وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان :

بررسی امکان غنی سازی برخی از فرآورده های غلات (نان، کیک و شیرینی) با استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا

مجری :
یزدان مرادی

شماره ثبت
۴۶۵۵۴

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان پروژه : بررسی امکان غنی سازی برخی از فرآورده های غلات (نان، کیک و شیرینی) با استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا
شماره مصوب پروژه : ۹۲۱۰۲-۱۲-۱۲-۲
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : یزدان مرادی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : یزدان مرادی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : عباسعلی مطلبی، منصوره قائنی، هاله حدائق، مجید مصدق ، کیانوش خسروی، محسن بابائی، سید هاشم حسینی، سوسن شاهرخی، غفور شیخ، ابراهیم صفوی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : عباس متین فر
محل اجرا : استان تهران
تاریخ شروع : ۹۰/۱۲/۲۷
مدت اجرا : ۱ سال
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال۱۳۹۵
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : بررسی امکان غنی سازی برخی از فرآورده های غلات (نان، کیک و شیرینی) با استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا

کد مصوب : ۹۲۱۰۲-۱۲-۱۲-۲

شماره ثبت (فروست) : ۴۶۵۵۴ تاریخ : ۹۳/۱۱/۱۲

با مسئولیت اجرایی جناب آقای یزدان مرادی دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علوم و صنایع غذایی(فرآوری آبزیان) می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در تاریخ ۹۳/۱۰/۲۸ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت رئیس بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۲
۲- مواد و روشها ۵
۲-۱- تهیه پودر جلبک اسپیرولینا ۵
۲-۲- تولید محصول تحقیقاتی ۶
۲-۳- روش ارزیابی حسی ۸
۲-۴- آنالیز رنگ ۹
۲-۵- آنالیز بافت ۹
۲-۶- ترکیبات تقریبی ۹
۲-۷- پروفایل اسیدهای چرب ۹
۳- نتایج ۱۰
۳-۱- ارزیابی حسی ۱۰
۳-۲- پروتئین ۱۲
۳-۳- چربی ۱۳
۳-۴- رطوبت ۱۴
۳-۵- خاکستر ۱۴
۳-۶- کربوهیدرات ۱۵
۳-۷- آهن ۱۵
۳-۸- رنگ ۱۷
۳-۹- بافت ۲۳
۳-۱۰- اسیدهای چرب ۲۵
۳-۱۱- اسیدهای آمینه ۲۶
۳-۱۲- قیمت تمام شده ۳۰
۴- بحث و نتیجه گیری ۳۴
۴-۱- ارزیابی حسی و خصوصیات فیزیکی ۳۴
۴-۲- غنی سازی ۳۵

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

۳-۴- قیمت تمام شده محصول ۳۶
پیشنهادها ۳۷
منابع ۳۸
پیوست ۳۹
چکیده انگلیسی ۴۱

چکیده

هدف از اجرای این طرح تحقیقاتی غنی سازی برخی از محصولات بر پایه غلات با ریزجلبک اسپیرولینا بوده است. بدین منظور پودر خشک ریز جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس (*Spirulina platensis*) با مقادیر ۰,۲۵ ۰,۵ ۰,۷۵،۱ و ۱,۲۵ درصد به فرمول سه فرآورده نان ، شیرینی لایه ای، و کیک (کاپ کیک) اضافه شد. یک نمونه از محصول بدون افزودن پودر ریز جلبک نیز بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. محصولات در شرکت نان سحر بروش معمول صنعتی تولید گردید. مقدار ترکیبات تقریبی، اسیدهای چرب، اسیدهای امینه،آهن، کربوهیدرات، ارزیابی حسی ، رنگ و بافت نمونه ها آنالیز گردید. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که بجز فاکتور رنگ در تیمار ۱,۲۵٪ در محصول نان در بقیه تیمارها قابلیت پذیرش در هرسه محصول در حد قابل قبول بوده است. افزودن ریز جلبک اسپیرولینا به محصولات همچنین باعث ایجاد رنگ سبز گردید که این رنگ در تیمار ۱,۲۵٪ محصول نان باعث کاهش امتیاز تا زیر حد قابل قبول (زیر ۴) گردید اما در بقیه تیمارها به حد امتیاز قابل پذیرش آسیبی وارد نشد. در مجموع امتیاز تیمارهای کیک و شیرینی بیشتراز تیمار های نان بود این میتواند به علت وجود برخی طعم دهنده ها در این محصولات باشد که طعم ریز جلبک را تحت الشعاع قرار داده است. مقدار پروتئین و مقدار آهن در نمونه های حاوی اسپیرولینا در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری ($P<0.05$) داشت. بررسی پرفایل اسید های چرب نشان داد که تیمارهای شاهد هر سه نمونه فاقد اسید های چرب غیر اشباع , EPA DHAبود اما در نمونه های حاوی اسپیرولینا درحد ناچیز(زیر ۱٪) این اسید های چرب شناسائی شد. در فاکتور سختی (Hardness) افزودن اسپرولینا به فرمول محصولات مورد بررسی در مقایسه با شاهد کاهش معنی دار ($P<0.5$)سختی را بدنبال داشته است. محاسبه قیمت تمام شده محصولات آزمایشی دذ مقایسه با شاهد نشان دادکه بیشترین افزایش قیمت در تیمارهای نان بوجود آمد. این بخاطر قیمت پائین نان در مقایسه با دومحصول کیک و شیرینی میباشد. بعبارت دیگر محصولات با قیمت بالا رشد افزایش قیمت بیشتری در مقایسه با محصول کم قیمت داشته اند.

لغات کلیدی: اسپیرولینا، غلات، ریز جلبک، نان، شیرینی لایه ای، کیک

۱-مقدمه

امروزه کاهش فقرغذایی یکی از دغدعه های بزرگ بسیاری از جوامع انسانی است که توجه متخصصین علوم غذائی را به خود معطوف داشته است . بدلیل نیاز مبرم عامه مردم بخصوص مخاطبین خاص از قبیل کودکان، افراد کهنسال، مادران شیرده، بیماران و ...به موادغذائی کامل و با ارزش غذائی بالا استفاده ازمکملهای غذایی درسبد مصرف غذائی روزانه رایج گشته است. منابع غذائی دریایی به عنوان غذای سلامتی همواره مورد توجه بوده اند. در این میان برخی ازمواد غذائی دریایی از جمله جلبکهای تک سلولی بعنوان مکمل غذا نیزمورد توجه قرارگرفته اند. استفاده از این ریز جلبکها در حال گسترش است و به صورت های گوناگون از قبیل پودر، قرص و همچنین افزودن به مواد غذایی و غنی سازی محصولات غذایی به کار میرود. جلبک‌های دریایی حاوی مقداربالائی پروتئین، تمام اسیدهای‌آمینه‌ضروری، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای‌چرب‌غیراشباع با چند پیونددوگانه مانند آراشیدونیک اسید، ایکوساپنتانوئیک اسید(EPA) و دوکوساهگزائینوئیک اسید(DHA) میباشند. یکی دیگر از ویژگی های اصلی میکروجلبک‌ها، محتوای رنگدانه‌ی آنهاست و آنها به عنوان یک منبع بسیار خوب از رنگ‌های طبیعی و خوراکی شناخته می‌شوند. علاوه بر کلروفیل‌ها به عنوان رنگدانه فتوسنتزی ابتدایی آنها، میکروجلبک‌ها همچنین رنگدانه های ثانویه به شکل‌های مختلف و طیف گسترده‌ای از کاروتنوئیدها را نیز دارا می باشند(Batista et al, 2010). تحقیقات نشان‌داده است که جلبک‌های دریایی را می‌توان به عنوان یک منبع غنی از کاروتنوئیدها مانند فیکوزانتین و آستاگزانتین و فیبر در جیره غذایی استفاده کرد و می توان در محصولات غذائی بدون تغییرات زیاد در کیفیت حسی،اضافه نمود. اضافه نمودن جلبک دریایی *Wakame* در ماکارونی، پتانسیل بسیارزیادی برای بهبود محتوای فیکوزانتین نشان داده است(Prabhasankar&Kadam;2010).

اسپیرولینا یکی از این ریزجلبکها است که کاربرد غذائی، مکمل و داروئی دارد. حدود ۶۰٪ تا ۷۰٪ وزن خشک اسپیرولینا پروتئین می باشد.این یک پروتئین کامل است که حاوی همه اسیدهای آمینه ضروری برای بدن است.هرچند مقادیر متیونین، سیستئین و لیزین آن در مقایسه با پروتئین گوشت، تخم مرغ و شیر کمتر می‌باشد، با این حال نسبت به پروتئین‌های گیاهی معمول مانند حبوبات برتر می‌باشد(Ciferri & Tiboni,1985). همچنین اسپیرولینا به دلیل ویتامین ها و اسیدهای چرب ضروری شناخته شده هستند. اسپیرولینا منبع غنی از ویتامین ها مخصوصاً B_{12} (که معمولا در بافتهای جانوری است) و پیش ساز ویتامین A (بتاکاروتن) و مواد معدنی مخصوصاً آهن است. حاوی مقدار کمی اسید گاما لینولنیک (GLA) است و همچنین شامل ترکیبات شیمیایی گیاهی مفید دیگری است که برای سلامتی مفید می باشد.اسپیرولینا در سراسر جهان کشت داده می شود و به عنوان مکمل در رژیم غذایی انسان بصورت قرص، پودر و یا تکه های ورقه ای و مکمل غذایی در آبزی پروری و صنایع مرغداری بکار می رود(Belay,2002).

امروزه از اسپیرولینا در کلوچه‌ها، نان‌ها، سالاد و سوپ استفاده می نمایند و در کشورهای اروپایی برای بهبود رژیم غذایی قرص‌های اسپیرولینا بصورت روزانه مصرف می شود.اسپیرولینا سیانوباکتری‌ست که می تواند توسط انسان و یا حیوانات مصرف شود. معمولا توسط انسان به عنوان مکمل غذایی در نظر گرفته می شود. در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه۱۹۹۰، NASA و آژانس فضایی اروپا، پیشنهاد کردند اسپیرولینا به عنوان یکی از غذاهای اولیه که باید در ماموریت‌های فضایی طولانی مدت مورد استفاده قرار گیرد، کشت داده شود (Cornet&Dubertret, 1990).

مطالعات متعددی در زمینه ی بررسی تأثیر افزودن نسبتهای متفاوت از گونه های مختلف ریزجلبک در محصولات غذائی انجام شده است . در مطالعه*Powell* وهمکاران در سال۲۰۱۱ با افزودن گونه های کلرلا و سنه دسموس 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 بودتغییر داد. Danesi و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که میتوان به منظور غنی سازی پروتئین در محصولات نانوایی از ریزجلبک اسپیرولیناپلاتنسیس استفاده کرد، بدون آن که تغییر قابل ملاحظه ای در بافت، ضریب انبساط، درصد ترکیب و پذیرش حسی محصول ایجاد شود.

Fradique و همکاران، غنی سازی پاستا را با مقادیر متفاوت از دو ریزجلبک کلرلاولگاریس و اسپیرولیناماکسیما انجام دادند .در تحقیق آن ها ریزجلبک موجب بهبود شاخص های کیفی نمونه های غنی شده در مقایسه با نمونه ی کنترل شد و رنگ پاستای ریزجلبکی پس از پخت نسبتا پایدار باقی ماند. به علاوه پاستاهای ریزجلبکی نسبت به نمونه ی کنترل در ارزیابی حسی نمرات پذیرش بالاتری داشتند .

استفاده از میکرو جلبک ها به عنوان اجزاء غذا در چندین محصول غذایی آزمایش شده است. افزودن پودر جلبک *Wakame* باعث بهبود قابل توجه محتویات پروتئین و چربی پاستا شد(Prabhasankar&Kadam;2010).

Gouveia و همکاران در سال ۲۰۰۵ اثر ریزجلبک های کلرلا ولگاریس و هماتوکوکوس پلوویالیس را به عنوان ماده رنگی وآنتی اکسیدان در امولسیون های غذایی ارزیابی کردند و دریافتند که امولسیونهای حاوی ریزجلبک در مقایسه با نمونه ی شاهد، پایداری اکسیداتیو و تنوع رنگی بیشتری نشان می دهند. مطالعات سم‌شناسی ازاثرات مصرف اسپیرولینا بر روی انسان‌ها و حیوانات از جمله تغذیه تا ۸۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم (Krishnakumari et al;1981) و جایگزینی تا ۶۰ درصد مصرف پروتئین اسپیرولینا، هیچ اثر سمی ارائه نکرد (Salazar et al,1998). Prabhasankar و Kadam در سال ۲۰۱۰ اعلام کردند که ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف پاستا نشان داد که نمونه‌های حاوی پودرجلبک دریایی*Wakame* بیش از ۱۰ درصد امتیاز بالاتر پذیرش را توسط ارزیابان حسی دریافت کرده‌اند.

Gouveia و همکاران در سال ۲۰۰۸ درباره ی غنی سازی خمیر بیسکویت سنتی کشور کره با ریزجلبک ایزوکرایسیس گالبانو در سطوح 1 و 3 درصد وزنی / وزن تحقیق کردند .افزودن این ریزجلبک به افزایش معنی

دار اسیدهای چرب امگا 3 و بهبود پایداری ویژگی های بافت ورنگ بیسکویت منجر شد. همچنین در تحقیق دیگری *Gouveia* و همکاران در سال۲۰۰۸ با استفاده از ریزجلبک های اسپیرولیناماکسیما و دیاکرونما مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع (ایکوزاپنتاانوئیک اسید، دوکوزاهگزاانوئیک اسید و α – لینولنیک اسید و ویژگی های بافتی را در دسرهای ژلی گیاهی بهبود دادند.

Prabhasankar و همکارانش در سال ۲۰۰۹ در تحقیق دیگری غنی سازی سمولینای پاستا را با سطوح مختلف جلبک واکامه انجام دادند .پودر جلبک واکامه به طور معنی داری میزان پروتئین، چربی، خاکستر و فیبر پاستا را افزایش داد و موجب افزایش میزان فوکواسترول و فوکوگزانتین در پاستای حاوی جلبک در مقایسه با نمونه کنترل شد .تجزیه و تحلیل حسی نمونه ها نشان داد که نمونه های پاستای حاوی حداکثر 10 درصد جلبک ، پذیرش حسی بیشتری داشتند.*Prabhasankar* و همکارانش در سال ۲۰۰۹ ماکارونی را با جلبک قهوه‌ای دریایی هندی *S. Marginatum* به عنوان یک ماده برای بهبود عملکرد زیستی و کیفیت غذایی، توسعه دادند. صالحی فرو همکاران (۱۳۹۱) کاربرد ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس با درصد های ۰,۵،۱ و ۱,۵ را در تولید کلوچه صنعتی بررسی کردند. آنهاگزارش کردند که افزودن ریز جلبک اسپرولینا اثر منفی روی ارزیابی حسی محصول نداشته است و افزایش مقدار آهن و پروتئین را بدنبال داشته است.

مصرف ریز جلبکها از جمله اسپیرولینا در کشور درحال حاضر بسیار محدود است این مصرف به قرص های جلبک که در داروخانه ها عرضه میگردد محدود شده است. هدف از اجرای این طرح تحقیقاتی تولید محصولات غنی شده با ریز جلبک اسپیرولینا بمنظور افزایش مصرف این ماده غذائی با ارزش بوده است.

۲-مواد و روش ها

۱-۲-تهیه پودر جلبک اسپیرولینا پلانتسیس

پودر ریز جلبک اسپیرولینا از شرکت ریزجلبک سینا قشم تهیه گردید این شرکت زیر نظر وزارت بهداشت ریز جلبک را وارد میکند. بمنظور اطلاع از ارزش غذائی ترکیبات تقریبی، کربوهیدرات، آهن، اسیدهای چرب و اسیدهای امینه پودر جلبک تهیه شده آنالیز شد که نتایج آن در جداول ۱،۲و۳ آورده شده است.

جدول ۱: آنالیز ترکیبات تقریبی ریز جلبک اسپیرولینا

مواد مغذی	گرم در صد گرم
پروتئین کل	۶۷,۹۲
چربی کل	۳,۶۳
کربوهیدرات	۱۷,۸
رطوبت	۴,۰۱
خاکستر	۶,۶۷
کلرفیل	۱,۴۱
آهن (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	۲۹,۵

جدول۲: پروفایل اسید های چرب ریز جلبک اسپیرولینا

اسید چرب	٪
C13:0	0.2
C14:0	2
C16:0	46
C16:1	5
C17:1	0.2
C18:0	3
C18:1	2.1
C18:2	18
C18:3	23
C20:1	0.3
C22:0	0.2
C20:5n-3 (EPA)	0.2
C22:6n-3 (DHA)	0.2

جدول ۳: پروفایل اسید های امینه ریز جلبک اسپیرولینا

اسید امینه	٪
آسپارتیک اسید	۵,۶۵
گلوتامیک اسید	۸,۵۰
سرین	۳,۵۰
هیستیدین	۱,۱۳
آرژنین	۵,۷۵
گلایسین	۳,۲۵
ترئونین	۲,۹۸
آلانین	۴,۷۰
تیروزین	۲,۹۹
تریپتوفان	۱,۱۹
والین	۵,۶۰
فنیل آلانین	۲,۹۰
ایزولوسین	۲,۶۰
لوسین	۵,۰۰
لیزین	۴,۴۰
پرولین	۲,۹۰

۲-۲-تولید محصول تحقیقاتی

دراین پروژه سه نوع محصول با پایه غلات شامل نان حجیم، کیک(کاپ کیک)و شیرینی لایه ای در تیمارهای مختلف تولید و مورد بررسی قرار گرفته است. تعریف استاندارد هریک از این محصولات بشرح زیر است.

- نان حجیم: به نانی گفته می شود که از آرد، آب ،نمک ، مخمر(خمیر ترش) و در صورت نیاز مواد افزودنی مجاز طی فرایند پخت تهیه می گردد (استاندارد ملی ایران- شماره ۲۳۳۸).
- کیک: نوعی شیرینی با بافت و نرمی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن، شکر و تخم مرغ می باشد. (استاندارد ملی ایران- شماره ۲۵۵۳).
- شیرینی لایه ای : شیرینی آردی است که ابتدا خمیر قبل از تقسیم تخمیر و سپس به صورت مجموعه ای از لایه های خمیر که بین آنها لایه ای از چربی قرار دارد، درآورده می شود. مثل شیرینی دانمارکی(استاندارد ملی ایران- شماره ۳۴۹۳).

نمونه های تحقیقاتی در شرکت نان صنعتی سحر با روش صنعتی معمول در کارخانه تولید شد. تیمارها با افزودن ۰/۲۵ ، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ و ۱,۲۵ درصد از پودر ریز جلبک به مواد ترکیبی هریک از محصولات مورد نظر(نان، شیرینی لایه ای، کیک) اضافه شد. تیمار بدون ریزجلبک نیز بعنوان شاهد به منظور مقایسه در نظر گرفته شد.

شکل ۱: نمونه های نان حجیم

شکل ۲: نمونه های کاپ کیک

شکل ۳: شیرینی لایه ای

۳-۲- روش ارزیابی حسی:

ارزیابی حسی و قابلیت پذیرش محصولات تحقیقاتی توسط ۸۰ نفر انجام شد. از هریک از ارزیابان خواسته شده ضمن تست کردن امتیاز خودرا در فاکتورهای رنگ، طعم، بافت،مزه و پذیرش کلی محصول از شماره ۱ (خیلی بد) تا ۷ (خیلی خوب) در فرم (جدول ۴) درج نمایند. امتیاز های داده شده توسط ارزیابان برای تیمار های مختلف با نرم افزار آماری آنالیز و تجزیه تحلیل شد. امتیاز ۴ و بالاتر بعنوان قابل پذیرش منظور شد.

جدول شماره ٤ : فرم نمونه ارزیابی حسی

امتیاز / ویژه گی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
رنگ							
طعم							
بافت							
مزه							
پذیرش کلی							

٤-۲-آنالیز رنگ

رنگ نمونه ها در سطح و برش عرضی با دستگاه(Minolta Chroma Meter (CR-300 Minolta Japan) با سه تکرار انجام شد(Rafael et al., 2004) . نتایج براساس L*,a*,b* ثبت و آنالیز و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. L*,a*,b* بترتیب نشان دهنده whiteness/darkness, redness/greenness and blueness/yellowness میباشد.

٥-۲-آنالیر بافت

فاکتور سختی (Hardness) نمونه با دستگاه Texture Analyzer TA-XT2 (Stable Micro Systems, Surrey, England) و پروب استوانه ای(P/0.5 (12.5 mm diameter با load cell of 30 kg ائدازه گیری شد. اندازه گیری در سه تکرار برای هر تیمار انجام شد.

٦-۲-تعیین ترکیبات تقریبی (Proximate composition) :

مقدار تقریبات تقریبی نمونه شامل پروتئین ، رطوبت ، چربی کل و خاکستر با روش (AOAC, 2002) تعیین شد.

۷-۲-پروفایل اسید های چرب

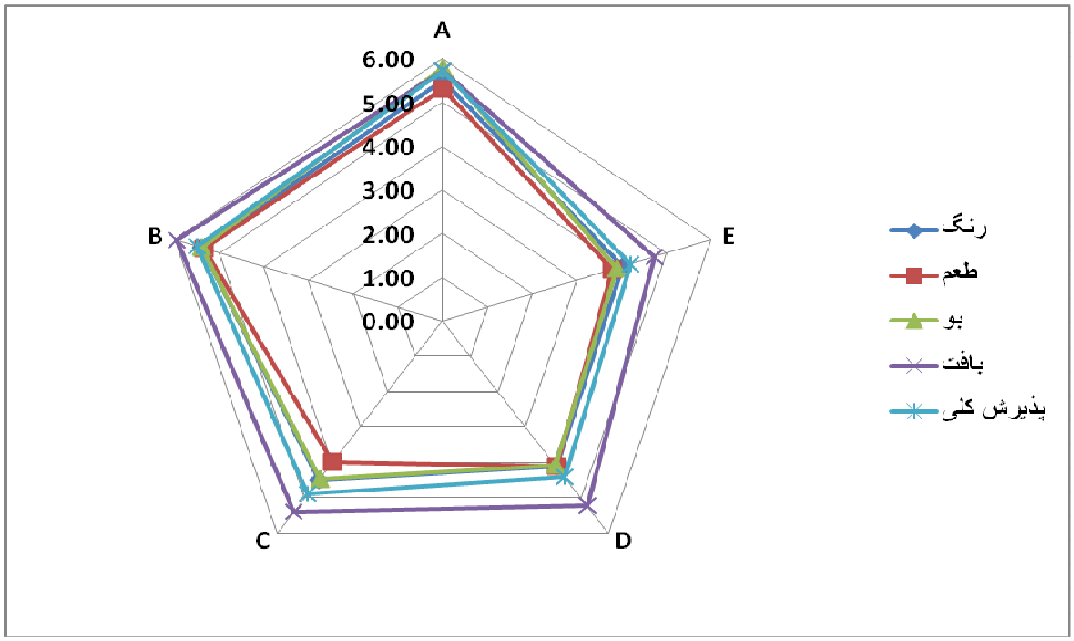
برای تهیه پروفایل اسید های چرب، ایتدا روغن نمونه ها با استفاده از روش Bligh and Dyer (۱۹۵۹) استخراج متیل استر تهیه گردید. برای شناسائی اسید های چرب، متیل استر به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. پیک ها با استفاده از استاندارد اسیدهای چرب مقایسه و مقدار هریک از اسیدهای چرب براساس درصد درمجموع اسیدهای چرب هرتیمار محاسبه شد.

- تعیین مقدار آهن: مقدار آهن بر اساس روش استاندارد AOAC 999.11 اندازه گیری شد.
- تعیین مقدار کربوهیدرات: با روش AOAC 925/50 محاسبه انجام شد.
- اسید های امینه: با روش BP 2011 با استفاده از HPLC انجام شد.
- آنالیز آماری: آنالیز آماری با نرم افزار (Minitab 16) انجام شد. مقدار P<0.05 ، و مقایسه میانگین ها از One-way ANOVA انجام و از تست توکی برای مقایسه میانگین ها استفاده شد.

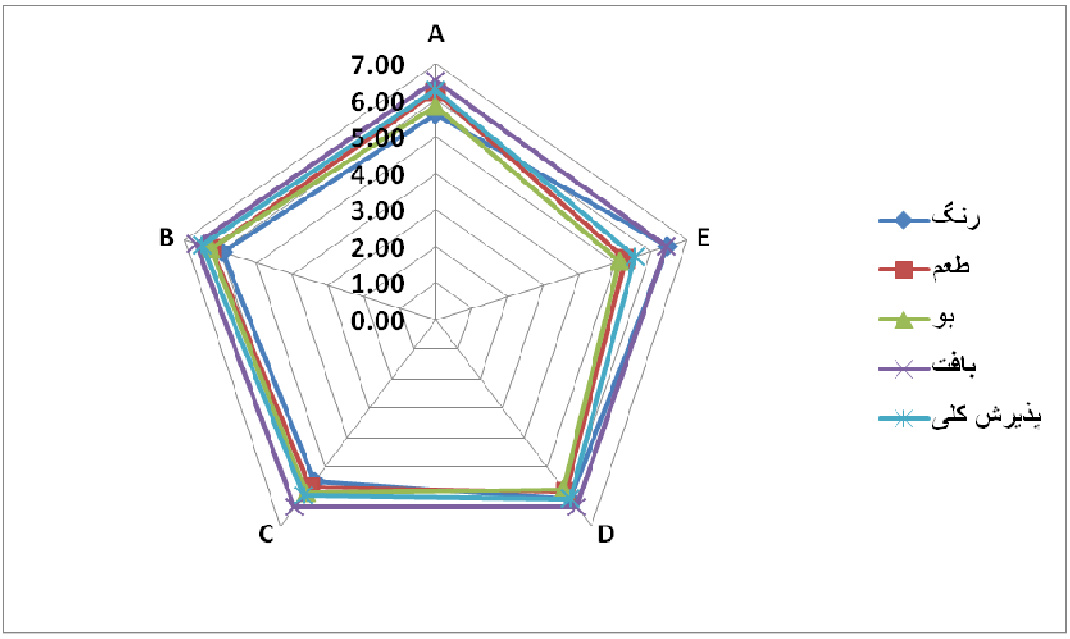
۳-نتایج

۱-۳-ارزیابی حسی

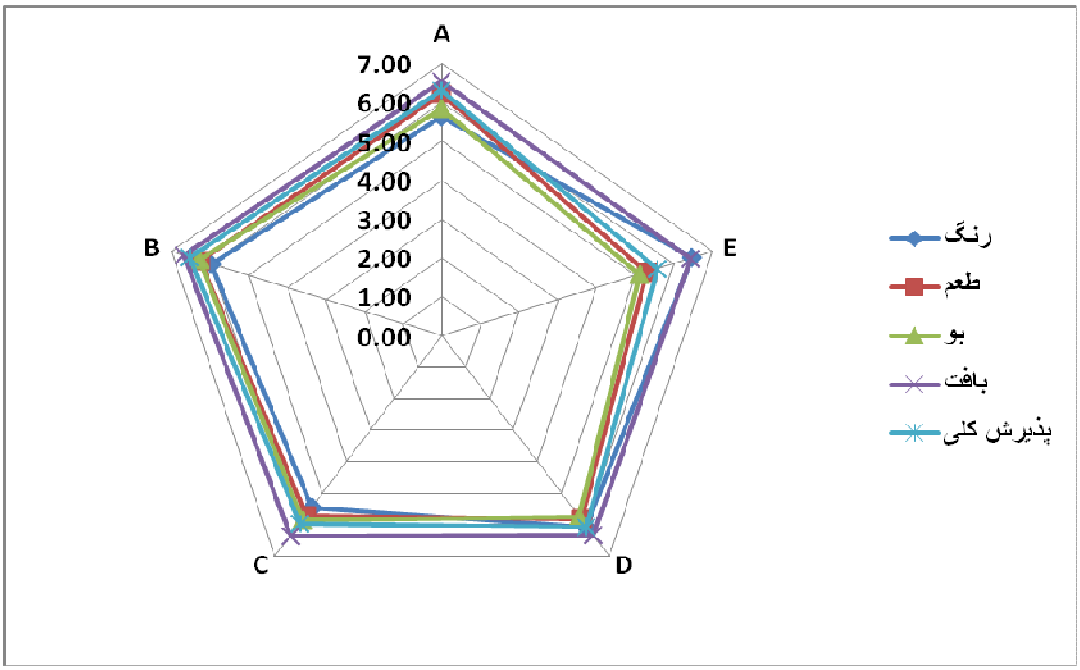
نتایج ارزیابی حسی نمونه های مختلف نان،کیک و شیرینی لایه ای به ترتیب در اشکال ۴،۵و ۶ نشان داده شده است. امتیازات داده شده توسط ارزیابان نشان میدهد که بجز فاکتور رنگ در محصول نان با مقدار ۱,۲۵ درصد اسپیرولینا (تیمار E) که کمتر از ۴ (۳,۸) میباشد. در تمام فاکتورهها در تمام تیمارها میانگین امتیازت بالای ۴ بوده است. در این پژوهش امتیاز ۴ و بالاتر بعنوان قابل پذیرش منظور شده است. ذکر این نکته ضروری است که در مجموع میانگین امتیازات در نمونه های نان کمتر از دو محصول دیگر بوده است. بعبارت دیگر افزودن اسپیرولینا به نمونه های کیک و شیرینی لایه ای از مقبولیت بیشتری در مقایسه با نان برخوردار بوده است.



شکل: ٤ ارزیابی حسی نمونه های نان (A: 0.25%, B:0.05%, C:0.75%, C: 1%, E:1.25%)



شکل ۵: ارزیابی حسی نمونه های کیک (A: 0.25%, B:0. 5%, C:0.75%, C: 1%, E:1.25%)



شکل ٦: ارزیابی حسی نمونه های شیرینی لایه ای
(A: 0.25%, B:0.05%, C:0.75%, C: 1%, E:1.25%)

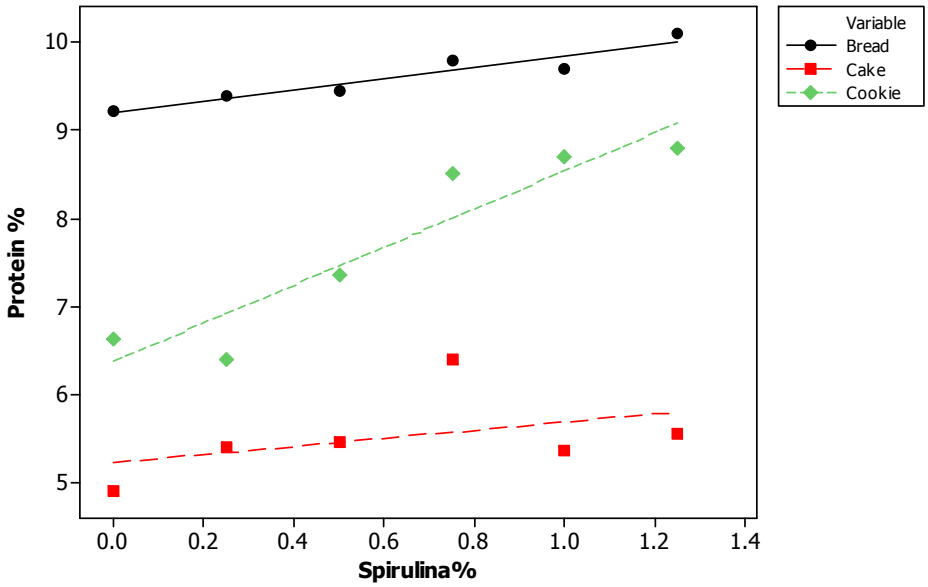
مقبولیت بالای دو محصول کیک وشیرینی نسبت به نان به این علت است که جلبک اسپیرولینا دارای رنگ سبز است که اضافه کردن آن به فرمول محصولات رنگ سبز را به محصولات میدهد. رنگ سبز در کیک .شیرینی تاحدودی مرسوم است برای مثال افزودن پودر پسته در برخی شیرینی ها رنگ سبز را به آنها میدهد. اما رنگ سبز برای نان برای ارزیابان غیرمنتظره بوده است و برای همین رنگ سبز در نان امتیاز بالائی نگرفته است. گذشته از رنگ وجود مواد طعم دهنده و اسانس های مختلف در کیک و شیرینی باعث شده است تا طعم نامطلوب

اسپیرولنیا در این دو محصول توسط ارزیابان محسوس نباشد حال آنکه در نان که فاقد طعم دهنده بوده است طعم جلبک محسوس بوده و از امتیاز ارزیابان کاسته است.

۲-۳-پروتئین

مقدار پروتئین در تیمارهای مختلف نمونه های آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطوریکه در جدول قابل مشاهده است افزودن ریز جلبک اسپیرولینا با عث افزایش نمونه ها در مقایسه با شاهد شده است. این افزایش بعلت وجود مقدار قابل توجه پروتئین (۶۷,۹۷ درصد) در اسپیرولینا است. افزایش مقدار اسپیرولینا بادرصدهای مختلف مقدار پروتئین در تیمارهای حاوی ریز جلبک افزایش داده است (شکل ۷) .این افزایش حدود یک درصد برای نان، ۰,۰۶ درصد برای کیک و حدود ۲/۲ درصد برای شیرینی لایه ای بوده است.

ریزجلبک اسپیرولینا اساسا" بعنوان یک ماده غذائی با مقدار پروتئین بالا شناخته شده است. این جلبک بین ۶۰-۷۰٪ وزن خشک پروتئین دارد بنابراین افزودن این جلبک میتواند بعنوان یک غنی کننده با هدف افزایش پروتئین مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۷: روند رابطه افزایش پروتئین با مقدار ریز جالبک در تیمارهای مختلف

۳-۳-چربی

مقدارچربی تیمار های مختلف در جدول ۶ آورده شده است. افزودن پودر اسپیرولینا به مواد اولیه نمونه ها بجز افزایش حدود ۱ درصد که در تیمار ۱,۲۵٪ در نان ایجاد کرده است تغییرات معنی دار دیگری در سایر تمیار ها ایجاد نکرده است. این بخاطر وجود مقدار کم (۳,۵ درصد) چربی در اسپیرولینا بوده است. از طرف دیگر وجود مقدار قابل توجه چربی در نمونه های شاهد محصولات مختلف مانع از ایجاد تغییرات چشم گیر در مقدار

چربی تیمارهای آزمایشی شده است. در نمونه شاهد نان مقدار چربی کمتر (۶,۷۰درصد) کیک (۲۶درصد) و شیرینی لایه ای (۲۴ درصد) بوده است حال آنکه ریزجلبک اسپیرولینا حدود ۳,۵ درصد چربی داشته است (جدول ۱) که کافی برای افزایش مقدار چربی در تیمار های آزمایشی بنظر نمیرسد.

جدول ۵ :تغییرات پروتئین در نمونه ها ٪

اسپیرولینا / نمونه	شاهد	٪ ۰.۲۵	٪ ۰.۵	٪ ۰.۷۵	٪ ۱	٪ ۱.۲۵
نان	۹.۲۲±۱.۲۲a	۹.۴۰±۰.۴۰a	۹.۴۵±۱.۴۵b	۹.۸۰±۰.۸۰a	۹.۷۰±۰.۷۰ab	۱۰.۱±۱.۱۰c
کیک	۴.۹۰±۱.۰۲a	۵.۴۰±۰.۱۰a	۵.۴۵±۱.۰۵a	۶.۴۰±۰.۹۰b	۵.۳۵±۱.۷۰b	۵.۵۵±۱.۱۵b
شیرینی لایه ای	۶.۶۲±۸.۲۰a	۶.۴۰±۰.۷۰a	۷.۳۵±۱.۵۶b	۸.۵۰±۰.۵۵b	۸.۷۰±۲.۳۵c	۸.۸۰±۲.۱۰

جدول ۶: تغییرات چربی در نمونه ها (درصد)

اسپیرولینا / نمونه	شاهد	٪۰.۲۵	٪۰.۵	٪۰.۷۵	٪۱	٪۱.۲۵
نان	۶.۷۰±۰.۷۰a	۷.۰۰±۱.۰0a	۷.۱۰±۰.۱۰a	۷.۷۵±۱.۷۵a	۷.۲۰±۰.۲۲a	۷.۶0±۱.۶۰b
کیک	۲۶.۶۰±۱.۷۵a	۲۶.۸۰±a۱.۸۰	۲۴.۱۶±۰.۱۵a	۲۵.۱۰±۱.۲۵a	۲۳.۲۰±۱.۲۸a	۲۳.۶±۲.۹۰a
شیرینی لایه ای	۲۴.۶۰±۰.۸۰a	۲۳.۸۰±۲.۸۰a	۲۲.۴۰±۱.۱۰a	۲۲.۹۰±۲.۷۵a	۲۲.۱۰±۰.۲۵a	۲۲.۶۰±۱.۵۵a

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

٤-۳- رطوبت

تغییرات مقدار رطوبت در تیمارهای مختلف نمونه ها در جدول ۷ آورده شده است. ریزجلبک اسپیرولینا داری حدود ۴,۵ درصد رطوبت بوده است. افزودن این جلبک به ماده اولیه نمونه ها افزایش ۲ (تیمار ۱٪) تا ۴ درصدی (تیمار ۱,۲۵٪)در تیمار های نان را بدنبال داشته است. حال آنکه افزودن ریزجلبک به دو محصول دیگر تغییر معنی داری ($P>0.05$) را در مقدار رطوبت نداشته است. افزایش مقدار رطوبت در تیمارهای نان میتواند علاوه بر مقدار رطوبت ریز جبک اسپیرولینا با افزایش ظرفیت نگهداری آب توسط این جلبک نیز مرتبط باشد. رفتار متفاوت افزایش ریز جلبک در مورد رطوبت در محصولات مختلف را باید در ترکیب مختلف این محصولات جسنجو کرد.

٥-۳-خاکستر

مقدرار خاکستر در تیمارهای مختلف نمونه ها در جدول ۸ نشان داده شده است. ریزجلبک اسپیرولینا حاوی ۶,۷ درصد خاکستر بوده است . افزایش این ریزجلبک به مواد اولیه نمونه ها افزایش جزئی مقدار خاکستر تیمار ها درمقایسه با شاهد را ایجاد کرده است اما این افزایش تغییر معنی داری ($p>0.05$) نبوده است.

جدول ۷: تغییرات رطوبت در نمونه ها(در صد)

اسپیرولینا / نمونه	شاهد	٪ ۰.۲۵	٪ ۰.۵	٪ ۰.۷۵	٪ ۱	٪ ۱.۲۵
نان	۲۲.۶۰±۲.۷۰a	۲۴.۷۰±۱.۱۰a	۲۵.۲۰±۱.۱۰a	۲۵.۰۰±۰.۷۵a	۲۵.۵±۱.۲۲b	۲۶.۰۰±۰.۶۰b
کیک	۱۸.۹۰±۱.۵۵a	۱۹.۸۰±۱.۸۰a	۱۸.۹۰±۱.۱۲a	۱۸.۴۰±۱.۷۶a	۱۷.۵۰±۲.۲۰a	۱۷.۸۰±۲.۶۰a
شیرینی لایه ای	۱۵.۵۰±۲.۸۰a	۱۴.۲۰±۱.۱۸a	۱۵.۲۰±۰.۹۰a	۱۴.۴۰±۱.۳۵a	۱۶.۲۰±۱.۲۲a	۱۵.۳۰±a۰.۷۵

جدول ۸: تغییرات خاکستر در نمونه ها(درصد)

اسپیرولینا / نمونه	شاهد	٪ ۰.۲۵	٪ ۰.۵	٪ ۰.۷۵	٪ ۱	٪ ۱.۲۵
نان	۱.۱۰±۱.۷۵a	۱.۸۰±۱.۱۶a	۱.۸۰±۰.۹۰a	۱.۷۹±۰.۸۵a	۲.۱۰±۱.۲۱a	۱.۸۰±۰.۷۵a
کیک	۱.۳۰±۰.۶۵a	۱.۲۰±۰.۳۶a	۱.۲۰±۰.۸۵a	۱.۲۰±۰.۵۵a	۱.۲۵±۰.۲۰a	۱.۳۶±۰.۴۵a
شیرینی لایه ای	۱.۱۰±۰.۰۵a	۱.۲۰±۰.۲۴a	۱.۳۰±۰.۷۲a	۱.۰۰±a۰.۷۶	۱.۲۰±۰.۹۰a	۱.۱۰±۰.۸۵a

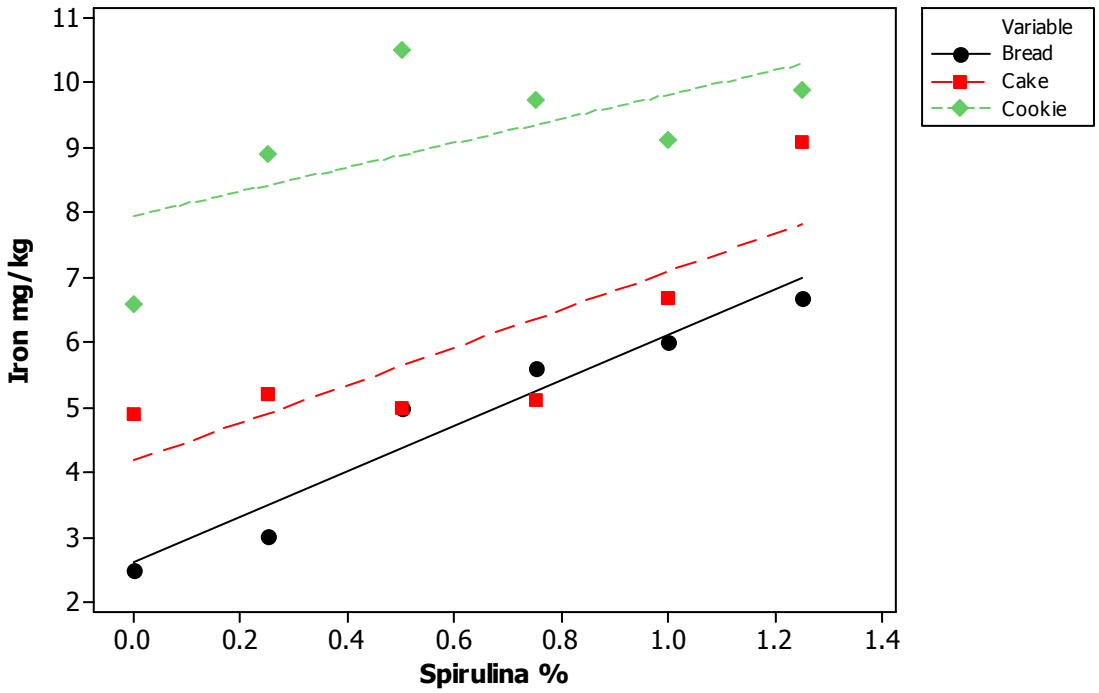
- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد ($P<.05$)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

٦-۳-کربوهیدرات

تاثیر افزودن اسپیرولینا به نمونه ها در تیمار های مختلف در جدول ۹ آورده شده است. افزودن اسپرولینا باعث کاهش معنی دار($p<0.05$) مقدار کربوهیدرات در تیمار های ۱و ۱,۲۵ ٪ نمونه های نان و افزایش معنی دار ($p<0.05$)کربوهیدرات در تیمار های ۱و ۱,۲۵٪ تمیار های کیک و افزایش در تیمار های ۷۵٪، ۱و ۱,۲۵٪ تمیار های شیرینی لایه ای در مقایسه با شاهد گردیده است. این تغییر با ترکیب مواد در شاهد و مقدار کربوهیدرات در آنها بستگی دارد. اینگونه میتوان نتیجه گیری کرد که در نمونه شاهد نان مقدار کربوهیدرات بیشتر از دو نمونه دیگر بوده است بنابراین افزودن اسپیرولینا که حاوی ۱۸ در صد کربوهیدرات بوده است باعث کاهش ولی در نمونه های دیگر باعث افزایش کربوهیدرات شده است.

۷-۳-آهن

تغییرات مقدار آهن در نمونه های مختلف در جدول ۱۰ نشان داده شده است. ریزجلبک اسپیرولینا حاوی۲۹,۵ میلی گرم در کیلو گرم آهن بوده است (جدول۱). افزودن اسپیرولینا به نمونه ها باعث افزایش مقدار آهن از ۴، ۵و ۳ میلی گرم به ترتیب در تیمارهای حاوی ریزجلبک در نمونه های نان، کیک و شیرینی لایه ای در مقایسه با شاهد شده است. افزایش معنی دار ($p<0.05$) در محصول نان از ۰,۵٪ و بیشتر و در دومحصول کیک و شیرینی لایه ای از ۰,۲۵٪ و بالاتر اتفاق افتاد. آهن یکی از مواد معدنی با ارزش تغذیه ای بالا است که برای بسیاری از افراد لازم است. ریزجلبک اسپیرولینا بعنوان یک منبع غنی از آهن شناخته شده است. بنابراین افزودن این جلبک به مواد غذائی افزایش مقدار آهن را بدنبال داشته است. همانطوریکه گفته شد با افزایش درصد ریزجلبک اسپیرولینا در نمونه ها مقدار آهن نیز در تمام تیمارها بالا رفت این تغییر در شکل ۸ که رابطه مقدار اسپیرولینا و مقدار آهن را در تیمارهای مختلف از هرسه محصول بیان میکند بخوبی نشان داده شده است.



شکل ۸: روند رابطه افزایش پروتئین با مقدار ریز جلبک در تیمارهای مختلف

جدول ۹: تغییرات کربوهیدرات در نمونه ها (درصد)

اسپیرولینا / نمونه	شاهد	٪ ۰.۲۵	٪ ۰.۵	٪ ۰.۷۵	٪ ۱	٪ ۱.۲۵
نان	۵۸.۴۰±۳.۲۵a	۵۵.۸۰±۱.۲۵a	۵۵.۱۰±a۲.۹۰	۵۴.۳۰±۲.۲۵a	۵۵.۳۰±۱.۸۰b	۵۲.۰۰±۱.۳۵b
کیک	۴۷.۱۰±۲.۷۴a	۴۶.۱۰±۱.۶۶a	۵۰.۳۴±۲.۸۵ba	۴۷.۹۰±۱.۲۵a	۵۰.۹۰±۱.۲۸b	۵۰.۴۹±۲.۷۵b
شیرینی لایه ای	۵۱.۷۷±۱.۷۵a	۵۲.۱۴±۳.۱۶a	۵۲.۰۰±۲.۹۵a	۵۴۰.۰۰±۲.۸۵b	۵۵.۶۰±۱.۲۱b	۵۵.۹۵±۱.۹۵b

جدول ۱۰: تغییرات آهن در نمونه ها(میلی گرم در کیلوگرم)

نمونه	شاهد	٪ ۰.۲۵	٪ ۰.۵	٪ ۰.۷۵	٪ ۱	٪ ۱.۲۵
نان	۲.۵۰±۰.۰۵a	۳.۰۱±۰.۲۲a	۵.۰۰±۰.۵۵b	۵.۶۰±۰.۶۵b	۶.۰۱±۰.۵۰c	۶.۷۰±۰.۸۵c
کیک	۴.۹۰±۰.۶۵a	۵.۲۰±۰.۸۷b	۵.۰۰±۱.۲۲b	۵.۱۰±۰.۸۵b	۶.۷۰±۰.۶۵c	۹.۱۰±۱.۳۵d
شیرینی لایه ای	۶.۶۰±۱.۵۵a	۸.۹۰±۱.۷۶b	۱۰.۵۰±۱.۷۵c	۹.۷۳±۱.۸۵bc	۹.۱۱±c۱.۹۰	۹.۹۰±۱.۵۵d

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

۸-۳-رنگ

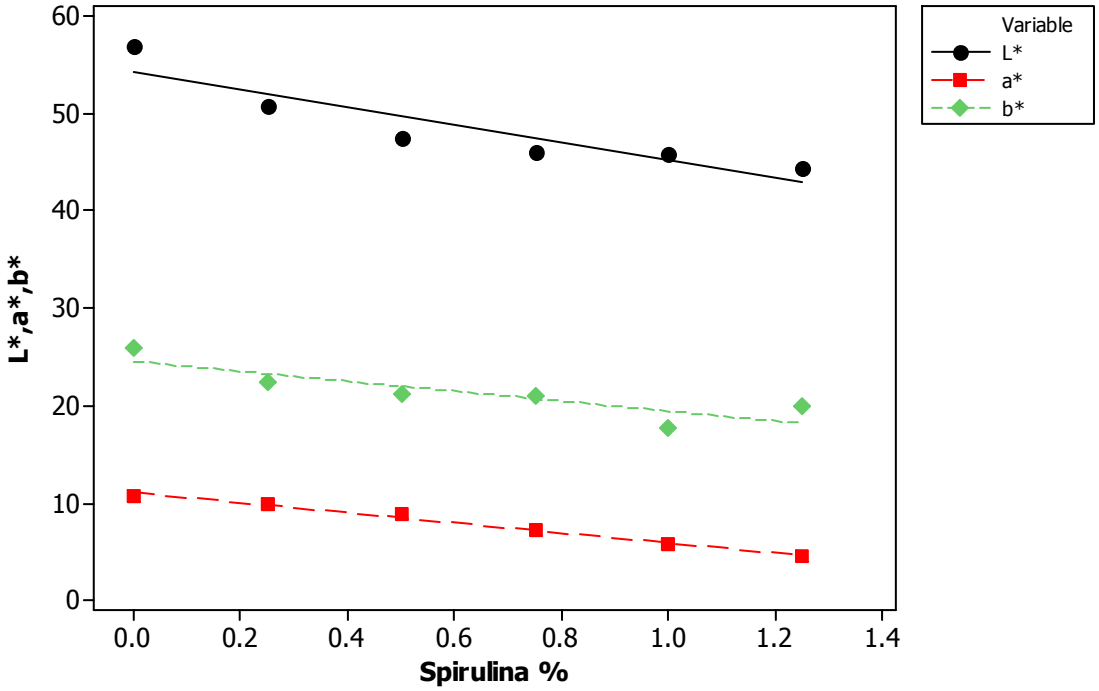
ویژگی های رنگ بر اساس شاخص های روشنی L* (Lightness) قرمزی a* (Redness)و سبزی b* (Greenness) در سطح و قسمت برشی عرضی تیمارهای مختلف برای هریک از محصولات (نان، کیک و شیرینی لایه ای) تعیین شد. ویژگی های رنگ برای نمونه نان، کیک و شیرینی لایه ای بترتیب در جداول ۱۱، ۱۲، ۱۳،۱۴،۱۵و ۱۶ آورده شده است.

پودر جلبک اسپیرولینا دارای رنگ سبز است. افزودن این پودر به نمونه ها باعث سبز شدن نمونه میشود. افزایش سبزی نمونه ها با افزایش مقدار ریزجلبک بیشتر شده است. این تغییر رنگ در داخل نمونه ها(برش عرضی) بیشتر از سطح نمونه ها قابل مشاهده است. همانطوریکه در قسمت ارزیابی حسی بیان شد رنگ سبز در محصولات کیک و شیرینی لایه ای نسبت به نان مقبولیت بیشتری را داشته است این میتواند بدلیل وجود محصول مشابه در بازار در اثر افزودن بعضی محصولات رنگی خوراکی از قبیل پودر پسته در شیرینی جات باشد بنابراین از این ریزجلبک میتوان بعنوان رنگ دهنده طبیعی رنگ سبز در محصولات مشابه استفاده کرد.

جدول ۱۱: ویژگی های رنگ در سطح نمونه های نان

شاخص رنگ / تیمار	b*	a*	L*
شاهد	25.87 ±0.60a	10.70 ±0.52a	56.93 ±0.94a
٪۰,۲۵	22.84±0.88b	9.82±0.72b	50.86±2.17b
٪۰,۵	21.08±0.25b	8.75±0.40c	47.55±0.73c
٪۰,۷۵	20.98±0.28b	7.24±1.48c	46.13±1.37d
٪۱	17.60±2.32c	5.77±1.84d	45.82±2.42d
٪۱,۲۵	19.90±0.76c	4.40±0.96e	44.42±2.46e

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

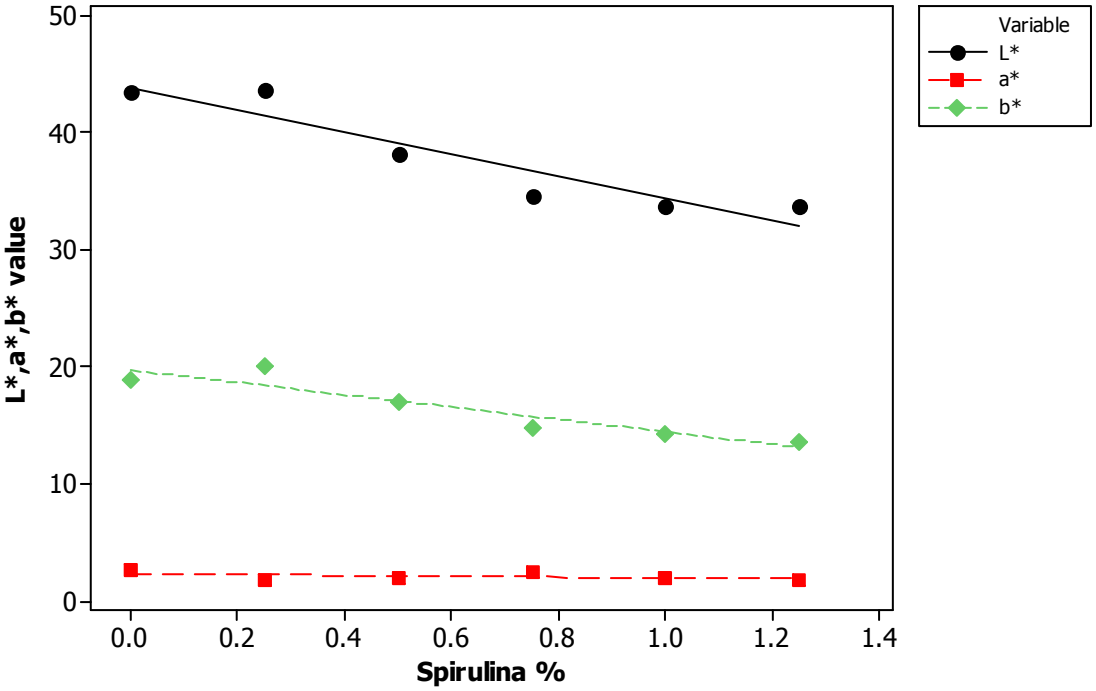


شکل ۹: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) در سطح نان

جدول ۱۲: ویژگی های نان در قسمت برش عرضی

L*	a*	b*	شاخص رنگ / تیمار
59.18 ±3.94a	-2.12 ±0.22a	19.56 ±0.40a	شاهد
58.6±3.54a	-4.00±0.19b	17.44±0.41b	٪۰,۲۵
55.64±2.16b	-4.06±0.15b	17.78±0.65b	٪۰,۵
49.35±0.95c	-5.20±0.18b	15.50±0.18c	٪۰,۷۵
47.13±3.32d	-4.56±0.50b	12.95±1.68d	٪۱
45.48±1.08e	-5.34±0.44b	15.13±0.53c	٪۱,۲۵

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

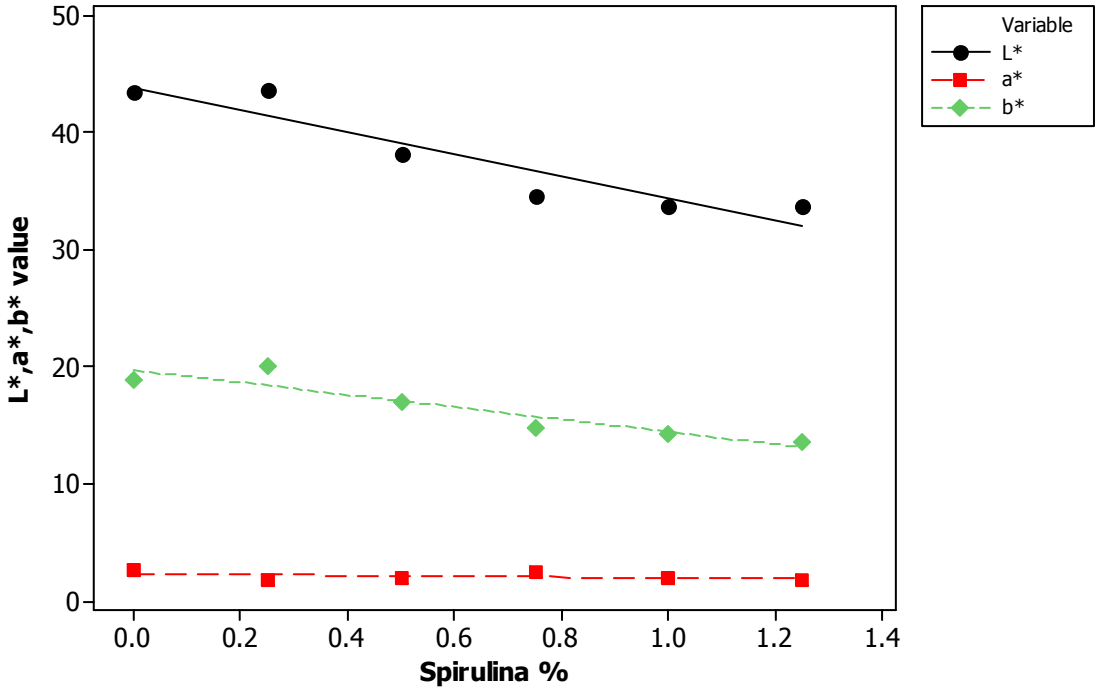


شکل ۱۰: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) در مقطع برش عرضی نـان

جدول ۱۳: ویژگی های رنگ در سطح کیک

L*	a*	b*	شاخص رنگ / تیمار
43.93 ±1.30a	2.60 ±0.80a	18.90 ±1.03a	شاهد
43.67±3.93b	1.81±2.40b	19.98±0.91a	٪۰,۲۵
38.12±2.86c	0.87±2.22c	16.93±2.07b	٪۰,۵
34.60±1.00d	2.73±0.35c	14.78±0.66c	٪۰,۷۵
33.75±1.62d	0.85±1.40c	14.22±2.11c	٪۱
33.75±0.67d	1.80±0.70b	13.58±0.53d	٪۱,۲۵

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

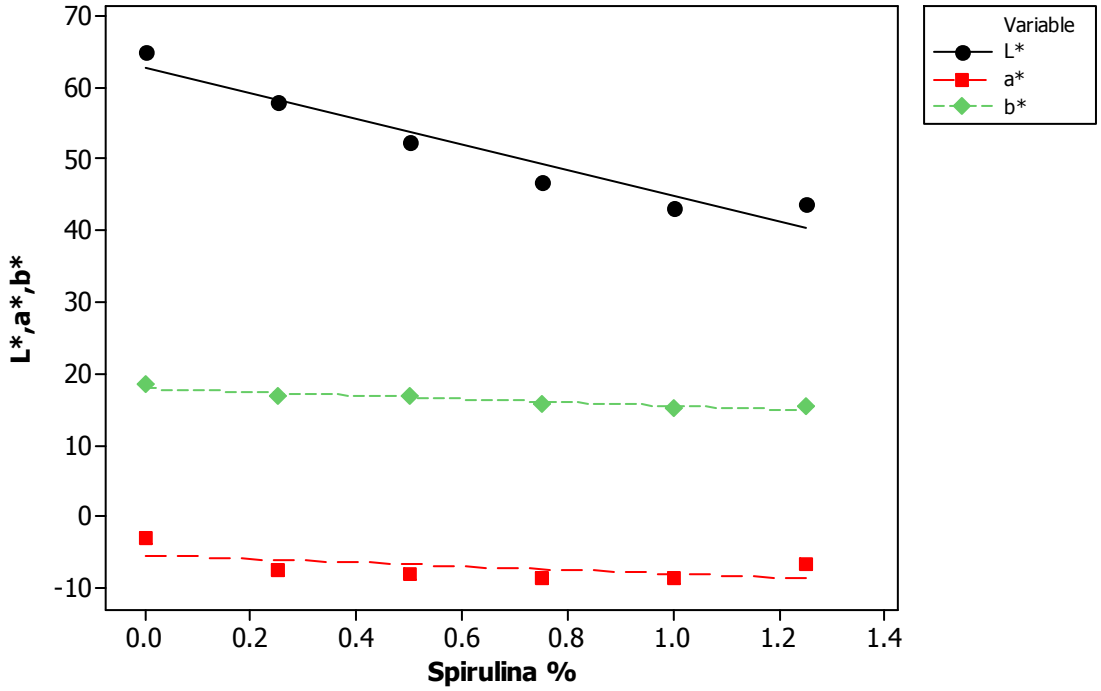


شکل ۱۱: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) در سطح کیک

جدول ١٤: ویژگی های رنگ در برش عرضی کیک

L*	a*	b*	شاخص رنگ / تیمار
65.03 ±2.36a	-3.06 ±0.32a	18.43 ±1.25a	شاهد
57.98±0.96b	-7.45±0.23b	16.70±0.53b	٪۰,۲۵
52.30±1.26c	-8.07±0.24b	16.86±0.31b	٪۰,۵
46.92±0.45d	-8.56±0.05b	15.87±0.18c	٪۰,۷۵
43.20±1.30e	-8.70±0.13b	15.18±0.25c	٪۱
43.74±1.55e	-6.80±0.13d	15.32±0.41c	٪۱,۲۵

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

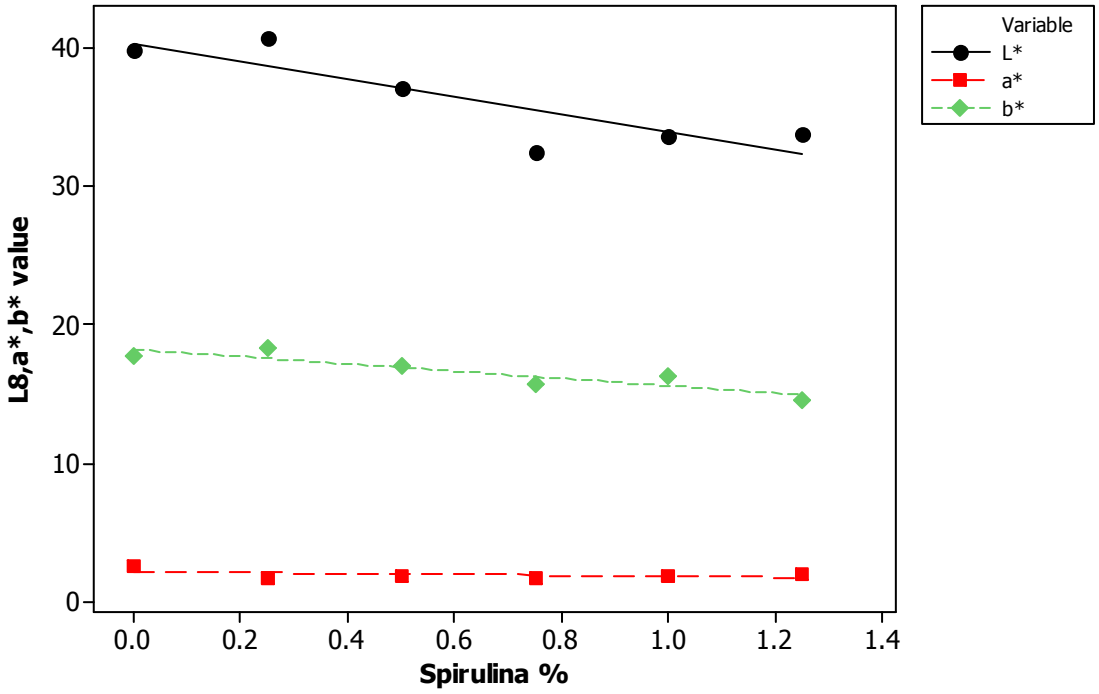


شکل۱۲: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) در مقطع برش عرضی کیک

جدول ۱۵: ویژگی های رنگ در سطح شیرینی لایه ای

L*	a*	b*	شاخص رنگ / تیمار
39.83 ±1.20a	2.60 ±0.80a	17.70 ±1.02a	شاهد
40.67±2.83a	1.61±1.40a	18.23±0.91a	٪۰,۲۵
37.12±1.86b	0.87±2.22b	16.93±2.07b	٪۰,۵
32.50±1.00c	1.73±0.25a	15.71±0.63c	٪۰,۷۵
33.62±1.32c	0.89±1.40a	16.22±1.11c	٪۱
33.80±0.67c	190±0.80c	14.55±0.56d	٪۱,۲۵

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد

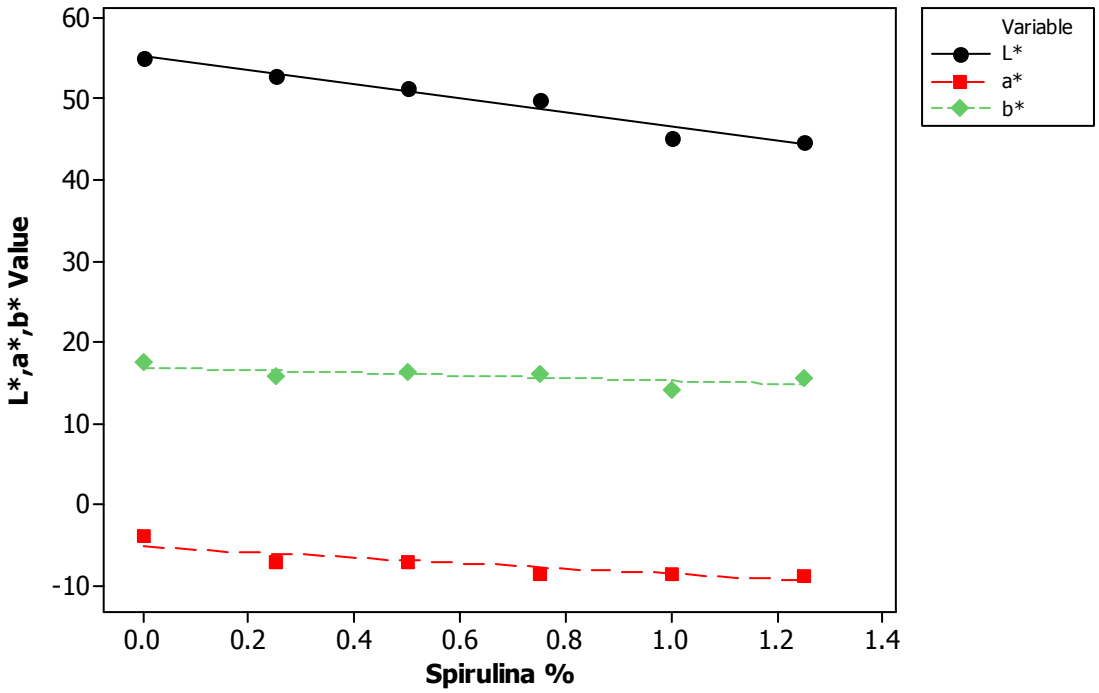


شکل ۱۳: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) سطح شیرینی لایه ای

جدول۱٦ : ویژگی های رنگ در برش عرضی شیرینی لایه ای

L*	a*	b*	شاخص رنگ / تیمار
55.02 ±1.36a	-4.06 ±0.22d	17.43 ±1.20a	شاهد
52.91±1.96b	-7.25±0.20b	15.70±0.52b	٪۰,۲۵
51.30±1.28b	-7.07±0.23b	16.26±0.31c	٪۰,۵
49.92±1.45c	-8.56±0.05c	15.98±0.18b	٪۰,۷۵
45.20±2.30d	-8.60±0.11c	14.11±0.25d	٪۱
44.74±1.25d	-8.80±0.13c	15.55±0.61b	٪۱,۲۵

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد



شکل ١٤: روند رابطه تغییر شاخص های رنگ با مقدار ریز جلبک (٪) در مقطع برش عرضی شیرینی لایه ای

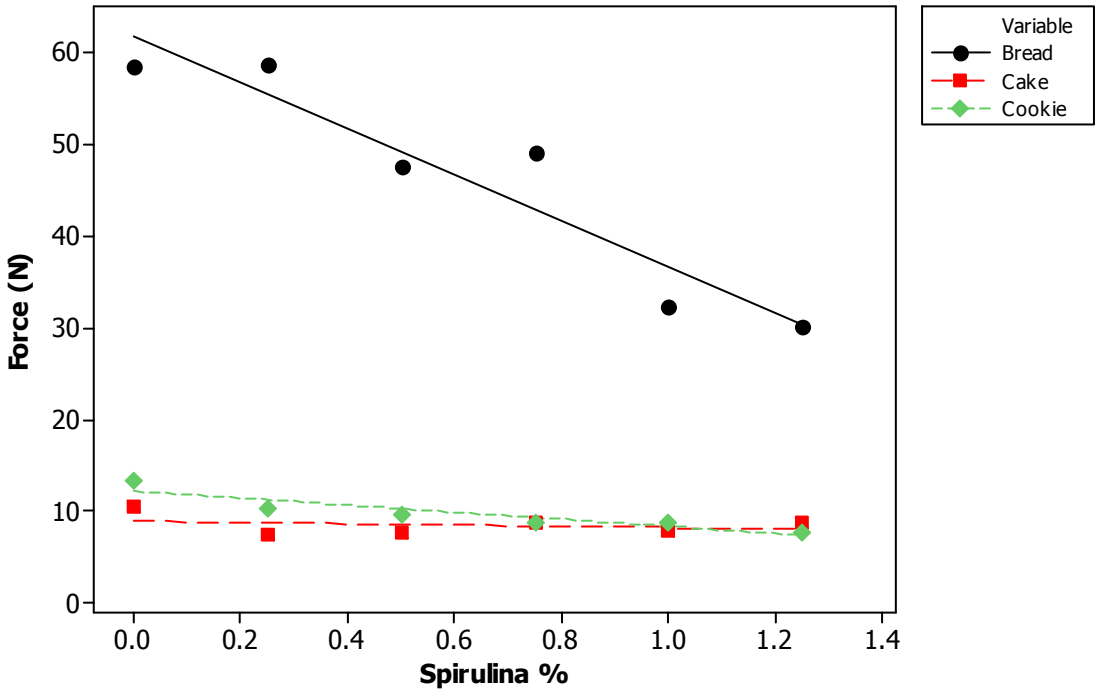
۹-۳-بافت

سختی (Hardness) در نمونه های نان، کیک و شیرینی لایه ای در تیمار های مختلف در جدول ۱۷ نشان داده شده است. همانطوریکه در جدول دیده میشود افزودن پودر ریزجلبک اسپیرولینا باعث کاهش سختی محصولات در مقایسه با شاهد شده است. این کاهش میتواند بدلیل ایجاد بافت متخلخل درنمونه های حاوی ریز جلبک باشد. نتایج نشان داده است که کاهش سختی با درصد ریزجلبک افزوده شده رابطه خطی معکوس دارد. این رابطه در شکل ۱۵ نشان دتده شده است. بنظر میرسد میتوان از ریزجلبک بعنوان بهبود دهنده بافت در این نوع محصولات استفاده کرد.

جدول ۱۷: سختی در تیمارهای نمونه های مختلف (نیوتن)

نمونه / تیمار	نان	کیک	شیرینی لایه ای
شاهد	58.42 ±4.50a	10.42 ±1.15a	12.32 ±2.1a
٪۰,۲۵	58.77±8.30a	7.40±0.80b	10.30±0.90b
٪۰,۵	47.60±5.60b	7.60±0.02c	9.70±0.08c
٪۰,۷۵	48.97±3.60b	8.70±1.00d	8.80±1.00d
٪۱	32.21±0.93c	7.75±0.07b	8.75±0.30d
٪۱,۲۵	30.01±4.96d	8.77±1.41d	7.77±1.21e

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ستون هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین سه تکرار با انحراف معیار میباشد



شکل ۱۵: رابطه کاهش سختی (N) با مقدار اسپیرولینا (٪) در نمونه ها

۱۰-۳-اسید چرب

گروههای اسیدچرب به تفکیک مجموع اسید های چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه (MUFA)، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند باند دوگانه (PUFA) ، EPAو DHA در تمیار های مختلف محصول نان، کیک و شیرینی بترتیب در جداول ۱۸، ۱۹ و ۲۰ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که گروههای اسیدچرب تیمارهای حاوی اسپیرولینا در مقایسه با شاهد تغییر معنی داری نداشته است. اما دو اسید جرب EPA و DHA در تیمار های حاوی اسپیرولینا در محصول نان و کیک شناسائی شد ولی این دو اسید چرب در نمونه شیرینی لایه ای شناسائی نشد (جدول ۱۵). تغییر رفتار افزودن ریزجلبک اسپیرولینا در رابطه با دو اسید جرب EPAو DHA در سه محصول مختلف نان، کیک و شیرینی لایه ای با ترکیب شمیائی آنها بخصوص نوع و مقدار چربی آنها مرتبط میباشد. در شرینی لایه ای مقدار زیادی مارگارین وجود دارد که بنظر میرسد عدم وجود دو اسید چرب EPAو DHA مرتبط با این موضوع باشد.

جدول ۱۷: تغییرات اسید های چرب در تیمار های نان (٪)

گروه اسید چرب	شاهد	٪۰.۲۵	٪۰.۵	٪۰.۷۵	٪۱	٪۱.۲۵
SFA	۳۶.۱۵±۲.۱a	۳۶.۱۳±۱.۱a	۳۹.۰ ±۴.۵a	۳۸.۲±۴.۲a	۳۷.۳۹±۲.۸a	۳۹.۸۵±۳.۴a
MUFA	۳۶.۰۳±۳.۱a	۳۲.۲۸±۲.۳a	۳۳.۶۳±۱.۶a	۳۴.۵۶±۲.۲a	۳۵.۷۵±۳.۳a	۳۴.۰±۴.۳a
PUFA	۲۴.۴±۲.۳a	۲۴.۵±۲.۲a	۲۵.۷۵±۱.۹a	۲۴.۳±۲.۲a	۲۵.۵۲±۳.۱a	۲۵.۴۹±۲.۸a
EPA	nd	۰.۰۹±۰.۰a	nd	۰.۰۸±a۰.۰۱	۰.۰۲۵±b۰.۰۲	۰.۴۴±۰.۲a
DHA	nd	۰.۰۵±۰.۰	۰.۰۳±۰.۱	۰.۰۴±۰.۲	۰.۰۲±۰.۱	۰.۲۰±۰.۱

nd= not detected

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

SFA; Saturated fatty acids
MUFA: Mono-unsaturated fatty acids
PUFAP: Poly-unsaturated fatty acids
EPA: Eicosapentaenoic acid
DHA: Docosahexaenoic acid

جدول ۱۸:تغییرات اسید های چرب در تیمار های کیک (٪)

گروه اسید های چرب	شاهد	٪۰.۲۵	٪۰.۵	٪۰.۷۵	٪۱	٪۱.۲۵
SFA	۲۷.۳۴±۲.۳a	۲۷.۲۲±۴.۳a	۲۷.۴۸±۱.۹a	۲۶.۶۵±۲.۱a	۲۷.۲±۱.۲a	۲۷.۵۹±۱.۱a
MUFA	۲۸.۷۷±۳.۳a	۲۸.۸۹±۲.۸a	۲۵.۳۳±۱.۸a	۲۵.۵۵±۴.۱a	۲۵.۸±۲.۳a	۲۸.۶۳±۳.1a
PUFA	۴۳.۵±۲.۹a	۴۴.۵۶±۲.۹a	۴۵.۶±۳.۲a	۴۵.۷۸±۱.۱a	۴۵.۵±۲.۵a	۴۴.۵۰±۳.۸a
EPA	nd	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۷
DHA	nd	۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۲	۰.۰۱۴	۰.۰۲

nd= not detected

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

SFA; Saturated fatty acids
MUFA: Mono-unsaturated fatty acids
PUFAP: Poly-unsaturated fatty acids
EPA: Eicosapentaenoic acid
DHA: Docosahexaenoic acid

جدول ۱۹: تغییرات اسید چرب شیرینی لایه ای (٪)

گروههای اسید چرب	شاهد	%۰.۲۵	%۰.۵	%۰.۷۵	%۱	%۱.۲۵
SFA	۶۴.۲۱±۳.۲۰a	۶۳.۰۵±۳.۴۲ a	۶۷.۶۸±۲.۴۵ a	۶۰.۸۶±۱.۸۰ a	۶۰.۲۰±۳.۴۰ a	۶۴.۸۴±۲.۵۰ d
MUFA	۳۱.۸۶±۱.۹۴ a	۲۹.۹۶±۲.۶۷ a	۳۱.۴۹±۲.۳۰ a	۳۱.۸۸±۱.۹۳ a	۳۱.۹۷±۲.۲۲ a	۲۶.۵۷±۱.۳۲ a
PUFA	۶.۹۰±۰.۶۵ a	۶.۹۵±۱.۲۳ a	۶.۸۴±۱.۲۳ a	۶.۸۲±۰.۸۵.a	۷.۹۴±۱.۱۰ a	۸.۵±۰.۹۴ a
EPA	nd	nd	nd	nd	nd	nd
DHA	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd= not detected

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

SFA; Saturated fatty acids
MUFA: Mono-unsaturated fatty acids
PUFAP: Poly-unsaturated fatty acids
EPA: Eicosapentaenoic acid
DHA: Docosahexaenoic acid

۱۱-۳-اسید های امینه

در این پروژه تحقیقاتی ابتدا پروفایل کامل اسید های امینه برای یکی از محصولات (شیرینی لایه ای) اندازه گیری شد. اما بدلیل تغییرات ناچیز و غیر معنی داری که بین تیمارها با اختلاف ۰,۲۵٪ مشاهده شد در دو نمونه دیگر تصمیم گرفته شد آنالیز اسید های امینه در تیمار های با اختلاف ۰,۵٪ ریز جلبک انجام شود بنابراین آنالیز برای تیمارهای شاهد، ۰,۵٪و ۱٪ اسپیرولینا انجام شد. نتایج اسید امینه های این تیمارها برای نان، کیک و شیرینی لایه ای بترتیب در جداول ۲۰،۲۱و ۲۲ آورده شده است. آنالیز کامل پروفایل تیمارها مربوط به شیرینی لایه ای

نیز درضمیمه (۱) آورده شده است. همانطوریکه دیده میشود در هرسه نمونه بیشترین مقداراسید امینه مربوط به گلوتامیک اسید است. افزودن ریزجلبک اسپیرولینا به نمونه ها باعث ایجاد تغییرات بسیار محدود در تیمارهاب آزمایشی در مقایسه با شاهد شده است. بطوریکه در محصول نان (جدول ۲۰) افزایش معنی دار صرفا در دو اسید امینه آسپارتیک اسید (حدود ۰,۰۸ ٪) و حدود ۰,۱ درصد در ترئنین در تیمار ۱٪ دیده شده است و در مابقی اسیدهای امینه تغییر معنی دار مشاهده نشده است. تغییرمعنی دار ($p<0.05$) اسید امینه در محصول کیک (جدول ۲۱) تنها در یک اسید امینه گلاسین (افزایش ۰,۶ ٪) در تیمار ۱٪ ریزجلبک مشاهده شدو درمابقی اسیدهای امینه تغییر معنی داری مشاعده نشد. اما تغییراسید های امینه در محصول شیرینی لایه ای بیشتر از دو محصول دیگر بود. همانطوریکه در جدول ۲۲ دیده میشود شش اسید امینه آسپارتیک اسید، آرژنین، آلانین، فنل آلانین، لوسین و ایزولوسین در تیمار ۱٪ تغییر معنی داری ($p<0.05$) در مقایسه با شاهد نشان داده شد.

جدول ۲۰: تغییرات اسید های امینه در تیمارهای نان(٪)

اسید امینه	شاهد	٪۰,۵	٪۱
اسپارتیک اسید	۰,۵۵±0.05a	57.0±0.06a	**۰,۶۶±b۰,۰۷**
گلوتامیک اسید	**۳,۳۳±0.07a**	3.3±0.05a	**۳,۱±0.04a**
سرین	0.45±0.01a	0.46±0.04a	0.43±0.03a
گلوتامین	۰,۰	۰,۱۷	۰۰۰
هیستیدین	۰,۱۸±0.01a	۰,۲۷a±0.19	0.13±a۰,۱۳
گلایسین	0.32±0.02a	0.33±0.09a	۰,۳۲±0.09a
ترونین	۰,۲۱±0.03a	0.11±a۰,۱۱	**0.27±0.04b**
آرژنین	۰,۳۷±0.01a	۰,۳۶±0.06a	0.30±0.02a
آلانین	0.32±0.03a	0.30±0.00a	۰,۳۳±0.04a
تیروزین	۰,۱۹±0.01a	۰,۱۶±0.06a	0.21±b۰,۲۱
والین	0.73±0.09a	0.69±a۰,۴۰	۰,۷۰±0.8a
فنیل آلانین	۰,۵۳±0.06a	0.50±a۰,۱۴	0.42±0.06a
ایزولوسین	0.30±0.0	۰,۰۴	0.25±0.01
لوسین	۰,۶۴±0.05a	0.66±0.06a	۰,۵۶
لیزین	0.24±0.04a	۰,۲۷	0.25±0.05a

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد ($P<.05$)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

جدول ۲۱: تغییرات اسید های امینه در تیمارهای کیک(٪)

اسید امینه	شاهد	٪۰,۵	٪۱
اسپارتیک اسید	۰,۵۶±0.06a	۰,۴۷±0. 1a	0.52±0.03a
گلوتامیک اسید	2.3±0.01a	۱,۱±0.09a	**۲,۲۰**±0.03a
سرین	۰,۳۶±0.01a	۰,۲۹±0.03a	0.25±0.06a
هیستیدین	0.05±۰,۰۵	0.05±۰,۰۲	nd
گلایسین	۰,۱۴±0.04a	۰,۱۴	**۰,۲۰±0.05b**
ترونین	0.23±0.04a	0.19±0.07b	۰,۱۳
آرژنین	۰,۲۲±0.02a	0.18±0.07a	0.20±a0۰
آلانین	۰,۳۲±0.05a	0.33±0.08b	0.33±0.1a
تیروزین	۰,۱۸±0.02a	۰,۱۲	0.19±0.05a
والین	0.48±0.5a	۰,۴۸±0.08a	۰,۴۴±0.06a
فنیل آلانین	0.32±0.03a	۰,۲	0.26±0.1
ایزولوسین	۰,۲۳±0.05a	۰,۱۸±0.07	0.16
لوسین	۰,۴۵±0.06a	۰,۳۱±0.1	0.35±0.09
لیزین	۰,۲۱±0.01a	۰,۲۱±0.02a	0.23±0.04a

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

جدول ۲۲: تغییرات اسید های امینه در تیمارهای شیرینی لایه ای(٪)

اسید امینه	شاهد	٪۰,۵	٪۱
اسپارتیک اسید	۰,۲۹±0.01a	۰,۲۷±0.01a	**۰,۳۲±0.03b**
گلوتامیک اسید	۲,۱۳±0.04a	2.00±0.01a	2.20±0.02a
سرین	0.25±0.05a	۰,۲۶±0.02a	۰,۲۵±0.01a
هیستیدین	۰,۱۹±0.08a	۰,۱۷±0.04a	۰,۱۹±0.02a
گلایسین	۰,۱۰±0.01a	۰,۹±0.02a	۰,۱۰±0.03a
ترونین	0.18±a۰,۱۸	0.21±0.04a	۰,۱۸±0.01a
آرژنین	۰,۲۸±0.03a	۰,۲۷±0.06a	**۰,۳۰±0.02b**
آلانین	۰,۱۸±0.02a	۰,۱۸±0.05a	**0.20±b۰,۲۰**
تیروزین	۰,۱۳±0.01a	0.11±۰,۱۱	0.13±0.03a
والین	۰,۳۸±0.03a	0.36±0.05a	۰,۴۰±0.03a
فنیل آلانین	۰,۳۱±0.03a	۰,۳۰±0.01a	**۰,۳۳±0.02b**
ایزولوسین	۰,۱۷±0.01a	1.6±a۰,۱۶	**0.19±0.03b**
لوسین	0.40±0.07a	۰,۴۰±0.04a	**۰,۴۴±0.03b**
لیزین	۰,۱۷±0.01a	۰,۱۴±0.01a	۰,۱۶±0.02a
تریپتوفان	0.06±۰,۰۶	0.02±۰,۰۴	۰,۰۶±0.05
متیونین	۰,۰۵	nd	nd

nd: not detected

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

۱۲-۳-قیمت تمام شده

هرکیلوگرم پودر ریزجلبک اسپیرولینا وارداتی در سال ۱۳۹۲ برابر ۲۰۰۰۰۰۰ ریال خریداری شد. صورت هزینه محصولات تولیدی شرکت نان سحر نیز شامل نان حجیم، کاپ کیک و شیرینی لایه ای در جداول زیر آمده است. با افزودن مقدار ۰٫۲۵٪،۰٫۵٪،۰٫۷۵٪،۱٪و ۱٫۲۵ ٪ اسپیرولینا به هریک از تیمارها قیمت تمام شده محصولات بشرح زیر است.

- قیمت ۱۰۰۰ گرم ریز جلبک = ۲۰۰۰۰۰۰ ریال
- قیمت هر گرم ریزجلبک = ۲۰۰۰ ریال

جدول (۲۳):محاسبه تغییرات قیمت نان حجمی (وزن چانه ۵۰گرم) در تیمار های مختلف

مقدار اسپیرولینا	قیمت تمام شده (ریال)	مقدار افزایش (ریال)	مقدار افزایش ٪
شاهد	۷۱۰٫۷۳	۰	۰
٪۰٫۲۵	۹۶۰٫۷۳	۲۵۰	۳۵
٪۰٫۵	۱۲۵۰٫۷۳	۵۰۰	۷۰
٪۰٫۷۵	۱۴۶۰٫۷۳	۷۵۰	۱۰۵
٪۱	۱۷۹۰٫۷۳	۱۰۸۰	۱۵۲
٪۱٫۲۵	۱۹۶۰٫۷۳	۱۲۵۰	۱۷۶

جدول (۲٤): محاسبه تغییرات قیمت کیک (چانه ۹۰ گرم) در تیمار های مختلف

مقدار اسپیرولینا	قیمت تمام شده (ریال)	مقدار افزایش (ریال)	مقدار افزایش ٪
شاهد	۸۲۲۴٫۲	۰	۰
٪۰٫۲۵	۸۶۴۷٫۲	۴۵۰	۵٫۰۵
٪۰٫۵	۹۱۲۴٫۲	۹۰۰	۱۰٫۹۰
٪۰٫۷۵	۹۵۷۴٫۲	۱۳۵۰	۱۶٫۴۰
٪۱	۱۰۰۲۴٫۲	۱۸۰۰	۲۱٫۹۰
٪۱٫۲۵	۱۰۵۶۴٫۲	۲۳۴۰	۲۸٫۴۵

جدول (۲۵): محاسبه تغییرات قیمت شیرینی لایه ای (چانه ۶۰ گرم) در تیمار های مختلف

مقدار اسپیرولینا	قیمت تمام شده (ریال)	مقدار افزایش (ریال)	مقدار افزایش ٪
شاهد	۱۰۹۱,۵۲	۰	۰
٪۰,۲۵	۱۳۹۱,۶۴	۳۰۰,۱۲	۲۷,۴۸
٪۰,۵	۱۶۹۱,۷۶	۶۰۰,۲۴	۵۴,۹۹
٪۰,۷۵	۱۹۹۱,۸۹	۹۰۰,۳۶	۸۲,۴۸
٪۱	۲۲۹۲,۰۲	۱۲۰۰,۵۰	۱۰۹,۹۸
٪۱,۲۵	۲۵۹۲,۱۲	۱۵۰۰,۶۰	۱۳۷,۴۷

صورت هزینه های مواد اولیه نان حجیم

نام ماده اولیه	مقدار(کیلوگرم)	قیمت واحد(ریال)	قیمت کل (ریال)
آرد	۷	۸۰۰۰	۵۶۰۰۰
نمک	۰.۰۵	۲۰۰۰	۱۰۰
شکر	۰.۴	۱۶۵۰۰	۶۶۰۰
سحر۰۵	۰.۰۲۵	۱۷۵۰۰۰	۴۳۷۵
سحر ۰۴	۰.۵	۶۵۰۰۰	۳۲۵۰۰
سحربرگر	۰.۵	۶۵۰۰۰	۳۲۵۰۰
روغن	۰.۳	۴۷۰۰۰	۱۴۱۰۰
مارگارین	۰.۳	۴۸۰۰۰	۱۴۴۰۰
خمیرمایه	۰.۵	۲۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
			۰
جمع کل هزینه ها			۱۷۰۵۷۵

میزان خمیر (گرم)	وزن چانه (گرم)	تعداد نان حاصل (عدد)	تمام شده هر نان(ریال)
۱۲۰۰۰	۵۰	۲۴۰	۷۱۰.۷۳

صورت هزینه های مواد اولیه کیک

نام ماده اولیه	مقدار(کیلوگرم)	قیمت واحد(ریال)	قیمت کل (ریال)
آرد	۳	۸۰۰۰	۲۴۰۰۰
شکر	۲	۱۶۵۰۰	۳۳۰۰۰
شیرخشک	۰.۲	۸۵۰۰۰	۱۷۰۰۰
تخم مرغ	۱.۶	۴۶۰۰۰۰	۷۳۶۰۰۰
روغن	۲	۴۷۰۰۰	۹۴۰۰۰
طعم دهنده	۰.۰۱	۴۲۰۰۰۰	۴۲۰۰
بیکینگ پودر	۰.۱۶	۳۵۰۰۰	۵۶۰۰
جمع کل هزینه ها			۹۱۳۸۰۰

میزان خمیر (گرم)	وزن چانه(گرم)	تعداد کیک حاصل (عدد)	تمام شده هر کیک (ریال)
۱۰۰۰۰	۹۰	۱۱۱	۸۲۲۴.۲

صورت هزینه های مواد اولیه شیرینی لایه ای

نام ماده اولیه	مقدار(کیلوگرم)	قیمت واحد(ریال)	قیمت کل (ریال)
آرد	۳	۸۰۰۰	۲۴۰۰۰
نمک	۰.۰۴	۲۰۰۰	۸۰
شکر	۰.۴	۱۶۵۰۰	۶۶۰۰
سحر۰۷	۰.۰۲	۱۷۵۰۰۰	۳۵۰۰
خمیرمایه	۰.۱	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰
روغن	۰.۳	۴۷۰۰۰	۱۴۱۰۰
مارگارین	۰.۷۶	۴۸۰۰۰	۳۶۴۸۰
طعم دهنده	۰.۰۱	۴۲۰۰۰۰	۴۲۰۰
			۰
جمع کل هزینه ها			۹۰۹۶۰

میزان خمیر (گرم)	وزن چانه(گرم)	تعداد شیرینی حاصل (عدد)	تمام شده هر شیرینی (ریال)
۵۰۰۰	۶۰	۸۳	۱۰۹۱.۵۲

٤-بحث ونتیجه گیری

دراین پروژه تحقیقاتی فاکتورهای شامل ارزیابی حسی، رنگ، بافت، ترکیبات تقریبی (پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت)، کربوهیدرات، آهن، اسیدهای چرب، اسیدهای امینه و قیمت تمام شده محصولات آزمایشی بررسی شد. که در این بخش به بحث راجع به هرکدام از آنها با استفاده ازنتایج بدست آمده پرداخته میشود.

٤-١-ارزیابی حسی و خصوصیات فیزیکی

ارزیابی حسی درموادغذائی با هدف اطلاع از قابلیت پذیرش محصول توسط مصرف کنندگان انجام میگیرد. در این پروژه نحقیقاتی پنج تیمار حاوی (۰,۲۵٪، ۰,۵٪، ۰,۷۵٪، ۱٪ و ۱و۲۵٪) از هریک از محصولات نان، کیک، شیرینی لایه ای با تعداد ۸۰ نفر ارزیاب مورد بررسی قرار گرفت . از جدول ارزیابی ۷ نقطه ای (۱= خیلی بد و ۷=خیلی خوب) استفاده شد و امتیاز ۴ و به بالا بعنوان امتیاز قابل قبول در نظر گرفته شد. همانطوریکه در گرافهای ارزیابی حسی نشان داده شد ه است. بجز فاکتور رنگ در تیمار ۱,۲۵٪ بقیه تیمارها در هرسه محصول از امتیاز پذیرش قابل قبول (بالای ۴) برخوردار بودنند. در مقایسه بین سه محصول نان، کیک و شیرینی لایه ای، نان از امتیاز کمتری برخوردار بود(زیر ۶) اما دو محصول کیک و شیرینی لایه ای از امتیاز بالای ۶ برخوردار بودنند. امتیاز بالای کیک و شیرینی میتواند بدلیل وجود برخی طعم دهنده ها و اسانس هایی باشد که در این محصولات بکار رفته و طعم ریزجلبک را تحت الشعاع قرار میدهد و از امتیاز منفی آنها کم میکند. از آن گذشته افزودن اسپیرولینا به محصولات باعث ایجاد رنگ سبز در آنها میشود که این رنگ برای نان غیرعادی است ولی برای دومحصول دیگر بخاطر سابقه مصرف این رنگ در برخی شیرینجات ویا بکار بردن پودر پسته این رنگ عادی است . بنابراین افزودن اسپیرولینا در محصول کیک و شیرینی لایه ای از نظر رنگ تاثیری در قابلیت پذیرش نداشته است. صالحی فر و همکاران (۱۳۹۱) بررسی امکان کلوچه صنعتی را با افزودن مقدار ۰,۵ ،۱ و ۱,۵٪ اسپیرولینا در فرمول کلوچه مورد بررسی قرار دادند و در ارزیابی از مقیاس پنج نقطه ای استفاده کردند آنها گزارش کردند که تیمار های ۱و۱,۵٪ پس از شاهد بیشترین امتیاز را بخود اختصاص داده اند.

رنگ ماده غذائی اولین فاکتوری است که در موقع انتخاب توسط مصرف کننده مورد ارزیابی قرار میگیرد در این پروژه علاوه به ارزیابی حسی فاکتور رنگ با دستگاه هانتر لب (Huntrt Lab) نیز مورد بررسی قرار گرفت. بررسی رنگ توسط دستگاه هانتر لب بر مبنای L*,a*,b* نشان دهنده این مطلب است که با افزایش اسپیرولینا رنگ سطح و داخل محصولات سبز میشود واین سبزی با افزایش مقدار اسپیرولینا بطور معنی داری در تیمارها افزایش میابد و این تغییر رنگ در مقایسه با شاهد در نمونه نان قابل توجه تر است.

آنالیز مقدار سختی تیمارها در سه محصول نان، کیک و شیرینی لایه ای با دستگاه آنالیز بافت (Texture Analayzer) نشان دهنده این مطلب است که افزودن اسپیرولینا به ترکیب آنها کاهش سختی را بدنبال دارد و باعث نرمتر شدن بافت آنها میگردد. درنتیجه از ریزجلبک اسپیرولینا میتوان بعنوان بهبود دهنده بافت در این محصولات و یا محصولات مشابه استفاده کرد.

درموضوع ارزیابی حسی و قابلیت پذیرش میتوان اینگونه نتیجه گیری کرد که :

۱- از نقطه نظر رنگ ، اسپیرولینا بعنوان رنگ دهنده طبیعی در محصولاتی که سابقه رنگ سبز با مواد دیگر دارند و یا جایگزینی رنگ طبیعی با رنگ مصنوعی قابلیت استفاده دارد.

۲- باتوجه به بو و طعم خاص اسپیرولینا که میتواند برای برخی افراد نامطلوب باشد افزودن این ریزجلبک بعنوان رنگ دهنده، غنی کننده، بهبود دهنده بافت به محصولاتی درتولید آنها طعم دهنده استفاده میگردد توصیه میشود.

۲-٤-غنی سازی

این پروژه با هدف غنی سازی سه محصول نان، کیک وشیرینی لایه ای با افزودن ریزجلبک اسپیرولینا در فرمول تولیدی هریک ازآنها انجام شد. برای دستیابی به این هدف آنالیزهای شیمیایئ شامل ترکیبات تقریبی، کربوهیدرات، آهن، اسیدهای چرب، اسیدهای امینه انجام شد در این قسمت به بحث و نتیجه گیری این موضوع پرداخته میشود.

نتایج آنالیز ترکیبات تقریبی نشان دادکه مقدار پروتئین در تیمارهای مختلف سه محصول افزایش یافت. این افزایش بعلت مقدار بالای پروتئبن در اسپیرولینا است. صالحی فر و همکاران (۱۳۹۱) نتیجه مشابهی را در پروژه تحقیقاتی تولید کلوچه صنعتی با استفاده ار ریز جلبک اسپیرولینا بدست آوردند.آنها گزارش کردند که در اثر افزودن ۰,۵، ۱، ۱,۵٪ اسپرولینا به فرمول کلوچه مقدار پروتئین بترتیب ۰,۳، ۱و ۱,۵ درصد افزایش یافته است.

Danesi و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که میتوان به منظور غنی سازی پروتئین در محصولات نانوایی از ریزجلبک اسپیرولیناپلاتنسیس استفاده کرد، بدون آن که تغییر قابل ملاحظه ای در بافت، ضریب انبساط، درصد ترکیب و پذیرش حسی محصول ایجاد شود. آنالیز اسیدهای امینه نشان داد که با این درصد افزودن ریز جلبک بجز تعداد معدودی از اسیدهای امینه تغییر معنی داری در اکثریت آنها مشاهده نشد. در نتیجه ازریز جلبک اسپیرولینا میتوان بعنوان یک غنی کننده پروتئین در این محصولات و محصولات مشابه استفاده کرد.

آنالیز مقدار چربی تیمار ها بیانگر این مطلب است که مقدار چربی در تیمارهای حاوی اسپیرولینا در مقایسه با شاهد تغییر معنی داری را نشان نداد. واین بعلت مقدار کم (۳,۵٪) چربی در اسپیرولینا است. اساسا" ریزجلبک اسپیرولینا بعنوان یک ماده غذائی با چربی بالا شناخته نمیشود. بررسی آنالیز اسیدهای چرب نیز نشان میدهد که تغییری معنی دار در گروههای اسیدهای چرب مشاهده نشده است ($P>0.05$). صالحی فر و همکاران در سال ۱۳۹۱ نتیجه مشابهی را در تحقیق غنی سازی کلوچه با ریز جلبک اسپیرولینا گزارش کرده اند. آنها صرفا" افزایش جزئی در مقدار اسید چرب آلفا لینولئیک را در تیمار حاوی اسپیرولینا گزارش کرده اند. با اینحال مقدارجزئی (بین ۰,۰۲ تا ۰,۰۹ درصد) از دو اسید جربEPA, DHA که از اسیدهای چرب مهم آبزیان هستند و برای سلامتی بسیار مهم هستند در نمونه نان و کیک مشاهده شد ولی این دو اسید چرب در شیرینی لایه ای

شناسائی نشد. عدم وجود این دو اسید چرب در شیرینی لایه ای را میتوان با درصد بالای چربی مارگارین در ترکیب شیرینی لایه ای دانست. ذکر این نکته ضروری است ترکیب و مقدار اسیدهای چرب آبزیان ثابت نبوده و به عوامل مختلفی از قبیل گونه، تغذیه، محیط ، فصل....دارد. بعبارت دیگر اسیدهای چرب اسپیرولینا میتواند متفاوت باشد وچنانچه در ترکیب آنها اسیدهای چرب بیشتری باشد به ماده غذائی منتقل میشود.

آهن نیز یکی دیگر از مواد شیمایی بود که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت . نتایج آنالیزها نشان دادکه آهن بصورت معنی داری ($P<0.05$) در تیمارها در مقایسه با شاهد افزایش داشت. این افزایش به دلیل مقدار بالای آهن در اسپیرولینا بوده است. صالحی فر و همکاران در سال ۱۳۹۱ از افزایش معنی دار مقدار آهن در کلوچه های حاوی ریز جلبک اسپیرولینا گزارش کرده اند. همچنین Mamatha و همکاران(۲۰۰۷) با استفاده از جلبک دریائی انترومورفا کمپرسا توانستند مقدار آهن، کلسیم و پروتئین را در اسنک افزایش دهند. بنابراین میتوان از اسپیرولینا بعنوان یک ماده طبیعی غنی کننده آهن در محصولات مشابه استفاده کرد.

۳-٤-قیمت تمام شده محصول

ریزجلبک اسپیرولینا محصولی است که از قیمت بالائی برخوردار است در پروژه جاری از نوع وارداتی آن به قیمت کیلویئ ۲۰۰۰۰۰۰ میلیون ریال استفاده شد. پیش بینی میشد که اضافه کردن این ریز جلبک افزایش قیمت بالائی را در محصولات جدید ایجادکند. به همین دلیل افزایش قیمت هر کدام از تیمارها در سه محصول نان، کیک و شیرینی لایه ای مورد آنالیز قرار گرفت. طبق آنالیزهای انجام شده در محصول نان افزایش قیمت بین ۳۵ تا ۱۷۶ درصد، در کیک ۵ تا ۲۸,۴۵ درصد و در شیرینی لایه ای بین ۲۷,۴۸ تا ۱۳۷,۴۷ درصد را داشته است بعبارت دیگر بیشترین افزایش قیمت مربوط به نان، بعد ازآن مربوط به شیرینی لایه ای و سپس مربوط به کیک بوده است. بررسی قیمت ها نشان میدهد که افزایش قیمت در محصولات با قیمت پائین خیلی بیشتر از محصولات با قیمت بالا است. در نتیجه افزودن ریزجلبک اسپیرولینا برای غنی سازی محصولات با قیمت پائین مانند نان توصیه نمی شود زیرا قیمت را تا چند برابر افزایش میدهد. اما برای محصولات که از قیمت بالایی برخوردار هستند تاثیر زیادی در افزایش قیمت ندارد. در پروژه حاضر قیمت هر عدد نان ۱۷۰ ریال، کیک ۸۲۲۴ ریال و شیرینی لایه ای ۱۰۹۱ ریال بوده است که با افزودن ریز جلبک در سطح ۱,۲۵٪ قیمت نان به ۱۹۶۰ ریال (۲,۷ برابر) ، کیک ۱۰۵۶۹ ریال (۱,۳ برابر) و شیرینی لایه ای به ۲۵۹۲(۲,۳۷ برابر) رسیده است همانطوریکه دیده میشود افزایش قیمت برای کیک که قیمت بالاتری را نسبت به دو محصول دیگر دارد کمتر است.

از نقطه نظر قیمت تمام شده و توجیه اقتصادی پروژه افزایش ریز جلبک با قیمت فعلی برای محصولات با قیمت پائین توجیه پذیر تر نمیباشد مگر آنکه با تولید ریزجلبک داخلی ویا تهیه ریز جلبک با قیمت پائین تر بتوان از ریز جلبک ارزانتر استفاده کرد.

پیشنهادها:

پروژه حاضر بعنوان یک پروژه پایه برای امکان غنی سازی برخی محصولات غلات استفاده شد که با اجرای پروژههای دیگر نیاز به تکمیل شدن دارد. پیشنهاد ها برای کامل شده موضوع بشرح زیراست:

۱- پیشنهاد میشود پروژه در محصولات با قیمت بالاتر و متنوع مانند شکلات، شیرینی .... انجام شود

۲- با توجه به اینکه در این پروژه از ریز جلبک وارداتی استفاده شد پیشنهاد میشود جهت مقایسه از نظر ارزش غذائی و قیمت تمام شده از ریزجلبک تولید داخل استفاده شود.

۳- با توجه به اینکه در پروژه حاضر تنها برخی از آنالیزهای مرتبط با ارزش غذائی مانند ترکیبات تقریبی، آهن، اسید های چرب و اسید امینه مورد بررسی قرار گرفته است و ریزجلبک اسپیرولینا از جنبه های دیگر ارزش تغذیه ای مانند بتاکاروتن، مواد معدنی، ویتامین ها و آنتی اکسیدانها نیز حائز اهمیت میباشد پیشنهاد میشود در پروژههای دیگر این ترکیبات مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

۱- استاندارد ملی ایران- شماره ۳۴۹۳

۲- استاندارد ملی ایران- شماره ۲۵۵۳

۳- استاندارد ملی ایران- شماره ۲۳۳۸

۴- مانیا صالحی فر، سعیده شهبازیزاده، کیانوش خسروی دارانی، هما بهمدی، روح الله فردوسی ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در تولید کلوچه صنعتی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذائی ایران ۶۳-۷۲

5- AOAC Official Method 999.11 Determination of Lead, Cadmium,Copper, Iron, and Zinc in Foods Atomic Absorption Spectrophotometry after Dry Ashing First Action 199

6- AOAC. Association of Official Analytical Chemists, 925/50

7-AOAC. 2002.Association of Official Analytical Chemists, 16 Edition, Washington

8-Batista A. P., Raymundo A., Bandarra N. M., Sousa I., Empis J., Gouveia L., 2010,

9- Healthier food products with naturally encapsulated functional ingredients – microalgae.

10- Bligh, A.C. and Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37: 911-917.

11- Ciferri O, Tiboni O.(1985) The biochemistry and industrial potential of Spirulina. Ann Rev Microbiol.; 39: 503-26.

12- Cornet J.F., Dubertret G.(, 1990) "The cyanobacterium Spirulina in the photosynthetic compartment of the MELISSA artificial ecosystem." Workshop on artificial ecological systems, DARA-CNES, Marseille, France, October 24–26.

13-Danesi E, Navacchi M, Takeuchi K, Frata M, Carlos J, Carvalho M. (2010)Application of Spirulina platensis in protein enrichment of Manico based bakery products. J Biotechnology; 150: 311. DC, USA

14- Fradique M, Batista A, Nunes M, Gouveia L, Bandarra N, Raymundo A. (2010)Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation. J Sci Food Agric; 90(10): 1656– 64.

15- Gouvei L, Raymundo A, Batista A, Sousa I,Empis J. (2005) Chlorella vulgaris and Haematococcus pluvialis biomass as colouring and antioxidant in food emulsions. Eur. Food Res. Technol.; 222:3-4.362-367.

16- Krishnakumari, M.K.; Ramesh, H.P., Venkataraman, L.V. (1981). "Food Safety Evaluation: acute oral and dermal effects of the algae Scenedesmus acutus and Spirulina platensis on albino rats". J. Food Protect. 44 (934).

17- Powell R, Nevels E, McDowell M.(2011). Algae Feeding in Human. J Nutrition; 75:7-12.

18- Prabhasankar, P., Ganesan, P., & Bhaskar, N. (2009a). Influence of Indian brown seaweed (Sargassum marginatum) as an ingredient on quality, biofunctional and microstructure characteristics of pasta. Food Science and Technology International.

19- Rafael, G., Tyri, V., Kolbrun, S., & Helgi, T. (2004). Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, color and fat of Arctic charr (Salvelinus alpinus). *Journal of Food Quality and Preference, 15*, 177-185.

پیوست

پیوست ۱:

تغییرات اسید های امینه در تیمارهای شیرینی لایه ای(٪)

اسید امینه	شاهد	٪۰.۲۵	٪۰.۵	٪۰.۷۵	٪۱	٪۱.۲۵
اسپارتیک اسید	۰.۲۹±0.01	۰.۳۳±0.02	۰.۲۷±0.01	0.31± 0.02	۰.۳۲±0.03	0.34±0.02
گلوتامیک اسید	۲.۱۳±0.04	۲.۳۰±0.03	2.00±0.01	۲.۳۰±0.05	2.20±0.02	2.30±0.04
سرین	0.25±0.05	۰.۲۶±0.03	۰.۲۶±0.02	۰.۲۷±0.04	۰.۲۵±0.01	۰.۲۶±0.02
هیستیدین	۰.۱۹±0.08	۰.۱۹±0.03	۰.۱۷±0.04	۰.۴۷±0.09	۰.۱۹±0.02	0.20±0.03
گلایسین	۰.۱۰±0.01	۰.۱۱±0.01	۰.9±0.02	۰.۱۲±0.01	۰.۱۰±0.03	0.13±0.05
ترونین	0.18±۰.۱۸	0.20±0.02	0.21±0.04	۰.۱۹±0.04	۰.۱۸±0.01	۰.۱۹±0.04
آرژنین	۰.۲۸±0.03	0.32±0.05	۰.۲۷±0.06	۰.۱۴±0.01	۰.۳۰±0.02	۰.۳۳±0.03
آلانین	۰.۱۸±0.02	0.20±0.04	۰.۱۸±0.05	۰.۰۵±0.05	0.20±۰.۲۰	۰.۲۱±0.03
تیروزین	۰.۱۳±0.1	۰.۱۴±0.03	0.11±۰.۱۱	0.15±0.05	0.13±0.03	۰.۱۴±0.02
والین	۰.۳۸±0.03	۰.۴۰±0.04	0.36±0.05	۰.۴۰±0.06	۰.۴۰±0.03	۰.۴۳±0.03
فنیل آلانین	۰.۳۱±0.03	۰.۳۵±0.04	۰.۳۰±0.01	۰.۳۴±0.01	۰.۳۳±0.02	0.35±0.02
ایزولوسین	۰.۱۷±0.01	۰.۱۹±0.02	1.6±۰.۱۶	۰.۱۸±0.02	0.19±0.03	۰.۱۹±0.02
لوسین	0.40±0.07	۰.۴۵±0.01	۰.۴۰±0.04	0.45±0.02	۰.۴۴±0.03	0.46±0.04
لیزین	۰.۱۷±0.01	0.16±0.00	۰.۱۴±0.01	۰.۱۶±0.01	۰.۱۶±0.02	0.16±۳۰.
تریپتوفان	0.06±۰.۰۶	۰.۰۵±0.04	0.02±۰.۰۴	۰.۰۶±0.01	۰.۰۶±0.05	0.05±۰.۳۴
متیونین	۰.۰۵	۰.۰۵	nd	۰.۰۵±	nd	0.0۲

- حروف انگلیسی مختلف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نتایج در ردیف هامی باشد (P<.05)
- نتایج نشان دهنده میانگین دو تکرار با انحراف معیار میباشد

Abstract:
The aim of this study was to investigate the possibility of enrichment some grain products by using spirulina powder. For propose three different products (Shear bread, Cupcake and Layered Cookie) were selected. *Spirulina platensis* powder with 0.25, 0.5, 0.75,1 and 1.25% were added to the products ingredients. The no added products (0% spirulina) were used as control. The samples were produced in SAHAR BREAD CO. in industry method. Sensory evaluation, color and texture properties, proximate compositions, Iron, fatty acid and amino acid profile of the samples were determined. The changes of the price of the samples were also calculated. Results indicated that except in color parameter for 1.25% incorporation the spirulina in selected products had no significant ($p>0.05$) effects on sensory properties. Instrumental color (Hunter Lab) analysis showed that the L*,a* ,b* were decreased by increasing the percentage of spiraling powder in the products ingredients. Hardness of all three products decreased by increasing the spirulina amounts in the products ingredients. Significant ($P<0.05$) increase in protein and Iron content were found in samples included spirulina. No significant ($p>0.05$) changes of the fat and fatty acid content were observed in all treatments. Comparing the three prducts the highest increase in the price was observed in the spirulina bread samples.

Key words: Spirulina, bread, Iron, Fatty acid

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES SCIECNE RESEARCH INSTITUTE

Project Title : Investigation on Possibility of Enrichment Some Grain Products (Bread, Cup Cake and Cookie by Using Spirulina Microalgae
Approved Number: 2-12-12-92102
Author: Yazdan Moradi
Project Researcher : Yazdan Moradi
Collaborator(s) *:* A.A. Mattalebi, M. Ghaeni, H. Hadaegh, M. Mosadegh, K. Khosravi, S.H. Hossini, S. Sharokhi, M. Babaei, E. Safavi, Gh. Shekh, A. Matinfar
Advisor(s): –

Supervisor: Abbas Matin far
Location of execution : Tehran province
Date of Beginning : 2012
Period of execution : 1 Year
Publisher : Iranian Fisheries Sciecne Research Institute
Date of publishing : 2016

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES SCIENCE RESEARCH INSTITUTE

Project Title :

Investigation on Possibility of Enrichment Some Grain Products (Bread, Cup Cake and Cookie by Using Spirulina Microalgae

Project Researcher :

Yazdan Moradi

Register NO.

46554