مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۷۲-۶۳

بررسی امکان استفاده از پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در تولید کلوچه‌ی صنعتی

مانیا صالحی‌فر[۱]، سعیده شهبازی‌زاده[۲]، کیانوش خسروی دارانی[۳]، هما بهمدی[۴]، روح الله فردوسی[۵]

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس
۲- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی- صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس
پست الکترونیک: s_shahbazizadeh@yahoo.com
۳- دانشیار گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۴- پژوهشیار، بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فنآوری های پس از برداشت، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۵- مربی پژوهشی، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱

چکیده

سابقه و هدف: اطلاعات درباره‌ی غنی‌سازی آرد گندم با پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* برای تولید کلوچه‌ی صنعتی بسیار اندک است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر استفاده از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر ویژگی‌های بافتی، رنگی و تغذیه‌ای کلوچه بود.

مواد و روش‌ها: اثر افزودن *اسپیرولینا پلاتنسیس* (در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد وزنی) بر مقدار پروتئین، آهن و پروفایل اسیدهای چرب چند غیراشباع کلوچه به ترتیب به وسیله‌ی روش‌های میکروکجلدال، جذب اتمی و کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شد. به علاوه عدد پراکسید در تیمارهای چهارگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی محصول تولید شده در روز اول تولید توسط ۱۴ ارزیاب آموزش دیده و به روش هدونیک انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان پروتئین، آهن و اسید چرب γ-لینولنیک در کلوچه‌های غنی شده با *اسپیرولینا پلاتنسیس* در مقایسه با کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت. در حالی‌که عدد پراکسید با افزایش ریزجلبک به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$). بر اساس آزمون-های حسی به روش ۵ نقطه‌ای هدونیک، کلوچه‌های ۱ و ۱/۵ درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* پس از کلوچه شاهد بیشترین امتیاز را کسب کردند ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با افزودن ۱ تا ۱/۵ درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* به کلوچه سنتی ایرانی ضمن دستیابی به محصول غنی شده ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی آن بهبود می‌یابد.

واژگان کلیدی: ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*، غنی‌سازی، کلوچه

• مقدمه

میزان رفاه اجتماعی در هر کشور بر اساس معیارهایی نظیر وضعیت تغذیه کودکان زیر پنج سال برآورد می‌شود و جامعه‌ای را پیشرفته می‌دانند که کودکانش از تندرستی و تغذیه مناسبی برخوردار باشند. تغذیه‌ی نامناسب کودکان به کاهش رشد، کاهش قدرت جسمی و فکری، افزایش حساسیت به بیماری‌ها و کوتاهی قد آن‌ها منجر می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند که شیوع سوءتغذیه در کودکان زیر پنج سال در مناطق مختلف کشور از ۸/۶ تا ۳۸ درصد متغیر است (۱). یکی از دلایل شیوع انواع سوءتغذیه در کودکان ایرانی، مصرف تنقلات کم‌ارزش تغذیه‌ای (نظیر چیپس، پفک و نوشابه‌های گازدار) است (۲).

غنی‌سازی خوراکی‌های کودکان زیر پنج سال روش مناسبی برای پیشگیری از بروز سوءتغذیه است. ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* منبع ارزان‌قیمت و غنی از پروتئین، آهن، ویتامین B_{12} و اسید چرب γ-لینولنیک است (۴، ۳) که استفاده از آن در ترکیب محصولات مورد استفاده کودکان نظیر کلوچه می‌تواند موجب ارتقای سطح سلامت و پیشگیری از بروز سوءتغذیه در کودکان ایرانی شود. بزرگسالان به علت نظام‌های اخلاقی سنتی نظیر مذهب و عوامل اجتماعی-اقتصادی در برابر پذیرش غذاهای نوین حاوی ریزجلبک مقاومت می‌کنند، اما پذیرش این دسته از غذاها برای کودکان که به آماده‌سازی‌های غیرمعمول تمایل

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

بیشتری دارند، آسان‌تر است. به عنوان مثال، در مکزیک یک نوشیدنی شامل سوسپانسیون ۵۰ درصد *اسپیرولینا* را بدون هیچ مشکلی از طریق یک بطری به نوزادان دادند (۵). با وجود کاربرد گسترده *اسپیرولینا* در جهان و به ویژه در کشورهای پیشرفته، تاکنون از این جلبک مفید در ایران هیچ‌گونه بهره برداری نشده است. معرفی این جلبک و بررسی امکان کاربرد آن می‌تواند زمینه‌ی تولید فراورده‌های قابل استفاده در بخش‌های مختلف صنایع غذایی را فراهم آورد (۶). سازمان غذا و داروی آمریکا در سال ۱۹۹۷ بر اساس مطالعات متعدد انجام شده روی جوندگان و استفاده‌ی تاریخی و طولانی‌مدت انسان از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*، ایمنی (Generally Recognized as Safe) آن را تأیید و حداکثر جذب روزانه این جلبک را برای فرد ۱/۳۵ گرم اعلام کرد (۸، ۷).

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه‌ی بررسی تأثیر افزودن نسبت‌های متفاوت از گونه‌های مختلف ریزجلبک در محصولات نانوایی انجام شده است. در مطالعه *Powell* و همکاران با افزودن مخلوط همگنی از گونه‌های *کلرلا* و *سنه‌دسموس* به ترکیب نان زنجبیلی، کیک شکلاتی و کلوچه طعم جلبک که مشابه طعم تلخ اسفناج و یا چای سبز است، در همه غذاهای فوق غلبه پیدا کرد و جلبک، رنگ غذایی را که در آن به کار رفته بود، تغییر داد (۹). *Danesi* و همکاران نشان دادند که می‌توان به منظور غنی‌سازی پروتئین در محصولات نانوایی از ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* استفاده کرد، بدون آن که تغییر قابل ملاحظه‌ای در بافت، ضریب انبساط، درصد ترکیب و پذیرش حسی محصول ایجاد شود (۱۰). *Fradique* و همکاران، غنی‌سازی پاستا را با مقادیر متفاوت از دو ریزجلبک *کلرلا ولگاریس و اسپیرولیناماکسیما* انجام دادند. در تحقیق آن‌ها ریزجلبک موجب بهبود شاخص‌های کیفی نمونه‌های غنی شده در مقایسه با نمونه‌ی کنترل شد و رنگ پاستای ریزجلبکی پس از پخت نسبتا پایدار باقی می‌ماند. در مورد هر دو ریزجلبک، افزایش غلظت ریزجلبک (۵/ تا ۲/۰ درصد) موجب افزایش سفتی پاستا شد. به علاوه، پاستاهای ریزجلبکی نسبت به نمونه‌ی کنترل در ارزیابی حسی نمرات پذیرش بالاتری داشتند (۱۱).

در مطالعه *Prabhasankar* و همکاران با افزودن مقادیر متفاوتی از جلبک *سارگوم‌مارژیناتوم* (۱/۰، ۲/۵ و ۵/۰ درصد وزنی/ وزنی) فعالیت جمع‌آوری رادیکال ۲ و ۲– دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (درصد) و شلاته کردن فلزات در پاستا با ۲/۵ درصد جلبک دریایی به بالاترین مقدار رسید و از دست دادن وزن در اثر پخت در نمونه‌های حاوی حداکثر ۲/۵ درصد جلبک در مقایسه با کنترل، کاهش پیدا می‌کند و مشارکت حداکثر ۲/۵ درصد از این جلبک ، موجب بهبود شبکه گلوتن پاستا شد (۱۲). *Prabhasankar* و همکاران در تحقیق دیگری غنی‌سازی سمولینای پاستا را با سطوح مختلف جلبک *واکامه* انجام دادند. پودر جلبک *واکامه* به طور معنی‌داری میزان پروتئین، چربی، خاکستر و فیبر پاستا را افزایش داد و موجب افزایش میزان فوکواسترول و فوکوگزانتین در پاستای حاوی جلبک در مقایسه با کنترل شد. تجزیه و تحلیل حسی نمونه‌ها نشان داد که نمونه‌های پاستای حاوی حداکثر ۱۰ درصد جلبک ، پذیرش حسی بیشتری داشتند (۱۳). *Gouveia* و همکاران درباره‌ی غنی-سازی خمیر بیسکویت سنتی کشور کره با ریزجلبک *ایزوکرایسیس گالبانو* در سطوح ۱ و ۳ درصد وزنی/ وزنی تحقیق کردند. افزودن این ریزجلبک به افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب امگا ۳ و بهبود پایداری ویژگی‌های بافت و رنگ بیسکویت منجر شد (۱۴). *Gouveia* و همکاران با استفاده از ریزجلبک‌های *اسپیرولیناماکسیما* و *دیاکرونما* مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع (ایکوزاپنتاانوئیک اسید، دوکوزاهگزاانوئیک اسید وγ -لینولنیک اسید) و ویژگی‌های بافتی را در دسرهای ژلی گیاهی بهبود دادند (۱۵). *Gouveia* و همکاران در تحقیق دیگری اثرات استفاده از ریزجلبک *کلرلا ولگاریس* را در کلوچه‌های سنتی کشور کره مطالعه کردند. آن‌ها دریافتند که رنگ سبز شیرینی‌های حاوی ۱ درصد وزنی/ وزنی *کلرلا ولگاریس* طی دوره نگهداری سه ماهه دارای حداکثر پایداری است. کاربرد این ریزجلبک در تهیه‌ی شیرینی مزبور، موجب افزایش میزان سفتی آن شد (۱۶).

Mamatha و همکاران با کاربرد جلبک *انترومورفا کمپرسا* در تهیه‌ی نوعی اسنک به نام *پاکادو* میزان خاکستر، پروتئین ، فیبر رژیمی، میزان فعالیت جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد و مقدار فنل را در این محصول افزایش دادند (۱۷). *Gouveia* و همکاران اثر ریزجلبک‌های *کلرلا ولگاریس* و *هماتوکوکوس پلوویالیس* را به عنوان ماده‌ی رنگی و آنتی‌اکسیدان در امولسیون‌های غذایی ارزیابی کردند و دریافتند که امولسیون‌های حاوی ریزجلبک در مقایسه با نمونه‌ی شاهد، پایداری اکسیداتیو و تنوع رنگی بیشتری نشان می‌دهند (۱۸). *Wook* و *Jin* از اختلاط جلبک *لاور*

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

(*پروفایرا دنتاتا*) با آرد، رشته فرنگی تولید کردند و به بررسی ویژگی‌های پخت آن پرداختند. آزمون فارینوگراف مخلوط‌های آرد ترکیبی نشان داد که با افزایش میزان پودر *لاور* از ۲ به ۸ درصد، سرعت جذب آب به طور خطی افزایش و پایداری خمیر کاهش می‌یابد. با افزودن پودر *لاور* زمان توسعه خمیر و دمای ژلاتینه شدن نشاسته آرد ترکیبی افزایش یافت. رشته فرنگی حاوی ۴ درصد *لاور* بیشترین امتیاز را در ارزیابی حسی کسب کرد (۱۹).

بررسی منابع نشان می‌دهد که اطلاعات درباره‌ی غنی‌سازی آرد گندم با پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* برای تولید کلوچه‌ی صنعتی بسیار اندک است. *اسپیرولینا- پلاتنسیس* جلبکی تک سلولی، فتوسنتزکننده، دارای فیلامنت‌های فنرمانند و متعلق به خانواده‌ی سیانوباکتری‌هاست که به طور طبیعی در دریاچه‌های گرمسیر و قلیایی آمریکا، مکزیک، آسیا و آفریقای مرکزی رشد می‌کند (۲۰). در تحقیق حاضر، امکان غنی‌سازی آرد گندم در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد وزنی/ وزنی با پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* مورد بررسی قرار گرفت و اثر متغیر میزان پودر ریزجلبک به کار رفته بر ویژگی‌های شیمیایی کلوچه‌ی صنعتی تعیین شد. این نوع کلوچه، نوعی شیرینی مغزدار است که دارای مزه و بوی مطلوب و مخصوص به خود و بافت نرم، ریز و یکنواخت است (۲۱).

• مواد و روش‌ها

آماده سازی مخلوط آرد و تهیه‌ی کلوچه: پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* از شرکت *سینا ریزجلبک قشم* خریداری شد (شرکت مزبور زیر نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اقدام به واردات و تولید محصولات به دست آمده از جلبک‌های دریایی کرده است). پودر ریزجلبک در شرایط خشک، خنک و دور از نور به شرکت *کیک و کلوچه دلبر* منتقل شد. برای تهیه‌ی کلوچه ترکیب استاندارد شرکت شامل درصدهای مختلفی از ترکیبات استفاده شد(۵۰ آرد، ۱۲/۵ شکر، ۱۳/۷۵ روغن، ۴/۴ تخم مرغ، ۷/۸۷ آب، ۰/۳۷۵ پودر نانوایی، ۱۱/۱ افزودنی‌های مجاز). پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد وزنی در چهار مرحله‌ی مجزا با آرد مصرفی جایگزین شد (۱۴، ۱۶).

آزمون‌های شیمیایی: پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و نمونه‌های کلوچه‌ی به دست آمده از لحاظ میزان آهن بر اساس روش AACC 40-70.01 ، میزان پروتئین با روش میکروکجلدال بر اساس روش AACC 46-12.01 و با استفاده از ضریب ۶/۲ و پروفایل اسیدهای چرب به روش AACC 58-18.01 توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد(۲۳). دستگاه گاز کروماتوگرافی (مدل GC HP-5890) مجهز به ستون BPX70 با طول ۳۰m (قطر داخلی ۰/۲۵mm و ضخامت فیلم ۰/۲۵µm) و دمای ۲۵۰°C بود. دمای تزریق‌کننده و آشکارساز به ترتیب ۱۵۵°C و ۲۶۰°C و فشار گاز حامل نیتروژن ۱۰ psi بود. برای ارزیابی مقدار عدد پراکسید، ابتدا چربی نمونه‌های کلوچه استخراج و عدد پراکسید در پایان دوره نگهداری به روش AACC 58-16.01 اندازه‌گیری شد (۲۲).

آزمون‌های حسی: ارزیابی حسی بر اساس روش مقیاس ۵ نقطه‌ای هدونیک و توسط ۱۴ نفر ارزیاب آموزش دیده شامل کارکنان *شرکت کیک و کلوچه دلبر* در محدوده‌ی سنی ۲۳ تا ۳۰ سال انجام شد. شماره‌های سه رقمی به صورت تصادفی و به ترتیب برای هریک از کلوچه‌های غنی‌شده با صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد نظر گرفته شد. دو کلوچه‌ی کامل از هر یک از تیمارهای چهارگانه در ظروفی که به روش فوق شماره‌گذاری شده بود، قرار داده شد. پرسشنامه‌ای دارای ویژگی‌های امتیازدهی صفر تا ۴ به ارزیاب‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا با در نظر گرفتن کیفیت تام کلوچه شامل: رنگ، یکنواختی و نداشتن ترک خوردگی، لک، تاول‌زدگی در پوسته‌ی کلوچه، بافت نرم، ریز و یکنواخت در دهان، طعم و بو و میزان برش‌پذیری کلوچه ها با کارد، تیمارهای چهارگانه را در رتبه‌های صفر (بدترین تیمار) تا ۴ (بهترین تیمار) قرار دهند. پس از امتیازدهی ارزیاب ها، نتایج مربوط به هریک از کلوچه ها از طریق طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی ارزیابی گردید. برای تعیین بهترین ترکیب، به هر یک از صفات کیفی بر اساس اهمیت آن ضریبی تعلق گرفت، به‌طوری‌که برای عطر و طعم ضریب ۶ ، رنگ و همگنی بافت ضریب ۲ ، بافت دهانی ضریب ۳/۵ و بافت غیر دهانی ضریب ۱ در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج آزمون‌های شیمیایی و حسی بر اساس طرح کاملا" تصادفی در سطح احتمال ۵٪ تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سه تکرار استفاده شد. داده‌ها به صورت آماری و در یک مدل کاملا تصادفی به وسیله تحلیل واریانس(ANOVA) و نرم افزار $SPSS_{16}$ مورد تحلیل قرار گرفتند و برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

• یافته‌ها

ترکیب شیمیایی پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و آرد قنادی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج میانگین آزمون‌های شیمیایی کلوچه‌های غنی شده با ریزجلبک در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد وزنی/ وزنی در جدول ۲ ارائه شده است. پروفایل اسیدهای چرب پودر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و تیمارها در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. جدول ۵ نتایج ارزیابی حسی تیمارها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و آرد قنادی

ترکیب شیمیایی	پروتئین (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)	آهن (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)
آرد قنادی	۹	۳۹۰۰
ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*	۶۲/۹	۱۲۵۰۰۰

جدول ۲. ترکیب شیمیایی کلوچه‌ی غنی شده با سطوح مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس*

اسپیرولینا پلاتنسیس (درصدوزنی/وزنی)	پروتئین (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)	آهن (میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)	عددپراکسید (اکی‌والان در کیلوگرم)
صفر	۶/۲۵ ±۰/۰۲^{d}	۲۴۶۷±۰/۰۰۰۰۵۷۷^{d}	۱/۰۲±۰/۰۰^{a}
۰/۵	۶/۵۳ ±۰/۰۵^{c}	۳۲۰۰±۰/۰۰۰۱۰۰۰^{c}	۰/۸۴±۰/۱۴^{b}
۱	۷/۲۱ ±۰/۱۴^{b}	۳۳۶۷±۰/۰۰۰۰۵۷۷ ^{b}	۰/۷۷±۰/۰۰^{b}
۱/۵	۷/۴۴ ± ۰/۰۲^{a}	۴۰۰۰۰ ±۰/۰۰۰۱۰۰۰ ^{a}	۰/۷۵±۰/۰۱^{b}

- میانگین‌هایی که در یک ستون با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، به طور معنی‌دار با یکدیگر متفاوت هستند ($p<۰/۰۵$).

جدول ۳. پروفایل اسیدهای چرب در *اسپیرولینا پلاتنسیس*

اسید چرب	درصد کل
میریستیک C۱۴:۰	۰/۲
پالمتیک C۱۶:۰	۴۵/۰
پالمیتولئیک C۱۶:۱	۵/۶
هپتادکانوئیک C۱۷:۰	۰/۳
استئاریک C۱۸:۰	۱/۴
اولئیک C۱۸:۱	۲/۲
لینولئیک C۱۸:۲	۱۷/۹
γ-لینولنیک C۱۸:۳	۲۴/۹
C۲۰	۲/۵

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

جدول ۴. پروفایل اسیدهای چرب برحسب درصد کل در بخش چربی کلوچه‌های غنی شده با سطوح مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس*

اسید چرب		*اسپیرولینا پلاتنسیس* (درصدوزنی/وزنی)			
		۰	۰/۵	۱	۱/۵
۱۴:۰	میریستیک	۰/۶۷۰±۰.۰۰۰^{b}	۰/۶۴۰±۰/۰۱۰^{c}	۰/۵۴۵±۰/۰۰۵^{d}	۰/۶۸۵±۰/۰۰۵^{a}
۱۶:۰	پالمتیک	۲۹/۵۰۰±۱/۵۰۰^{b}	۳۲/۲۰۰±۰/۳۰۰^{a}	۲۹/۵۰۰±۰/۵۰۰^{b}	۳۰/۹۳۰±۰/۴۷۰^{ab}
۱۶:۱	پالمیتولئیک	۰/۶۲۵±۰/۰۱۵^{a}	۰/۶۴۰±۰/۰۶۰^{a}	۰/۶۱۵±۰/۰۱۵^{a}	۰/۵۵۰±۰/۰۱۰^{b}
۱۸:۰	استئاریک	۶/۷۷۵±۰/۱۲۵^{b}	۷/۰۸۵±۰/۱۸۵^{a}	۷/۱۶۰±۰/۰۴۰^{a}	۷/۵۹۵±۰/۰۰۵^{a}
۱۸:۱ω۹	اولئیک	۳۳/۷۰۰±۰/۱۲۰^{a}	۳۱/۴۸۰±۰/۱۲۰^{c}	۳۲/۶۰۰±۰/۱۲۰^{b}	۳۲/۳۵۰±۰/۱۲۰^{b}
۱۸:۲ω۶	لینولئیک	۲۴/۸۲۰±۰/۲۷۰^{b}	۲۵/۲۰۰±۰/۸۰۰^{ab}	۲۶/۰۰۰±۰/۰۰۰^{a}	۲۴/۶۳۰±۰/۱۷۰^{b}
۱۸:۳ω۳	α-لینولنیک	۰/۱۶۰±۰/۰۱۰^{a}	۰/۱۶۶±۰/۰۰۱^{a}	۰/۱۶۵±۰/۰۰۵^{a}	۰/۱۶۵±۰/۰۱۰^{a}
۱۸:۳ω۶	γ-لینولنیک	۲/۵۴۵±۰/۰۵۵^{b}	۲/۷۸۵±۰/۰۸۵^{a}	۲/۸۰۵±۰/۰۹۵^{a}	۲/۷۳۵±۰/۰۶۵^{a}

میانگین‌هایی که در یک ستون با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، به طور معنی‌دار با یکدیگر متفاوت هستند (p< ۰۵/)

جدول ۵. ارزیابی حسی کلوچه‌های غنی شده با سطوح مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر اساس روش مقیاس ۵ نقطه‌ای هدونیک (p<۰).

اسپیرولینا پلاتنسیس (درصد وزنی/وزنی)	رنگ	همگنی بافت	مزه	بو	بافت دهانی	بافت غیردهانی	مجموع امتیاز
۰	۷/۰۰±۱/۰۳^{a}	۷/۱۴±۱/۲۹^{a}	۱۹/۲۸±۴/۱۹^{a}	۲۱/۴۲±۳/۸۷^{a}	۱۲/۵۰±۲/۲۶^{a}	۳/۲۸±۰/۶۱^{a}	۷۰/۶۴
۰/۵	۳/۷۱±۱/۸۹^{c}	۵/۲۸±۲/۰۱۴^{b}	۱۴/۱۴±۵/۰۵^{b}	۱۳/۷۱±۵/۴۸۲^{b}	۱۰/۰۰±۳/۰۲^{b}	۲/۶۴±۰/۹۲۷^{b}	۴۹/۴۸
۱	۴/۸۵±۱/۲۹^{ab}	۵/۵۷±۱/۹۴^{b}	۱۵/۸۵±۴/۴۶^{ab}	۱۵/۴۲±۵/۱۰^{b}	۱۰/۵۰±۲/۷۴^{ab}	۲/۶۴±۰/۶۳^{b}	۵۴/۸۳
۱/۵	۵/۲۸±۲/۰۱^{b}	۴/۵۷±۱/۸۲^{b}	۱۵/۴۲±۶/۹۴^{ab}	۱۵/۴۲±۷/۳۳^{b}	۱۱/۰۰±۳/۳۲^{ab}	۳/۰۰±۰/۷۸^{ab}	۵۴/۶۹

میانگین‌هایی که در یک ستون با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، به طور معنی‌دار با یکدیگر متفاوت هستند (p<۰/۰۵).

• بحث

آزمون‌های شیمیایی: *اسپیرولینا پلاتنسیس* در هر ۱۰۰ گرم وزن خشک خود ۶۲/۹ گرم پروتئین دارد (بر اساس اصول روش کلدال میزان پروتئین از ضرب ازت تام اندازه-گیری شده در نمونه ریزجلبک در ضریب مخصوص ۶/۲۵ بدست می‌آید (۹). اضافه کردن این ریزجلبک به ترکیب کلوچه باعث افزایش معنی‌دار مقدار پروتئین در نمونه‌های غنی شده در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). به طوری‌که مقدار آن در کلوچه‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد ریزجلبک در حدود ۱/۰،۰/۳ و ۱/۲ درصد افزایش داشت (p<۰/۰۵). ریز-جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در هر ۱۰۰ گرم وزن خشک خود ۱۲۵۰۰۰ میکروگرم آهن دارد (جدول ۱). افزودن این ریزجلبک به ترکیب کلوچه باعث افزایش معنی‌دار میزان آهن نمونه‌های غنی شده در مقایسه با شاهد شد (جدول ۵). با افزایش میزان پودر به کار رفته، میزان آهن در کلوچه‌های حاوی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد ریزجلبک به طور معنی‌داری افزایش یافت (p<۰/۰۵). *Mamatha* و همکاران با استفاده از جلبک دریایی *انترومورفا کمپرسا* در تهیه نوعی اسنک توانستند علاوه بر افزایش آهن و کلسیم، مقدار پروتئین را در نمونه‌های غنی شده با جلبک افزایش دهند (۱۷). پژوهش *Danesi* و همکاران نیز به منظور غنی‌سازی پروتئین در محصولات نانوایی بر پایه‌ی کاساوا از *اسپیرولینا پلاتنسیس* استفاده کردند (۱۰).

با افزایش میزان ریزجلبک عدد پراکسید در کلوچه‌های غنی شده در مقایسه با کلوچه‌ی شاهد کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۲). به صورتی که مقدار عدد پراکسید در بین نمونه‌های ریزجلبکی اختلاف معنی‌داری نداشت (p<۰/۰۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

کاهش عدد پراکسید در کلوچه‌های ریزجلبکی به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی رنگدانه‌های موجود در ریزجلبک است که به کاهش عمل اکسیداسیون بخش چربی منجر شده است. به دلیل پیچیدگی برهم‌کنش‌های مؤثر بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سیستم‌های چندفازه، مکانیسمی که عملکرد آنتی اکسیدان‌ها را در چنین سیستم‌هایی توجیه می‌کند با آنچه در روغن از اکسیداسیون جلوگیری می‌کند، متفاوت است. ترکیب آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در *اسپیرولینا پلاتنسیس* نظیر آلفا و بتاکاروتن، گزانتوفیل، میکسوگزانتوفیل، کریپتوگزانتین، زئاگزانتین، ویتامین C و توکوفرول، ترکیبات پلی‌فنلی قطبی و به خصوص رنگدانهٔ پلی‌پپتیدی فیکوسیانین از طریق برهم‌کنش‌های هم‌افزایی و با مکانیسم‌های جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد و شلاته کردن فلزاتی نظیر آهن از پراکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری می‌کند و روند آن را به تأخیر می‌اندازد (۲۵-۲۳، ۲۰، ۸). عصاره‌ی الکلی *اسپیرولینا* به طور معنی‌دار (۶۵ درصد بازداری) نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی مانند آلفا توکوفرول (۳۵ درصد)، هیدروکسی آنیزول بوتیله (۴۵ درصد) و بتاکاروتن (۴۸ درصد) و عصاره‌ی آبی آن (۷۶ درصد) نسبت به اسیدگالیک (۵۴ درصد) و کلروژنیک اسید (۵۶ درصد) اثر آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارد. اگر چه ترکیب آپوپروتئینی فیکوسیانین در اثر حرارت ناشی از خشک کردن در دمای بیش از ۴۵°C تجزیه می‌شود، اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیکوسیانین موجود در *اسپیرولینای* خشک شده به روش پاششی مشابه فیکوسیانین تازه است. زیرا فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیکوسیانین مربوط به فیکوسیانوبیلین یعنی گروه پروستتیک آن است (۲۰). در نتیجه، کلوچه‌ی غنی‌شده با *اسپیرولینا پلاتنسیس* در مقابل فساد اکسیداتیو پایداری بیشتری دارد و استفاده از پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* می‌تواند در کنار ایجاد رنگ، اکسیداسیون چربی‌ها را نیز به تأخیر بیندازد. این نتایج، تأییدکننده‌ی تحقیقات *Prabhasankar* و همکاران در زمینه افزایش فعالیت جمع‌آوری رادیکال ۲ و ۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل و شلاته کردن فلزات با استفاده از جلبک دریایی *سارگوم مارژیناتوم* است (۱۲). *Gouveia* و همکاران با استفاده از ریزجلبک‌های *کلرلاولگاریس* و *هماتوکوکوس‌پلوویالیس* نتایج مشابهی را در زمینه کاهش عدد پراکسید و آنیزیدین در امولسیون‌های غذایی مشاهده کردند (۱۸). *Mamatha* و همکاران با افزودن جلبک دریایی *انترومورفا کمپرسا* در تهیه‌ی اسنکی به نام *پاکادو* فعالیت جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد و محتوی فنلی آن را افزایش دادند (۱۷).

در پروفایل اسیدهای چرب ریزجلبک *اسپیرولینا-پلاتنسیس*، اسیدهای چرب اشباع (۴۶/۹ درصد) گروه غالب هستند. پس از این گروه، اسیدهای چرب چند غیراشباع و تک غیراشباع (به ترتیب ۴۲/۸ و ۷/۸درصد) قرار دارند. در هریک از سه گروه اسیدهای چرب این ریزجلبک، اسیدهای پالمتیک (۴۵ درصد)، پالمیتولئیک (۵/۶ درصد) و γ-لینولنیک (۲۴/۹ درصد) بیشترین مقادیر را دارند (جدول ۳).

پروفایل اسیدهای چرب در کلوچه‌ی شاهد عمدتاً مربوط به روغن بود (جدول ۴). اسیدهای چرب غالب در کلوچه‌ی شاهد اسید اولئیک (~ ۳۳/۷۰ درصد)، اسید پالمتیک (~۲۹/۵۰ درصد) و اسید لینولئیک (~۲۴/۸۲ درصد) بودند. در کلوچه غنی شده نیز اسیدهای چرب غالب ترتیب مشابهی داشت. با افزایش میزان ریزجلبک در ترکیب کلوچه، مقدار اسید γ- لینولنیک در کلوچه‌های غنی شده در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد، در حالی که بین تیمارهای ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد از لحاظ مقدار این اسید چرب اختلاف معنی‌داری وجود مشاهده نشد ($p<0/05$). کلوچه‌های *اسپیرولینا پلاتنسیس* در مقایسه با نمونه‌ی شاهد به دلیل افزایش اسید γ-لینولنیک ارزش تغذیه‌ای بالاتری دارند. سطح ۱/۵ درصد وزنی/ وزنی ریزجلبک مناسب‌ترین سطح در این غنی‌سازی، است که می‌تواند بخشی از عوارض ناشی از کمبود اسید γ-لینولنیک در بدن را بر طرف کند. به نظر می‌رسد در کلوچه‌های غنی شده، غشای سلول‌های ریز-جلبک می‌تواند ملکول‌های اسید چرب را ریزپوشانی کنند و با وجود فرایند حرارتی پخت تا حدی از اسیدهای چرب موجود در ریزجلبک در برابر حرارت و اکسیداسیون محافظت کنند (۱۴). *Gouveia* و همکاران در تحقیق مشابهی از ریزجلبک *ایزوکرایسیس گالبانو* در تولید بیسکویت استفاده کردند. آن‌ها افزایش میزان ریزجلبک *ایزوکرایسیس گالبانو* را موجب حضور اسیدهای چرب امگا ۳ در بیسکویت‌های غنی شده دانستند. این اسیدهای چرب در بیسکویت‌های شاهد وجود نداشت (۱۴). *Gouveia* و همکاران در تحقیق مشابهی از ریزجلبک‌های *اسپیرولیناماکسیما* و *دیاکرونما* در تولید دسرهای ژلی گیاهی استفاده کردند. افزودن این ریزجلبک‌ها علاوه بر تقویت ویژگی‌های بافتی موجب افزایش میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع نظیر ایکوزاپنتا انوئیک و دوکوزاهگزا انوئیک و γ-لینولنیک می‌شود (۱۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

آزمون‌های حسی: همان‌طور که نتایج ارزیابی حسی در جدول ۵ نشان می‌دهد، امتیاز رنگ در کلوچه‌های غنی شده در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد. کلوچه‌های ۱ و ۱/۵ درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* پس از کلوچه‌ی شاهد بهترین رنگ را داشتند و از لحاظ امتیاز رنگ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p<0/05$). در حالی‌که کلوچه ۰/۵ درصد ریزجلبک کمترین امتیاز رنگ را کسب کرد ($p<0/05$). کاهش میزان محبوبیت رنگ درکلوچه‌های غنی شده به دلیل تغییرات رنگی ایجاد شده در سطح کلوچه بود. رنگ سبز حاصل از افزودن *اسپیرولینا پلاتنسیس* برای برخی مورد پسند نبود و برخی دیگر برعکس این رنگ را نوعی تنوع و نوآوری دانستند و بیشتر پسندیدند. به نظر می‌رسد که در صورت آگاهی مصرف‌کنندگان از اضافه شدن پودر سبز رنگ *اسپیرولینا پلاتنسیس* به کلوچه و بهبود ارزش تغذیه‌ای آن با تغییر رنگ آن کنار خواهند آمد. همان‌طور که محصولات رنگی مانند پنیر آبی رکفورتی، چیپس و ماکارونی سبزیجات، ماکارونی غنی شده با ریزجلبک *کلرلاولگاریس* موفق شدند جایگاه خود را در تجارت غذا در ایران به دست بیاورند. البته، به منظور بهره برداری از منبع غذایی فراسومند *اسپیرولینا پلاتنسیس* می‌توان از آن در ترکیب مغزی کلوچه استفاده کرد. علت اختلاف امتیازات حسی نمونه‌ی ۰/۵ درصد با نمونه‌های ۱ و ۱/۵ درصد، تفاوت ظاهری فراوان این تیمار با نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های ۱ و ۱/۵ درصد است. داوران رنگ کدر و غیرشفاف این تیمار را علت کاهش امتیاز رنگ در این تیمار دانستند.

امتیاز همگنی بافت در نمونه‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد، اما با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند ($p<0/05$). به نظر می‌رسد که همگنی بافت تحت تأثیر عوامل بصری قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، مقبولیت رنگ اثر مستقیمی بر مقبولیت همگنی بافت دارد. امتیاز طعم در نمونه‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد ریزجلبک اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ی شاهد نداشت. نمونه‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد ریزجلبک هم اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p<0/05$). میزان مطلوبیت عطر و بوی کلوچه‌ها با افزایش میزان استفاده از ریزجلبک نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد. بین سه نمونه‌ی غنی شده ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد از لحاظ امتیاز عطر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p<0/05$). نمونه‌های صفر، ۱ و ۱/۵ درصد از لحاظ بافت دهانی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. امتیاز بافت دهانی در نمونه‌ی ۰/۵درصد در مقایسه با نمونه‌ی شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$). از لحاظ امتیاز بافت غیر دهانی بین نمونه‌های صفر و ۱/۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نمونه‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p<0/05$). مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بافت کلوچه، میزان رطوبت و فعالیت آبی است که تا حد زیادی تحت تأثیر بر هم‌کنش گروه‌های هیدروکسیلِ موجود در ماتریکس قرار دارد (۱۴). سلول‌های پروکاریوت *اسپیرولینا پلاتنسیس* فاقد دیواره‌ی سخت سلولی هستند که باعث جذب سریع آب توسط محتویات سلولی آن به خصوص پروتئین‌ها می‌شود. در واقع ملکول‌های پروتئینی *اسپیرولینا پلاتنسیس* به دلیل دارا بودن خاصیت آب‌دوستی، بر سر جایگاه‌های اتصال با آب با ملکول‌های نشاسته به رقابت می‌پردازند که این موضوع به ناپایداری مکانیسم ژلاتینه شدن نشاسته و به تأخیر افتادن آن منجر می‌شود (۲۶). به نظر می‌رسد پایین بودن سطوح به کار رفته از ریزجلبک موجب شده است که تغییرات بافت کلوچه‌های ریزجلبکی در مقایسه با شاهد، معنی‌دار نباشد.

مقایسه‌ی مجموع امتیازات حسی هر یک از تیمارها نشان می‌دهد، نمونه‌ی شاهد در گروه خیلی خوب (بسیار رضایت‌بخش) و نمونه‌های ۱ و ۱/۵ درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* در گروه متوسط (قابل قبول) و نمونه‌ی ۰/۵ درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* در گروه ضعیف (غیر قابل قبول) قرار گرفت.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان اظهار کرد، با به کارگیری منبع ارزان‌قیمت و فراسودمند ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در ترکیب کلوچه، به ویژه در سطوح جایگزینی ۱ و ۱/۵ درصد وزنی/وزنی، می‌توان محصولی با کیفیت تغذیه‌ای و حسی مطلوب تولید کرد. با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات غذایی فراسودمند، پذیرش هرچه بیشتر غذاهای حاوی ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در جهان، هزینه‌های پایین تولید و ارزش تغذیه‌ای بالای این ریزجلبک، تحقیق و توسعه در این زمینه به منظور افزایش کاربرد آن در صنعت غذای ایران ضروری به نظر می‌رسد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

References

1. Moridi G, Fathi M. Review status of malnourished children under five years in Iran. Fac. Nurs. Midwifery Q. - Shaheed Beheshti Univ. Med. Sci. Health Serv. 2009; 19 (64): 47 [in Persian].
2. Sayyari AA, Sheikh al-Islam R, Naghavi M, Kolah dose F, Abdollahi Z. The amount of junk food consumption in under-3-year-old children of rural and urban areas. Feyz 2002; 1 (26) : 71 [in Persian].
3. Kumudha A, Kumar S, Thakur M, Ravishankar G, Sarada R.Purification, Identification, and Characterization of Methylcobalamin from Spirulina platensis. **J** Agr Food Chem 2010; 58:9925-9930.
4. Melnic S, Prodius D, Simmons C, Zosim L, Chiriac T, Bulimaga V, Rudic V, Turta C. Biotechnological application of homo-and heterotrinuclear iron (III) furoates for cultivation of iron-enriched Spirulina. J Inorganic Chimic Acta 2011; 373(1):167-172.
5. Papadopoulos, K. Microalgae in novel food products in: Food chemistry research developments. New York: Nova Science Publishers 2008.
6. Persian Gulf bio-technical Park. Available from: http://www.pgbp.ir/ index. php? option=com_content&view=article&id=64:spiroli na&catid=42:prozheha&Itemid=78. Accessed 2011 March 8 [in Persian].
7. Food and drug administration of U.S, gras notice 000394: *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) 21 CFR section 170.36, Federal register 1997; 62 (74) Available from: http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_no tices/grn000394.pdf.
8. Deng R. Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina, J Cardiovascular Therapeutics 2010; 28:33-45.
9. Powell R, Nevels E, McDowell M. Algae Feeding in Human. J Nutrition 2011; 75:7-12.
10. Danesi E, Navacchi M, Takeuchi K, Frata M, Carlos J, Carvalho M. Application of Spirulina platensis in protein enrichment of Manico based bakery products. J Biotechnology 2010; 150: 311.
11. Fradique M, Batista A, Nunes M, Gouveia L, Bandarra N, Raymundo A. Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. J Sci Food Agric 2010; 90(10): 1656–64.
12. Prabhasankar P, Ganesan P, Bhaskar N. Influence of Indian brown seaweed (Sargassum marginatum) as an ingredient on quality, biofunctional, and microstructure characteristics of pasta. Food Sci Technol Int 2009a; 15: 471-479.
13. Prabhasankar P, Ganesan N, Bhaskar N, Hirose A, Stephen N, Gowda L, Hosokawa M, Miayashita K. Edible Japanes seaweed wakame (Undaria pinnatifida) as an ingrededient in pasta: chemical, funtional and and structural evaluation. J Food Chemistry 2009; 115:501-8.
14. Gouveia L, Coutinho C, Mendonca E, Batista A, Sousa I, Bandarra N, et al. Functional biscuits with PUFA-ω3 from Isochrysis galbana. J Sci Food Agric 2008; 88:891-6.
15. Gouveia L, Batista A, Raymundo A, Bandarra N. Spirulina maxima and Diacronema vlkianum microalgae in vegetable gelled desserts. Nutr. Food Sci. 2008b; 38 (5): 492 –501.
16. Gouveia L, Batista A, Miranda A, Empis J, Raymundo A. Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter cookies. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2007; 8:433-436.
17. Mamatha B, Namitha K, Senthila A, Smitha J, Ravishankra G. Studies on use of Enteromorpha in snack food . J Food Chem 2007;101:1707-13.
18. Gouvei L, Raymundo A, Batista A, Sousa I, Empis J. Chlorella vulgaris and Haematococcus pluvialis biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. Eur. Food Res. Technol. 2005; 222:3-4.362-367.
19. Wook L, Jin K. Preparation of noodle with Laver powder and its characteristics. Korean J. Food Sci. Technol 2000; 32(2): 298-305.
20. Belay A. New scientific developments in the health benefits of Spirulina (Arthrospira): phycocyanin and its potential health benefits, J Nutritional Sciences 2004; 7(3):165-173.
21. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Koluche - specifications and test methods. ISIRI no 2554. 2rd revision, Karaj: ISIRI; 1981[in Persian].
22. Approved methods of American Association Cereal Chemists 58-14.01, 40-70.01, 46-12.01, 58-18.01 and 58-16.01.
23. Batista A, Nunes M, Raymundo A, Gouveia L, Sousa I, Cordobes F. Microalgae biomasss interaction in biopolymer gelled systems. Food Hydrocolloids 2010; 25: 817-825.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

24. Baky H, El baz F, El Barty. Phenolics from Spirulina maxima: Over-production and in vitro protective effect of its phenolics on CCl4 induced hepatotoxicity. J Medicinal Plants Research 2009; 3(1):24-30.

25. Belay A. New scientific developments in the health benefits of Spirulina (Arthrospira): phycocyanin and its potential health benefits, J Nutritional Sciences 2004;7(3):165-173.

26. Bescos P, Estrada E, Fresno A. Neuroprotection by Spirulina platensis protean extract and phycocyanin against iron-induced toxicity in SH-SY5Y neuroblastoma cells. Toxicol. in Vitro 2008; 22:1496-1502.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]

Possibility of using microalgae *Spirulina platensis* powder in industrial production of Iranian traditional cookies

*Salehifar M[1], Shahbazizadeh S[*2], Khosravi- Darani K[3], Behmadi H[4], Ferdowsi R[5]*

1- *Assistant prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shahre Qods Branch, Iran.*

2- **Corresponding author: M.Sc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shahre Qods Branch, Iran. Email: s_shahbazizadeh@yahoo.com*

3- *Associate prof (in Research), Dept. of Food Technology Research, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*

4- *Assistant Prof (in Research), Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran.*

5- *Research Lecturer, Research Department of Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*

Received 10 Apr, 2012 **Accepted 22 Jul, 2012**

Background and Objective: There are a few studies about wheat flour fortification with powdered *Spirulina platensis* microalgae to produce industrial cookies. The objective of this study was to investigate the effects of *Spirulina platensis* microalgae used in production of traditional Iranian cookies on their nutritional value, color and texture.

Materials and methods: Samples of cookies were prepared using *S. pirulina platensis* at a level (% w/w) of 0.0, 0.5, 1.0 and 1.5%. The protein, iron and poluunsaturated fatty acid (PUFA) contents of the samples were measured by microkjeldahl, atomic absorption and GC mass chromatography, respectively; the peroxide value in the four samples was also determined. Sensory evaluation (hedonic scale 1− 5) of the samples was made by 14 trained panelists.

Results: The iron, protein and γ-linolenic acid contents of the fortified cookies were higher, and their peroxide value lower, than the respective control values. With regard to sensory evaluation, cookie samples containing 1.0% and 1.5% *S. platensis* scored highest following the control sample ($p<0.05$).

Conclusion: It is possible to produce cookies fortified with1.0-1.5% *S. platensis* with desirable nutritional and sensory characterstics.

Keywords: *Spirulina platensis* microalgae, Fortification, Cookie

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-06-24]