

تأثیر افزودن بذرکتان بر خواص تغذیه ای و ماندگاری نان بربری

محمد جلینی^{۱*}، مهدی قیافه داوودی^۲، زهرا شیخ الاسلامی^۲

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
- ۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۱۲

چکیده:

استفاده از افزودنی‌ها یکی از مناسب‌ترین راهکارهای بهبود کیفیت محصولات صنایع پخت است. به‌طور معمول این ترکیبات به منظور بهبود بافت، خواص تغذیه ای، تقویت شبکه گلوآنی، ایجاد نرمی، یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر افزودن بذرکتان در سطوح مختلف ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد در مقایسه با نمونه شاهد (فاقد افزودنی) بر خصوصیات تغذیه ای کمی و کیفی نان بربری نیمه‌حجیم در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بود ($p < 0/05$). نتایج نشان داد که افزودن بذرکتان در سطوح مختلف به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میزان رطوبت، فعالیت آبی، پراکسید، ارزش تغذیه‌ای و پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی و کاهش میزان سفتی و در نتیجه کاهش بیاتی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد شد ($p < 0/05$). در ارزیابی حسی دو نمونه حاوی ۹ و ۱۲ درصد بذرکتان نسبت به نمونه شاهد بالاترین امتیاز را توسط گروه پانلیست کسب نمودند. نتایج گویای آن بود که در بین تیمارهای مختلف نمونه حاوی ۹ درصد بذرکتان توانایی بالاتری در بهبود خصوصیات کمی و کیفی نان بربری نیمه‌حجیم داشت.

واژه های کلیدی: نان بربری، بذرکتان، خواص تغذیه ای، ماندگاری.

۱- مقدمه

نان یکی از اصلی ترین مواد غذایی است که توسط انسان مصرف می شود و به عنوان قوت غالب مردم اکثر مناطق دنیا شناخته شده می باشد. بدیهی است با توجه به محدودیت منابع و عدم امکانات تأمین مواد غذایی می - بایست جهت رفع نیازهای تغذیه ای مردم بویژه اقشار کم درآمد از ساده ترین روش جهت تأمین مواد مورد نیاز آنها استفاده گردد. یکی از این راه ها تهیه نان های مخصوص و غنی شده با پروتئین، املاح و ویتامین ها می باشد (۲). بنابراین روش های جدیدی که بتواند نانی با ارزش تغذیه ای بالا، عطر و طعم بهتر، حفظ تازگی و جلوگیری از بیاتی را در برداشته باشد توصیه می شود تا مخصوصاً در مرحله مصرف، دور ریزی کمتری به دنبال داشته باشد (۲۱). از این رو مطالعات گسترده ای در زمینه استفاده از آرد حبوبات، بقولات و سایر غلات نظیر آرد جو، چاودار، ذرت، برنج، سورگوم، سویا، سیب زمینی، عدس و غیره در تولید محصولات صنایع پخت به ویژه نان در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است (۳). این در حالی است که استفاده از دانه های بومی ارزان قیمت و در دسترس که در برخی از موارد حاوی مقادیر بالای چربی، پروتئین و فیبر می باشند، در تولید محصولات صنایع آردبر محدود به نقاط خاصی از کشور و حتی جهان گردیده است. لذا یکی از این دانه های بومی که کشت و مصرف آن در کشور به فراموشی سپرده شده است، بذرکتان می باشد. بذرکتان با نام علمی لینوم یوزیتالیسوموم (*Linum Usitalissmum*) از خانواده لیناسه (*Linaceae*) گیاهی یکساله است که دارای اهمیت اقتصادی است (۱). بذرکتان به دلیل ارزش غذایی بیولوژیکی بالا، میزان قابل توجه چربی، فیبر، پروتئین و سهولت دستیابی، بعنوان یک غنی کننده با توجه اقتصادی بالا در محصولات نانوائی استفاده می شود. این گیاه دارای حدود ۳۸ تا ۴۵ درصد روغن، ۲۵ درصد فیبر، ۱۹ تا ۲۹ درصد پروتئین، ۸ درصد ترکیبات موسیلاژی (صمغ) و ۳/۶۷ درصد خاکستر (مواد معدنی) بوده و به عنوان یک غنی کننده و افزودنی در ایالات متحده آمریکا و بیشتر کشورهای اروپایی در تولید محصولات غذایی و صنایع

پخت نظیر نان مورد استفاده قرار می گیرد (۱۰ و ۱۱). در همین راستا مورایس و همکارانش (۲۰۱۰) کیک غنی شده با سطوح ۰.۵٪، ۱.۵٪، ۳.۰٪ و ۴.۵٪ بذرکتان را بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند کیک غنی شده با ۴.۵٪ دانه کتان رطوبتی به میزان ۲۰/۳۴٪ در مقایسه با ۱۷/۳۴٪ نمونه شاهد داشت که این را می توان به ظرفیت اتصال آبی بالای فیبرهای محلول بذرکتان نسبت داد که در نتیجه این تحقیق کاهش سفتی نان در طی مدت نگهداری گزارش گردید (۲۰). در مطالعه ای دیگر خطاب و همکاران (۲۰۱۲) اثر جایگزینی آرد گندم با آرد بذرکتان فاقد چربی بر خصوصیات رئولوژیکی و کیفیت نان را مورد آزمون قرار دادند که نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که آرد بذرکتان باعث افزایش کمی پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر و مواد معدنی و کاهش میزان از دست دادن آب در نان و بهبود خصوصیات بافتی نان شده است (۱۳). علاوه بر این آریا و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعات خود به این نکته اشاره نمود که با افزایش مقدار بذرکتان، نیروی برشی مورد نیاز برای فشردن نان کاهش و در نتیجه نرمی نان افزایش یافت که این نتیجه با وجود صمغ و میزان چربی موجود در دانه کتان مرتبط بود (۵). با افزودن بذرکتان به نان، ارزش تغذیه ای و ماندگاری این محصول به میزان قابل توجهی بهبود می یابد، این مسئله بویژه در مورد افزایش میزان فیبر در محصول نهایی مورد توجه است. حسین و همکاران (۲۰۱۱) ۹ پارامتر کیفی نان ماهی تابه ای حاوی درصدهای مختلف بذرکتان مورد ارزیابی توصیف حسی قرار دادند. اثر منفی بذرکتان بر روی اغلب صفات کیفیت در غنی سازی بالاتر از ۴٪ معنی دار بود (۱۲). لوکاک و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که دانه کتان حاوی ۳ جزء فعال غذایی فیبر، لیگنان و آلفا لینولنیک اسید می باشد که سبب کاهش خطر بروز سرطان هایی از جمله سرطان پستان می شود (۱۷). علاوه بر این کریستنس و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که رژیم غذایی حاوی فیبر دانه کتان سبب کاهش لیپیدها (غلظت غیر طبیعی بالا از چربی در خون) پس از مصرف غذا شده و همچنین اشتها را سرکوب می کند (۱۵).

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- تهیه خمیر و پخت نان

به منظور تولید نان ابتدا کلیه مواد اولیه خشک با توجه به هریک از تیمارها (جدول ۱) در مخزن همزن (مدل اسپیرال، ساخت کشور تایلند) ریخته شد. آب مورد نیاز بر پایه جذب فارینوگراف محاسبه و ۶۰٪ بود و خمیر با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد، روغن فرمولاسیون در دقیقه ششم پس از تشکیل بافت اصلی خمیر به فرمولاسیون اضافه گردید. پس از تهیه خمیر، تخمیر اولیه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی گراد) صورت گرفت، سپس خمیر به قطعات ۲۵۰ گرمی تقسیم گردید و پس از عمل چانه گیری به مدت ۱۰-۸ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی گراد) به منظور سپری شدن زمان تخمیر میانی قرار گرفت. بعد از طی شدن این مرحله و فرم دادن خمیر، تخمیر نهایی به مدت ۴۵ دقیقه در گرمخانه حاوی بخار با رطوبت نسبی ۸۵٪ با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد انجام شد. سپس عمل پخت در فر گردان با هوای داغ (Zuccihelli Forni، ساخت کشور ایتالیا) به ترتیب با دمای ۲۶۰ درجه سانتی گراد و مدت زمان ۱۳ دقیقه انجام شد. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کیفی و کمی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شدند (۶).

بنابراین با توجه به مطالعات پیشین، مصرف بالای نان بربری، ضایعات بسیار این نان، ارائه راهکاری جهت کاهش ضایعات و بهبود کیفیت تغذیه ای آن و در نهایت تولید محصولات جدید فراسودمند، هدف اصلی انجام این پژوهش بود. به این منظور بررسی اثر افزودن آرد بذرکتان (درشش سطح ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی از جمله (رطوبت، فعالیت آبی، ترکیبات شیمیایی، پراکسید، سفتی و پذیرش کلی) نان نیمه حجیم ایرانی (بربری) بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره، از کارخانه گلکمان (مشهد، ایران) با درجه استخراج ۸۳ درصد، گلوتن مرطوب ۲۶/۷ درصد، پروتئین ۱۰/۸ درصد، چربی ۱/۷۶ درصد، خاکستر ۰/۶۹ درصد و عدد فالینگ ۴۰۷ تهیه گردید. همچنین بذرکتان حاصل از کشت در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی (ایران) با مشخصات (پروتئین ۲۱/۱ درصد، چربی ۴۲/۳۲ درصد، رطوبت ۷/۲۱ درصد و خاکستر ۴/۲۳ درصد) بدست آمد.

مخمر مورد استفاده (ساکارومایسس سرویسیا^۱) به شکل پودر مخمر خشک فعال و بصورت بسته بندی وکیوم بود که از شرکت خمیرمایه فریمان (مشهد، ایران) تهیه شد. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات (نمک، شکر و روغن) از شرکت‌های معتبر همچنین از بهبود دهنده مخصوص نان های نیمه حجیم با برند تجاری پویش (خریداری شده از شرکت دلسا نان، مشهد) به میزان ۰/۱ درصد در فرمولاسیون استفاده گردید. مواد آزمایشگاهی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان بود.

^۱. *S.cerevisiae*

جدول ۱ فرمولاسیون نان

مقدار (درصد)	مواد موجود در فرمولاسیون
۱۰۰	آرد گندم
۳	آرد بذرکتان
۶	
۹	
۱۲	
۱۵	
	آب
	با توجه به نتایج آزمون فارینوگراف
۱	مخممر
۰/۵	نمک
۱	شکر
۱	روغن

۲-۲-۲-۲-۲ آزمون های کیفی آرد

میزان پروتئین به شماره (۱۲-۴۶)، چربی به شماره (۱۰-۳۰)، فیبر به شماره (۱۰-۳۲)، خاکستر (۰۱-۰۸)، عدد فالینگ (۵۶-۸۱B) و گلوتن مرطوب به شماره (۱۱-۳۸) بر اساس استاندارد AACC اندازه گیری شد.

۲-۳-۳-۲-۲ آزمون های کمی و کیفی نان

۲-۳-۳-۲-۱-۱ اندازه گیری رطوبت نان

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC (۲۰۰۰) شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید. برای این منظور نمونه ها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا رطوبت خود را از دست بدهند.

۲-۳-۳-۲-۲-۲ اندازه گیری میزان فعالیت آبی نان

فعالیت آبی^۱ هر یک از تیمارها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، با استفاده از دستگاه اندازه گیری فعالیت

آبی^۲ (مدل Novasina ms1-aw Axair Ltd، ساخت کشور سوئیس) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری گردید.

۲-۳-۳-۲-۳-۳ تعیین خصوصیات شیمیایی و تغذیه ای نان

خصوصیات شیمیایی و تغذیه ای نمونه ها از جمله میزان پروتئین، فیبرخام، چربی، خاکستر، رطوبت مطابق با روش های استاندارد AACC (۲۰۰۰) به ترتیب شماره های (۱۲-۴۶، ۱۰-۳۲، ۱۰-۳۰، ۰۱-۰۸، ۱۵-۴۴) اندازه گیری گردید (۴).

۲-۳-۳-۲-۴-۳ اندازه گیری پراکسید

ابتدا روغن نمونه ها به روش سوکسله با شماره استاندارد AACC-2000 شماره ۱۰-۳۰ استخراج گردید و سپس جهت انجام آزمون پراکسید با دستگاه اسپکتروفتومتر به روش شانتا و دکر (۱۹۹۴) مورد ارزیابی قرار گرفت (۲۵).

۲-۳-۳-۲-۴-۴ ارزیابی بافت نان

ارزیابی بافت نان در فاصله زمانی ۲ و ۴۸ ساعت پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت سنج بر اساس روش

^۱ . Water activity meter

بدین علت است که درصد پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر (مواد معدنی) موجود در بذرکتان نسبت به آرد گندم به طور قابل توجهی بالا می‌باشد که مطابق با نظر منتس و همکاران (۲۰۰۹) می‌باشد (۱۹). همچنین یافته‌های این تحقیق مؤید پژوهش آریا و همکاران (۲۰۱۴) است. آنها مشاهده کردند با افزایش مقدار دانه‌ی کتان میزان رطوبت، چربی و پروتئین نان به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند که این افزایش می‌تواند مربوط به بالا بودن مقدار فیبر غذایی، چربی و پروتئین دانه‌ی کتان باشد. علاوه بر این مقدار خاکستر نیز با افزایش سطح دانه کتان، به صورت خطی افزایش یافت (۵).

پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه ای (۲ سانتی‌متر قطر در ۲/۳ سانتی‌متر ارتفاع) با سرعت ۳۰ میلی-متر در دقیقه از مرکز نان، بعنوان شاخص سفتی^۳ محاسبه گردید. نقطه شروع^۴ و نقطه هدف^۵ به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلی‌متر بود (۲۲).

۲-۳-۵- آزمون ارزیابی خصوصیات حسی

ارزیابی حسی، نمونه‌های تولید شده نان، توسط ۱۰ داور آموزش دیده، مورد ارزیابی قرار گرفتند و پذیرش کلی آن‌ها بر اساس مجموع امتیاز پارامترهای بافت، رنگ مغز، رنگ پوسته، طعم و مزه و آروما در فاصله ۲ ساعت پس از پخت، گزارش گردید (۱۶).

۲-۴- طرح آماری و روش آنالیز نتایج

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی بود که در سه تکرار انجام شد. بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات شیمیایی و تغذیه ای نان

همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، با افزودن پودرکتان به نان، مقدار پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر نان بربری نسبت به

نمونه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). بین همه نمونه‌ها از نظر ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر) اختلاف معناداری وجود داشت.

بطوریکه نمونه حاوی ۱۵ درصد دارای بیشترین و نمونه شاهد دارای کمترین ترکیبات شیمیایی بود. افزایش میزان ترکیبات شیمیایی نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد

3- Hardness

4- Trigger Point

5- Target Value

تیمار	پروتئین	چربی	فیبر	خاکستر	پراکسید
شاهد	۱۰/۳۷۰±۰/۲۴ ^f	۲/۳۹۰±۰/۰۹ ^f	۰/۲۳۶±۰/۰۲ ^f	۰/۹۵۳±۰/۰۲ ^f	۲/۲۵۶±۰/۱۱ ^f
۳ درصد	۱۰/۹۴۰±۰/۰۳ ^e	۲/۶۳۳±۰/۰۲ ^e	۰/۵۱۳±۰/۰۲ ^e	۱/۱۴۳±۰/۰۲ ^e	۳/۱۶۰±۰/۱۳ ^e
۶ درصد	۱۱/۲۱۶±۰/۰۵ ^d	۳/۳۲۳±۰/۰۷ ^d	۰/۷۴۱±۰/۰۲ ^d	۱/۳۳۰±۰/۰۱ ^d	۴/۲۸۳±۰/۲۲ ^d
۹ درصد	۱۱/۵۳۳±۰/۰۷ ^c	۴/۳۱۶±۰/۲۲ ^c	۰/۸۹۰±۰/۰۱ ^c	۱/۵۲۶±۰/۰۰۵ ^c	۶/۲۸۳±۰/۱۴ ^c
۱۲ درصد	۱۲/۰۸۰±۰/۰۵ ^b	۵/۷۰۰±۰/۰۷۲ ^b	۱/۱۸۰±۰/۰۲ ^b	۱/۷۲۳±۰/۰۱۵ ^b	۸/۲۴۰±۰/۳۰ ^b
۱۵ درصد	۱۳/۰۰۶±۰/۰۹ ^a	۶/۳۲۳±۰/۱۲ ^a	۱/۳۵۰±۰/۰۳ ^a	۱/۹۱۶±۰/۰۲ ^a	۱۰/۳۵۶±۰/۲۶ ^a

جدول ۲ اثر آرد بذرکتان بر میزان ترکیبات شیمیایی نان (بر اساس درصد وزن خشک)

در هر ستون میانگین های دارای حروف غیرمشترک، نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) می باشد.

مشاهده شد ولی با افزایش میزان بذرکتان تا سطح ۱۵ درصد در فرمولاسیون نان، سبب کاهش میزان رطوبت نان گردید. روند افزایشی میزان رطوبت نمونه های تولیدی تا سطح ۱۲ درصد به نظر می رسد مربوط به وجود مواد جاذب رطوبت بالا مانند مواد موسیلاژی و فیبرهای محلول در بذرکتان باشد اما روند کاهشی میزان رطوبت نمونه های تولیدی حاوی ۱۵ درصد بذرکتان احتمالا می تواند مربوط افزایش غلظت ترکیبات شیمیایی با خاصیت آبرگریزی بالا مثل اسیدهای چرب باشد که امکان واکنش بیشتر با آب را نمی دهند، همچنین در مقادیر بالا به دلیل افزایش بیش از حد فیبر و جلوگیری از تشکیل شبکه گلوآنی از نگهداری آب جلوگیری به عمل می آید.

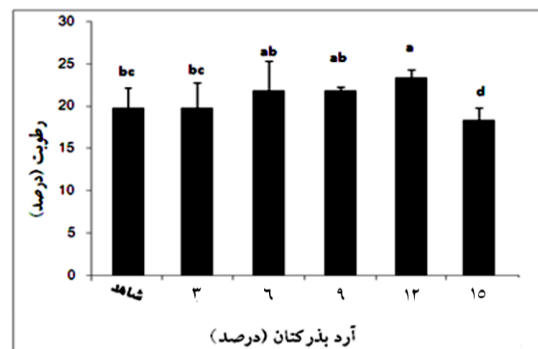
یافته های این تحقیق مؤید پژوهش آریا و همکاران (۲۰۱۴) است (۵). آنها مشاهده کردند با افزایش میزان پودر دانه ی کتان؛ جذب آب نیز افزایش می یابد. آنها نشان دادند این افزایش جذب آب ممکن است به دلیل وجود الیاف و صمغ های غذایی در دانه کتان باشد. علاوه بر این گانورکار و جین (۲۰۱۴) بیان نمودند با افزایش بذرکتان در

۲-۳- نتایج ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی نان

بربری

۱-۲-۳- رطوبت نان

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، با افزودن آرد بذرکتان به نان بربری، میزان رطوبت نمونه های تولیدی نسبت به شاهد به طور معنی داری ($P < 0.05$) افزایش یافت. به طوری که بیشترین میزان رطوبت مربوط به نمونه حاوی ۱۲ درصد بذرکتان و کمترین میزان رطوبت مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد بذرکتان بود.



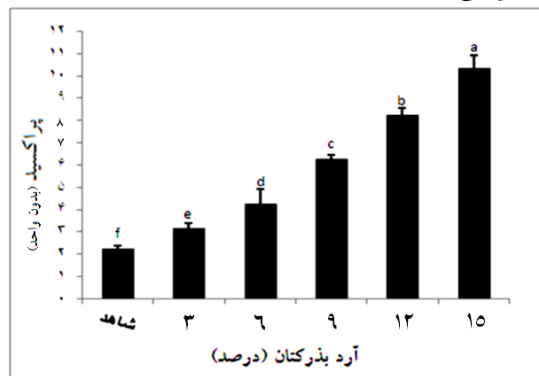
شکل ۱ اثر افزودن آرد بذرکتان بر میزان رطوبت نان

به طور کلی با توجه به (شکل ۱)، با افزایش میزان بذرکتان به نان تا سطح ۱۲ درصد روند افزایشی در میزان رطوبت

بیلیدریس (۱۹۹۴) مطابقت داشت. آنها نشان دادند که فعالیت آبی نان غنی شده با پودر بذرکتان به دلیل بالا بودن ظرفیت نگهداری آب صمغ بذرکتان، کمی بالاتر از انتظار بود (۸). در همین راستا کوریه و آرامونی (۲۰۱۲) در پژوهش خود مشاهده کردند، افزودن پودر بذرکتان به کوکی ها^۲ تا سطح ۱۸ درصد، سبب کاهش فعالیت آبی نمونه ها شد (۱۴).

۳-۲-۳- پراکسید

همانطور که در جدول ۲ و شکل ۳ مشاهده می گردد، با افزودن بذرکتان به نان عدد پراکسید نیز به طور معنی داری افزایش می یابد ($P < 0.05$).



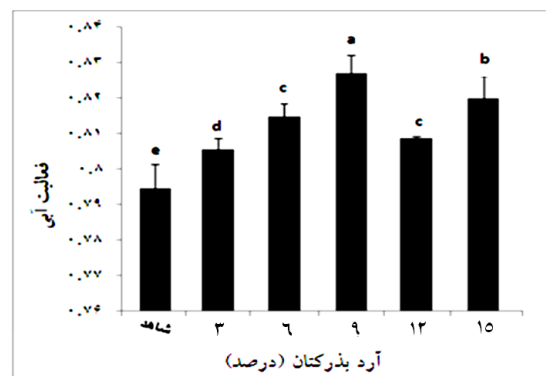
شکل ۳ اثر افزودن آرد بذرکتان بر میزان پراکسید نان

با توجه به اینکه بذرکتان مورد استفاده در این آزمایش حاوی ۴۲/۳۲ درصد چربی بود که بخش عمده آنرا آلفا لینولنیک اسید^۳ (ALA) تشکیل می دهد. بنابراین با افزایش میزان بذرکتان به نان به صورت پودر و همچنین افزایش سطح به حجم، میزان اکسیداسیون و به دنبال آن پراکسید نیز افزایش یافت. در همین راستا شورنو و همکاران (۲۰۱۰) به این نتیجه دست یافتند که اکسیداسیون بذرکتان با توزیع اندازه ذرات آن مرتبط است. اکسیداسیون لیپیدها برای ذرات بذرکتان (< 600 میکرومتر) نسبت به ذرات ریز (> 600 میکرومتر) کاهش قابل توجهی داشت که احتمالاً به دلیل پایین بودن نسبت سطح به حجم بود (۲۳).

فرمولاسیون کوکی ها^۱ (شیرینی حلقوی) میزان چربی افزایش یافت و سبب بالارفتن عملکرد روان کنندگی بافت و بدنال آن جذب آب کمتر شد (۹).

۳-۲-۲- فعالیت آبی نان

در شکل ۲ اثر افزودن آرد بذرکتان بر میزان فعالیت آبی نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود با افزایش میزان پودرکتان، میزان فعالیت آبی نمونه های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) به طور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$). به طوری که بیشترین میزان فعالیت آبی مربوط به نمونه حاوی ۹ درصد و کم ترین مربوط به نمونه شاهد بود. البته بین نمونه شاهد و نمونه ۹ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P > 0.05$).



شکل ۲ اثر افزودن آرد بذرکتان بر میزان فعالیت آبی نان

علت افزایش میزان فعالیت آبی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد احتمالاً به دلیل حضور وجود گروه های آبدوست در صمغ و پروتئین های موجود در بذرکتان باشد که این امر سبب افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت توسط نمونه های حاوی بذرکتان شده است. اما با بالارفتن میزان درصد بذرکتان در فرمولاسیون نان، میزان فعالیت آبی در بین نمونه های حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد نسبت به نمونه ۹ درصد بذرکتان کاهش یافت و علت این کاهش را می توان به افزایش اتصال آب به هیدروکلوتید موجود در دانه کتان نسبت داد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج فدیوک و

7. Cookies

8. Alpha-Linolenic acid

6. Cookies

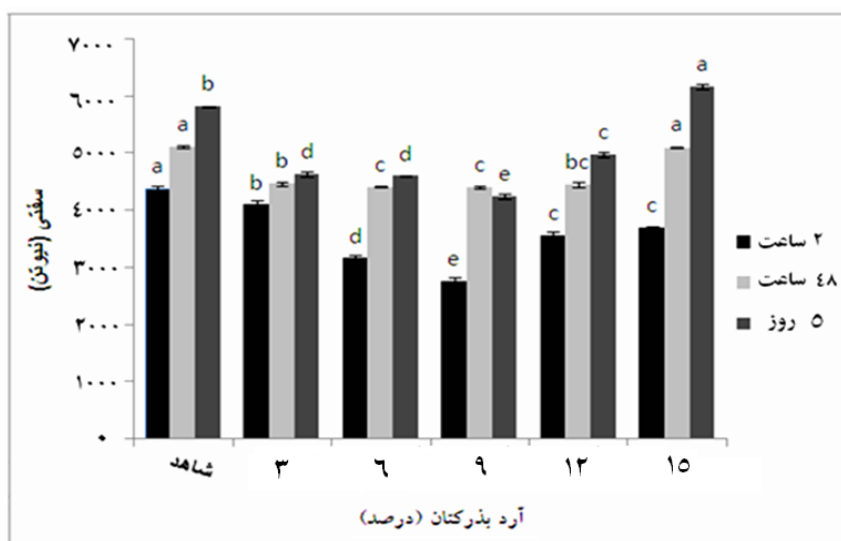
ویسکوالاستیسیته صمغ بذرکتان (۱۸ و ۲۶) ممکن است حضور و افزایش بذرکتان در نان سبب کاهش نیروهای برشی و سفتی حتی پس از پخت نیز شده باشد. اما روند افزایشی میزان سفتی نمونه‌های تولیدی حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد بذرکتان احتمالاً می‌تواند مربوط به تضعیف شبکه گلوتهی بوسیله افزایش بیش از حد فیبرهای محلول و بدنال آن کاهش حجم، افزایش تراکم بافت و کاهش نگهداری آب باشد.

نتایج این پژوهش با پژوهش آریا و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. آنها بیان نمودند که با افزایش مقدار بذرکتان، نیروی برشی مورد نیاز برای فشرده سازی نان را کاهش یافت و در نتیجه نرمی نان افزایش یافت که این نتیجه بدست آمده را به وجود صمغ و میزان چربی موجود در دانه کتان مرتبط می‌دانند (۵). در همین راستا سرنا - سالدیوار و همکاران (۲۰۰۶) کاهش سختی نان غنی شده را مرتبط با روغن بذرکتان دانستند که به عنوان یک شورتینگ نقش بالقوه‌ی برای ایجاد یک مانع فیزیکی جهت به تاخیر انداختن تحلیل نشاسته محسوب می‌شود که به بدنال آن سبب ایجاد یک بافت نرم تر و ماندگاری بلند مدت می‌شود (۲۴).

کانفورتی و دیویس (۲۰۰۶) در پژوهش مشابهی بیان نمودند که میزان اکسیداسیون لیپید در نان غنی شده با ۱۵٪ بذرکتان بعد از ۸ هفته از ذخیره سازی در کیسه های پلی اتیلن و در دمای اتاق به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرد (۷).

۳-۲-۴- سفتی و ماندگاری

همانگونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد، افزایش میزان پودرکتان به فرمولاسیون نان تا سطح ۹ درصد، سبب کاهش سفتی نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) شد اما با افزایش میزان پودر بذرکتان تا سطح ۱۲ و ۱۵ درصد به فرمولاسیون نان، سبب افزایش میزان سفتی نان بربری گردید. به طور کلی نمونه حاوی ۱۵ درصد بذرکتان در فاصله زمانی ۴۸ ساعت و ۵ روز پس از پخت از بیشترین میزان سفتی و نمونه حاوی ۹ درصد بذرکتان در هر سه بازه زمانی ۲ ساعت، ۴۸ ساعت و ۵ روز پس از پخت کمترین میزان سفتی را نسبت به سایر نمونه‌های تولیدی داشت. به نظر می‌رسد روند کاهشی میزان سفتی نمونه‌های تولیدی تا سطح ۹ درصد مربوط به افزایش ظرفیت نگهداری آب به دلیل حضور هیدروکلویدهای صمغ مانند در نان باشد. زیرا رابطه معکوسی بین سفتی و میزان رطوبت وجود دارد. علاوه- براین بدلیل ماهیت روغنی بودن بذرکتان و بالا بودن درجه



شکل ۵ اثر افزودن آرد بذرکتان بر سفتی ۲ ساعت، ۴۸ ساعت و ۵ روز پس از پخت

۳-۲-۵- خصوصیات حسی نان

تأثیر افزودن پودر بذرکتان بر ویژگی های حسی نان بربری در زمان ۲ ساعت پس از پخت، در جدول ۳ مشاهده می شود. نتایج اثر افزودن به نان بربری نشان می دهد که با افزودن بذرکتان تا ۹ درصد به فرمولاسیون، میزان امتیاز بافت نمونه های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) افزایش یافت ($p < 0.05$). البته بین دو نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر بذرکتان از لحاظ میزان امتیاز بافت اختلاف معناداری مشاهده نگردید ($p > 0.05$). با افزایش مقدار پودر بذرکتان به فرمولاسیون، امتیاز رنگ پوسته نمونه های تولیدی نسبت به نمونه شاهد (نمونه حاوی ۱۰۰ درصد آرد گندم) کاهش یافت اما اختلاف معنی داری بین تیمارها با نمونه شاهد مشاهده نگردید ($p > 0.05$). همانگونه که مطابق جدول ۳ مشاهده می گردد با افزودن پودر بذرکتان به فرمولاسیون، میزان

امتیاز داوران چشایی به طعم همهی نمونه های تولیدی حاوی پودر بذرکتان نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش پیدا کرد ($p < 0.05$). به طوری که بیشترین امتیاز طعم به نمونه های حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد بذرکتان و کمترین امتیاز طعم به نمونه های شاهد تعلق گرفت. با افزودن پودر بذرکتان به فرمولاسیون نان بربری، امتیاز عطر (آروما) به طور معنی داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت ($p < 0.05$). به طوری که نمونه های حاوی ۱۲ و ۱۵ درصد پودر بذرکتان بیشترین و نمونه های شاهد کمترین امتیاز عطر (آروما) را از داوران چشایی کسب نمود. همانگونه که مطابق جدول ۳ ملاحظه می گردد، امتیاز قابلیت جویده شدن با افزودن پودر بذرکتان به نمونه های تولیدی نسبت به نمونه شاهد تا سطح ۹ درصد به طور معنی داری افزایش یافت ($p < 0.05$).

تیمار	رنگ پوسته	طعم و مزه	بو (آروما)	بافت	قابلیت جویده شدن	پذیرش کلی
شاهد	۴/۲۹ ^a	۳/۵۷ ^b	۳/۷۱ ^c	۳/۷۱ ^b	۴/۰۰ ^b	۳/۷۵ ^b
۳ درصد	۴/۲۹ ^a	۴/۴۲ ^a	۴/۱۴ ^b	۴/۶۱ ^a	۴/۵۷ ^{ab}	۴/۲۸ ^{ab}
۶ درصد	۴/۱۹ ^a	۴/۴۲ ^a	۴/۲۹ ^b	۴/۷۱ ^a	۴/۵۷ ^{ab}	۴/۴۲ ^a
۹ درصد	۴/۱۴ ^a	۴/۴۲ ^a	۴/۴۳ ^b	۴/۷۱ ^a	۴/۸۵ ^a	۴/۷۱ ^a
۱۲ درصد	۴/۱۴ ^a	۴/۸۱ ^a	۴/۷۱ ^a	۴/۶۵ ^a	۴/۵۷ ^{ab}	۴/۷۱ ^a
۱۵ درصد	۴/۰۰ ^a	۴/۸۱ ^a	۴/۷۱ ^a	۴/۱۴ ^b	۴/۴۲ ^{ab}	۴/۴۲ ^a

جدول ۳ مقایسه میانگین فرمولاسیون های مختلف در مقایسه با نمونه شاهد بر میزان خصوصیات حسی نان بربری

در هر ستون میانگین های دارای حروف غیرمشترک، نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) می باشد.

داری بالاتر بود؛ بنابراین می توان چنین ارزیابی نمود که افزودن پودر بذرکتان به نان بربری، منجر به افزایش کیفیت نان تولیدی، افزایش پذیرش مصرف کننده و تاثیر مثبت بر روی اغلب صفات کیفی نان بربری می شود. لذا نتایج این پژوهش متناقض با نتایج بدست آمده از پژوهش حسین و همکاران (۲۰۱۲) بود. آنها ۹ پارامتر کیفی نان ماهی تابه ای

همانگونه که در قسمت نتایج بافت سنجی اشاره شد افزودن پودر بذرکتان تا سطح ۹ درصد سبب بهبود بافت نان نسبت به نمونه شاهد گردید. بر این اساس مؤثرترین تیمار در افزایش میزان پذیرش کلی، نمونه حاوی ۹ درصد پودر بذرکتان بود. امتیاز مربوط به پذیرش کلی تیمارهای حاوی پودر بذرکتان، در مقایسه با نمونه شاهد با اختلاف معنی -

۶- منابع

۱- ایران نژاد، حمید. (۱۳۸۶). زراعت گیاهان داروئی روغنی (شاهدانه، کتان و کرچک). دانشگاه تهران. انتشارات آئیژ صفحه ۴۰ - ۴۵.

۲- رجب زاده، ناصر. ۱۳۷۲. تکنولوژی نان. چاپ دوم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران، صفحات، ۳-۷ و ۴۰۹-۴۴۸.

۳- صفا، رشیح الاسلامی، ز و عطایی صالحی، ۱۳۹۵. بررسی تاثیر افزودن آرد سنگینک بر ویژگی های حسی، فیزیکوشیمیایی و بیاتی نان بربری، فصلنامه علوم و صنایع غذایی. شماره ۵۱، دوره ۱۳، صفحه ۲۱۳-۲۲۴.

1. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol.2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
2. Arya.s Sonawane.S and Marpalle,P,2014, Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread, LWT - Food Science and Technology 2014 ,1-6.
3. Caballero, P. A., Go'mez, M., & Rosell, C. M. 2007. Improvement of dough rheology, quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering,81(1):42-53.
4. Conforti FD, Davis SF. 2006. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread. Intl J Food Sci Technol 41(SUPPL. 2):95-101.
5. Fedeniuk, R. W., and Biliaderis, C. G. (1994). Composition and physicochemical properties of linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage. J. Agric. Food Chem., 42: 240-247.
6. Ganorkar, P. M. and Jain, R. K. (2014). Effect of flaxseed incorporation on physical, sensorial, textural and chemical attributes of cookies, International Food Research Journal 21(4): 1515-1521.
7. Gunstone F . 2002. Vegetable oils in food technology composition,properties and uses. USA: CRC Press.

را مورد ارزیابی حسی قرار دادند. آنها مشاهده کردند اثر منفی بذرکتان بر روی اغلب صفات کیفیت درغنی سازی بالاتر از ۴٪ معنی دار بود (۱۲).

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش با بررسی اثر افزودن بذرکتان بر خصوصیات کمی، کیفی و ماندگاری نان بربری این نتایج حاصل شد که میزان فعالیت آبی، رطوبت با افزودن بذرکتان تا سطح ۹ درصد، افزایش یافت ولی با افزایش درصدهای بالاتر منجر به کاهش آنها گردید. میزان ترکیبات تغذیه ای نان بربری فراسودمند از جمله پروتئین، چربی، فیبر و مواد معدنی تمام نمونه های تولیدی نسبت به نان شاهد به طور قابل توجهی افزایش یافت. میزان پراکسید با افزایش میزان بذرکتان در نان افزایش یافت. با افزایش مقدار پودر بذرکتان در نان میزان سفتی تا سطح ۹ درصد کاهش یافت ولی با افزایش پودر بذرکتان در مقادیر بالاتر منجر به افزایش سفتی گردید. بنابراین نان بربری حاوی ۹ درصد بذرکتان از طریق کاهش میزان سفتی، سبب بهبود بخشیدن خواص رئولوژی نان گردید و بیاتی نان را در فاصله زمانی ۵ روز پس از پخت به تاخیر انداخت. نتایج آزمون ارگانولپتیکی نشان داد که افزودن پودر بذرکتان در سطح ۹ و ۱۲ درصد بیشتر مورد پسند ارزیاب ها بود.

به طور کل بر اساس نتایج این تحقیق می توان گفت که نمونه حاوی ۹ درصد بذرکتان بهترین نمونه در مقایسه با سایر نمونه ها بود.

۵- سپاسگزاری

از حمایتها و زحمات بی شائبه آقای دکتر داوودی، خانم دکتر شیخ الاسلامی، آقای دکتر الهامی راد، خانم دکتر آذرپژوه، خانم دکتر شرایعی و آقایان مهندس رستمی و نوری که در تمامی مراحل انجام و به ثمر رسیدن این پژوهش همراه و راهنمای اینجانب بودند کمال سپاس را دارم.

- and Technology International 14:299-306.
17. Moraes EA, Dantas MIS, Morais DC, da Silva CO, Castro FAF, Martino HSD, Ribeiro SMR. 2010. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. *Cienc Tecnol Alime* 30:974-9.
 18. Plessas, S., Pherson, L., Bekatorou, A., Nigam, P. & Koutinas, A. A. (2005). Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food chemistry*, 93, 585-589.
 19. Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., matian Sourki, A., & Razavizadegan Jahromi, S. H. 2009. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, 34: 1435-1445.
 20. Schorno AL, Manthey FA, Hall III CA. 2010. Effect of particle size and sample size on lipid stability of milled flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *J Food Process Pres* 34:167-79.
 21. Serna-Saldivar SO, Zorrilla R, De La Parra C, Stagnitti G, Abril R. 2006. Effect of DHA-containing oils and powders on baking performance and quality of white pan bread. *Plant Food Hum Nutr* 61:121-9.
 22. Shantha NC, Decker EA. Rapid, sensitive, iron based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *J AOAC Int* 1994; 77(2): 421-4. *toxicology*, 27: 43-49.
 23. Stewart, S. and G. Mazza. 2000. Effect of flaxseed gum on quality and stability of a model salad dressing. *J. Food*
 8. Hall C, Tulbek MC, Xu Y (2006) Flaxseed. *Adv Food Nutr Res* 51:1-97.
 9. Hussain S, Anjum FM, Alamri MS. 2011. Fortification of pan bread with healthy flaxseed. *Aus J Basic Appl Sci* 5:978-83.
 10. Khattab, R., Zeitoun, M and Barbary, O. M. 2012. Evaluation of pita bread fortified with defatted flaxseed flour. *Current Nutrition and Food Science*, 8: 91-101.
 11. Khouryieh H, Aramouni F. 2012. Physical and sensory characteristics of cookies prepared with flaxseed flour. *J Sci Food Agric* 92:2366-72.
 12. Kristensen, M., Savorani, F., Christensen, S., Engelsen, S. B., Bügel, S., Toubro, S., et al. (2013). Flaxseed dietary fibers suppress postprandial lipemia and appetite sensation in young men. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(2), 136-143.
 13. Larmond, E., 1982. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Minister of Supply and Services Canada, Ottawa. pp. 56-57.
 14. Lowcock, E. C., Cotterchio, M., & Boucher, B. A. (2013). Consumption of flaxseed, a rich source of lignans, is associated with reduced breast cancer risk. *Cancer Causes and Control*, 24, 813-816.
 15. Mazza, G., C. G. Biliaderis and B. D. Oomah. 1992. Extraction and functional properties of flaxseed gum. *Proceeding of the 54th Flaxseed Institute of the U.S. America*. 84-92.
 16. Menten, O., Bakkalbali, E., Ercan, R. 2009. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. *Food Science*