مجله زیست فناوری گیاهان دارویی
سال دوم، شماره چهارم، پاییز و زمستان ۱۳۹۵

بررسی صفات فیزیکی-شیمیایی و ترکیب اسید چرب در ماکروجلبک قهوه‌ای *Nizimuddinia zanardini*

عصمت محمدی[۱*] بهاره شعبان‌پور[۲]، معظمه کردجزی[۳]

چکیده

ماکروجلبک‌های دریایی منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و ترکیباتی با خاصیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد به شمار می‌روند که دارای اثرات فیزیولوژیکی متعدد و خواص درمانی بسیار بوده و نقش بسزایی بر سلامت انسان ایفا می‌نمایند. در این مطالعه ترکیب اسید چرب، خواص فیزیکوشیمیایی، توانایی مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد و ارزیابی حسی ماکروجلبک قهوه‌ای *N. zanardini* جمع‌آوری شده از سواحل قشم به منظور دست‌یابی به ارزش تغذیه‌ای و خواص درمانی آن انجام شده است. ارزیابی صفات فیزیکوشیمیایی ماکروجلبک *N. zanardini* با سنجش، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تورم و ظرفیت جذب روغن و شناسایی ترکیب اسید چرب ماکروجلبک با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی انجام شد. ارزیابی فعالیت مهارکنندگی عصاره جلبکی با سنجش اثر مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH و سوپراکسید انجام شد. همچنین به منظور ارزیابی شاخص‌های بو و طعم عصاره آبی جلبک نیز از ۱۷ پنل غیر متخصص استفاده شد. با افزایش دما ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم جلبک *N. zanardini* اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). ماکروجلبک *N. zanardini* به ترتیب حاوی ۴۱/۶۱% SFAs، ۳۰/۸۲ % MUFAs و ۷/۵۲ % PUFAs بود. توانایی مهارکنندگی رادیکال آزاد سوپراکسید (۲۱%/۰۵) بالا اما فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲%/۷۳) در ماکروجلبک مورد مطالعه پایین ارزیابی شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که ماکروجلبک مورد مطالعه از طعم و بوی قابل قبولی برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *Nizimuddinia zanardini*، پروفیل اسید چرب، توانایی مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد، خواص فیزیکوشیمیایی.

۱*- کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
تلفن: ۰۹۳۳۵۸۵۷۰۰۱ , esmat.mohammadi69@gmail.com
۲ - استاد، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۳- استادیار، گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و کمبود مواد غذایی کافی، نیاز به پژوهش برای شناسایی منابع جدید از مواد غذایی را ضروری می‌سازد. حدود ۶۰ درصد انرژی غذایی جهانی توسط غلاتی از قبیل گندم، برنج و ذرت تامین می‌شود. این غلات اگرچه حاوی میزان بالایی از کالری و کربوهیدرات می‌باشند، اما از نظر مواد مغذی مهمی از قبیل پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها (به ویژه A و C) و اسیدهای چرب غیر اشباع به ویژه اسیدهای چرب n-3 فقیر می‌باشند (Foseid et al., 2016). ماکروجلبک‌های دریایی منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA) به شمار می‌روند که می‌توانند برای تغذیه انسان مورد استفاده قرار گیرند. منبع اصلی PUFAهای n-3 برای انسان غذاهای دریایی می‌باشند، که از طریق مصرف مستقیم روغن ماهی (به خصوص ماکرل و سالمون) تامین می‌گردد. اما به دلیل کاهش ذخایر ماهیان و افزایش تقاضا بازار، بهره‌برداری مداوم از ماهیان جهت استخراج PUFAها امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین شناسایی منابع جایگزین پایدار از PUFAها لازم و ضروری می‌باشد (Vizetto-Duarte et al., 2015). تولید و برداشت جهانی میکرو و ماکروجلبک‌ها از سال ۲۰۰۴ تا ۱۰۱۴ دو برابر شده است. ۹۷ درصد از تولید و برداشت مربوط به قاره آسیا می‌باشد، بنابراین سایر نقاط جهان نیز از پتانسیل بالایی جهت گسترش جلبک‌ها برخوردار می‌باشند. جلبک‌های دریایی گروه متنوع از گیاهان دریایی می‌باشند که به سه گروه اصلی جلبک‌های قرمز، سبز و قهوه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند (Foseid et al., 2016). یکی از مزایای مهم تغذیه جلبک‌های دریایی به ویژه جلبک‌های قهوه‌ای، حضور بالای PUFAها به خصوص PUFAهای n-3 و n-6 می‌باشد. گزارش شده که یک نسبت پایین از n-6/n-3 دارای اثرات جلوگیری کننده در مقابل بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان و بیماری‌های التهابی و ایمنی می‌باشد (Silva et al., 2013 ;Simopoulos, 2002). همچنین در سال‌های اخیر، علاقه به جستجو و شناسایی مواد بیولوژیکی فعال جدید از منابع طبیعی با پتانسیل آنتی‌اکسیدان، ضد التهاب و ضد فشارخون، و غیره افزایش یافته است. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی معمولا در صنایع غذایی برای جلوگیری از تغییرات نامطلوب واکنش‌های اکسیداسیونی به کار می‌روند، اما اهمیت اصلی این ترکیبات به خواص درمانی آن‌ها مربوط می‌شود (Rodríguez-Meizoso et al., 2006). ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شناسایی شده در جلبک‌ها می‌توانند با انواع رادیکال‌های آزاد واکنش داده، و از بروز بیماری‌های خطرناکی از قبیل سرطان جلوگیری نمایند (Kokilam et al., 2013). مطالعات گسترده‌ای در مورد خواص تغذیه‌ای و دارویی پروفیل اسید چرب و همچنین خاصیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد از ماکروجلبک‌های قهوه‌ای در سراسر جهان انجام شده است. اما با توجه به پتانسیل بالای خلیج فارس از نظر تنوع و بیومس جلبکی، مطالعات محدودی در زمینه ارزش تغذیه‌ای و خواص دارویی ماکروجلبک‌های موجود در دریاهای ایران صورت گرفته و بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه شناسایی و طبقه‌بندی آن‌ها بوده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی برخی از خواص کاربردی و پروفیل اسید چرب ماکروجلبک *N. zanardini* انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

عملیات نمونه‌برداری طی فصل زمستان سال۱۳۹۳ از منطقه کانی قشم (26°34344N ,55°23765E) صورت گرفت. جلبک جمع‌آوری شده، بلافاصله با آب دریا شستشو داده شد و گل و لای و سایر مواد چسبیده به آن‌ها زدوده شد. نمونه به مدت دو تا پنج روز در سایه خشک گردید. سپس نمونه در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار قرار گرفت و توسط ورق‌های نازک آلومینیومی پوشانیده شد و در ظروف نگهدارنده مخصوص قرار گرفت. شناسایی گونه توسط موسسه تحقیقات شیلات خلیج فارس انجام گرفت. سپس نمونه به بخش آزمایشگاه فرآورده‌های شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی گرگان منتقل گردید و تا شروع آزمایشات لازم جهت عصاره‌گیری و استخراج در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

خواص فیزیکو شیمیایی جلبک‌ها

ظرفیت تورم (SWC)

ظرفیت تورم پودر نمونه‌های جلبکی به روش حجمی اندازه‌گیری شد (Sakthivel and Devi, 2015). به طور خلاصه، به ۵۰۰ میلی‌گرم از پودر جلبک ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و مخلوط حاصل ورتکس شد. اثر دما بر ظرفیت تورم با نگه داشتن تیوپ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دو دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد، اندازه‌گیری شد.

ظرفیت تورم نمونه‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

حجم آب بعد از انکوبه شدن (میلی‌لیتر) - حجم اولیه آب (میلی‌لیتر) = ظرفیت تورم

در نهایت، ظرفیت تورم به صورت میلی‌لیتر نمونه متورم شده بر گرم نمونه خشک گزارش شد.

ظرفیت نگهداری آب (WHC[2])

ظرفیت نگهداری آب پودر جلبک با استفاده از سانتریفیوژ به روش اصلاح شده Sakthivel and Devi (2015), انجام شد. به طور خلاصه، ۵۰۰ میلی‌گرم از پودر جلبک به همراه ۲۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه درون دو مجموعه از تیوپ‌های سانتریفیوژ ریخته شد. تیوپ‌ها در انکوباتور شیکردار به مدت ۲۴ ساعت در دو دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد به طور جداگانه قرار داده شدند. سپس تیوپ‌ها با دور g × ۱۴۰۰۰به مدت۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند، مایع‌رویی دور ریخته شد. وزن تر نمونه ته نشین شده یاداشت شد. نمونه‌ها به منظور خشک شدن در آون با دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار داده شد. سپس وزن خشک نمونه‌ها یاداشت شد.

ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

وزن خشک نمونه (گرم) - وزن تر نمونه (گرم) = ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها به صورت مقدار گرم آب جذب شده توسط ۱ گرم نمونه خشک شده بیان شد.

ظرفیت نگهداری روغن (OHC[1])

ظرفیت نگهداری روغن براساس روش Sakthivel and Devi (2015) انجام شد. در این روش ۳ گرم از نمونه خشک شده در تیوپ سانتریفیوژ قرار داده شد و به آن ۱۰/۵ گرم روغن ذرت اضافه شد. تیوپ‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق تکان داده شدند. پس از آن عمل سانتریفیوژ در دور g×۲۵۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه انجام گرفت، مایع‌رویی جدا شده و اندازه‌گیری شد.

ظرفیت نگهداری روغن نمونه‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

حجم روغن بعد از انکوبه شدن (گرم)- حجم اولیه روغن (گرم) = ظرفیت نگهداری روغن

ظرفیت نگهداری روغن نمونه‌ها به صورت میزان گرم روغن جذب شده توسط ۱ گرم نمونه خشک شده بیان شد.

اندازه‌گیری پروفیل اسید چرب

اندازه‌گیری ترکیب اسیدچرب نمونه‌های جلبکی با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی انجام شد (Sakthivel and Devi, 2015). به طور خلاصه، چربی (۷۵ میلی‌گرم) نمونه جلبکی در ۱ میلی‌لیتر تولوئن و ۲ میلی‌لیتر H_2SO_4 (۱%) حل شد. استرها با ۵ میلی‌لیتر هگزان استخراج شد. لایه مواد آلی جدا و سپس با ۴ میلی‌لیتر بی‌کربنات پتاسیم(۲%) شسته شد. مخلوط با Na_2SO_4 جامد خشک شد و سپس فیلتر گردید. پس از خروج مواد آلی، اسید چرب متیل استر در دستگاه کروماتوگرافی گازی قرار گرفت. دمای اولیه دستگاه ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد بود و سپس دما به ۲۵۰ درجه افزایش یافت. در مرحله تزریق از دمای ۲۲۰ درجه استفاده شد. از هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱ میکرولیتر/دقیقه استفاده شد. سپس ترکیب اسیدهای چرب شناسایی شد.

---

1. Oil holding capacity

عصاره‌گیری، تعیین فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد و ارزیابی حسی عصاره

عصاره‌گیری در سه مرحله با استفاده از آب مقطر صورت گرفت. به طور خلاصه، ۵۰ گرم از پودر نمونه جلبکی با یک لیتر آب مقطر هموژن گردید (به نسبت ۱ به ۲۰) و در دمای اتاق با دور ۲۰۰ rpm به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور شیکردار، انکوبه شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰rpm در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید و سپس با کاغذ صافی واتمن ۴ فیلتر شد. کنسانتره و عصاره به دست آمده، در خشک کن انجمادی قرار گرفته و سپس توزین گردیدند. به کنسانتره به دست آمده از مرحله‌ی اول مجددا به نسبت ۱ به ۲۰ آب مقطر اضافه شد و روند بالا دوباره تکرار شد. به این ترتیب کنسانتره و عصاره دوم به دست آمد. کنسانتره و عصاره به دست آمده از مرحله‌ی دوم نیز در خشک کن انجمادی قرار داده شده و وزن شدند. به کنسانتره به دست آمده از مرحله دوم نیز مجددا به نسبت ۱ به ۲۰ آب مقطر اضافه، و روند بالا تکرار شد تا تمام عصاره‌های باقی مانده استخراج شود. سپس کنسانتره و عصاره فریزدرای شدند. تمام عصاره‌های به دست آمده از سه مرحله با هم مخلوط گردید و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. در زمان آزمایش محلول استوکی از عصاره با غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه و به منظور انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفت.

فعالیت مهارکنندگی رادیکال DPPH

اثر مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، براساس روش Rodríguez-Meizoso et al (2006) با کمی اصلاح انجام شد. بر طبق این روش، ۲۳/۵ میلی‌گرم از پودر DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول (۱۰۰%) حل شد. غلظت‌های مختلف (۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۰ میکروگرم/میلی‌لیتر) از عصاره‌ی جلبکی تهیه شد، سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از این محلول‌ها با ۳/۹ میلی‌لیتر از محلول DPPH، در لوله آزمایش ریخته شد. مخلوط به مدت ۱ دقیقه ورتکس، و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق در تاریکی نگهداری شد تا واکنش نهایی کامل شود. جذب همه نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. از اسید اسکوربیک و گالیک اسید به عنوان گروه‌های کنترل مثبت استفاده شد. توانایی مهارکنندگی رادیکال DPPH، با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{توانایی مهار رادیکال DPPH}\ (\%) = \frac{A_{\text{کنترل}} - A_{\text{نمونه}}}{A_{\text{کنترل}}} \times ۱۰۰$$

$A_{\text{کنترل}}$، جذب محلول DPPH بدون نمونه، $A_{\text{نمونه}}$، جذب محلول DPPH با نمونه

جذب نمونه‌ها، براساس کنترل خوانده شد و عدد جذب نمونه‌ها به صورت کاهشی بوده و منحنی استاندارد حاصل به صورت نزولی می‌باشد.

رادیکال آزاد سوپراکسید

درصد مهارکنندگی رادیکال سوپراکسید توسط عصاره جلبکی بر طبق روش Wang et al., (2008) انجام شد. به طور خلاصه، ۳ میلی‌لیتر بافر Tris-Hcl (۱۶ میلی‌مولار، pH ۸)، ۳۳۸ میکرومولار NADH، ۷۲ میکرومولار NBT و ۳۰ میکرومولار PMS در غلظت‌های مختلف عصاره (۷۸/۶۳ -۴/۲۶ میکروگرم/میلی‌لیتر) با هم مخلوط گردید. مخلوط حاصل در دمای اتاق به مدت ۵ دقیقه انکوبه شد. سپس جذب در۵۶۰ نانومتر در مقابل شاهد خوانده شد. درکنترل، به جای نمونه از بافر Tris-Hcl استفاده شد. از اسید اسکوربیک به عنوان گروه کنترل مثبت استفاده شد. درصد مهارکنندگی رادیکال سوپراکسید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{توانایی مهار رادیکال سوپراکسید}\ (\%) = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب کنترل}}{\text{جذب کنترل}} \times ۱۰۰$$

ارزیابی حسی عصاره

به منظور ارزیابی شاخص‌های بو و طعم عصاره‌های آبی جلبک‌ها از ۱۷ پنل آموزش ندیده استفاده شد. به طور خلاصه، ابتدا عصاره‌ها در آب معدنی (۱% وزنی/وزنی)حل و به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس عصاره‌ها فیلتر و برای ارزیابی حسی مورد استفاده قرار گرفتند. صفات حسی مورد مطالعه عبارتند از طعم‌های تلخی، گسی، نمکی، غذای دریایی، ماهی، چای سبز و بوهای عسل مانند، گیاه و جلبک دریایی. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از هر یک از عصاره‌ها برای هر پنل سرو شد. شدت امتیازات تعیین شده از ۱۰-۰ می‌باشد که به کمترین امتیاز عدد ۰ و بالاترین امتیاز عدد ۱۰ تعلق گرفت. عدد ۱۰ گویای طعم و بوی تندتر و عدد ۰ گویای طعم و بوی ملایم‌تر می‌باشد. امتیاز ۵ به عنوان طعم و بوی قابل قبول در نظر گرفته شد(Peinado et al., 2014).

از ۵ به طرف ۰ طعم و بو ملایم‌تر

از ۵ به طرف ۱۰ طعم و بو تندتر

آنالیز آماری

اندازه‌گیری پروفیل اسید چرب و رادیکال آزاد سوپراکسید در دو تکرار اما سایر آزمایشات در سه تکرار انجام شد و مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد. برای آنالیز آماری از نرم افزار SPSS (نسخه۲۰) استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تی مستقل و آنالیز واریانس یک طرفه و برای بررسی اختلاف میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. از آزمون‌های آماری Weight cases و غیر پارامتریک برای آنالیز داه‌های حسی استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel (Microsoft Office,۲۰۱۰) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی ظرفیت تورم، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت جذب روغن در جلبک مورد مطالعه(شکل۱) اندازه‌گیری و نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. ظرفیت تورم و ظرفیت نگهداری آب در دو دمای مختلف ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تورم جلبک *N. zanardini* در دماهای مذکور اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نداد ($p>۰/۰۵$). در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ظرفیت تورم و ظرفیت نگهداری آب جلبک *N. zanardini* به صورت ناچیز کاهش یافت. این کاهش ممکن است به دلیل تغییر ماهیت و دناتوره شدن پروتئین در دمای مذکور باشد. ظرفیت تورم و ظرفیت نگهداری با میزان فیبر و پروتئین در جلبک‌ها رابطه مستقیم دارند (Wong and Cheung, 2000). پایین بودن میزان ظرفیت تورم و ظرفیت نگهداری آب در جلبک *N. zanardini* می‌تواند ناشی از پایین بودن محتوای فیبر و پروتئین در آن باشد. ظرفیت تورم و ظرفیت نگهداری آب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای ماکروجلبک *N. zanardini* با گزارش Syad et al (2013) برای جلبک *Sargassum wightii* مطابقت داشت. ظرفیت نگهداری روغن نیز یکی از ویژگی‌های مهم مواد غذایی می‌باشد. در واقع، مکانیسم ظرفیت نگهداری روغن عمدتا به دلیل جذب فیزیکی روغن از طریق پدیده مویرگی می‌باشد. علاوه بر این، خاصیت آب گریزی پروتئین نیز نقش عمده‌ای در جذب چربی بازی می‌کند. از این رو، تفاوت در ظرفیت نگهداری روغن جلبک‌های دریایی را می توان به نسبت‌های مختلف زنجیره‌های جانبی قطبی آمینواسیدهای موجود در سطوح مولکول‌های پروتئین نسبت داد. اندازه ذرات، تراکم بار الکتریکی و طبیعت هیدروفیلی ذرات منفرد از جمله عوامل موثر بر ظرفیت نگهداری روغن به شمار می‌روند (Yaich et al., 2011). مقادیر ظرفیت نگهداری روغن گزارش شده برای جلبک‌های *Hypnea charoides* (۰/۰±۸۲/۰۱)، *Hypnea japonica* (۰/۰±۹۵/۰۴)، *Ulva lactuca* (۰/۰±۶۵/۰۳) (Wong and Cheung., 2000) ، *Fucus* (۰/۰±۸۹/۰۱گرم/گرم وزن خشک)، *Laminaria* (۱/۰±۱۱/۰۵ گرم/گرم وزن خشک)، *Undaria* (۰/۰±۹۶/۰۳ گرم/گرم وزن خشک)، *Chondrus* (۰/۰±۹۱/۰۶ گرم/گرم وزن خشک) و *Porphyra tenera* (۱/۰±۰۴/۰۳ گرم/گرم وزن خشک)

Gelidiella acerosa (Ruperez and Saura-Calixto, 2001)، *Sargassum wightii* (۹۱/۰۲±۰/۰)، *Gracilaria* (Syad et al., 2013)، و جلبک (۳/۰۸±۱/۰) *edulis* (۶/۰۲±۱/۰گرم/گرم وزن خشک) (Sakthivel and Devi, 2015) با نتایج حاصل از ماکروجلبک مورد مطالعه مطابقت داشت.

شکل ۱- جلبک قهوه‌ای *Nizimuddinia zanardini* در زیستگاه طبیعی

جدول ۱- خواص فیزیکوشیمیایی جلبک *N. zanardini* ظرفیت جذب روغن و ظرفیت نگهداری آب براساس گرم/گرم وزن خشک و ظرفیت تورم براساس میلی‌لیتر/گرم وزن خشک می‌باشد.

جلبک‌ها	ظرفیت تورم		ظرفیت نگهداری آب		ظرفیت جذب روغن
	۲۵°C	۳۷°C	۲۵°C	۳۷°C	
N. zanardini	۸/۰±۶۶/۵۷$^{+}$	۷/۰±۶۶/۵۷$^{+}$	۵/۰±۳۱/۳$^{+}$	۴/۰±۸۳/۵۷$^{+}$	۰/۰±۹۹/۱

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است (n=۳). علامت‌های (+) در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین دماهای مختلف می‌باشد ($p>0/05$).

پروفیل اسید چرب

در این پژوهش ۸ ترکیب اسید چرب در ماکروجلبک *N. zanardini* شناسایی شد و در جدول ۲ ذکر شده است. مطالعه بر روی پروفیل اسید چرب نشان داد که اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب تک غیر اشباع بیشترین میزان اسید چرب را تشکیل می‌دهند درحالی که اسیدهای چرب غیر اشباع کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. میزان SFA، MUFA و PUFA در ماکروجلبک مورد مطالعه نسبت به گزارش Silva et al (2013) برای ماکروجلبک‌های قهوه‌ای *C. spongiosus*، *C. nodicaulis*، *C. tamariscifolia*، *C. usneoides*، *F. spiralis*، *H. filicina*، *P. pavonica*، *S. polyschides*، *S. vulgare*، *S. scoparium* بالاتر می‌باشد. همچنین میزان SFA، MUFA در ماکروجلبک مورد مطالعه نسبت به گزارش Tabarsa et al (2012) برای ماکروجلبک‌های *Colpomenia sinuosa*, *Dictyota dichotoma* و *Padina pavonica* بالاتر اما میزان PUFA در ماکروجلبک مورد مطالعه نسبت به جلبک‌های ذکر شده پایین‌تر می‌باشد. این جلبک از نظر اسیدهای چرب ضروری از جمله میریستیک اسید (C14:0)، پالمتیک اسید (C16:0)، اولئیک اسید (C18:1) و لینولئیک اسید غنی (C18:2) می‌باشند. که در میان آن‌ها پالمتیک اسید

(C16:0) و اولئیک اسید (C18:1) دارای بالاترین غلظت می‌باشند. این نتایج با گزارش Polat and Ozogul (2008) برای ماکروجلبک‌های *Spyridia filamentosa*، *Acanthophora nayadiformis*، *Halymenia floresii* و *Stypopodium schimperii* و گزارش Silva et al (2013) برای ماکروجلبک‌های *C. nodicaulis*، *C. tamariscifolia*، *F. spiralis*، *P. pavonica*، *S. scoparium* مطابقت داشت.

جدول ۲- پروفیل اسید چرب (%) ماکروجلبک *N. zanardini*

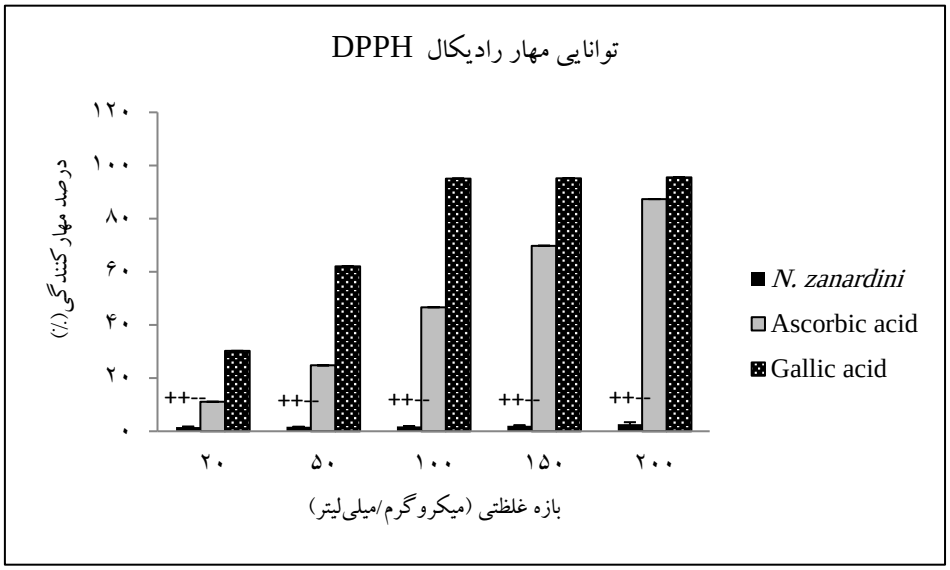
جلبک	پروفیل اسید چرب
N. zanardini	ترکیب‌های اسید چرب شناسایی شده
۳/۰±۱۷/۸	C14:0
۳۲/۰±۷۸/۱۲	C16:0
۱/۰±۲۷/۳۹	C18:0
۴/۱±۳۷/۴۴	C20:0
۴۱/۰±۶۱/۳۷	∑SFAs
۲/۰±۲۴/۱۷	C16:1
۲۸/۱±۵۷/۹۶	C18:1
۳۰/۲±۸۲/۱۳	∑MUFAs
۶/۰±۴۱/۳۰	C18:2
۱/۰±۱۰/۴۳	C18:3
۷/۰±۵۲/۱۳	∑PUFAs
۰/۰±۱۸/۰۰۱	PUFAs/SFAs
۲۰/۱±۰۳/۶۳	سایر اسیدهای چرب

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است (n=۲).

اثر مهارکنندگی رادیکال DPPH

توانایی مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره آبی ماکروجلبک در شکل ۲ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر اثر مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره آبی جلبک *N. zanardini* در غلظت‌های ۲۰۰-۲۰ میکروگرم/میلی‌لیتر به ترتیب۲/۷۳%-۱/۶۱ می‌باشد. با افزایش غلظت عصاره درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد نیز افزایش می‌یابد. در بالاترین غلظت (۲۰۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر) گروه‌های کنترل مثبت گالیک اسید و اسید اسکوربیک به ترتیب اثر مهارکنندگی معادل۹۵/۵۲% و ۸۷%/۳۶ را نشان دادند. اثر مهارکنندگی توسط کنترل مثبت‌ها در تمام غلظت‌ها در مقایسه با عصاره جلبکی به صورت معنی‌داری بالاتر می‌باشد ($p<۰/۰۱$). در واقع از روش مهار رادیکال آزاد DPPH برای ارزیابی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در زمان نسبتا کوتاه استفاده می‌شود. کاهش جذب درنتیجه تغییر رنگ محلول از بنفش به زرد اتفاق می‌افتد. تغییر رنگ مشاهده شده به دلیل مهار رادیکال آزاد DPPH توسط آنتی‌اکسیدان‌های موجود در نمونه می‌باشد. در واقع عصاره‌ها با اهدای اتم هیدروژن به رادیکال آزاد DPPH آن را به فرم پایدار DPPH-H تبدیل می‌کنند و

باعث تغییر رنگ محلول DPPH از بنفش به زرد رنگ می‌شوند و بدین شکل قدرت خود را در مهار رادیکال آزاد DPPH به نمایش می‌گذارند. رادیکال آزاد DPPH با گرفتن یک الکترون یا هیدروژن به یک مولکول دیامغناطیس پایدار تبدیل می‌شود (Soares et al., 1997). آنتی‌اکسیدان‌ها با اهدای اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد DPPH آن را به فرم پایدار DPPH-H تبدیل می‌کنند. در واقع مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با اهدای اتم هیدروژن به وسیله آنتی‌اکسیدان‌ها و تبدیل آن‌ها به فرم پایدار DPPH-H انجام می‌شود. بیشتر نمونه‌هایی قادر به مهار رادیکال آزاد DPPH می‌باشند که در ساختار خود دارای گروهای OH– و OSO_3H- باشند. جایگزینی گروه OH– با گروه OSO_3H- باعث تقویت اثر مهارکنندگی می‌شود. بنابراین هر چه تعداد گروه OH– بیشتر باشد اثر مهارکنندگی نیز قویتر خواهد بود (Zhang et al., 2011). در این مطالعه نمونه‌ی جلبکی *N. zanardini* توانایی ناچیزی را در مهار رادیکال آزاد DPPH از خود نشان دادند در حالی که کنترل‌های اسکوربیک اسید و گالیک اسید اثر مهارکنندگی قابل توجهی داشتند. فعالیت پایین جلبک در مهار رادیکال آزاد را می‌توان به توانایی ضعیف آن در اهدای اتم هیدروژن نسبت داد. از طرفی اثر مهارکنندگی بالای کنترل مثبت‌ها به دلیل توانایی بالایی آن‌ها در اهدای اتم هیدروژن می‌باشد. اثر مهارکنندگی رادیکال آزاد در *N. zanardini* حاضر در تحقیق نسبت به *Nizimuddinia zanardini* گزارش شده از سواحل چابهار پایین‌تر بود (Fariman et al., 2016).

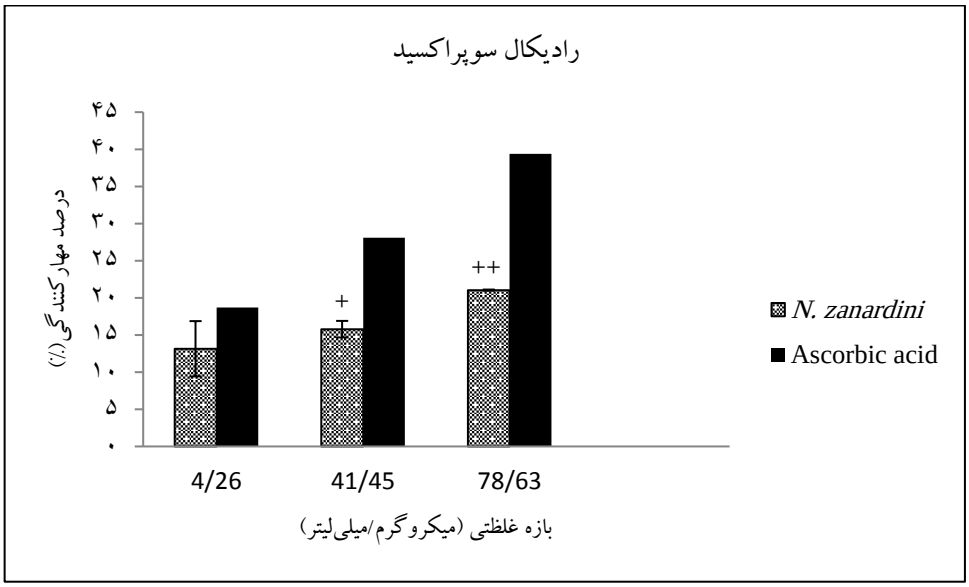


شکل ۲- توانایی مهارکنندگی رادیکال DPPH توسط عصاره ماکروجلبک *N. zanardini*. علامت‌های متفاوت (++،--) در غلظت‌های مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار به ترتیب با اسید اسکوربیک و اسید گالیک می‌باشند($p<۰/۰۱$). نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار گزارش شده است ($n=۳$).

رادیکال آزاد سوپراکسید

در شکل ۳ درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد سوپراکسید توسط عصاره جلبک*N. zanardini* نشان داده شده است. *N. zanardini* بیشترین درصد مهارکنندگی را به ترتیب در غلظت ۷۸/۶۳ میکروگرم/میلی‌لیتر به میزان ۲۱/۰۵% و کمترین درصد را در غلظت ۴/۲۶ میکروگرم/ میلی‌لیتر به میزان ۱۳/۱۵% از خود نشان دادند. درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد سوپراکسید به غلظت وابسته می‌باشد و با افزایش در غلظت درصد مهارکنندگی نیز افزایش می‌یابد. از اسید اسکوربیک برای مقایسه توانایی مهار رادیکال آزاد سوپراکسید با جلبک مورد مطالعه استفاده شد. جلبک *N. zanardini* در غلظت ۴/۲۶ میکروگرم/میلی‌لیتر اختلاف معنی‌داری با اسید اسکوربیک نشان نداد ($p>۰/۰۵$) اما در

سایر غلظت‌ها توانایی مهار رادیکال سوپراکسید توسط عصاره آبی *N. zanardini* به صورت معنی‌داری کمتر بود (p<۰/۰۱ ،p<۰/۰۵). در کل جلبک مورد مطالعه از توانایی قابل توجهی در مهار رادیکال آزاد سوپراکسید برخوردار می‌باشد. آنیون سوپراکسید به عنوان یک اکسیدان نسبتا ضعیف به شمار می‌رود اما به طور غیرمستقیم باعث شروع پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود. آنیون سوپراکسید به طور مداوم تجزیه شده و به فرم فعال ROS تبدیل می‌شود. ROSقادر به نابود کردن سلول، غیر فعال سازی آنزیم‌ها و تخریب پلی‌ساکاریدها، DNA، لیپیدها و سایر مواد حساس موجود در سلول‌ها می‌شوند. بنابراین رادیکال سوپراکسید برای ترکیبات سلولی بسیار مضر می‌باشد (Zhang et al., 2011). ROS با تحریک اکسیداسیون لیپیدی سبب القا مشکلات پاتولوژیک و ایجاد بیماری‌های آرتروز و آلزایمر می‌شود (Wang et al., 2008). تبدیل سوپراکسید و H_2O_2 به گونه‌های واکنش‌پذیرتر مانند رادیکال هیدروکسیل، یکی از نامطلوب‌ترین اثرات ناشی از رادیکال‌های سوپراکسید است (Zhang et al., 2011). فسفات و سولفات گلوکان از جمله ترکیبات شناسایی شده در جلبک‌ها با خاصیت مهارکنندگی رادیکال سوپراکسید می‌باشند (Wang et al., 2008). شناسایی ترکیب خاص با فعالیت مهارکنندگی رادیکال سوپراکسید در جلبک مورد مطالعه، نیازمند تحقیقات گسترده‌تر می‌باشد.

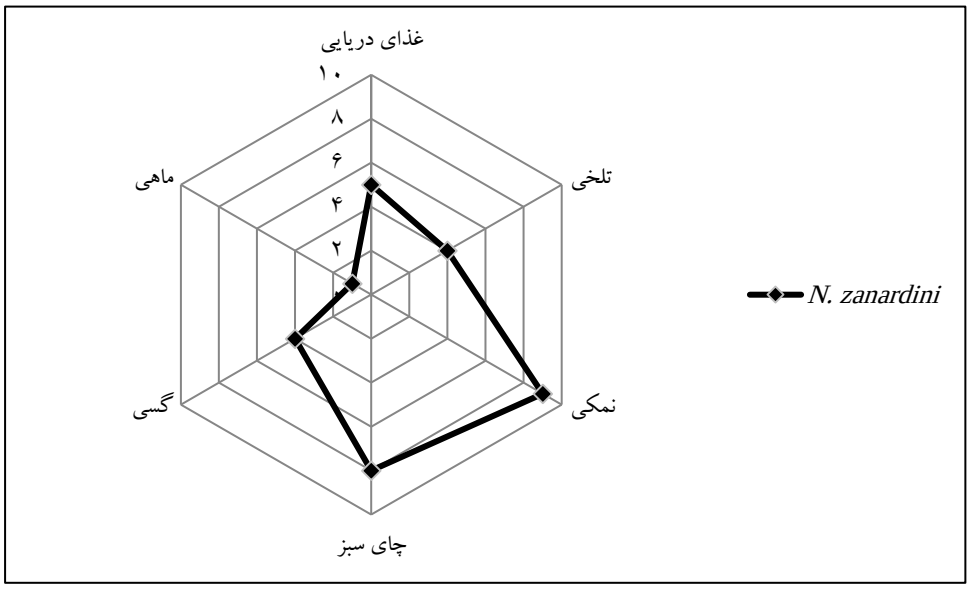


شکل ۳- درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد سوپراکسید توسط عصاره ماکروجلبک *N. zanardini*. علامت (+)، (++) در غلظت‌های مشابه نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار با اسید اسکوربیک می‌باشد (p<۰/۰۵، p<۰/۰۱). نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار گزارش شده است (n=۲).

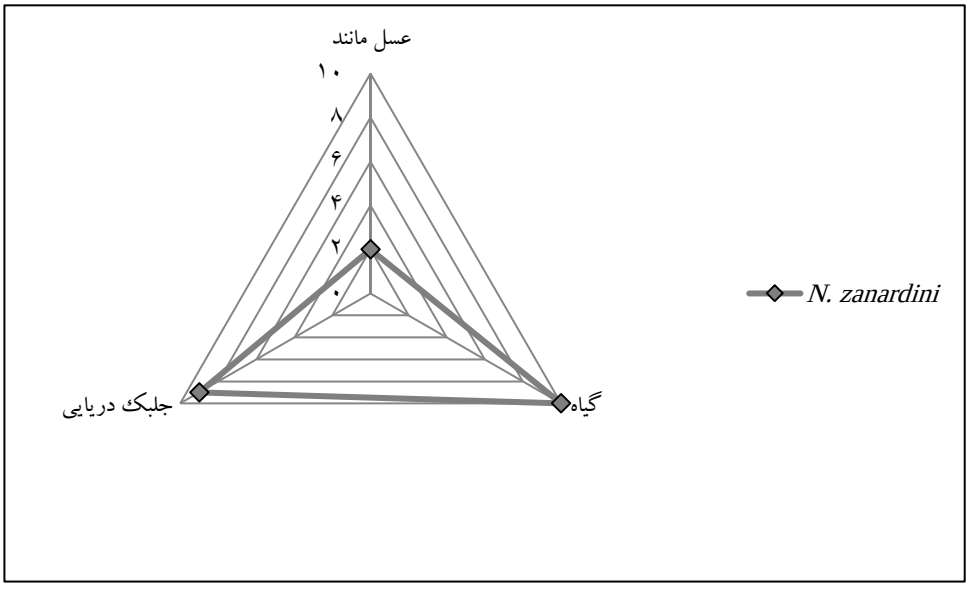
نتایج ارزیابی حسی

در شکل ۴ و ۵ نمودارهای عنکبوتی رسم شده برای صفت‌های چشایی و بویایی عصاره آبی جلبک نشان داده شده است. طعم نمکی و چای سبز از جمله طعم‌های غالب در این عصاره بودند. بوی عسل مانند ضعیف‌ترین بو و بوی گیاه و جلبک دریایی قویترین بو در عصاره آبی ماکروجلبک مورد مطالعه بودند. شدت طعم و بو در عصاره آبی جلبک‌های *N. zanardini* به ترتیب ۱/۷۳±۴/۵۸ و ۲/۱±۶۴/۹۶ بود. عصاره آبی این جلبک از شدت طعم و بوی ملایمی برخوردار می‌باشد. در جلبک‌های قهوه‌ای *Laminaria digitata*، *Ascophyllum nodosum*، *Pelvetia canaliculata*، *Fucus vesiculosus* و *Fucus spiralis* بوی عسل مانند ضعیف‌ترین بو و بوی جلبک دریایی نیز قویترین بو می‌باشد که با مطالعه حاضر مطابقت

دارد. همچنین در این جلبک‌ها طعم غذای دریایی و گسی غالب‌ترین طعم می‌باشند که با طعم غالب ماکروجلبک *N. zanardini* مغایرت داشت (Peinado et al., 2014).



شکل ۴- نمودار عنکبوتی طعم برای عصاره آبی ماکروجلبک *N. zanardini*



شکل۵- نمودار عنکبوتی بو برای عصاره آبی ماکروجلبک *N. zanardini*

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه، ترکیب اسید چرب و برخی از خواص کاربردی ماکروجلبک *N. zanardini* تعیین شد. بر طبق نتایج به دست آمده می‌توان ماکروجلبک مورد مطالعه را به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری به شمار آورد. همچنین این جلبک از میزان بالایی از اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب تک غیر اشباع برخوردار می‌باشد. نتایج آنالیز حسی نشان داد که عصاره این جلبک از طعم و بوی ملایمی برخوردار می‌باشد. همچنین جلبک حاضر در تحقیق از توانایی بالایی در مهار رادیکال‌های آزاد سوپراکسید برخوردار می‌باشد اما از نظر مهار رادیکال آزاد DPPH نسبتا ضعیف می‌باشد. بنابراین این جلبک از ارزش تغذیه‌ای و دارویی بالایی برخوردار بوده و می‌توان آن را در صنایع غذایی و پزشکی مورد استفاده قرار داد.

تشکر و قدردانی

از آزمایشگاه شیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی که با حمایت‌های خود ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند و همچنین از مرکز بیوتکنولوژی قشم نیز برای پشتیبانی فنی خود، قدردانی می‌شود.

منابع

Fariman, G.A., Shastan, S. J. and Zahedi, M.M. (2016). Seasonal variation of total lipid, fatty acids, fucoxanthin content, and antioxidant properties of two tropical brown algae (*Nizamuddinia zanardinii* and *Cystoseira indica*) from Iran. Journal of Applied Phycology, 28(2): 1323-1331.

Foseid, L.O., Devle, H., Stenstrøm, Y., Naess-Andresen, C.F. and Ekeberg, D. (2016). Fatty Acids Profiles of Stipe and Blade from the Norwegian Brown Macroalga *Laminaria hyperborea*, Using Off-Line SPE and GC-MS.

Kokilam, G., Vasuki, S. and Sajitha, N. (2013). Biochemical composition, alginic acid yield and antioxidant activity of brown seaweeds from Mandapam region, Gulf of Mannar. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 3(11): 99-104.

Peinado, I., Girón, J., Koutsidis, G. and Ames, J.M. (2014). Chemical composition, antioxidant activity and sensory evaluation of five different species of brown edible seaweeds. Food Research International, 66: 36-44.

Polat, S. and Ozogul, Y. (2008). Biochemical composition of some red and brown macro algae from the Northeastern Mediterranean Sea. International journal of food sciences and nutrition, 59(7-8): 566-72.

Rodríguez-Meizoso, I., Marin, F.R., Herrero, M., Señorans, F.J., Reglero, G., Cifuentes, A. and Ibáñez, E. (2006). Subcritical water extraction of nutraceuticals with antioxidant activity from oregano. Chemical and functional characterization. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41(5): 1560-1565.

Ruperez, P. and Saura-Calixto, F. (2001). Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. European Food Research and Technology, 212(3): 349-354.

Sakthivel, R. and Devi, K.P. (2015). Evaluation of physicochemical properties, proximate and nutritional composition of *Gracilaria edulis* collected from Palk Bay. Food chemistry, 174: 68-74.

Silva, G., Pereira, R.B., Valentão, P., Andrade, P.B. and Sousa, C. (2013). Distinct fatty acid profile of ten brown macroalgae. Revista Brasileira de Farmacognosia, 23(4): 608-613.

Simopoulos, A.P. (2002).The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & pharmacotherapy, 56(8): 365-379.

Soares, J.R, Dins, T.C., Cunha, A.P. and Almeida, L.M. (1997). Antioxidant Activities of Some Extracts of *Thymus* zygis. Free radical research, 26(5): 469-478.

Syad, A.N., Shunmugiah. K.P. and Kasi, P.D. (2013). Seaweeds as nutritional supplements: analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G. acerosa* and *S. wightii*. Biomedicine & Preventive Nutrition, 3(2): 139-144.

Tabarsa, M., Rezaei, M., Ramezanpour, Z., Robert Waaland, J. and Rabiei, R. (2012). Fatty acids, amino acids, mineral contents, and proximate composition of some brown seaweeds. Journal of phycology, 48(2): 285-292.

Vizetto-Duarte, C., Pereira, H., Bruno de Sousa, C., Pilar Rauter, A., Albericio, F., Custódio, L., Barreira, L. and Varela, J. (2015). Fatty acid profile of different species of algae of the Cystoseira genus: a nutraceutical perspective. Natural product research, 29(13):1264-1270.

Wang, J., Zhang, Q., Zhang, Z. and Li, Z. (2008). Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fractions extracted from *Laminaria japonica*. International Journal of Biological Macromolecules, 42(2): 127-132.

Wong, K.H. and Cheung, P.C. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds: Part I—proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. Food Chemistry,71(4): 475-482.

Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C. and Attia, H. (2011). Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. Food chemistry, 128(4): 895-901.

Zhang, Y., Lu, X., Fu, Z., Wang, Z. and Zhang, J. (2011). Sulphated modification of a polysaccharide obtained from fresh persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit and antioxidant activities of the sulphated derivatives. Food Chemistry, 127(3): 1084-1090.

Journal of Medicinal Plants Biotechnology

Vol 2, No 4, Autumn & Winter 2016

Investigation of functional properties and fatty acid composition of brown macroalgae *Nizimuddinia zanardini*

Esmat Mohammadi[*1], Bahareh Shabanpourh[2], Moazameh Kordjazi[3]

Abstract

Marine macroalgae are a rich source of unsaturated fatty acids and compounds with inhibitory properties of free radicals that contain numerous physiological effects that can be play an important role in human health.

In this study, the fatty acid composition, physicochemical properties, ability of free radicals scavenging and sensitivity evaluation of *Nizimuddinia zanardini* (collected from the coast of Qeshm) were conducted.

Assessment of physicochemical properties of *N. zanardini* was performed with measuring the water holding capacity, swelling capacity, and oil holding capacity and identify the fatty acid composition was conducted by using a gas chromatography. The inhibitory activity of extract algae, investigated by measuring the inhibitory effect of DPPH and superoxide radicals. As well as to assess the odor and flavor indicators of aqueous extract of seaweed, the 17 non-trained panels were used. Water holding capacity and swelling capacity of *N. zanardini*, not showed statistically significant differences with increasing temperature ($p>0.05$). *N. zanardini* had the content of 41.61% SFAs, 30.82% MUFAs and 7.52% PUFAs, respectively. Superoxide radical scavenging (21/05%) was high but DPPH free radical scavenging activity (2/73%) in the studied macroalgae, was low. The results of the sensitiviti evaluation showed that the studied macroalgae have an acceptable odor and flavor. Based on our results, *N. zanardini* can be considered as a potential source of unsaturated fatty acids and compounds with inhibitory properties of free radicals for using in food and medicine industries.

Keywords: *Nizimuddinia zanardini*, Fatty acid profiles, scavenging, physicochemical properties.

[*]1-MS.c student, Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ; 09335857001, E-mail; esmat.mohammadi69@gmail.com
2- Professor, Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources