

مقاله کوتاه پژوهشی

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز

سارا موحد^{۱*} - ساناز ژرفی^۲ - حسین احمدی چنارین^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲۰

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از افزودنی‌ها به منظور افزایش کیفیت و بهبود خواص تغذیه‌ای نان مورد توجه قرار گرفته است. آرد موز به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی فیبر، پروتئین، املاح و ویتامین‌ها می‌تواند سبب افزایش ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای نان‌های حاصل گردد. در این پژوهش ابتدا آزمون‌های شیمیایی (تعیین رطوبت، خاکستر، پروتئین و فیبر) روی آرد گندم مصرفی انجام گردید و سپس آرد موز در سطوح مختلف ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ درصد به آرد گندم اضافه شد. آنگاه تولید نان‌های تست به روش نیمه صنعتی انجام شد. در ادامه برخی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر نان‌های تست تعیین و در نهایت ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز و فاقد آن (شاهد) به روش حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، به کارگیری آرد موز در سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد، سبب بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز در مقایسه با نان شاهد شد، همچنین در افزایش میزان جذب آب، زمان گسترش خمیر، پایداری خمیر، عدد والوریمتری و کاهش سست شدن خمیر نمونه‌ها در مقایسه با شاهد نقش داشت. همچنین نمونه‌های حاوی آرد موز دارای بیشترین مقادیر انرژی (سطح زیر منحنی) و مقاومت به کشش بودند. قابل توجه این‌که نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد موز، به‌عنوان بهترین نمونه‌ها در مقایسه با سایر تیمارها معرفی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: آرد موز، رئولوژیکی، ارگانولپتیکی، نان تست

مقدمه

با الگوهای متداول تغذیه‌ای هماهنگ بوده ضمن آنکه برای سلامتی نیز سودمند باشند. لذا با توجه به تغییرات سریع دنیای کنونی و نیز تغییر عادات غذایی و شیوه زندگی پراسترس افراد، جود فراورده‌های غذایی سالم‌تر کاملاً ضروری به نظر می‌رسد (Aparicio *et al.*, 2007). نان‌های صنعتی ضایعات بسیار ناچیزی در مقابل سایر نان‌ها داشته و به دلیل کیفیت بالای پخت، تنوع گسترده محصول، ماندگاری مناسب و انجام مرحله کامل تخمیر خمیر از جایگاه غذایی مناسبی برخوردار هستند. از مهم‌ترین انواع نان‌های صنعتی، می‌توان به نان تست اشاره نمود که یکی از نان‌های پرمصرف در جهان، به خصوص در کشورهای اروپایی و آمریکایی می‌باشد. امروزه غنی‌سازی نان یکی از اهداف صنایع نانواپی بوده و فیبرهای غذایی جزء ترکیبات مفید تغذیه‌ای انسان محسوب می‌شود لذا با توجه به مزایای سلامتی مصرف آنها، متخصصین صنایع غذایی در پی یافتن روش‌های مناسب افزودن فیبر در فرآورده‌های نانواپی هستند (Mohamed *et al.*, 2010; Aparicio *et al.*, 2007). ترکیبات فیبری در منابع مختلفی از مواد غذایی یافت می‌شوند که یکی از آنها موز می‌باشد. تحقیقات نشان داده که مصرف موز در کاهش میزان کلسترول خون افراد تأثیر دارد. زمانی که در برنامه غذایی تعدادی از افراد، حدود

نان یکی از مهم‌ترین غذای مردم در اکثر نقاط جهان بوده و بیشترین سهم را در هرم غذایی افراد دارد. به همین دلیل بهتر است نان از ارزش تغذیه‌ای بالا، خواص مفید و درمانی لازم برخوردار باشد. به عبارتی بکارگیری نان با فرمولاسیون مناسب می‌تواند تأمین‌کننده بسیاری از املاح و ویتامین‌های مورد نیاز بدن باشد و در نتیجه از بروز بیماری‌های مختلف نظیر کم‌خونی، پوکی استخوان، سوء تغذیه و دیابت پیشگیری کند (رجب زاده، ۱۳۸۲). در ایران بیش از ۹۰ درصد انرژی مصرفی افراد از مواد غذایی گیاهی تأمین می‌شود که سهم غلات ۶۴ درصد و سهم نان ۴۰ درصد در شهر و ۶۰ درصد در روستاها می‌باشد (غفارپور، ۱۳۷۴). امروزه با توجه به گسترش محصولات جدید و متنوع در صنایع غذایی، اکثر افراد خواهان غذاهایی هستند که

۱ و ۲- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: movahhed@iauvaramin.ac.ir)
۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران

B₂، تیمار حاوی ۲۰ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد B₃ مشخص شدند.

آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های آرد و نان

آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی آرد گندم، شامل اندازه‌گیری رطوبت (AACC به شماره ۱۶-۴۴)، خاکستر (AACC به شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (ICC به شماره ۱۲-۴۶) و فیبر (استاندارد ملی ایران به شماره ۰۵-۳۱) بودند. همچنین آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده روی نمونه‌های نان، شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین و فیبر بودند که مطابق روش‌های استاندارد فوق انجام شدند (AACC, 2003; ICC, 1992).

آزمون‌های رئولوژیکی نمونه‌های خمیر نان‌های تست

در تحقیق حاضر، آزمون‌های رئولوژیکی روی خمیر شاهد (فاقد پودر موز) و خمیر تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پودر موز انجام گرفت. آزمون‌های مذکور شامل فارینوگراف (AACC، شماره ۲۱-۵۴) و اکستنسوگراف (ICC، شماره ۱۱۴) بودند (AACC, 2003; ICC, 1992).

روش تولید نان‌های تست و چگونگی پخت آن‌ها

منظور تولید نان تست، ابتدا مواد اولیه (آرد گندم نول، آب، نمک، مخمر ساکارومایسس سرویزیه، روغن مایع) تهیه و توزین گردیدند. بدین منظور برای ۵۰۰ گرم آرد گندم، ۱ گرم نمک، ۵ گرم مخمر، ۴ میلی‌لیتر روغن و مقادیری آب (بر اساس میزان جذب آب فارینوگراف) مورد استفاده قرار گرفت. به علاوه آرد موز در سطوح مختلف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزن آرد گندم مصرفی استفاده شد. عملیات تهیه خمیر در مخزن خمیرگیر انجام و حدود ۲۰ دقیقه عمل اختلاط آرد موز و آرد گندم مصرفی صورت گرفت. سپس سایر مواد خشک و پودری به مخلوط حاصل اضافه‌شد. در این مرحله، آب (مطابق درصدهای متفاوت جذب آب فارینوگراف) به مخلوط اضافه و پس از اختلاط کامل آرد و آب و تشکیل توده فرم‌پذیر خمیر، استراحت اولیه نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. سپس قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم، چانه‌گیری و گرد شدند و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، جهت پخت، وارد فر گردیدند. دمای فر پخت معادل ۲۲۰-۲۰۰ درجه سلسیوس و زمان آن حدود ۴۵ دقیقه بود.

آزمون تعیین ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌ها به روش حسی

به منظور ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی به روش حسی، نظیر (حجم، رنگ پوسته، ویژگی پوسته، شکستگی و پارگی، بافت، عطر و بو، مزه و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان) در نان تست شاهد و نیز

۳۰۰g/kg تا ۵۰۰ موز خشک منجمدافزوده شد، تأثیر کاهش دهندگی میزان کلاسترول خون آنها مشاهده گردید. آرد موز به لحاظ برخی ویتامین‌ها، املاح، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، پروتئینی و فیبری، غنی بوده، لذا دارای خواص تغذیه‌ای و درمانی فراوانی است به گونه‌ای که در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، کاهش خطر ابتلا به برخی از سرطان‌ها، کاهش خطر احتمال سنگ کلیه و کاهش دیابت نقش دارد (Mohamed et al., 2010). Aparicio و همکاران (۲۰۰۷) موفق به تولید کلوچه‌هایی گردیدند که در فرمول آنها حدود ۱۵٪ پودر موز استفاده شده بود. کلوچه‌های مذکور نسبت به کلوچه‌های شاهد از قابلیت هضم و ماندگاری بالاتری برخوردار بودند (Aparicio et al., 2007). Tribese و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که موز سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است و افزودن آن به مواد غذایی دارای اثرات مفیدی می‌باشد. قابل توجه این که در تولید برخی محصولات غذایی نظیر ژله، سس، نان و کنسروها می‌توان از حدود ۱۰٪ نشاسته موز استفاده کرد (Tribese et al., 2009).

Li Choo و همکاران (۲۰۱۰) موفق به تولید انواع خاصی از نودل گشتند که در فرمولاسیون تهیه آنها از ۳۰ درصد آرد موز استفاده شده بود، نتایج نشان داد که افزودن آرد موز به آرد گندم باعث افزایش فیبر غذایی و افزایش ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی نودل حاصل می‌گردد (Li choo et al., 2010). Zhang و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ترکیبات موجود در موز و پودر موز دریافتند که مواد مذکور غنی از املاح پتاسیم، سدیم و کلسیم بوده ضمن آن که موز سبب منبع غنی نشاسته بوده به طوری که امروزه از نشاسته آن در تهیه سرکه، نکتار و برخی میان‌وعده‌ها استفاده می‌شود در حالی که در گذشته فقط به عنوان خوراکی دام مورد استفاده قرار می‌گرفت (Zhang et al., 2010).

در این تحقیق پودر موز با اهداف بهبود خصوصیات کیفی، رئولوژیکی و ارگانولپتیکی به عنوان افزودنی مناسب به فرمولاسیون نان تست اضافه گردید تا اثرات آن از نظر ویژگی‌های مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد نیاز جهت پخت نان تست، شامل آرد گندم نول با درجه استخراج ۶۸ درصد (شرکت سحر)، نمک (شرکت هدیه)، مخمر نانواپی (شرکت ایران ملاس) و آرد موز (شرکت Diana فرانسوی، ۲۵ درصد پروتئین، ۷/۱ درصد فیبر، ۳/۷ درصد سدیم، ۰/۷ درصد چربی، ۳/۲ درصد خاکستر، ۲۷ درصد کلسیم، ۱/۴ درصد آهن و ۵ درصد رطوبت) بودند. لازم به ذکر است که در کلیه آزمون‌ها، تیمار شاهد با کد C، تیمار حاوی ۱۰ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد B₁، تیمار حاوی ۱۵ درصد آرد موز بر اساس وزن آرد گندم با کد

شدن خمیر پس از ده و دوازده دقیقه و عدد والوریمتری مورد بررسی قرار گرفتند. مهم‌ترین فاکتور در فارینوگراف تعیین دقیق جذب آب آرد برای رسیدن به قوام مشخص می‌باشد. بر اساس نتایج، میزان جذب آب در تیمارهای B₃ و B₂ بیشترین و در تیمارهای B₁ و سپس شاهد (عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) کمترین مقدار بود (P<0/05). به عبارتی به کارگیری سطوح مختلف آرد موز سبب افزایش میزان جذب آب نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید. دلیل این افزایش، بالا بودن درصد فیبر، قند و هم‌چنین الکترولیت‌هایی مانند پتاسیم در ساختار آرد موز می‌باشد. تأثیر این ترکیبات، به دلیل توانایی آن‌ها در رقابت با گلوتن برای جذب آب و تضعیف شبکه گلوتهی مورد نیاز برای تشکیل خمیر می‌باشد (Rodriguez et al., 2008). نتایج به دست آمده از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Mohamed et al., (2010) همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت دارد. با توجه به جدول ۲، بیشترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمار B₃ و سپس B₂ و B₁ بود و کمترین آن به تیمار شاهد تعلق داشت اما بین تیمارهای B₃ با B₂ و B₂ با B₁ تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید (P<0/05). به عبارتی به کارگیری آرد موز در فرمولاسیون نان تست توانست سبب افزایش زمان گسترش خمیر در مقایسه با نمونه شاهد گردد. Mohamed و همکاران نیز در سال ۲۰۱۰ اظهار داشتند که در فرمولاسیون تهیه نان تست، افزودن آرد موز سبب افزایش زمان گسترش خمیر می‌گردد (Mohamed et al., 2010).

نان‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز، از تجزیه و تحلیل خصوصیات نان بر اساس حواس پنجگانه استفاده شد. ملاک عمل نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به نان‌ها بود. در این تحقیق، نمونه‌ها پس از برش، کد گذاری و توسط ۱۰ نفر از ارزیاب‌های آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند. مطابق ارزشیابی مذکور، حداکثر امتیاز مربوط به حجم (۱۰ امتیاز)، رنگ پوسته (۸ امتیاز)، ویژگی پوسته (۳ امتیاز)، شکستگی و پارگی (۳ امتیاز)، حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان (۱۰ امتیاز)، عطر و بو (۱۰ امتیاز)، مزه (۱۵ امتیاز) و بافت (۱۵ امتیاز) بودند (پایان، ۱۳۸۷).

روش تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ مشخصات آرد گندم مصرف شده در تولید نان‌های تست، جدول‌های ۲ و ۳ نتایج مقایسه میانگین آزمون ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نان‌های تست حاوی آرد موز و شاهد و جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین آزمون ویژگی‌های ارگانولپتیکی به روش حساسی نان‌های تست تولیدی را نشان می‌دهند. با توجه به جدول ۲، شش ویژگی خمیر یعنی درصد جذب آب توسط آرد، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر، درجه سست

جدول ۱ - ویژگی‌های آرد گندم مصرفی در تولید نان تست

تیمار	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	فیبر (%)	گلوتهن مرطوب (%)	عدد رسوبی (%)	pH
آرد گندم نول	۱۰/۱۲	۰/۵۹	۱۰/۳۲	۰/۹۷	۲۸/۱	۲۲	۵/۷

جدول ۲ - مقایسه میانگین آزمون فارینوگراف در نمونه‌های خمیر نان تست حاوی آرد موز و شاهد

تیمار	میزان جذب آب	زمان گسترش خمیر (min)	زمان پایداری خمیر (min)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ دقیقه (B.U)	درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۲ دقیقه (B.U)	کیفیت فارینوگراف (والوریمتری)
C	۵۴±۱۲/۲۵ ^c	۲/۲۵±۱/۲ ^c	۴/۵±۲/۱ ^c	۵۵±۱۹/۱۴ ^c	۸۰±۲۰/۱۶ ^b	۵۳±۱۴/۱۲ ^b
B ₁	۵۴/۲±۱۳/۲ ^c	۳/۲۵±۰/۷۴ ^b	۴/۷۵±۱/۶ ^b	۵۰±۱۷/۱۴ ^b	۸۰±۱۹/۱۷ ^b	۵۳±۱۳/۱۱ ^b
B ₂	۵۵/۱±۱۴/۲ ^b	۳/۵±۱/۲ ^{ab}	۴/۷۵±۲/۲ ^b	۴۰±۱۰/۵ ^a	۷۰±۱۸/۹ ^a	۵۶±۱۶/۱۱ ^a
B ₃	۵۶±۱۱/۱۱ ^a	۴±۲/۱ ^a	۵±۱/۲ ^a	۴۰±۱۳/۱۲ ^a	۷۰±۱۳/۲۱ ^a	۵۶±۱۰/۶ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴ - مقایسه میانگین حاصل از ارزیابی ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های نان تست حاوی آرد موز و شاهد

حجم نان	ویژگی پوسته	رنگ پوسته	بافت	حفره‌ای و داندهای بودن مغز نان	شکستگی و پارگی	تیمار
۱±۰/۳ ^b	۱±۰/۳ ^b	۵/۳۳±۱/۳ ^c	۱۰±۳/۷ ^c	۵/۳۳±۱/۳ ^c	۱±۰/۱ ^b	C
۱/۸۳±۰/۴ ^a	۲±۰/۳ ^a	۶/۶۷±۱/۱ ^b	۱۱±۲/۱ ^b	۶/۶۷±۱/۱ ^b	۲±۰/۵ ^a	B ₁
۲±۰/۵ ^a	۲/۳۳±۰/۴ ^a	۶/۷±۲/۳ ^b	۱۱/۳۳±۱/۳ ^b	۶/۷±۲/۳ ^b	۲/۳۳±۱/۱ ^a	B ₂
۲±۰/۳ ^a	۲/۶۶±۱/۱ ^a	۹±۲/۵ ^a	۱۲/۳۳±۲/۴ ^a	۹±۲/۵ ^a	۲/۶۶±۰/۷ ^a	B ₃

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

جدول ۳ - مقایسه میانگین آزمون اکستنسوگراف در نمونه‌های خمیر نان تست حاوی آرد موز و شاهد

تیمار	مقاومت به کشش (B.U)			قابلیت کشش خمیر (mm)			انرژی (مساحت زیر منحنی) (cm ²)		
	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر	زمان تخمیر
C	۱۳۵	۴۵	۱۳۵	۴۵	۱۳۵	۴۵	۱۳۵	۴۵	۹۰
B ₁	۶۶±۱۰/۱ ^d	۸۰±۱۳ ^d	۱۰۴±۲/۴ ^d	۹۳±۲/۹ ^c	۶۳±۱/۳ ^d	۵۱±۱۸ ^d	۶۳±۱۸ ^d	۷۷±۱۰ ^d	۸۸±۱۰/۵ ^c
B ₂	۷۹±۱۱/۱ ^c	۱۰۰±۱۳/۱ ^c	۹/۸۱±۳/۳ ^c	۸/۹۷±۲/۴ ^b	۳/۶±۱/۶ ^c	۷۵±۲۶ ^c	۷۹±۳۴ ^c	۹۰±۱۳ ^c	۹۸±۱۲/۸ ^b
B ₃	۹۶±۱۷/۳ ^b	۱۱۰±۱۷/۵ ^b	۷/۳۳±۲/۸ ^b	۸۳/۸±۱۱/۱۲ ^b	۲/۹±۰/۲۳ ^b	۷۸±۲۵/۷ ^b	۹۱±۳۱ ^b	۱۰۳±۱۹ ^b	۹۹±۹/۷ ^b
	۱۱۳±۲۱/۳ ^a	۱۲۰±۲۰/۸ ^a	۵/۱±۱/۳ ^a	۶/۴±۱/۹ ^a	۲/۵±۰/۴ ^a	۸۸±۳۶/۱۸ ^a	۹۲±۳۳ ^a	۵۳±۲۶ ^a	۱۰۳±۱۹/۶ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند

از سوی دیگر بیشترین زمان پایداری خمیر مربوط به تیمار B₃ (دارای تفاوت معنی دار با سایر تیمارها) و سپس تیمارهای B₁ و B₂ عدم تفاوت معنی دار با یکدیگر) و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). این بدان معنا است که آرد موز در اصلاح ساختار آرد و افزایش پایداری خمیر حاصل از آن نقش داشته‌است. تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان داد که افزودن ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد پودر سرشار از فیبر آرد موز به آرد گندم، سبب

خمیر به منظور کشیده شدن آن می‌گردد. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان داد (Rodriguez et al., 2008). از لحاظ فاکتور مقاومت به کشش، تمامی تیمارهای حاوی آرد موز در هر سه بازه زمانی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ($P < 0.05$). براساس نتایج، تیمار B₃ در هر سه زمان تخمیر ۹۰، ۱۳۵ و ۱۷۰ دقیقه از بیشترین مقاومت به کشش خمیر و تیمار شاهد از کمترین مقدار این فاکتور برخوردار بودند. به عبارتی نمونه‌های خمیر حاوی آرد موز در مقایسه با خمیر شاهد نسبت به گذشت زمان از ثبات بیشتری برخوردار بوده و بالاترین میزان مقاومت را در مقایسه با خمیر شاهد داشتند ضمن آنکه در هر سه بازه زمانی بین هر سه تیمار حاوی پودر موز اختلاف معنی‌دار از لحاظ صفت مذکور مشاهده نشد ($P < 0.05$). نتایج به دست آمده از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ و Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت نشان داد؛ چنین بیشترین مقدار قابلیت کشش خمیر در هر سه بازه زمانی تخمیر، برای تیمار شاهد محاسبه شد ($P < 0.05$). از سوی دیگر در بین نمونه‌های حاوی آرد موز و در هر سه بازه زمانی، به ترتیب تیمارهای B₁، B₂ و B₃ دارای بیشترین مقدار قابلیت کشش خمیر بودند. از آنجایی که قابلیت کشش خمیر با مقاومت به کشش خمیر رابطه معکوس دارد، لذا نتایج به دست آمده منطقی به نظر می‌رسد. ضمن آنکه نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان می‌دهد (Rodriguez et al., 2008). همچنین افزودن پودر موز منجر به افزایش نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش گردید. از سوی دیگر بین کلیه تیمارها با تیمار شاهد از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ($P < 0.05$). قابل توجه این که بیشترین مقدار عددی ضریب مذکور در تمام زمان‌های تخمیر، مربوط به تیمار B₃ و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). نتایج حاصل از تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات Rodriguez و همکاران در سال ۲۰۰۸ مطابقت نشان داد (Rodriguez et al., 2008). با توجه به جدول ۴، افزایش میزان غنی سازی با آرد موز، سبب بهبود کلیه ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان‌های تولیدی گردید. به طوری که هر سه تیمار حاوی پودر موز در تمامی ویژگی‌های ارگانولپتیکی، نظیر (حجم، رنگ پوسته، ویژگی پوسته، شکستگی و پارگی، بافت، عطر و بو، مزه و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان) در مقایسه با شاهد (فاقد آرد موز) بیشترین امتیاز را کسب نمودند. ضمن آن که کلیه تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد بودند ($P < 0.05$). به علاوه تیمار حاوی ۲۰ درصد آرد موز (B₃) در تمامی صفات مورد نظر از بیشترین و تیمار شاهد از کمترین امتیاز برخوردار بودند. با توجه به جدول ۴ از نظر عطر و بو تیمارهای B₃ و B₂ دارای بالاترین و تیمار شاهد

افزایش پایداری خمیر در حین تخمیر می‌گردد (Rodriguez et al., 2008). همچنین از نظر درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه، تیمارهای شاهد و سپس B₁ بالاترین و تیمارهای B₂ و B₃ (عدم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) کمترین مقدار را داشتند. به علاوه از لحاظ این فاکتور بین کلیه تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید ($P < 0.05$). به عبارتی نتایج نشان می‌دهد که افزودن آرد موز سبب تقویت ساختار خمیر نسبت به تیمار شاهد و کاهش درجه سست شدن خمیر آن‌ها می‌گردد و تفاوت مشاهده شده به طور چشمگیری در تیمارهای حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد آرد موز در مقایسه با تیمار شاهد قابل ملاحظه است. علت محکم شدن ساختار خمیر و کاهش سست شدن آن، حضور افزودنی مذکور و پیوند قوی آنها با اجزای آرد گندم می‌باشد (Rodriguez et al., 2008). یکی دیگر از مهم‌ترین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در فارینوگراف، ارزش نانوائی یا والوریمتری آرد است. به این مفهوم که آرد مورد استفاده تا چه اندازه قابلیت پخت و تولید نان را دارا می‌باشد، ضمن آن که افزایش عدد والوریمتری دلیل بر بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر نیز می‌باشد. مطابق نتایج جدول ۲، بیشترین میزان والوریمتری مربوط به تیمارهای B₃ و B₂ (عدم اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و دارای تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها) و کمترین آن متعلق به تیمارهای شاهد و B₁ بود ($P < 0.05$). به عبارتی در تمامی نمونه‌های نان تست که در آن از سطوح بالای آرد موز استفاده شد، در مقایسه با نمونه شاهد، عدد والوریمتری افزایش یافت در حالی که مقادیر ۱۰ درصد پودر موز تأثیری روی عدد والوریمتری نداشت. نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت داشت که اعلام نمودند، افزودن ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز در قیاس با ۱۰ درصد آن سبب بهبود کیفیت فارینوگراف نمونه‌ها می‌گردد (Mohamed et al., 2010). با توجه به جدول ۳، چهار ویژگی خمیر یعنی قابلیت کشش خمیر، مقاومت به کشش، ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) و انرژی (مساحت زیر منحنی) در زمان‌های مختلف تخمیر (۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین فاکتور انرژی، تیمار B₃ در زمان تخمیری ۹۰، ۱۳۵ و ۱۷۰ دقیقه دارای بیشترین مقدار انرژی و تیمار شاهد از کمترین مقدار این فاکتور در هر سه بازه زمانی برخوردار بود. به علاوه بین هر سه تیمار حاوی آرد موز و شاهد در تمامی زمان‌های تخمیر تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). نتایج تحقیقات نشان داد که افزودن آرد موز می‌تواند سبب افزایش میزان انرژی خمیر در مقایسه با خمیر شاهد (فاقد آرد موز) گردد. علت آن به بالا بودن میزان فیبر موجود در آرد موز نسبت داده می‌شود. به عبارت دیگر افزایش مقدار فیبر، ویژگی ویسکوالاستیکی جامد آن را افزایش و شکل‌گیری مواد جامد سوسپانسیون را تسهیل نمود. به علاوه، از آنجا که پودر موز ویسکوزیته بالاتری نسبت به آرد گندم دارد لذا سبب افزایش انرژی

تولیدی داشت. نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف نمونه‌های خمیر نشان داد که بین افزودن سطوح بیشتر آرد موز و خصوصیات فارینوگرافی رابطه مثبت وجود داشته به طوری که میزان جذب آب در نمونه های حاوی آرد موز در قیاس با نمونه شاهد افزایش یافت ضمن آنکه نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد موز (B₃) و سپس ۱۵ درصد آرد موز (B₂) از بیشترین میزان جذب آب آرد برخوردار بودند به علاوه بین افزایش زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و عدد والوریمتری نیز با افزودن مقادیر بیشتر آرد موز رابطه مثبت و مستقیم ملاحظه گردید، به طوری که در قیاس با نمونه شاهد، صفات مذکور به خصوص در حضور ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز (B₂ و B₃) با افزایش روبرو بودند. همچنین بر اساس نتایج آزمون اکستنسوگراف، به جز فاکتور قابلیت کشش خمیر، سایر صفات اکستنسوگراف در نمونه های حاوی آرد موز نسبت به نمونه شاهد (فاقد آرد موز) افزایش یافت ضمن آنکه نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد موز (B₃) از لحاظ مقاومت به کشش خمیر و انرژئی (در هر سه بازه زمانی) دارای بالاترین امتیاز در مقایسه با نمونه شاهد و سایر نمونه ها بود. هم چنین بر اساس نتایج، افزودن آرد موز به نان تست تأثیر مثبتی بر ویژگی های ارگانولپتیکی محصول داشت. قابل توجه این که تیمارهای حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد پودر موز به عنوان بهترین نمونه‌ها از لحاظ کلیه ویژگی های ارگانولپتیکی معرفی گردیدند. امروزه با توجه به عوارض استفاده از داروهای شیمیایی، مصرف داروهایی با منشأ طبیعی ضروری به نظر می‌رسد. از آنجایی که خوراک صحیح می‌تواند به عنوان اولین دارو در درمان بسیاری از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرد، بنابراین استفاده از نان‌های تست حاوی آرد موز در رژیم غذایی افراد به دلیل دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی نان منطقی به نظر می‌رسد.

دارای کمترین امتیاز بودند. بهبودی نسبی مشاهده شده از لحاظ عطر و بو در تیمارهای حاوی آرد موز مربوط به خواص بویایی و بافت موز نسبت داده می‌شود. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات Aurore و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت می‌نماید. آن‌ها عنوان نمودند که افزودن آرد موز باعث افزایش جزئی عطر و بو در نان‌های حاصل می‌گردد زیرا بیش از ۴۰ ترکیب فرار در موز وجود دارد که از این میان ۱۲ ترکیب فرار در بوی موز تشخیص داده شده است. از جمله این ترکیبات فرار، استرها، الکل‌ها، ترکیبات کربونیل و اسیدهای کربوسیلیک می‌باشند که این ترکیبات در ایجاد بوی میوه‌ای و سایر بوها دخالت دارند (Auror et al., 2009). در ضمن تیمارهای B₁ و B₂ که دارای ۱۰ و ۱۵ درصد آرد موز بودند از لحاظ مزه، بافت، ویژگی پوسته، رنگ پوسته، حجم و حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان با یکدیگر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌دار نداشتند در حالیکه از لحاظ ویژگی حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز و بافت بین تیمار B₃ با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P < ۰/۰۵). دلیل آن را می‌توان به ترکیبات مناسب موجود در موز به خصوص به بالا بودن میزان معدنی، ویتامین‌ها، فیبر، رطوبت و پروتئین‌های پودر موز نسبت داد که این ترکیبات به ویژه فیبر سبب افزایش جذب رطوبت نان و در نتیجه افزایش حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان و بهبود بافت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی آن‌ها می‌گردد. Mohamed و همکاران در سال (۲۰۱۰) عنوان نمودند که غنی‌سازی نان با آرد موز سبب بهبود ویژگی‌های کیفی وارگانولپتیکی نان‌های تست می‌گردد (Mohamed et al., 2010).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق، افزودن سطوح متفاوت آرد موز، تأثیر مثبتی بر کلیه ویژگی‌های رئولوژیکی و ارگانولپتیکی نان‌های تست

منابع

- بی نام، ۱۳۸۵، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استانداردهای شماره ۲۸۶۳، ۳۷ و ۳۹۶۱
 پایان، ر. ۱۳۷۷، مقدمه‌ای بر تکنولوژی فرآورده‌های غلات، تهران، انتشارات نورپردازان، ص ۲۴-۸۳
 رجب زاده، ۱۳۸۲، تکنولوژی فرآورده های غلات، تهران.
 غفارپور، م.، ۱۳۷۴، سهم نان در تامین نیازمندیهای تغذیه ای مردم، مجموعه مقالات اجلاس تخصصی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، ص ۲۰.
 Aparicio, A., Sonai, G., Sayago, A., Apolonio, V., Juscelino, T., Tania, E., Ascencio, O., Luis, A., Bello, P., 2007, Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich linterized banana starch, Journal of Food Composition and Analysis, 20, 175-181.
 Aurore, G., Berth, P., Louis, F., 2009, Banana raw materials for making processed food products, Journal of Food Science & Technology, 20, 78-91.
 Anonymous., 1992, ICC, STANDARD Method of International Cereal Chemistry
 Anonymous., 2003, AACC. Approved methods of analysis of the American association of Cereal

Chemist (10thed.).American Association of Cereal Chemistry, Inc ., stpaul

Mohamed, A., and Jingyuan, Xu., 2010, Processing colour and texture analysis, Journal of Food Chemistry, 118, 620-626.

Li Choo, C., and Noor Aziah, A., 2010, Effects of banana flour and betaglucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles ,Journal of Food Chemistry , 119, 34-40.

Rodriguez, S., Ambriz, J., Hernandez, E., Agama- Acevedo, J., Tovar, A., Bello, P., 2008, Characterization of a fiber-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour, Journal of Food Chemistry, 107, 1515- 1527.

Tribes, T., Uribe, M., Menezes, L. A., Bello-Perez, C., and Tadini, C., 2009, Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions, LWT Food Science Technology, 42,1022-10

Zhang, P., Roy, L., Whistler, N., and Bemiller, R., 2010, Banana Starch: Production, physicochemical proportions, and digestibility a review, Journal of Carbohydrate Polymers, 59, 443-458.