دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته ی زیست شناسی– علوم گیاهی

تکثیر و بیوسنتز کاروتنوئید ها توسط جلبک سبز دونالیلا سالینا (*Dunaliella salina*) در واکنش به برخی از عوامل محیطی

به کوشش :

هاجر زمانی

استاد راهنما:

دکتر علی مراد شاهی

بهمن ماه ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب هاجر زمانی دانشجوی رشته ی زیست شناسی گرایش فیزیولوژی گیاهی دانشکده ی علوم پایه اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر نموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: هاجر زمانی

تاریخ و امضا: ۲۰/ ۱۱/ ۱۳۸۸

به نام خدا

تکثیر و بیوسنتز کاروتنوئید ها توسط جلبک سبز دونالیلا سالینا(*Dunaliella salina*) در واکنش به برخی از عوامل محیطی

به کوشش :

ماجر زمانی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی به عنوان

بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی :

زیست شناسی- علوم گیاهی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه : عالی

دکتر علی مراد شاهی ، دانشیار بخش زیست شناسی (رئیس کمیته).....

دکتر بهمن خلدبرین ، استاد بخش زیست شناسی.....

دکتر هما رجایی ، دانشیار بخش زیست شناسی.....

دکتر ساسان محسن زاده ، استادیار بخش زیست شناسی.....

دکتر حمید رضا کربلایی حیدری ، استادیار بخش زیست شناسی.....

بهمن ماه ۱۳۸۸

تقدیم به:

همه محققان صبور و امیدوار

سپاسگزاری

بی تردید تحقیق حاضر که به یاری خداوند دانای بردبار به پایان رسیده مرهون عنایات اساتید گرامی و سایر دست اندرکاران محترم بوده است، بدینوسیله مراتب سپاس و قدرانی و نیز ادای احترام قلبی خودم را از:

استاد گرانسنگ جناب آقای دکتر علی مرادشاهی که بعنوان استاد راهنما از انجام تا سرانجام تحقیق با راهنمایی های داهیانه شان هدایتگر راهم بودند،

استاد فرهیخته جناب آقای دکتر بهمن خلدبرین که با آغوش باز پاسخ گوی سوالات و ابهاماتم بوده است،

در مراحل گوناگون پژوهش استاد عالیقدر سرکار علیه خانم دکتر هما رجائی که همواره از تجربیات و دانش عمیقشان مستفید شده ام،

استاد معزز جناب آقای دکتر ساسان محسن زاده که در مسیر تحقیق از نظرات صائب شان بهره برده ام،

استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حمید رضا کربلائی حیدری که مجدانه پیگیر تحقیق بوده اند و در ایجاد انگیزه سهم بسزائی داشته اند،

استاد بزرگوار جناب آقای دکتر جعفر وطن پرست که با حضور سبزشان در جلسه دفاعیه بعنوان نماینده تحصیلات تکمیلی صبغه قانونی بخشیدند،

استاد گرانمایه جناب آقای نیکوکار که در ابتدای تحقیق راه را برایم هموار نمودند،

از جناب آقای دکتر رضا یوسفی، سرکار علیه خانم طاهره اسلام زاده و همه کسانی که در این تحقیق از بخش اداری تا آزمایشگاه دست کمک و یاری مرا بر نگرداندند،

و نیز دوستان مهربانم که در طی تحقیق یار و مونسم بوده اند،

و بعنوان حسن ختام از خانواده ام بویژه پدر و مادر مهربانم بخاطر شکیبائی و مراقبت های مخصوصشان، اعلام میدارم.

چکیده

تکثیر و بیوسنتز کاروتنوئید ها توسط جلبک سبز دونالیلا سالینا (*Dunaliella salina*) در واکنش به برخی از عوامل محیطی

به کوشش:

هاجر زمانی

در پژوهش حاضر، جلبک سبز دونالیلا از دریاچه مهارلو در شیراز جداسازی و خالص سازی گردید . بر اساس ویژگی های مرفولوژی وهمچنین مقایسه توالی منطقه ITS(ITS-1+5.8 rDNA+ITS-2) نمونه جداسازی شده مشخصا از جنس *Dunaliella* و گونه salina بوده که در بانک اطلاعات ژنی (NCBI)با شماره GQ337903 و با نام *D. salina* MSI-1 به ثبت رسید که MSI-1 مخفف مهارلو، شیراز، ایران، شماره یک می باشد. نتایج نشان داد که بیشترین رشد (تعداد سلول در میلی لیتر) و بیشترین میزان کاروتنوئید(میکروگرم در میلی لیتر)در pH برابر ۹ حاصل می گردد و بیشترین میزان کاروتنوئید سلولی (پیکوگرم در سلول) در pH برابر ۱۱ حاصل شد. بیشترین میزان رشد و تکثیر و تولید کاروتنوئید در این جلبک در غلظت mM ۱۵۰ بیکربنات سدیم بدست آمد و همچنین سیستم هوادهی و همزن دائمی تاثیر مثبتی بر این روند داشتند. بیشترین میزان رشد و تکثیر جلبک دونالیلا سالینا سویه MSI-1 و بیشترین میزان کاروتنوئید سلولی به ترتیب در غلظت ۲/۵ و ۰/۲۵ میلی مولار حاصل گردید.بیشترین میزان رشد و تولید کاروتنوئید در واحد حجم در غلظتmM ۰/۵ کلرید آمونیم حاصل گردید .با افزایش غلظت کلرید آمونیم ، میزان کاروتنوئید سلولی کاهش قابل ملاحظه ای یافت. بیشترین میزان رشد و تکثیر و تولید کاروتنوئید در غلظت ۵۰ میلی مولار سولفات منیزیم بدست آمد . غلظت های مختلف سیترات تاثیر چندانی بر رشد و تولید کاروتنوئید در جلبک دونالیلا سالینا مهارلو نداشت.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱- تاریخچه و تاکسونومی جلبک دونالیلا	۲
۱-۲- اکولوژی جلبک دونالیلا	۳
۱-۳- مرفولوژی جلبک دونالیلا	۵
۱-۳-۱- معرفی گونه *Dunaliella salina*	۶
۱-۴- محتویات سلولی جلبک دونالیلا	۸
۱-۴-۱- پروتیئن ها	۸
۱-۴-۲- کربوهیدرات ها	۸
۱-۴-۳- لیپید ها	۹
۱-۴-۴- استرول ها	۹
۱-۴-۵- ویتامین ها	۹
۱-۴-۶- رنگیزه ها	۱۰
۱-۵- ترکیبات غذایی مورد نیاز جلبک دونالیلا	۱۰
۱-۵-۱- کربن	۱۰
۱-۵-۲- نیتروژن	۱۱
۱-۵-۳- فسفر	۱۱
۱-۵-۴- منیزیم و کلسیم	۱۲
۱-۵-۵- سدیم	۱۲

۱-۵-۶- کلرید و سولفات ۱۲
۱-۵-۷- آهن ۱۲
۱-۵-۸- سایر عناصر و ویتامین ها ۱۳
۱-۶- دما و pH بهینه ۱۳
۱-۷- تولید مثل جلبک دونالیلا ۱۴
۱-۷-۱- تولید مثل غیر جنسی ۱۴
۱-۷-۲- تولید مثل جنسی ۱۴
۱-۸- فیزیولوژی جلبک دونالیلا ۱۵
۱-۸-۱- تنش شوری و مکانیسم مقاومت ۱۵
۱-۹- کاروتنوئید ها ۱۶
۱-۹-۱- بیوسنتز کاروتنوئید ها ۱۷
۱-۹-۲- فیزیولوژی تولید کاروتن ۲۱
۱-۹-۳- خواص دارویی، غذایی و تولید صنعتی کاروتنوئید ها ۲۲
۱-۱۰- روش های مولکولی تشخیصی ۲۴
۱-۱۰-۱- چند شکلی در قطعات DNA برش خورده ۲۵
۱-۱۰-۲- چند شکلی در DNA تصادفی تکثیر شده ۲۵
۱-۱۰-۳- چند شکلی در قطعات DNA تکثیر شده ۲۵
۱-۱۰-۴- بررسی ژن ریبوزومی ۲۶
۱-۱۱- بررسی فیلوژنتیکی گیاهان با استفاده از روش های مولکولی ۲۶
۱-۱۱-۱- بررسی DNA میتوکندریایی ۲۷
۱-۱۱-۲- بررسی ژن های کلروپلاست در گیاهان ۲۷
۱-۱۱-۳- بررسی ژن های هسته ای ۲۸
۱-۱۲- واکنش زنجیره ای پلیمراز(PCR) ۲۹
۱-۱۳- الکتروفورز ژل ۳۱
۱-۱۳-۱- الکتروفورز ژل آگاروز ۳۱
۱-۱۳-۲- ژل الکتروفورز پلی آکریل آمید ۳۱

فصل دوم: مروری بر پژوهش های انجام شده ۳۲

۲-۱- پژوهش های انجام شده در زمینه نقش کاروتنوئید ها در جلبک ۳۲

دونالیلا
۲-۲- پژوهش های انجام شده در زمینه تولید و تجمع کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا ۳۳
۲-۳- تحقیقات انجام شده در زمینه pH ۳۷
۲-۴- تحقیقات انجام شده در زمینه بیکربنات و سیستم هوادهی ۳۸
۲-۵- تحقیقات انجام شده در زمینه نیترات ۴۰
۲-۶- تحقیقات انجام شده در زمینه سیترات ۴۵
۲-۷- تحقیقات انجام شده در زمینه پتاسیم ۴۵
۲-۸- تحقیقات انجام شده در زمینه یون منیزیم ۴۵
۲-۹- تحقیقات انجام شده در زمینه یون آمونیم ۴۶
۲-۱۰- تحقیقات انجام شده در زمینه فیلوژنی مولکولی ۴۸

اهداف ۵۲

فصل سوم: مواد و روش های تحقیق ۵۳

۳-۱- تهیه نمونه ها ۵۳
۳-۲- کشت جلبک *D. salina* ۵۳
۳-۳- کشت جلبک در محیط مایع ۵۴
۳-۴- کشت جلبک در محیط جامد ۵۵
۳-۵- خالص سازی جلبک ۵۵
۳-۶- روش شمارش جلبک دونالیلا ۵۶
۳-۷- بررسی اثر pH اولیه محیط کشت حاوی جلبک بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۵۶
۳-۸- اثر pH اولیه محیط کشت بر میزان کاروتنوئید ها ۵۷
۳-۹- بررسی اثر نوع سیستم کشت جلبک در غلظت های مختلف بیکربنات سدیم بر رشد و تکثیر و میزان سنتز کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۵۸
۳-۱۰- بررسی اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم بر رشد و تکثیر و میزان سنتز کاروتنوئید در جلبک *D. salina* ۵۸

۳-۱۱- تغییرات میزان نیترات محیط کشت در طول رشد و تکثیر جلبک ۵۹
۳-۱۲- بررسی اثر غلظت های مختلف سیترات بر رشد و تکثیر و بیوسنتز کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۵۹
۳-۱۳- بررسی اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر رشد و میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۶۰
۳-۱۴- بررسی اثر غلظت های مختلف سولفات منیزیم بر تعداد سلول ها و میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۶۰
۳-۱۵- استخراج DNA ۶۱
۳-۱۵-۱- مواد مورد استفاده ۶۱
۳-۱۵-۲- روش کار ۶۲
۳-۱۶- پرایمر (آغازگر) ۶۳
۳-۱۷- واکنش PCR ۶۳
۳-۱۸- الکتروفورز محصول PCR ۶۵
۳-۱۹- خالص سازی محصول PCR از ژل آگارز با استفاده از کیت مخصوص(Agarose Gel DNA Extraction Kit) ۶۶
۳-۲۰- استفاده از نرم افزار های بیوانفورماتیک برای تجزیه و تحلیل توالی بدست آمده ۶۸
۳-۲۱- تجزیه و تحلیل آماری ۶۸
فصل چهارم: نتایج ۶۹

۴-۱- شناسایی و خصوصیات ظاهری جلبک *D. salina* ۶۹
۴-۲- استخراج DNA ۷۰
۴-۳- واکنش PCR ۷۱
۴-۴- موقعیت فیلوژنی جلبک *D. salina* MSI-1 در میان سایر جلبک های دونالیلا ۷۲
۴-۵- اثر pH اولیه محیط کشت بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۷۴
۴-۶- اثر pH اولیه محیط کشت بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۷۶
۴-۷- تغییرات pH اولیه محیط کشت در طی زمان ۷۸
۴-۸- تغییرات pH اولیه محیط کشت جلبک در حضور و عدم حضور ۸۰

بیکربنات
۴-۹- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های مختلف کشت بر تعداد سلول های جلبک *D. salina* ۸۲
۴-۱۰- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های مختلف کشت بر میزان کاروتنوئید ۸۴
۴-۱۱- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های مختلف کشت بر pH اولیه محیط کشت ۸۶
۴-۱۲- اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۸۸
۴-۱۳- اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۹۰
۴-۱۴- میزان مصرف نیترات محیط کشت توسط جلبک ۹۲
۴-۱۵- اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر رشد و تکثیر جلبک ۹۴
۴-۱۶- اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۹۶
۴-۱۷- اثر غلظت های مختلف سولفات منیزیم بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۹۸
۴-۱۸- اثر غلظت های مختلف سولفات منیزیم بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۱۰۰
۴-۱۹- اثر غلظت های مختلف سیترات سدیم بر تعداد سلول های جلبک *D. salina* ۱۰۲
۴-۲۰- اثر سیترات بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۱۰۴
فصل پنجم: بحث ۱۰۶

۵-۱- بررسی موقعیت فیلوژنی جلبک *D. salina* MSI-1 ۱۰۶
۵-۲- اثر pH اولیه محیط کشت بر رشد و تکثیر و تولید کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۱۰۸
۵-۳- بررسی تغییرات pH اولیه محیط کشت حاوی جلبک دونالیلا سالینا در طی زمان ۱۰۹
۵-۴- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های کشت مختلف بر رشد و بیوسنتز کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۱۰۹

۵-۵- اثر نیترات بر رشد و تکثیر و تولید کاروتنوئید در جلبک دونالیلا سالینا ۱۱۱
۵-۶- اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر رشد و تولید کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۱۱۳
۵-۷- اثر منیزیم بر رشد و تکثیر و بیوسنتز کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۱۱۴
۵-۸- اثر سیترات بر رشد و میزان کاروتنوئید ها در جلبک دونالیلا سالینا ۱۱۵
نتایج و پیشنهادات ۱۱۷

منابع ۱۲۰

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- میزان ترکیبات و عناصر مختلف در محیط کشت پایه	۵۴
جدول ۳-۲- ترکیب بافر TEN	۶۱
جدول ۳-۳- ترکیب بافر SDS-EB	۶۱
جدول ۳-۴- ترکیب بافر TE	۶۲
جدول ۳-۵- مواد PCR	۶۴
جدول ۳-۶- برنامه زمانی و دمایی PCR	۶۴
جدول ۳-۷- ترکیب بافر TAE (50X)	۶۵
جدول ۴-۱- تغییرات pH اولیه محیط کشت حاوی جلبک در طی زمان	۷۹
جدول ۴-۲- تغییرات pH اولیه محیط کشت فاقد جلبک در طی زمان	۷۹
جدول ۴-۳- تغییرات pH اولیه محیط کشت فاقد جلبک در حضور ۵۰ میلی مولار بیکربنات سدیم	۸۱
جدول ۴-۴- تغییرات pH اولیه محیط کشت فاقد جلبک و بدون بیکربنات سدیم	۸۱
جدول ۴-۵- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های مختلف کشت بر pH اولیه محیط کشت	۸۷

فهرست شکل ها و تصاویر

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- تصویر نوری از *Dunaliella salina* ۷

شکل ۱-۲- مسیر بیوسنتز کاروتنوئید ها ۱۹

شکل ۲-۱- آنالیز UPGMA برای ۱۲ سویه از دونالیلا با استفاده از نرم افزار NTSYS ۴۹

شکل ۲-۲- آنالیز UPGMA برای ۷ سویه از دونالیلا سالینا با استفاده از RAPD ۵۰

شکل ۲-۳- درخت فیلوژنی بر اساس آنالیز Maximum parsimony توالی منطقه ITS سویه هایی از جلبک دونالیلا سالینا ۵۱

شکل ۴-۱- جلبک دونالیلا سالینا در فاز های لگاریتمی(سبز) و ایستایی(نارنجی-قرمز) رشد ۶۹

شکل ۴-۲- ژل الکتروفورز DNA استخراج شده از جلبک *D. salina* ۷۰

شکل ۴-۳- محصول PCR ۷۱

شکل ۴-۴- موقعیت MSI-1 *D. salina* در میان تعدادی از گونه های جنس دونالیلا ۷۳

شکل ۴-۵- اثر pH اولیه محیط کشت بر رشد و تکثیر جلبک *D.salina* ۷۵

شکل ۴-۶- اثر pH اولیه محیط کشت بر میزان کاروتنوئید در جلبک *D. salina* ۷۷

شکل ۴-۷- اثر غلظت های مختلف بیکربنات سدیم در سیستم های مختلف کشت بر تعداد سلول های جلبک ۸۳

شکل ۴-۸- اثر نوع سیستم کشت جلبک در غلظت های مختلف بیکربنات سدیم بر میزان کاروتنوئید ها ۸۵

شکل ۴-۹- اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۸۹

شکل ۴-۱۰- اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم بر میزان کاروتنوئید در جلبک دونالیلا سالینا ۹۱
شکل ۴-۱۱- میزان نیترات باقی مانده در محیط کشت جلبک دونالیلا سالینا ۹۳
شکل ۴-۱۲- اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر رشد و تکثیر جلبک *D. salina* ۹۴
شکل ۴-۱۳- اثر غلظت های مختلف کلرید آمونیم بر میزان کاروتنوئید در جلبک دونالیلا سالینا ۹۷
شکل ۴-۱۴- اثر غلظت های مختلف سولفات منیزیم بر تعداد سلول های جلبک *D. salina* ۹۹
شکل ۴-۱۵- اثر غلظت های مختلف سولفات منیزیم بر تعداد سلول های جلبک *D. salina* ۱۰۱
شکل ۴-۱۶- اثر غلظت های مختلف سیترات بر تعداد سلول های جلبک *D. salina* ۱۰۳
شکل ۴-۱۷- اثر سیترات بر میزان کاروتنوئید ها در جلبک *D. salina* ۱۰۵

فصل اول

مقدمه

دونالیلا سالینا جلبک سبز تک سلولی ، شورپسند با پراکندگی جغرافیایی وسیع است . این گونه از جنس دونالیلا تولید کننده اولیه (primary producer) در محیط های شور است و تحت شرایط القایی قادر به تولید مقدار فراوانی کاروتنوئید است . با وجود اینکه تقاضای جهانی برای بتاکاروتن در حدود ۱۴۳۰ تن است کمتر از ۳ درصد آن کاروتن طبیعی و مابقی برای برقراری تعادل به صورت کاروتن سنتزی است . بسیاری از مطالعات نشان می دهد که تجمع کاروتنوئید توسط دونالیلا سالینا تحت شرایط غیر طبیعی مانند شوری شدید یا کمبود مواد غذایی افزایش می یابد . بعضی از سویه های دونالیلا سالینا مقدار زیادی کاروتنوئید تولید می کنند که بیش از ۱۰ درصد وزن خشک آنها را شامل می شود . تنوع ژنتیکی ، فیزیولوژی و بیوشیمی دونالیلا سالینا با توانایی متفاوت برای رشد و تولید کاروتنوئید گزارش شده است . مطالعات ژنتیکی برای انتخاب سویه ای مناسب از نظر رشد و تولید کاروتن برای رسیدن به این هدف مهم و ضروری است . کشت دونالیلا سالینا به عنوان منبع طبیعی بتاکاروتن در مقیاس زیاد برای برطرف کردن تقاضای جهانی هنوز نیاز به گسترش و پیشرفت دارد . بنابراین بعضی از گونه های جلبک دونالیلا ضمن تحمل شوری آب ، در شرایط معینی قادر به تولید مقدار زیادی بتاکاروتن هستند و با توجه به کاربرد بتاکاروتن در صنایع غذایی ، دارویی و آرایشی ، اطلاع از شرایط بهینه رشد

امکان پرورش این جلبک را برای ما فراهم کرده است (Borowitzka & Borowitzka, 1989; Butinar et al., 2005).

۱-۱- تاریخچه و تاکسونومی جلبک دونالیلا

جلبک دونالیلا نخستین بار در سال ۱۸۳۸ در حوضچه های نمک گیر در جنوب فرانسه توسط Michel Felix Dunal تحت عنوان *Haematococcus* معرفی گردید، اما Teodoresco در سال ۱۹۰۵ نام *Dunaliella* را بر روی آن نهاد (Teodoresco, 1905).

در سال ۱۹۸۳ ، Ettl جنس *Dunaliella* و ۱۶ جنس دیگر را در رده Chloroplyceae و راسته Dunalielles قرار داد . این راسته شامل چهار خانواده Dunaliellaceae ، Astermonadaceae ، Dangeardiellaceae ، Raciborskiellaceae می باشد .

Massyuk جنس Dunaliella را به دو زیر جنس تقسیم کرد . زیر جنس Pascheria شامل ۵ گونه که ساکن آب های شیرین هستند و واکوئل های انقباضی دارند ، در حالیکه زیر جنس Dunaliella با ۲۳ گونه که در ۴ بخش گروه بندی می شوند (Viridis, Peirceinae) Tertiolecta, Dunaliella, در آب های شور زندگی می کنند و فاقد واکوئل های انقباضی هستند (Massyuk, 1973).

Ben-Amotz و Avron تعداد گونه های شناسایی شده جنس دونالیلا را ۲۸ گونه گزارش نمودند (Ben-Amotz & Avron, 1992).

با استفاده از منابع مختلف بهترین رده بندی ارائه شده برای جلبک دونالیلا به صورت زیر است:

Chlorophyta	شاخه
Chlorophyceae	رده
Volvocales	راسته
Chlamydomonadinea	زیر راسته
Polybepharidaceae	خانواده
Dunaliella	جنس

جلبک دونالیلا با اعضا راسته Volvocales از جمله کلامیدوموناس تشابهاتی از نظر شکل ظاهری دارند. تفاوت عمده آن با جلبک کلامیدوموناس این است که دونالیلا فاقد دیواره سلولی است و علاوه بر آن اختلافاتی دردستگاه تاژکی و حالت و ترتیب اندامکهایی نظیر میتوکندری و دیکتوزوم در این دو جنس مشاهده شده است (Miyake & Yokota, 2000) .

۱-۲- اکولوژی جلبک دونالیلا

جنس دونالیلا دارای پراکنش وسیعی است و توانایی زیستن در اکوسیستم های آبی متنوعی را دارد ، بطوریکه برخی از گونه ها که اکثرا متعلق به زیر جنس Pascheria هستند ، نظیر *D.flagellata* ، *D. chordata* ، *D. lateralis* در آب های شیرین رشد و تکثیر می نمایند و در آب های شور با غلظت کم نمک گونه هایی مانند *D. tertiolecta* ، *D. bioculata* ، *D.primolecta* و در آب های بسیار شور و محیط های اشباع از نمک برخی گونه ها از جمله *D.perva* ، *D. viridis* و *D. salina* زیست می کنند (Ben-Amotz & Avron, 1990; Attaway & Zabarsky, 1993; Ginzburg, 1987).