطرفه یا حتی بدون تقارن می‌باشند علیرغم وجود ثبات شکلی تحت شرایط طبیعی که می‌تواند یک ویژگی تاکسونومیک محسوب شود، عدم وجود دیواره سلولی مستحکم سبب می‌شود که مورفولوژی جلبک شدیدا" تحت تاثیر تغییرات محیطی نظیر نور، دما و شوک اسمزی قرار گیرد که این امرسبب تغییر شکل جلبک به شکل کروی و نیز تغییر اندازه

سلولی آن می‌گردد از نظر ظاهری سلول‌ها را می‌توان به اشکال بیضوی[1]، تخم‌مرغی[2]، استوانه‌ای[3]، گلابی شکل، دوکی تا کروی شکل مشاهده نمود. سلول‌ها تحت شرایط خاص، مثلا" در اثر شوک اسمزی، اغلب به فرم کروی در می‌آیند در کشت‌های کهنه و به خصوص در دمای کم، سلول‌ها آمیبی‌شکل، غیرمنظم و بزرگی تشکیل می‌گردد که علت آن احتمالا" خرابی میکروتوبول‌های اسکلت سلولی در دمای پایین است (Melkonian و همکاران، ۱۹۸۰).

۱-۲-۱رنگیزه‌های جلبک *Dunaliella*

رنگیزه‌ها در گونه‌های دونالیلا به اشکال مختلف نمایان می‌شوند. در *D. salina* و *D. parva* کلروپلاست قادر به ذخیره مقدار زیادی بتاکاروتن در خود می‌باشد بطوریکه سلول از رنگ سبز به قرمز متمایل می‌شود. کاروتنوئید به شکل قطرات ریزی[4]می‌باشد و در اطراف کلروپلاست یافت می‌شود و شامل مخلوطی از سیس و ترانس بتاکاروتن می‌باشد(Ben-Amotz و همکاران، ۱۹۸۸).

جدول ۱-۱- ترکیبات بتاکاروتن بر حسب درصد(Ben-Amotz و همکاران، ۱۹۸۸؛Borowitzka, LJ و Borowitzka، ۱۹۸۹).

انواع آرایش ترکیبات بتاکاروتن حسب درصد	مواد مورد نیاز
٪۱۰	**15-cis-β-carotene**
٪۴۱	**9-cis-β-carotene**
٪۴۲	**All-trans-β-carotene**
٪۶	**دیگر ایزومرها**

[1]oval
[2]egg
[3] cylindrical
[4]plastoglobulia

به نظر می‌رسد بتاکاروتن در جلبک‌ها باعث حفاظت DNA کلروپلاست و DNA سلولی در برابر پرتوهای خورشید می‌شود(Ben-Amotz، ۱۹۸۰; Ben-Amotz و همکاران، ۱۹۸۹). تولید بتاکاروتن از دونالیلا امروزه به صورت اقتصادی در کشورهای استرالیا، آمریکا، همچنین پروژه‌های آزمایشی در چین، شیلی، استرالیا، آمریکا، اسپانیا در حال انجام می‌باشد. بطوریکه *D. viridis* به عنوان منبعی از کاروتنوئید اکسیژنه (زانتوفیل) معرفی شده است (Moulton و Burford، ۱۹۹۰).

بیشترین اهمیت دونالیلا سالینا به دلیل قابلیت زیاد آن در جمع‌آوری سطوح مختلف بتاکاروتن است (Guevara و همکاران، ۲۰۰۵).این ویژگی دونالیلا سالینا به قابلیت رشد این جلبک در محیط‌های ایزوله‌ای چون دریاچه‌های هایپرسالین و دریاچه‌های نمک وابسته است (González و همکاران، ۲۰۰۱). برخی از سویه‌ها بیش از ۱۴٪ از وزن خشک خود را بتاکاروتن ذخیره می‌کنند (Raja و همکاران، ۲۰۰۷).علاوه بر اینکه بتاکاروتن تولید شده در دونالیلا سالینا نشان دهنده قابلیت انعطاف‌پذیری زیاد این جلبک است و احتمالا" این ویژگی در اثر جهش‌های زیادی حاصل شده است (Shaish و همکاران، ۱۹۹۱).به این دلیل جدا کردن سویه جهش یافته از سویه طبیعی جلبک دونالیلا سالینا روش بهینه‌ای است که مقدار بتاکاروتن تولیدی از این جلبک را بهبود می‌بخشد (Phadwal و Singh، ۲۰۰۳).

مواد مغذی (نوترینت‌های) محدود کننده، مخصوصا" محدود کننده‌های نیتروژن، اشکال و فرم کاروتنوئیدها را افزایش می‌دهند (Ben-Amotz و Avron، ۱۹۸۳؛Borowitzka, M.A و Borowitzka, L.J، ۱۹۸۸). به طور معمول، کاروتنوئیدها در موقعیت‌های غیر اپتیمم رشد، افزایش پیدا می‌کنند در واقع زمانی که سرعت رشد پایین است کاروتنوئیدها افزایش پیدا می‌کنند (Ben-Amotz و همکاران، ۱۹۸۲، Browitzka, L.J و همکاران، ۱۹۸۴).

جدول ۱-۲- خلاصه‌ای از تاثیرات فاکتورهای مختلف محیطی بر تولیدات بیوماس و بتاکاروتن *D. salina*

(Mil'ko، ۱۹۶۳؛Borowitzka, L.J و Borowitzka، ۱۹۸۹).

فاکتورها	بیوماس	بتاکاروتن
افزایش شوری	--	++++
کاهش شوری	+	a(-)
کمبود نیتروژن	--	+++
کمبود فسفر	--	+
افزایش کربن غیر آلی	+++	۰
افزایش نور	+	++++
کاهش نور	-	--
افزایش دما	+	++
کاهش دما	-	-
افزایش اکسیژن	-	-

(۰) بی تاثیر،(-) بازدارنده،(+)محرک. (a=سرعت کاهش خیلی کم است)

۱-۲-۳-اهمیت حیاتی کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها یک گروه بزرگ از ملکول‌های زیستی هستند که نورهای مرئی با طول موج بین ۵۵۰-۴۰۰ نانومتر را جذب می‌کنند (Richmond، ۲۰۰۴). این ترکیبات علاوه بر این‌که در گیاهان به عنوان رنگیزه وجود دارند به طور گسترده در جانوران و میکروارگانیسم‌ها نیز حضور دارند. در واقع کاروتنوئیدها در زیست‌شناسی اهمیت زیادی دارند و بدون وجود این ترکیبات فتوسنتز و زندگی غیرممکن است. هم اکنون شواهدی وجود دارد که کاروتنوئیدها می‌توانند نقش‌های مهمی در سلامت انسان داشته باشند. این ترکیبات به عنوان پیش‌ساز ویتامینAمی‌باشند که نقش این ویتامین در رشد و نمو عمومی تمام سیستم‌های بدن انسان و از جمله سیستم بینایی واضح و بدیهی است. از سوی دیگر کاروتنوئیدها به علت خاصیت ضد اکسیدانی خود، انسان را در مقابل بیماری‌هایی مانند سرطان و اختلالات قلبی محافظت می‌کنند. اثرات این ترکیبات بر روی سیستم ایمنی و در اتصالات باز سلولی جالب توجه است (Britton، ۱۹۹۵). همچنین کاروتنوئیدها در فرونشاندن (quenching)حالت سه-