بررسی اثر افزودن آرد کامل کینوا و صمغ زانتان برخصوصیات شیمیایی و حسی نان بربری به روش سطح پاسخ

شیما جلدانی[۱]، بهزاد ناصحی[۲*]، حسن برزگر[۳]، نیازعلی سپهوند[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران.
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ایران.
٤- استادیار و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.
(تاریخ دریافت: ۹٤/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۱۱)

چکیده

نان به عنوان ارزان‌ترین منبع انرژی و پروتئین در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان نقش حیاتی دارد. امروزه به دلیل توجه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای موادغذایی، استفاده از غذاهای عملگرا و سودمند افزایش یافته است. کینوا یکی از محصولات کشاورزی می‌باشد که از سوی سازمان خوار و بار جهانی (FAO) به عنوان غذای عملگرا معرفی شده است. کینوا جز خانواده گیاهان دولپه‌ای بوده و به عنوان یک شبه غله شناخته می‌شود. کینوا از نظر پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری مانند لیزین و متیونین، اسیدهای چرب ضروری و اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی مانند آهن، کلسیم، روی و مس، فیبر غذایی و ویتامین‌ها و مواد آنتی‌اکسیدانی از سایر غلات متداول مانند گندم، جو و برنج بهتر می‌باشد. از این رو در این پژوهش اثر افزودن آرد کامل کینوا و صمغ زانتان به فرمولاسیون نان بربری به منظور تهیه یک فرآورده با ارزش تغذیه‌ای بالا ویژگی‌های حسی مطلوب با استفاده از یک طرح چرخش‌پذیر مرکب مرکزی، مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مستقل شامل صمغ زانتان (۱/۵-۰) درصد و آرد کامل کینوا (۱۵-۰) درصد بود. متغیرهای وابسته شامل ویژگی‌های شیمیایی (رطوبت، خاکستر، چربی، پروتئین) و ویژگی‌های حسی نان بربری بود. نتایج نشان داد با افزودن آرد کامل کینوا به نان بربری میزان خاکستر، پروتئین و چربی به طور معنی‌داری افزایش یافت و افزودن صمغ زانتان سبب افزایش در میزان رطوبت نمونه‌های نان شد. همچنین تمامی پاسخ‌ها به جز ویژگی‌های سطح فوقانی نان در سطح ۹۵٪ معنی‌دار بود. بنابراین صحت مدل برای برازش اطلاعات تأیید گردید. آزمون ضعف برازش آن‌ها بی‌معنی وضریب تغییرات آن‌ها نیز مناسب بود که نشان‌دهنده کارایی مدل‌های ارائه‌شده در پیش بینی پارامترهای مورد ارزیابی است. بررسی یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که فرمول بهینه با ۹/۸٤ درصد آرد کامل کینوا و ۱/۵درصد زانتان حاصل می‌شود.

کلید واژگان: نان مسطح، کینوا، هیدروکلوئید، طرح مرکب مرکزی.

* مسئول مکاتبات: Nasehibehzad@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۱- مقدمه

نان به عنوان ارزان‌ترین منبع انرژی و پروتئین در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان نقش حیاتی دارد. بررسی‌های سازمان خوارو بار جهانی (FAO) نشان می‌دهد که مردم کشورهای خاور نزدیک در حدود ۷۰ درصد انرژی مورد نیاز روزانه خود را از نان و سایر فراورده‌های گندم تأمین می‌کنند. نان گندم به عنوان غذای اصلی مردم ایران روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین‌های ضروری را تأمین می‌کند. در حدود ۶۰- ۶۵ ٪ پروتئین و کالری، حدود ۲-۳ گرم املاح معدنی و عمده نمک طعام مورد نیاز مردم به خصوص اقشار کم درآمد از خوردن نان تأمین می‌شود [۱]. عمدتاً پنج نوع نان سنگک، تافتون، بربری، لواش و نان محلی، بیش از سایر نان‌ها در ایران پخته می‌شود. نان بربری یکی از محبوب‌ترین نان‌های مسطح بوده که در شمال و شمال غرب ایران به طور گسترده‌ای مصرف می‌شود. این نان معمولاً ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر طول و ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر عرض و حدود ۳/۵ سانتی‌متر ضخامت دارد [۲].

امروزه به دلیل توجه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای موادغذایی، استفاده از غذاهای عملگرا و سودمند افزایش یافته است. یکی از مواد غذایی که از سوی سازمان خوار و بارجهانی (FAO) به عنوان غذای عملگرا معرفی شده است کینوا، می‌باشد. کینوا جز خانواده گیاهان دولپه‌ای بوده و به عنوان یک شبه غله شناخته می‌شود [۳]. این دانه از ۵۰۰۰ سال پیش مورد استفاده مردم آمریکای لاتین بوده است. کینوا از نظر پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری مانند لیزین و متیونین، اسیدهای چرب ضروری و غیراشباع، مواد معدنی مانند آهن، کلسیم، روی و مس، فیبر غذایی و ویتامین‌ها و مواد آنتی‌اکسیدانی از سایر غلات متداول مانند گندم، جو و برنج بهتر می‌باشد [٤]. در میان منابع پروتئینی و غلات، پروتئین گندم از نظر دارا بودن خصوصیات لازم برای درست کردن نان بی‌نظیر است، اما به علت کیفیت تغذیه‌ای پایین‌تر نسبت به پروتئین حیوانی (کمبود اسیدهای آمینه ضروری لیزین و ترئونین) در درجه پایین‌تری از اهمیت قرار دارد. برای مثال گندم فاقد لیزین در حد مناسب است [۵]. امروزه یافتن یا طراحی مواد غذایی جدید با هدف بهبود رژیم غذایی و افزایش سلامت جامعه مورد بررسی قرار می‌گیرند. از جمله مواد غذایی جدید، شبه غلات شامل کینوا[1]، گندم سیاه[2] وآمارانت (گل تاج خروس)[3] می‌باشند.

کینوا با نام علمی ***Chenopodium quinoa Willd*** از خانواده ***Chenopodiaceae*** از دسته گیاهان دولپه‌ای و از خانواده چنوپودیاسه، گیاهی یک ساله و دارای شباهت و قرابت ظاهری با علف هرز سلمک یا سلمان تره می‌باشد. ارتفاع کینوا در حدود ۳-۱ متر است و بذر آن حدود ۱/٦- ۱/٤ میلی‌متر قطر دارد و به رنگ‌های مختلف سفید، قرمز، سیاه و سفید می‌باشد. دانه کینوا بسیار سبک بوده و وزن هزار عدد آن حدود ۳ گرم وزن دارد [٦]. گیاهی مقاوم در برابر شرایط اسیدی خاک، خشک‌سالی و یخبندان (قبل از گلدهی) می‌باشد که قادر به رشد در شرایط محیطی مختلف است [۷]. کینوا در بسیاری از کشورهای آمریکای جنوبی کشت می‌شود. از سال ۱۹۷۰ به بعد کشورهای کلمبیا، شیلی، پرو، بولیوی و اکوادور، اصلی‌ترین کشت کننده کینوا بوده‌اند. در پرو و بولیوی این محصول اهمیت زیادی داشته و سطح وسیعی از زمین‌های زیرکشت این کشورها، به کشت کینوا اختصاص دارد. در حال حاضر کشت این دانه در اروپا، آمریکای شمالی، آسیا از جمله ایران و آفریقا نیز انجام می‌گیرد [۸]. پروتئین کینوا از نظر کمی و کیفی از غلات متداول بهتر می‌باشد [۵]. مقدار پروتئین کینوا به واریته آن بستگی داشته و محدوده آن از ۱۰/٤ تا ۱۷ درصد پروتئین متغیر است. این شبه غله حاوی ۱٦ اسید آمینه ضروری و غیرضروری (مثل لیزین، ترئونین و متیونین) می‌باشد و محتوای بالاتری از اسیدآمینه نسبت به غلات رایج دارند[۹و ۱۰]. ارزش غذایی بالای کینوا عمدتاً به دلیل محتوی پروتئین بالا و طیف گسترده‌ای از مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشد [۱۱]. دانه کینوا در مواد غذایی مختلفی نظیر نان، بیسکوییت، کوکی‌ها و چیپس‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. به دلیل فاقد گلوتن بودن کینوا، اخیراً به عنوان جایگزینی برای غلات رایج، برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک استفاده می‌شود [۱۲و۱۳]. به همین علت سازمان خوار و بار جهانی

1. Quinoa
2. buckwheat
3. amaranths

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

(FAO)، سال ۲۰۱۳ را به عنوان سال «بین المللی کینوا» نامگذاری کرد [۳]. ایگلسیاس[1] و همکاران (۲۰۱۵) آرد کینوا را در دو سطح ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزین آرد گندم کردند و نشان دادند که این جایگزینی سبب افزایش مواد معدنی، پذیرش مصرف کننده و کاهش حجم نان شد [۱٤]. میلوانوییک[2] و همکاران (۲۰۱٤) ارزیابی کیفیت نان گندم تهیه شده با کینوا، گندم سیاه و دانه کدو تنبل را انجام دادند. آن‌ها در این پژوهش آرد گندم را تا سطح ٤۰ درصد با مخلوط کینوا (۱۵درصد)، گندم سیاه (۱۵درصد) و دانه کدو تنبل (۱۰درصد) جایگزین کرده و اثر این ترکیبات را بر ارزش تغذیه‌ای، کیفیت حسی و همچنین میزان انرژی قطعات نان بررسی نمودند. نتایج آن‌ها افزایش در میزان پروتئین، فیبر خام و مقدار روغن را نسبت به نمونه‌ی شاهد نشان داد. همچنین ویژگی‌های حسی نان مانند حجم مخصوص، ظاهر، پوسته و بافت، عطر، بو و رنگ بهبود یافت [۱۵]. گاولیک[3] و همکاران (۲۰۱٤)، غنی سازی نان با آرد کینوا را در سطح ۲۰ درصد انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که میزان گارلیک‌اسید، آنتی اکسیدان‌ها و اسیدهای آمینه ضروری بسیار بالاتر از نان با آرد کامل گندم می‌باشد [۱٦]. سوئیکا[4] و همکاران (۲۰۱٤)، غنی‌سازی نان را با کینوا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که جایگزینی آرد گندم در سطوح ۵-۱ درصد با کینوا سبب افزایش خطی در سختی مغز نان و استحکام آن شد. همچنین گروه‌های فنولیک، میزان پروتئین، نشاسته نان، محتوای آنتی اکسیدان‌ها و هضم پذیری نشاسته نان افزایش نشان دادند [۱۷].

بنابراین با توجه به مطالعات صورت گرفته و نیاز جامعه به تولید محصولات فراسودمند، هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر آرد کینوا و صمغ زانتان بر ویژگی‌های شیمیایی مانند رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر و همچنین میزان پذیرش این محصول از سوی مصرف‌کنندگان بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره از کارخانه آرد جنوب (اهواز، خوزستان) خریداری شد. مخمر مورد استفاده به صورت پودر مخمر خشک فعال از شرکت خمیرمایه رضوی (مشهد، ایران) تهیه گردید. بذر کینوا با واریته سانتاماریا از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، تهیه شد. جداسازی ناخالصی‌ها به صورت دستی انجام گرفت. آسیاب دانه‌ها در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با استفاده از آسیاب چکشی انجام گرفت و یک آرد کامل با درجه استخراج ۹٦ درصد، از بذر کینوا بدست آمد. نمک بدون ید از شرکت اسپیدان فارس تهیه شد. مواد بهبود دهنده نان از شرکت اماج ساخت ایران خریداری شد. صمغ زانتان با درجه خوراکی از شرکت سیگما ساخت کشور آلمان تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- ویژگی‌های کیفی آرد گندم و کینوا

ترکیبات شیمیایی آرد ستاره و کینوا بر اساس روش‌های استاندارد AACC اندازه گیری شد. آزمون رطوبت مطابق با استاندارد شماره ۱٦-٤٤، آزمون خاکستر شماره ۰۱-۰۸،آزمون چربی شماره ۱۰-۳۰، آزمون پروتئین شماره ۱۲-٤٦، گلوتن مرطوب شماره ۱۰-۳۸، عدد زلنی شماره ۱۱-۵٦ و اسیدیته استاندراد شماره ۵۲-۰۲ تعیین شد [۱۸].

۲-۲-۲- تولید نان بربری

آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ درصد، نمک ۲ درصد، مخمر نانوایی خشک فعال ۱ درصد، بهبود دهنده ۳ درصد وزنی آرد و درصدهای مختلف آرد کینوا به مقدار صفر تا ۱۵درصد، و صمغ زانتان به مقدار صفر تا ۱/۵ درصد وزنی آرد با هم مخلوط شدند، سپس آب تا رسیدن به قوام مناسب خمیر (٦۰-٤۰ درصد) (به صورت تجربی) اضافه شد. پس از اختلاط مواد اولیه با آب و خمیرگیری، خمیر به مدت ۳۰ دقیقه تخمیر و سپس چانه گیری (چانه‌های با وزن ۲۰۰ گرم) انجام شد. مرحله بعد تخمیر چانه‌ها

1. Iglesias
2. Milovanović
3. Gawlik
4. S´wieca

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

به مدت ۱۵ دقیقه صورت گرفت و سپس چانه‌ها شکل‌دهی شده و داخل سینی قرار گرفتند تا به گرم‌خانه منتقل شدند. سینی‌ها به مدت ٤٥ دقیقه در گرم‌خانه به منظور تخمیر نهایی با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰درصد قرار گرفتند. پخت در فر نانوایی مدل Karl Welkerkg ساخت کشور آلمان، با دمای اولیه ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و نهایی ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. نان‌ها پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی اتیلنی دو لایه بسته بندی و در دمای اتاق، نگهداری شدند [۱۹].

۲-۲-۳-آزمون‌های شیمیایی

محتوی رطوبت نمونه‌های نان با استفاده از خشک‌کردن توسط آون (مدل Heraeus UT 5042 ، آلمان) در دمای ۱۰۵ °C و به مدت ۱/۳۰ ساعت بر اساس استاندارد AACC شماره ۱٦-٤٤، محتوی چربی نان به روش سوکسله با استفاده از دستگاه سوکسله نیمه اتوماتیک (Beriko ، ایران) و بر اساس استاندارد AACC شماره ۲۰-۳۰، خاکستر بر اساس استاندارد AACC شماره ۰۱-۰۸ و محتوی پروتئین به روش کجلدال ت بر اساس استاندارد AACC شماره ۱۸-٤٦ اندازه گیری شدند [۱۸].

۲-۲-٤-ارزیابی حسی

خصوصیات حسی نان بربری در روزهای ۱ و ۳ پس از پخت، توسط ۱۰ نفر از دانشجویان دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان که در محدوده سنی ۲۵-۳۰ سال سن داشتند، مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی‌ها مورد ارزیابی شامل شکل، ویژگی‌های سطح زیرین و فوقانی، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه بودند. امتیازدهی بر مبنای مقیاس ۵-۱ (یک کمترین و ۵ بالاترین امتیاز) و بر اساس ارزشیابی نان‌های سنتی ایران، تدوین شده در پژوهشکده غله و نان کشور، انجام گردید. نمونه‌ها در ظروف یک بار مصرف سفید رنگ با کدهای ۳ رقمی به همراه یک لیوان آب در اختیار گروه ارزیاب‌ها قرار داده شد. در پایان عدد کیفی یا پذیرش کلی نان از رابطه زیر به دست آمد [۲۰].

$$\text{عدد کیفی یا امتیاز نان} = \frac{\text{مجموع امتیاز بدست آمده}}{\text{مجموع ضرایب}} = \frac{\dots}{۲۰}$$

۲-۲-۵-تجزیه و تحلیل آماری و بهینه‌سازی

برای بررسی تاثیر متغیرها و بهینه یابی آنها از طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل سطوح کینوا (X_1) و سطوح زانتان (X_2) بودند. جدول ۱ دامنه هر یک از متغیرهای مستقل طبق آزمایشات مقدماتی را نشان می‌دهند. نتایج پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab (version16) به روش سطح پاسخ آنالیز شد. ویژگی‌های حسی و همچنین درصد پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر به عنوان متغیرهای وابسته (پاسخ) در نظر گرفته شد. پس از انجام آنالیز رگرسیون مدل‌های چند جمله‌ای درجه دوم برای هر یک از پاسخ‌ها ارائه گردید. برای نشان دادن رابطه هریک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، نمودار سطح پاسخ آنها به وسیله این نرم افزار ترسیم شد. به منظور ارزیابی صحت مدل‌های برازش داده شده، آزمون ضعف برازش، ضریب تغییرات، ضریب تبیین R^2، $Adj\text{-}R^2$ مدل، PRESS و P ضرایب تعیین شدند [۲۱ و ۲۲].

Table1 Independent variables and their coded and actual value used in Central Composite Design

Independent variables	coded	2	1	0	-1	-2
Quinoa %	X_1	15	12.8	7.5	2.19	0
Xanthan %	X_2	1.5	1.28	0.75	0.29	0

۳-نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم و آرد کینوا در جدول ۲ آورده شده است:

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table 2 Chemical properties of Wheat flour and Quinoa flour

Flour	pH	Zeleny (ml)	Gluten%	Protein%	Oil%	Ash%	Moisture%
Wheat	2.1	29	29.08	13.53	3.4	0.32	14.3
Quinoa	3.73	-	-	16.86	14.47	2.17	8.83

۳-۱- تأثیر متغیرهای فرمول بر رطوبت

شکل ۱(a) روند تغییرات محتوی رطوبت نان بربری را با توجه به متغیرهای کینوا و زانتان نشان می‌دهد. نتایج بیان داشت که میزان صمغ زانتان تاثیر معنی‌داری بر محتوی رطوبت نان بربری دارد. همچنین آنالیز واریانس نشان داد، مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ‌های محتوی رطوبت معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها غیرمعنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. نتایج نشان داد متغیر کینوا تأثیر خطی منفی بر محتوای رطوبت داشت وصمغ زانتان تأثیر خطی معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰۰۰۱$) از خود نشان داد (جدول ۳). همانطور که شکل ۱ نیز نشان می‌دهد با افزایش صمغ زانتان رطوبت نان نیز به طور مشخصی افزایش می‌یابد.

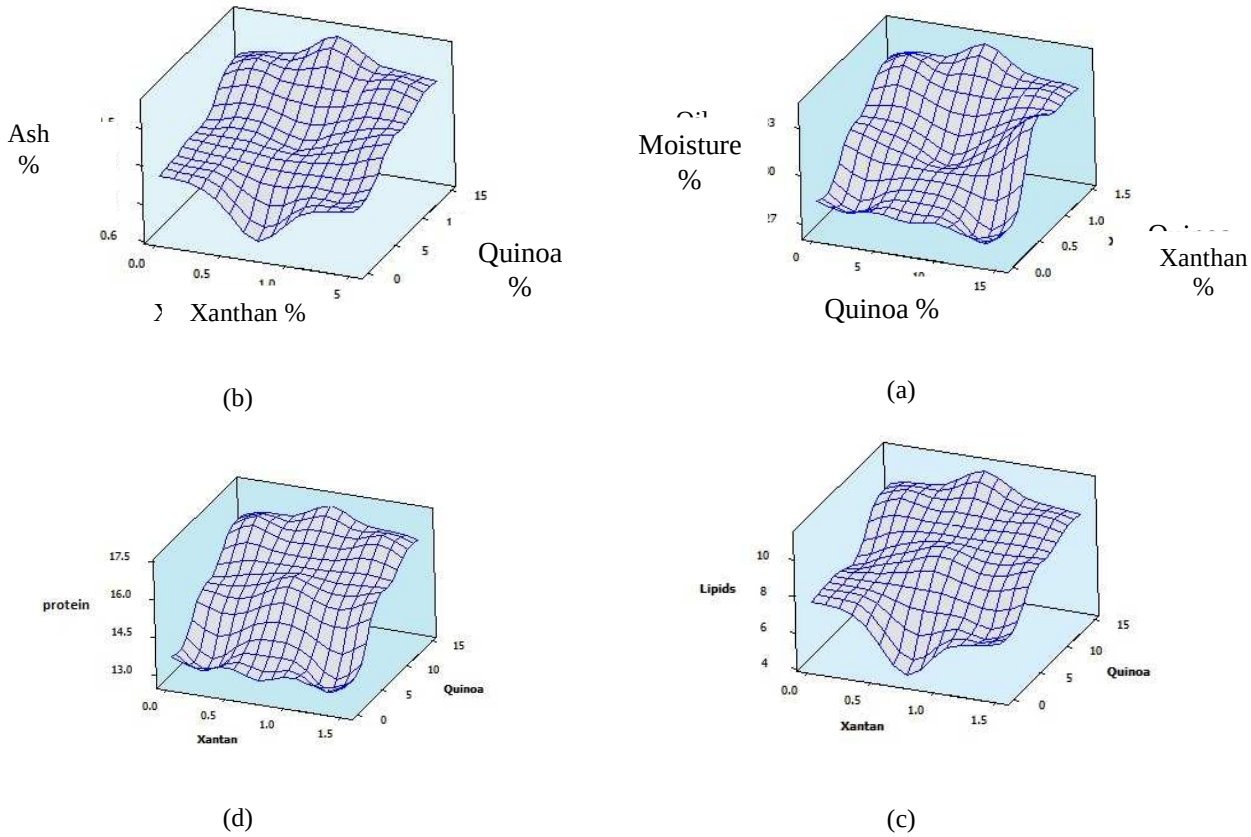

Fig 1 Response surfaces plots for the effects of: (a) Moisture, (b) Ash, (c) Oil, (d) Protein

شمار زیاد گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ می‌تواند سبب جذب و حفظ مولکول‌های آب شود. ازاین‌رو تأثیر مثبت صمغ زانتان بر محتوی رطوبت نان ناشی از توانایی این ترکیب در نگهداری آب در فرآورده طی پخت می‌باشد [۲۳]. کلار[1] و

1. Collar

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

همکاران (۱۹۹۹) تاثیر افزودن صمغ زانتان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را به روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که هیدروکلوئیدها در محصولات نانوایی جهت تعویق بیاتی از طریق نگهداری رطوبت مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲٤]. همچنین قنبری و همکاران (۲۰۱۳) اثر هیدروکلوئید گزانتان، کا-کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را بر خصوصیات خمیر و کیفیت نان بربری بررسی کردند. مشاهدات آن‌ها نیز نشان داد که جذب آب توسط همه هیدروکلوئیدها افزایش یافت و در نتیجه سبب افزایش عمر نگهداری نان شد [۲]. استیکیک[1] و همکاران (۲۰۱۲) ارزیابی تغذیه‌ای دانه کینوا را به عنوان یک جز در فرمولاسیون نان مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که با افزایش درصد کینوا در نان، رطوبت کاهش پیدا می‌کند [۲۵]. پژوهشی دیگر نشان داد که با افزایش میزان سبوس، محتوای رطوبت پوسته و مغز نان‌های غنی شده به طور قابل توجهی از نمونه شاهد بیشتر بود [۲٦].

۳-۲-تأثیر متغیرهای فرمول بر میزان خاکستر

روند تغییرات محتوی خاکستر نان بربری در شکل ۱(b) ارائه شده است. بررسی تغییرات خاکستر نمونه‌ها نشان داد که میزان کینوا تأثیر خطی مثبت معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰۰۰۱$) در افزایش میزان خاکستر دارد، در حالی که افزودن صمغ زانتان اثر خطی منفی و غیر معنی‌داری بر نمونه‌ها داشت . این تأثیر ناشی از استفاده از آرد کامل کینوا و حضور املاح معدنی بیشتر در آن بود. همچنین آنالیز واریانس نشان داد مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ خاکستر معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و شاخص عدم برازش برای این مدل غیر معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود (جدول ۳). در پژوهشی که ایگلسیاس و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی نان تولید شده با آرد کامل کینوا انجام دادند، نشان دادند که با افزایش میزان آرد کینوا، خاکستر افزایش می‌یابد [۱٤]. میلانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز اثر افزودن سبوس برنج را بر ویژگی‌های رئولوژیک خمیر و بافت نان بربری مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نیز نشان داد که با افزایش درجه استخراج و افزایش سبوس در آرد، میزان خاکستر افزایش می‌یابد [۲۷]. بررسی میزان خاکستر نان گندم حاوی آرد جو بدون پوشینه نشان داد که افزودن جو بدون پوشینه به نان تغییری در میزان خاکستر نان ایجاد نمی‌کند در حالی که استفاده از آرد جو پوشینه‌دار میزان خاکستر نان را افزایش می‌دهد [۲۸].

۳-۳-تأثیر متغیرهای فرمول بر میزان چربی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ‌های محتوی چربی معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها غیر معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود.

شکل ۱(c) روند تغییرات میزان چربی را با توجه به متغیرهای زانتان و کینوا نشان می‌دهد. نتایج مشخص نمود که افزودن آرد کینوا یک اثر خطی مثبت معنی‌داری ($p<۰/۰۰۰۱$) بر این ویژگی داشت (جدول ۳). نوواک[2] و همکاران (۲۰۱٦)، ویژگی‌های تغذیه‌ای دانه کینوا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها میزان بالای چربی را در مقایسه با دانه‌های سایر غلات نشان داد. که این میزان بالای چربی به درصد بالای اسیدهای چرب دانه کینوا مربوط می‌باشد [٤]. همچنین افزودن مخلوط آرد سویا، دانه شنبلیله، کنجد و کتان به آرد گندم (دانه‌های با چربی بالا)، نشان داد که این مخلوط به دلیل میزان زیاد چربی (۲۳درصد) سبب افزایش میزان چربی در محصول نهایی می‌شود [۲۹]. میلوانوییک و همکاران (۲۰۱٤)، ویژگی‌های تغذیه‌ای نان گندم مخلوط شده با آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها افزایش میزان چربی را در نان تولید شده نشان داد که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت [۱۵]. با توجه به اینکه اسیدهای چرب غیر اشباع بیش از ۸۵ درصد اسیدهای چرب کینوا را تشکیل داده و همچنین این دانه حاوی اسید چرب ضروری لینولنیک می‌باشد، افزودن آرد کینوا به نان سبب بالابردن ارزش غذایی نان می‌شود [۱۳]. از سوی دیگر افزودن چربی به نان سبب ایجاد کمپلکس بین نشاسته و چربی می‌شود و با تعویق کریستالیزاسیون آمیلوپکتین، بیاتی را به تأخیر می‌اندازد [۳۰]. بنابراین افزایش چربی نان، ارزش تغذیه‌ای و کیفی محصول نهایی را بهبود می‌بخشد.

1. Stikic

2. Nowak

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table 3 Regression coefficients of chemical properties for bread enriched with quinoa (%)

Protein (gr/100gr)	Ash(%)	oil (gr/100gr)	Moisture(%)	Source
11.75	1.01	4.90	28.23	β_0
0.55^{****}	0.014^{****}	0.62^{****}	-0.53^{ns}	β_1
1.94^{ns}	-0.50^{ns}	1.31^{ns}	1.76^{****}	β_2
-0.01^{ns}	0.002^{ns}	-0.02^{ns}	0.03^{*}	$\beta_1\beta_1$
-1.20^{ns}	0.31^{ns}	-1.26^{ns}	2.24^{ns}	$\beta_2\beta_2$
0.01^{ns}	0.008^{ns}	0.10^{ns}	-0.01^{ns}	$\beta_1\beta_2$
0.001^{***}	0.003^{**}	0.005^{**}	0.006^{**}	Model (P-value)
0.20^{ns}	0.25^{ns}	0.06^{ns}	0.058^{ns}	Lack of fit (P-value)
92.16	89.41	86.89	86.53	R^2
86.55	81.84	77.53	76.92	Adj-R^2
9.94	21.86	32.17	8.51	CV (%)
11.40	0.41	21.3	64.81	PRESS

ns: No significant. * Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$, *** Significant at $p \leq 0.001$, **** Significant at $p \leq 0.0001$

۳-٤-تأثیر متغیرهای فرمول بر میزان پروتئین

شکل (۱d)روند تغییرات محتوی پروتئین نان بربری را با توجه به متغیرهای مورد آزمایش نشان می‌دهد. نتایج بیان داشت که میزان آرد کینوا تأثیر معنی‌داری بر محتوی پروتئین نان بربری دارد. همچنین آنالیز واریانس نشان داد مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ‌های محتوی پروتئین معنی‌دار (p<۰/۰۰۱) و شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها غیرمعنی‌دار (p>۰/۰۵) بود (جدول ۳). همانطور که در شکل (۱d) ملاحظه می‌شود با افزایش آرد کینوا میزان پروتئین نان نیز به طور مشخصی افزایش یافت و کینوا یک اثر مثبت معنی‌دار (p<۰/۰۰۰۱) بر روی محتوی پروتئین نمونه‌های نان داشت که این میزان افزایش ناشی از بالابودن پروتئین در آرد کامل کینوا می‌باشد. لیزین یکی از اسیدهای آمینه ضروری در کینوا می‌باشد. مقدار آن در مقایسه با سایر غلات و حبوبات بسیار بالاتر می‌باشد. لیزین به عنوان اصلی‌ترین اسیدآمینه محدود کننده غلات شناخته می‌شود. کمبود لیزین در بدن موجب اختلال در ترمیم بافت عضله، تولید پادتن می‌شود [۳۱]. مطالعات استیکیک و همکاران (۲۰۱۲) نیز بیان داشت که محتوی پروتئین دانه کینوا (۱۸-۱٤درصد) از سایر غلات مانند برنج (۸ درصد)، ذرت (۱۰ درصد) و گندم (۱٤ درصد) بالاتر است [۲۵]. در پژوهشی که ویلارینو و همکاران (۲۰۱٦) بر روی اثر افزودن آرد یک نوع لوبیا به نان گندم انجام دادند، دریافتند که افزودن آن به نان، سبب افزایش میزان پروتئین و ترکیبات کاروتنوئیدی محصول نهایی شد که از این طریق موجب بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و سلامت بخشی نان می‌شود. [۳۲].

Table 4 Sensorial parameters properties of treatments

Type	Form	Upper crust	Lower crust	Porosity	Texture	Chewiness	Aroma &Taste
1	3.85	3.85	4.10	4.90	4.00	4.05	3.75
2	3.73	4.22	3.80	3.60	4.11	3.55	3.93
3	3.82	4.20	3.85	3.70	4.10	3.70	3.93
4	3.85	4.10	3.60	3.75	3.78	3.50	3.80
5	3.40	3.30	3.90	3.10	4.73	3.20	3.85
6	4.92	3.70	3.75	4.45	4.41	3.95	3.60
7	4.25	4.10	4.50	3.80	4.30	3.60	4.20
8	3.30	4.05	3.35	3.90	3.35	3.75	3.69
9	4.10	3.70	4.05	3.05	3.78	3.05	4.05
10	3.65	3.98	3.70	3.75	3.50	3.80	3.85
11	4.10	4.44	4.33	4.60	4.16	4.35	4.28
12	4.39	4.32	4.39	3.10	4.47	3.00	4.35
13	4.42	4.16	4.24	3.10	5.21	4.10	3.42
control	3.82	4.08	3.61	3.94	4.33	4.09	4.00

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۳-۵-ارزیابی حسی

نتایج یافته‌های ویژگی‌های حسی نان بربری حاوی کینوا در جدول ٤ گزارش شده است. نتایج آنالیز واریانس شاخص‌های حسی نان بربری غنی شده با کینوا در جدول ۵ نشان داد که مدل‌های درجه دوم برازش شده برای این پاسخ‌ها به استثنای ویژگی سطح فوقانی، معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. همچنین شاخص عدم برازش مدل‌ها غیر معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که افزود آرد کینوا اثر مثبت خطی معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر ویژگی‌های حسی نمونه‌ها، به استثنای ویژگی شکل، سطح فوقانی، سفتی و نرمی و قابلیت جویدن دارد به طوری که با افزایش سطوح آرد کینوا، امتیاز ویژگی‌های حسی افزایش یافت (جدول ۵). همچنین افزایش محتوی صمغ زانتان تأثیر مثبت خطی معنی‌داری ($p<۰/۰۰۰۱$) را فقط بر شاخص‌های پوکی و تخلخل و قابلیت جویدن داشت. تأثیر مثبت افزایش سطح صمغ زانتان را می‌توان به ویژگی‌های آب‌دوستی صمغ‌ها نسبت داد که با افزایش قابلیت نگهداری آب مانع کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین می‌شود [۳۳].

Table 5 Regression coefficients Sensorial parameters properties for bread enriched with quinoa

Overall acceptance	Aroma &Taste	Chewiness	Texture	Porosity	Lower crust	Upper crust	Form	Source
4.09	40.28	5.30	14.19	5.89	4.88	8.18	5.43	β_0
-0.05***	-0.49****	0.02 ns	- 0.71 ns	0.094*	-0.19*	- 0.12 ns	- 0.30ns	β_1
0.20*	- 3.81 ns	3.24****	- 1.66 ns	1.25****	-0.90 ns	1.77 ns	-1.88 ns	β_2
0.002ns	0.008 ns	0.005 ns	0.05**	- 0.008 ns	0.011**	0.0005 ns	0.01*	$\beta_1\beta_1$
-0.008ns	2.23 ns	- 0.52 ns	0.96 ns	1.01*	0.62*	-1.21 ns	0.58 ns	$\beta_2\beta_2$
-0.007ns	- 0.14 ns	- 0.10 ns	- 0.001 ns	- 0.02 ns	- 0.008 ns	0.050 ns	0.16*	$\beta_1\beta_2$
0.01**	0.003**	0.004**	0.03*	0.0000****	0.01**	0.215 ns	0.03*	Model
0.06 ns	0.27 ns	0.13 ns	0.64 ns	0.14 ns	0.51 ns	0.013	0.21 ns	Lack of fit
82.96	88.63	87.98	77.31	96.27	80.91	57.40	77.58	R^2
70.79	80.51	79.39	61.11	93.60	67.27	26.97	61.57	Adj-R^2
0.04	0.66	0.22	0.41	0.33	0.09	0.17	0.12	CV (%)
0.29	38.09	5.33	20.39	3.56	0.99	12.73	2.72	PRESS

ns: No significant. * Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$, *** Significant at $p \leq 0.001$, **** Significant at $p \leq 0.0001$

شکل ۲ میزان پذیرش کلی تیمارها را از سوی ارزیاب‌ها نشان می‌دهد. یافته نشان داد که پذیرش کلی تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود. ایگلسیاس و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که ارزیابی حسی نان تولید شده با آرد کامل کینوا در سطح ۲۵ درصد تفاوت معنی‌داری را با نمونه کنترل نشان نداد [١٤]. افزودن سبوس گندم به نان بربری هم نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی سبوس، ارزیاب‌ها نه تنها تفاوت معنی‌داری را در خصوصیات کیفی نان احساس نکردند، بلکه امتیاز کیفی نان غنی شده را بیشتر از نان شاهد ارزیابی کردند [٣٤]. علت این پدیده از نظر آن‌ها به نقش سبوس در به تاخیر انداختن بیاتی نان و همچنین ایجاد حالت برشته‌تر، خوشرنگ تر در پوسته نان مرتبط بود. افزودن صمغ زانتان سبب ایجاد بافت بهتر و پذیرش حسی بهتری از سوی مصرف‌کنندگان شد [۳۵].

٤- نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که مدل‌های پیشنهادی در این پژوهش از ضریب تعیین بالا و معنی‌داری برخوردار هستند. همچنین آزمون ضعف برازش آنها بی‌معنی و ضریب تغییرات آنها نیز مناسب می‌باشد. این نشان می‌دهد که کارایی مدل‌ها در پیش‌بینی پارامترهای مورد ارزیابی است. آرد کینوا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

سبب بهبود قابل توجه ویژگی‌های شیمیایی و حسی نان بربری شد. افزایش درصد آرد کامل کینوا در فرمولاسیون باعث افزایش معنی‌داری در محتوی رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی و افزایش درصد صمغ زانتان سبب افزایش معنی‌داری در نرمی و قابلیت جویدن نان بربری نسبت به نمونه شاهد شد. نتایج بهینه‌یابی حاکی از آن است که بهترین خصوصیات شیمیایی و حسی نان بربری غنی شده با آرد کامل کینوا زمانی حاصل می‌شود که ۹/۸٤ درصد آرد کامل کینوا و ۱/۵ درصد زانتان در فرمول استفاده شود. در این حالت میزان رطوبت ۳٤/۲۷ درصد، خاکستر ۱/٤۵ درصد، پروتئین ۱٦/۰۵ درصد، چربی ۹/۵۷ درصد، پوکی و تخلخل ۹/۷٦ ، سفتی و نرمی ۱۲/۲۹، قابلیت جویدن ۸/۱٦ ، بو، طعم و مزه ۳۳/۳۱ و پذیرش کلی ۳/۹٤ می‌باشد. در نتیجه می‌توان از آرد کامل کینوا به عنوان جایگزین مناسبی برای آرد گندم در فرمولاسیون نان سلامتی‌بخش استفاده نمود.

۵- منابع

[1] Nasehi, B. Azizi, M. H. and Hadian, Z. 2009. Different Approaches for Determination of Bread Staling. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 1: 1-10. [In Persian].

[2] Ghanbari, M. and Farmani, J. 2013. Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of barbari: An Iranian leavened flat bread. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 15(3): 545-555.

[3] FAO. 2013. Nutritional value- International Year of Quinoa 2013. *http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/en*.

[4] Nowak, V., Du, J. and Charrondière, U. R. 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Food chemistry*. 193: 47-54.

[5] Fatemi, h. 1387. Food Chemistry. Iran. Tehran. Company Press Release. 440 pages.

[6] Jancurová, M., Minarovicová, L. and Dandar, A. 2009. Quinoa–a review. Czech Journal of Food Sciences. 27(2): 71-79.

[7] Valencia-chamorro, S. A. 2004. Quinoa. *Encyclopedia of Grain Science*. P: 918-925. http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-765490-9/00135-X.

[8] Arendt, E.K. and Zannini, E. 2013. *Cereal grains for the food and beverage industries*. pp: 409-437.

[9] Wright, K. H., Pike, O. A., Fairbanks, D. J. and Huber, C. S. 2002. Composition of Atriplex hortensis, Sweet and Bitter Chenopodium quinoa seeds, *Food Chemistry and Toxicology*. 67(4): 1383-1385.

[10] Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L. and Martínez, E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa willd,), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(15): 2541-2547.

[11] Fleming, J, E. 1995. Quinoa (Chenopodium quinoa). *Cereals and pseudocereals*,p 3-83.

[12] Jacobsen, S. E. 2003. The worldwide potential for quinoa (Chenopodium quinoa Willd,). *Food reviews international*, 19(1-2): 167-177.

[13] James, L. E. A. 2009. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd,): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in food and nutrition research*. 58: 1-31.

[14] Iglesias-Puig, E., Monedero, V. and Haros, M. 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *LWT-Food Science and Technology*. 60(1): 71-77.

[15] Milovanović, M. and Vucelić-Radović, B. 2008. Sources, nutritional and health values of ω-3 and ω-6 fatty acids. *Journal of Agricultural Sciences*. 53(3): 203-213.

[16] Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Świeca, M., Sęczyk, Ł., Różyło, R. and Szymanowska, U. 2015. Bread enriched with Chenopodium quinoa leaves powder–The procedures for assessing the fortification efficiency. *LWT-Food Science and Technology*. 62(2): 1226-1234.

[17] Świeca, M., Sęczyk, Ł., Gawlik-Dziki, U. and Dziki, D. 2014. Bread enriched with quinoa leaves–The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food chemistry*. 162: 54-62.

[18] American Association of Cereal Chemists (AACC), 2000, American Association of Cereal Chemists of Approved Methods, Pp: 44-16, 08-01, 30-10, 46-12, 38-10, 56-11, 02-51.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

[19] Payedar, Z., Nasehi, B., Barzegar, H., Hojati, M. 2013. Study of the effect of adding fenugreek seed flour on properties of flour, dough and barbari bread. Master Thesis, Department of Food Science, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan. [In Persian].

[20] Rajabzade N, 1992. Evaluation of Iran industrial bread. *Cereal research center*, Iran. [In Persian].

[21] Myers, R. H., Montgomery, D. C. and Anderson-Cook, C. M. 2016. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. *John Wiley & Sons*.

[22] Derringer, G. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of quality technolog* .12: 214-219.

[23] Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E. and Bekaert, D. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid .*Food hydrocolloids*, 10(4): 375-383.

[24] Collar, C., Andreu, P., Martınez, J. C. and Armero, E. 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. *Food hydrocolloids*. 13(6): 467-475.

[25] Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D. and Milovanovic, M. 2012. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (Chenopodium quinoa Willd.) as an ingredient in bread formulations, *Journal of Cereal Science*. 55(2): 132-138.

[26] Curti, E., Carini, E., Bonacini, G., Tribuzio, G. and Vittadini, E. 2013. Effect of the addition of bran fractions on bread properties. *Journal of Cereal Science*. 57(3): 325-332.

[27] Milani, E., Pourazarang, H. and Mortazavi, S. A. 2009. Effect of rice bran addition on dough rheology and textural properties of barbary bread. *Iranan Journal of Food Science and Technology*. 6(1): 23-31.

[28] Pourmohammadi, K., Aalami, M., Shahedi, M. and Sadeghi Mahoonak, A.R. 2011. Effects of microbial transglutaminase on the quality of wheat bread supplemented with hull-less barley flour. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation.* 2(2): 81-97.

[29] Indrani, D., Soumya, C., Rajiv, J. and Venkateswara Rao, G. 2010. Multigrain bread–its dough rheology, microstructure, quality and nutritional characteristics. *Journal of texture studies*. 41(3): 302-319.

[30] Shamshirsaz, M., Mirzaie, H., Azizi, M.H., Alami, M. and Daraei Garmakhany, A. 2010. Effects of an energy drink upon running time, blood glucose level, heart rate and rate of perceived exertion in elite male endurance runners. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 16(1): 49-53.

[31] Tomé, D. and Bos, C. 2007. Lysine requirement through the human life cycle. *The Journal of nutrition* .137(6):1642-1645.

[32] Villarino, C.B.J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S. and Johnson, S.K. 2016. Nutritional, Health, and Technological Functionality of Lupin Flour Addition to Bread and Other Baked Products: Benefits and Challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56(5): 835-857.

[33] Bárcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition, *Journal of Food Engineering.* 72(1): 92-99.

[34] Mardani Ghahfarrokhi, A. and Yarmand, M. S. 2016. Investigation the effect of bran content on the rheological properties and the quality characteristics of Barbary bread. *Iranan Journal of Food Science and Technology.* 13(50): 11-21.

[35] Shittu, T. A., Aminu, R. A., and Abulude, E. O. 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*. 23(8): 2254-2260.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

The effects of adding quinoa flour and xanthan gum on the chemical and sensory properties of Barbari bread using Response Surface Methodology

Jaldani, Sh. [1], Nasehi, B. [2*], Barzegar, H[3]., Sepahvand, N[4].

1. MSc Graduated of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan, Iran.
2. Associate Prof, Dept. of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan, Iran.
3. Assistant Prof, Dept. of Food Science and Technology, Ramin University of Agriculture and Natural Resources of Khuzestan, Iran.
4. Faculty member of research institute Sapling and seed modification in Karaj, Iran

(Received: 2016/03/12 Accepted: 2016/08/01)

Bread as the cheapest source of energy and protein feed much of the world is critical. Today, due to consumers on the nutritional characteristics of foods, functional foods and beneficial use has increased. One of the foods by FAO has been introduced as a functional food is quinoa. Quinoa is a gynomonoecious plant and is known as a pseudo-cereal. The seeds of the Latin American people have been used 5000 years ago. Quinoa protein and essential amino acids such as lysine and methionine, essential fatty acids (W6) and unsaturated fatty acids, minerals such as iron, calcium, zinc and copper, dietary fiber, vitamins and antioxidant substances from other common grains such as wheat, barley and rice is better. Response surface methodology (RSM) with a 5-level-2-factor central composite rotatable design (CCRD) was employed, where the independent variables were Xanthan gum (0-1.5%), quinoa whole flour (0-15%) while the dependent variables were surface sensory properties, moisture, ash, fat, protein of Barbari bread. The results showed that by adding quinoa whole flour to bread flour ash, protein and fat were significantly increased, adding xanthan gum to increase the amount of moisture in the bread samples. Also it was revealed that all traits were significant at 95%. Therefore, the model has been approved for fitting information. The model proposed in this study R^2 and R^2 (Adj) are fit and highly significant. The lack of fit test is also meaningless and coefficient of variation is low, which shows that provided model is suitable for predicting assessed parameters. The optimal point for the formulation of 9.84% quinoa whole flour, and 1.5% xanthan gum.

Keywords: Flat bread, Quinoa, Hydrocolloids, Central composite design.

* Corresponding Author E-Maill Address: Nasehibehzad@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]