

بررسی تأثیر افزودن نشاسته استیله بر روی ویژگی رئولوژی خمیر و کیفیت نان بربری

منصوره ابراهیمیان^۱، محمدحسین عزیزی^{۲*}، حسن احمدی گاولیقی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

* نویسنده مسئول (azizit_m@modares.ac.ir)

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

چکیده

هدف اصلی در این پژوهش بررسی تأثیر افزودن درصد‌های مختلف نشاسته گندم استیله بر ویژگی‌های خمیر و نان بود. بدین منظور درصد آب‌اندازی و ویژگی‌های خمیری شدن نشاسته گندم طبیعی و نشاسته گندم استیله و تأثیر سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد آنها بر ویژگی‌های آرد گندم توسط دستگاه آنالیز سریع ویسکوزیته بررسی شد. سپس ویژگی‌های رئولوژی خمیر با دستگاه فارینوگراف و اکستنسوگراف اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری جرم و حجم نان و ارزیابی حسی، بیاتی نان به طریق تست پنل توسط ۷ ارزیاب آموزش دیده، دستگاه بافت‌سنج و میزان رطوبت در روزهای اول، سوم و پنجم اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی و ویژگی‌های خمیری شدن نشان داد که بهترین ویژگی‌های ویسکوزیته و کم‌ترین درصد آب‌اندازی مربوط به نشاسته گندم استیله بود. نتایج فارینوگراف نشان داد که در تمام تیمارها جذب آب نسبت به کنترل کاهش یافت، اما تغییر معنی‌داری در زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر مشاهده نشد ($P > 0.05$). در نتایج آزمون اکستنسوگراف مقاومت خمیر به کشش، به‌طور معنی‌داری نسبت به کنترل افزایش و قابلیت کشش خمیر کاهش یافت ($P < 0.05$). حجم و حجم ویژه نان با افزودن هر دو نشاسته کاهش یافت. نتایج ارزیابی کیفی نان نشان داد که نشاسته گندم استیله ویژگی خوبی در نان ایجاد می‌کند. برپایه نتایج ارزیابی بیاتی به روش حسی، بافت‌سنجی و اندازه‌گیری رطوبت، افزودن نشاسته گندم استیله در تأخیر بیاتی نان مؤثر بود. در نهایت افزودن ۵ درصد نشاسته گندم استیله باعث بهبود کیفیت نان بربری شد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

واژه‌های کلیدی

اکستنسوگراف

بافت‌سنجی

فارینوگراف

نشاسته گندم استیله

نشاسته گندم طبیعی

مقدمه

بیاتی می‌شود (Miyazaki *et al.*, 2006). در آرد گندم، نشاسته فراوان‌ترین جزء است و نقش بسیار مهمی در ویژگی‌های خمیر آرد گندم بازی می‌کند (Morita *et al.*, 2002). نشاسته گندم ۲۸ درصد آمیلوز دارد (Swinkels, 1985). نشاسته گندم ویژگی پخت عالی و احتباس گاز خوبی دارد (Rodgers, 1971). یکی از راه‌های بهبود کیفیت نان

در کشور ما پسمان‌های نان در اثر بیات شدن در سطح خانواده‌ها بسیار زیاد است؛ به‌نحوی که میزان آن تا حدود ۲۵-۲۰ درصد برآورد می‌شود (احمدیان، ۱۳۸۵). عوامل مؤثر بر بیاتی و تنزل کیفیت نان به‌طور گسترده بررسی شده‌اند و مشخص شده که نوآرایی اجزای نشاسته به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث

دریافتند که نان‌های جایگزین شده با ۱۰-۵ درصد نشاسته ذرت دارای اتصال عرضی و گلوتن طبیعی، حجم قرص نان بیشتر و مغز نرم‌تری دارد. احمدیان (۱۳۸۵) تأثیر نشاسته ذرت مومی رتروگرید شده در سطوح ۳، ۵ و ۷ درصد را بر کیفیت نان باگت مطالعه کرد، آنها نتیجه گرفتند که ۵ و ۷ درصد جایگزینی سبب ایجاد بهبود قابل ملاحظه‌ای در ماندگاری نان می‌شود. شمشیرساز و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر نشاسته ذرت پیش‌ژلاتینه در سطوح ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد را بر کیفیت نان بررسی مطالعه کردند. آنها دریافتند که ۳ و ۵ درصد جایگزینی، سبب تعویق بیاتی و بهبود کیفیت نان می‌شود. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر نشاسته گندم اصلاح شده با فرایند حرارتی-رطوبتی در سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد را روی کیفیت نان حجیم مطالعه کردند. آنها دریافتند که نشاسته اصلاح شده با فرایند حرارتی-رطوبتی باعث کاهش حجم نان و افزایش نرمی خمیر شده است (احمدیان، ۱۳۸۵؛ شمشیرساز و همکاران، ۱۳۹۳؛ مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۲).

هدف از این پژوهش تأثیر افزودن نشاسته گندم آستیل بر ویژگی‌های بیاتی و ماندگاری نان بررسی است. با توجه به بالا بودن پسمان‌های نان در کشور، این مطالعه می‌تواند در کاهش پسمان‌های حاصل از مصرف نان کارآمد باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه

آرد گندم با درجه استخراج ۸۲ (ستاره)، از کارخانه آرد تهران-باختر تهیه شد که دارای رطوبت ۱۳/۲۲، خاکستر ۰/۷۷، چربی ۲/۵۴ و پروتئین ۱۱/۸۷ و مقدار گلوتن خشک ۸ درصد (همگی براساس ماده خشک) بود که با استفاده از روش‌های استاندارد AACC تعیین گردید (AACC, 1999). نشاسته گندم با رطوبت ۱۰/۱۷، چربی ۰/۷۰، خاکستر ۰/۲۶ و پروتئین ۰/۳۶ درصد و گندم آستیل شده با ۱/۵ درصد آستیک‌انیدرید، رطوبت ۱۰/۴۱، چربی ۰/۴۱، خاکستر ۰/۲۲ و پروتئین ۰/۲۱ درصد (همگی براساس ماده خشک) تعیین شده با استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۴۷۹۷، ۴۷۹۸، ۴۷۲۶ و ۴۷۲۸ (به ترتیب)

درباره نقش نشاسته، اصلاح ساختار نشاسته می‌باشد. با استفاده از نشاسته‌های اصلاح شده، نانویان می‌توانند بافت محصول را کنترل و توسعه دهند و نانی تولید کنند که بافتش متفاوت از نان آرد گندم است (Miyazaki et al., 2006). به منظور بهبود ویژگی عملکردی نشاسته می‌توان ساختار آن را با اعمال روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی یا ژنتیکی تغییر داد. نشاسته استری شده گروهی از نشاسته‌های اصلاح شده به روش شیمیایی است که در آن بعضی از گروه‌های هیدروکسیل با گروه‌های استری جایگزین شده‌اند. یکی از انواع استرهای نشاسته، نشاسته استیل است که به وسیله واکنش نشاسته با استیک‌انیدرید^۱ تهیه می‌شود (Steve, 2005). نشاسته استیل و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاصی مانند دمای ژلاتینه شدن پایین، حلالیت بالا، پایداری و ماندگاری خوبی داشته و به طور گسترده در صنایع غذایی استفاده می‌شود تا بر تغییرات نامناسب در بافت و ظاهر محصول که به وسیله رتروگرید شدن^۲ در فرایند و انبارمانی ناشی می‌شود، غلبه کند (Miyazaki et al., 2006).

در زمینه بهبود کیفیت نان توسط جایگزینی آرد گندم با انواع نشاسته اصلاح شده در تهیه نان پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است. به عنوان مثال در مطالعه انجام شده روی نان‌های پخته شده با نشاسته پیوند عرضی شده، مشاهده شد که نان حاصل بلافاصله بعد از پخت کاملاً سفت بود که به دلیل نسبت بیشتر نشاسته پیوند عرضی شده بود (Rodgers, 1971). در مطالعه‌ای که توسط میر مقتدایی و همکاران (۱۳۸۷) صورت گرفته است، نشان داده شد که جایگزینی آرد با نشاسته آستیل موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی کیک یولاف شده است. Toufeili و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که نان با نشاسته جوی مومی پیوند عرضی شده با فسفوروس اکسی کلرید^۳ به آسانی بیات می‌شود و تغییر آنتالپی زیادی در ذوب بخش کریستالی نشاسته نشان می‌دهد. Morita و Hung (۲۰۰۴ و ۲۰۰۵) نیز از نشاسته ذرت با اتصال عرضی در تهیه نان استفاده کردند. آنها

¹ Acetic anhydride

² Retrogradation

³ Phosphorous oxychloride

حذف شده از آرد با استفاده از پودر گلوتن به هر نمونه اضافه گردید تا تغییرات مشاهده شده عمدتاً مربوط به جایگزینی نشاسته باشد. با در نظر گرفتن مقدار گلوتن آرد (۸ درصد) مقدار تقریبی گلوتن حذف شده که می‌بایست اضافه شود، طبق رابطه (۱) محاسبه گردید (Hung & Morita, 2004):

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{درصد گلوتن لازم} = \frac{\text{درصد نشاسته} \times 8}{100}$$

سپس با استفاده از دستگاه فارینوگراف جذب آب آرد، زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر طبق روش مصوب (۲۱-۵۴) AACC تعیین گردید (AACC, 2011).

آزمون اکستنسوگراف

ابتدا نمونه‌ها همانند آنچه در آزمون فارینوگراف توضیح داده شد، آماده و قابلیت کشش خمیر، مقاومت به کشش و ضریب کشش خمیر با استفاده از روش مصوب (۱۰-۵۴) AACC تعیین گردید (AACC, 1999).

آماده‌سازی خمیر و پخت نان

مواد اولیه موردنیاز در تهیه نان بربری آرد، آب، نمک و مخمر است. میزان نمک ۱/۸ درصد و میزان مخمر ۱ درصد (برحسب ۱۰۰ کیلوگرم آرد) می‌باشد. نشاسته گندم استیله در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد استفاده شد. گلوتن هم به مقدار ۸ درصد از مقدار نشاسته اضافه شده، به فرمولاسیون اضافه شد. آب مورد نیاز جهت تیمارهای مختلف باتوجه به میزان افزودنی‌ها توسط فارینوگراف تعیین شد. نان‌ها بعد از پخت و خنک شدن در کیسه‌های پلی اتیلنی دولایه بسته‌بندی شده و در شرایط محیطی نگهداری شدند و در روزهای اول، سوم و پنجم از نظر بیاتی مورد بررسی قرار گرفتند (قرایی، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری حجم و حجم ویژه نان

در این آزمون از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا استفاده شد (Ragaee & Abdel-Aal, 2006).

از شرکت پارس خوشه پرداز شیراز و پودر گلوتن (برای جبران گلوتن رقیق شده) با $\text{pH}=5.78$ ، رطوبت ۳/۷۴، خاکستر ۱/۳۶ و پروتئین ۸۰/۳۴ درصد از کارخانه زرماکارون تهیه گردید. خمیر مایه فوری نان از شرکت ایران ملاس فریمان و نمک طعام و کیسه‌های پلی اتیلنی در ابعاد 18×20 سانتی‌متر (برای بسته‌بندی نان) از بازار تهران تهیه شد.

اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی^۱ نشاسته

درصد آب‌اندازی نشاسته‌ها طبق روش Jyothi و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد. در این روش درصد آب آزاد شده خمیر نشاسته در اثر نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت اندازه‌گیری شد (Jyothi et al., 2006).

خصوصیات خمیری شدن نشاسته

ویژگی‌های خمیر محلول‌های آبی نشاسته، آرد و همچنین مخلوط آرد و نشاسته (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) ۳/۵ گرم نمونه براساس وزن خشک در ۲۵ گرم آب مقطر) با دستگاه آنالیز سریع ویسکوزیته (Rapid StarchMaster 2, مدل (Visco Analyzer RVA) (Perten Instruments, Australia) به‌عنوان تابعی از دما مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مختلف از جمله دمای خمیری شدن^۲، ویسکوزیته اوج^۳، ویسکوزیته نگهداری^۴، ویسکوزیته افت^۵، ویسکوزیته برگشت^۶، ویسکوزیته نهایی^۷ و زمان اوج^۸ از نمودار RVA به دست آمد (صابری و همکاران، ۱۳۹۲; Zaidul et al., 2007).

آزمون فارینوگراف

ابتدا مقادیر مختلف شامل ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد نشاسته (براساس وزن ۱۰۰ گرم آرد) به آرد اضافه شد. به‌منظور جبران میزان کاهش مقدار گلوتن با جایگزینی نشاسته با آرد، مقدار تقریبی گلوتن

¹ Syneresis

² Pasting temperature

³ Peak viscosity

⁴ Trough viscosity

⁵ Break down viscosity

⁶ Setback viscosity

⁷ Final viscosity

⁸ Peak time

ارزیابی حسی کیفیت نان

براساس آزمون حسی طبق رابطه ذیل محاسبه و ارزیابی می‌گردد (قرایی، ۱۳۹۱).
رابطه (۲)

$$Q = P * G$$

Q= امتیاز به دست آمده

P= نتیجه ویژگی آزمون (درجه بندی کیفی)

G= ضریب ارزیابی

در این آزمون از روش ارزشیابی نان‌های سنتی ایران استفاده گردید. بدین ترتیب که از افراد آموزش دیده که ۷ نفر بودند استفاده شد. طبق فرم طراحی شده بعد از پخت نان، ویژگی‌های نان (بو، طعم و مزه، ویژگی‌های سطح فوقانی و تحتانی، فرم و شکل، قابلیت جویدن و پذیرش کلی) مطابق فرم (جدول ۱) مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز داده شدند. کلیه ویژگی‌های کیفی نان

جدول ۱ - معیارهای ارزشیابی و ضرایب مربوطه در نان بربری (قرایی، ۱۳۹۱)

نام پانلیست	تاریخ	شماره نمونه	امتیاز به دست آمده
ویژگی نان بربری	درجه بندی کیفی مبنای صفر تا ۵ درجه	ضریب امتیاز قائل شده	امتیاز به دست آمده
فرم و شکل	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۱×	
فرم و شکل نامتقارن	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۲×	
ویژگی‌های پوسته سطح فوقانی نان سوختگی	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۱×	
ویژگی‌های سطح زیرین نان سوختگی	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۲×	
پوکی و تخلخل	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۳×	
خلل و فرج غیرعادی	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۲×	
سفتی و نرمی بافت و ساختار نان خمیری بودن و یا سفت بودن	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۹×	
قابلیت جویدن نان	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰		
سفت بودن	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰		
بو، طعم و مزه نان	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰		
تند و زنده	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰		

ارزیابی حسی بیاتی نان

ساخت کشور انگلستان، اندازه گیری شد و مقدار نیروی مورد نیاز (نیوتن) جهت متراکم کردن قرص‌های نان (در حدود ۲۵ درصد فشرده سازی) اندازه گیری شد.

ارزیابی بیاتی نان با تعیین رطوبت

میزان رطوبت نان در روزهای اول، سوم و پنجم بعد از پخت، با روش مصوب AACC به شماره (۴۴-۱۵)، روش دو مرحله‌ای (اندازه گیری رطوبت نان) اندازه گیری شد (AACC, 1999).

طرح آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (با ۳ تکرار) انجام شد. نتایج به دست آمده پس از تجزیه واریانس با آزمون دانکن با سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه

جهت ارزیابی بیاتی نان از روش مصوب AACC به شماره (۷۴-۳۰) استفاده شد (AACC, 1999). در ارزیابی بیاتی نان بربری پس از انتخاب ۷ نفر داور آموزش دیده، بیاتی کلیه نان‌ها بعد از روز اول، روز سوم و روز پنجم براساس امتیازدهی از ۱ تا ۶ بررسی گردید.

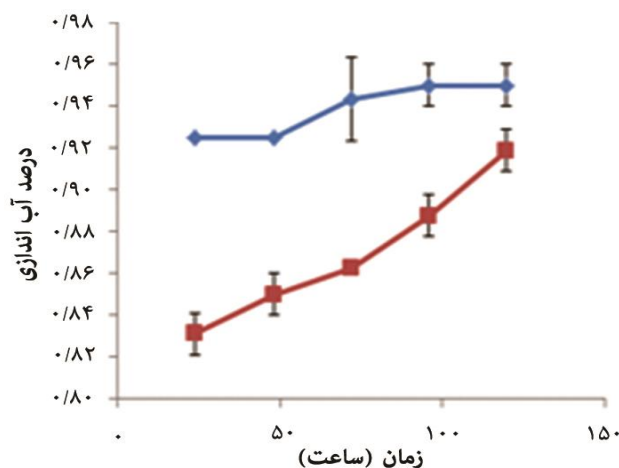
ارزیابی دستگاهی بیاتی نان با آزمون تراکم پذیری^۱

اندازه گیری سفتی نان طبق استاندارد AACC به شماره (۷۴-۰۹) انجام گرفت (AACC, 1999). برای ارزیابی بیاتی، سفتی نان‌ها در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری، با دستگاه بافت سنج هانسفیلد^۲

¹ Instron

² Houns field

استیل است که ویژگی نگهداری آب را در ژل نگهداری شده در ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌دهد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، آب‌اندازی باگذشت زمان با نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت که در توافق با یافته‌های سایر پژوهشگران در بررسی تأثیر زمان بر درصد آب‌اندازی نشاسته بود. علت افزایش آب‌اندازی در خلال نگهداری نشت زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین است. افزایش درصد آب‌اندازی به معنای رتروگراد شدن بیشتر می‌باشد (میرمقتدایی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Jyothi *et al.*, 2006؛ Hung & Morita, 2005b).



شکل ۱ - درصد آب‌اندازی نشاسته گندم (◇)، نشاسته گندم استیله (□) طی نگهداری در دمای یخچال

مقدار معادل با ویسکوزیته اوج می‌باشد. زمان اوج ویسکوزیته نشاسته گندم طبیعی بیشتر از نوع استیله بود. در اثر اتصال اتری یا استری نشاسته، هیدراسیون^۱ گرانول‌های نشاسته تسهیل می‌یابد و چون گروه استیل یک گروه آب‌دوست است، پیوستگی‌های بیشتر آب و نشاسته را سبب می‌شود و افزایش در جذب آب و قدرت آب‌دوستی بعد از استیله کردن میزان خروج آمیلوز را عمدتاً در مناطق بی‌شکل نشاسته افزایش می‌دهد، در نتیجه حلالیت بالا می‌رود و رسیدن به ویسکوزیته اوج در زمان و دمای کمتری رخ می‌دهد (صابری و همکاران، ۱۳۹۲). در طول فرایند سرد کردن سوسپانسیون، سازمان‌دهی مجدد بین مولکول‌های نشاسته بخصوص آمیلوز رخ می‌دهد و آب

شدند. از نرم‌افزار (SPSS) (Ver. 20) جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد آب‌اندازی نشاسته

همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، درصد آب‌اندازی نشاسته گندم استیله به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) کمتر از نوع اصلاح‌نشده است. در بررسی تأثیر استیله کردن روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نشاسته یولاف توسط میرمقتدایی و همکاران (۱۳۸۷) مشخص شده که درصد آب‌اندازی نشاسته با استیله کردن کاهش می‌یابد که به علت حضور گروه‌های

ویژگی‌های خمیری شدن نشاسته

مقایسه ویژگی‌های خمیر انواع نشاسته در جدول (۲) آمده است. مقایسه ویسکوزیته نشاسته‌ها با آنالیز سریع ویسکوزیته نشان داد که استیله کردن تمام ویژگی‌های ویسکوزیته (ویسکوزیته اوج، نگهداری، نهایی، اُفت و برگشت) را افزایش و دمای خمیری شدن را کاهش داده است.

این نتایج مطابق با یافته‌های سایر پژوهشگران می‌باشد. آنها نیز در مطالعه خود دریافتند که ویسکوزیته اوج، نگهداری و اُفت نشاسته ذرت دندان‌ی و مومی در اثر استیله‌شدن افزایش و دمای خمیری شدن کاهش یافت (Zaidul *et al.*, 2007; Wilkins *et al.*, 2003). Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که اعداد ویسکوزیته نگهداری و اُفت یک

¹ Hydration

ویسکوزیته اُفت و ویسکوزیته نهایی به‌عنوان ویسکوزیته برگشت در نظر گرفته می‌شود. بسیاری از مطالعه‌ها نیز افزایش ویسکوزیته برگشت را طی استیله کردن نشاسته نشان داده است (Wilkins *et al.*, 2003; Wickramasinghe *et al.*, 2009).

در بین زنجیره‌های نشاسته به دام می‌افتد و در نتیجه شکل‌گیری ژل، ویسکوزیته افزایش می‌یابد که به‌عنوان ویسکوزیته نهایی تعریف می‌شود. افزایش ویسکوزیته نهایی در اکثر پژوهش‌ها روی انواع نشاسته استیله مشاهده شده است. چون گروه استات تجمع دوباره آمیلوز را طی سرد کردن تسهیل می‌کند. تفاوت بین

جدول ۲ - مقایسه ویژگی‌های خمیری شدن نشاسته‌ها

نوع نقطه خمیری شدن نشاسته (°C)	زمان اوج (دقیقه)	ویسکوزیته اوج (Cp)	ویسکوزیته نگهداری (Cp)	ویسکوزیته نهایی (Cp)	ویسکوزیته شکست (Cp)	ویسکوزیته برگشت (Cp)
NWS 74/20 ± 0.5 ^a	6/54 ± 0.07 ^a	210.5 ± 3 ^b	1564 ± 27 ^b	250.4 ± 33 ± 10/50 ^b	559 ± 24 ^a	958/33 ± 37/50 ^b
AWS 70/87 ± 0.36 ^b	6/34 ± 0.04 ^b	260.3 ± 88 ^a	1834/33 ± 51/50 ^a	3128/33 ± 23/50 ^a	768/33 ± 139/50 ^a	1294 ± 75 ^a

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح $P = 0.05$ است (NWS: نشاسته گندم؛ AWS: نشاسته گندم استیله).

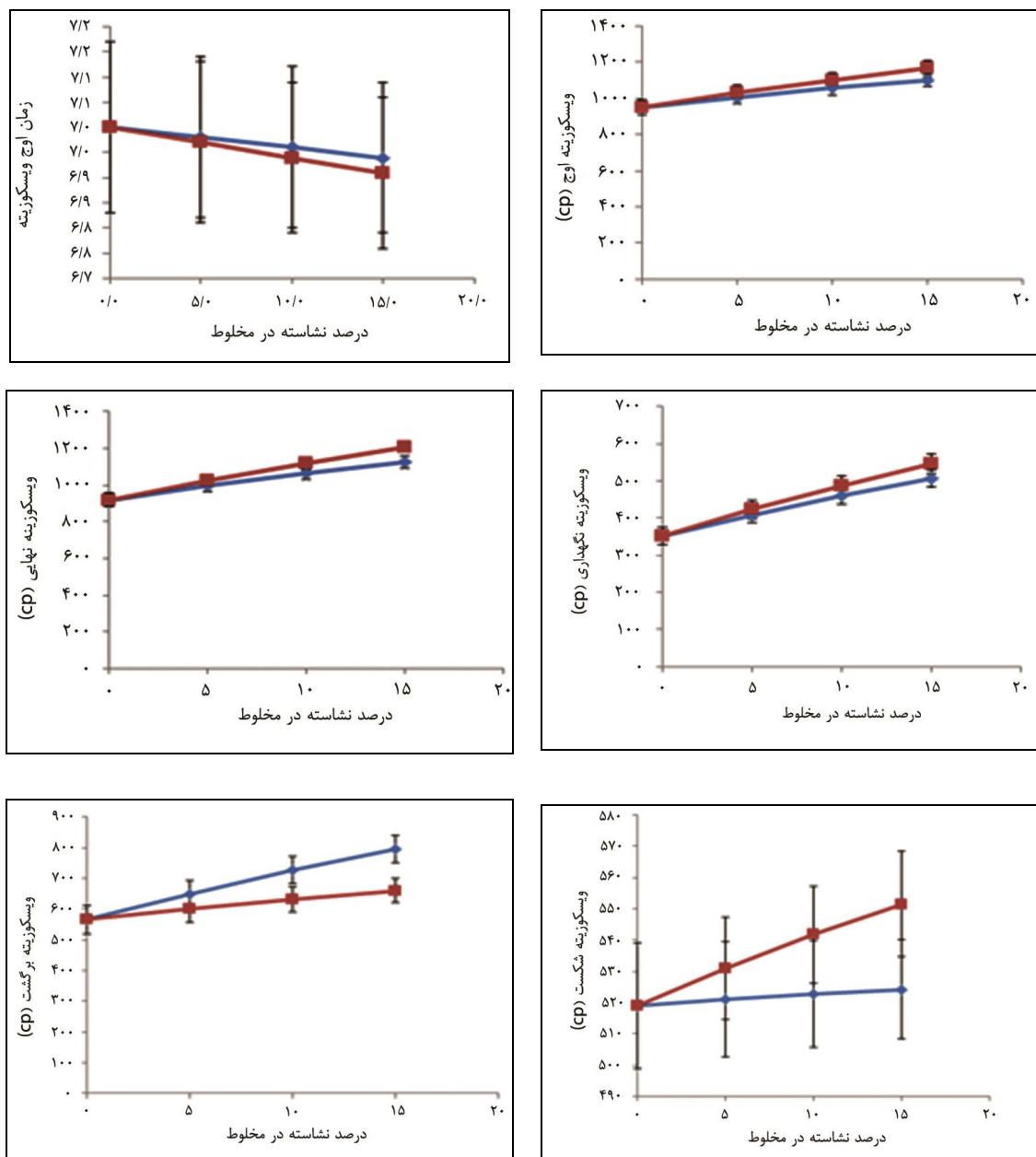
قدرت تورم و ویسکوزیته پیک بالای دارند به دلیل نیروهای داخل مولکولی ضعیف به آسانی تجزیه می‌شوند، بنابراین به نیروی برش و همچنین افزایش دما، حساس‌تر می‌شوند. تمام ویژگی‌های ویسکوزیته مخلوط آرد و هر کدام از نشاسته‌ها بیشتر از شاهد (آرد خالص) بود. زمان اوج تمام تیمارها به‌طور معنی‌داری از شاهد کمتر بود. با افزایش درصد نشاسته‌ها تمام مشخصات ویسکوزیته به‌طور معنی‌داری افزایش و زمان اوج ویسکوزیته، کاهش یافت که مطابق با نتایج مطالعه Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) است.

نتایج حاصل از فارینوگرام

باتوجه به نتایج آزمایش‌های درصد آب‌اندازی و ویسکوزیته، نشاسته گندم استیله دارای ویژگی بهتری نسبت به نشاسته اصلاح‌نشده است و از آنجا که آرد گندم به‌طور طبیعی دارای نشاسته می‌باشد، لذا از افزودن دوباره نشاسته گندم صرف‌نظر شده و آزمون‌های رئولوژیکی و پخت نان فقط با تیمارهای حاوی نشاسته گندم استیله انجام و با نمونه شاهد مقایسه شد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، جایگزینی با نشاسته، تغییر معنی‌داری در زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر ایجاد نکرد ($P > 0.05$)، اما جذب آب را نسبت به شاهد کاهش داد.

ویژگی‌های خمیری شدن مخلوط نشاسته گندم معمولی و استیله با آرد گندم

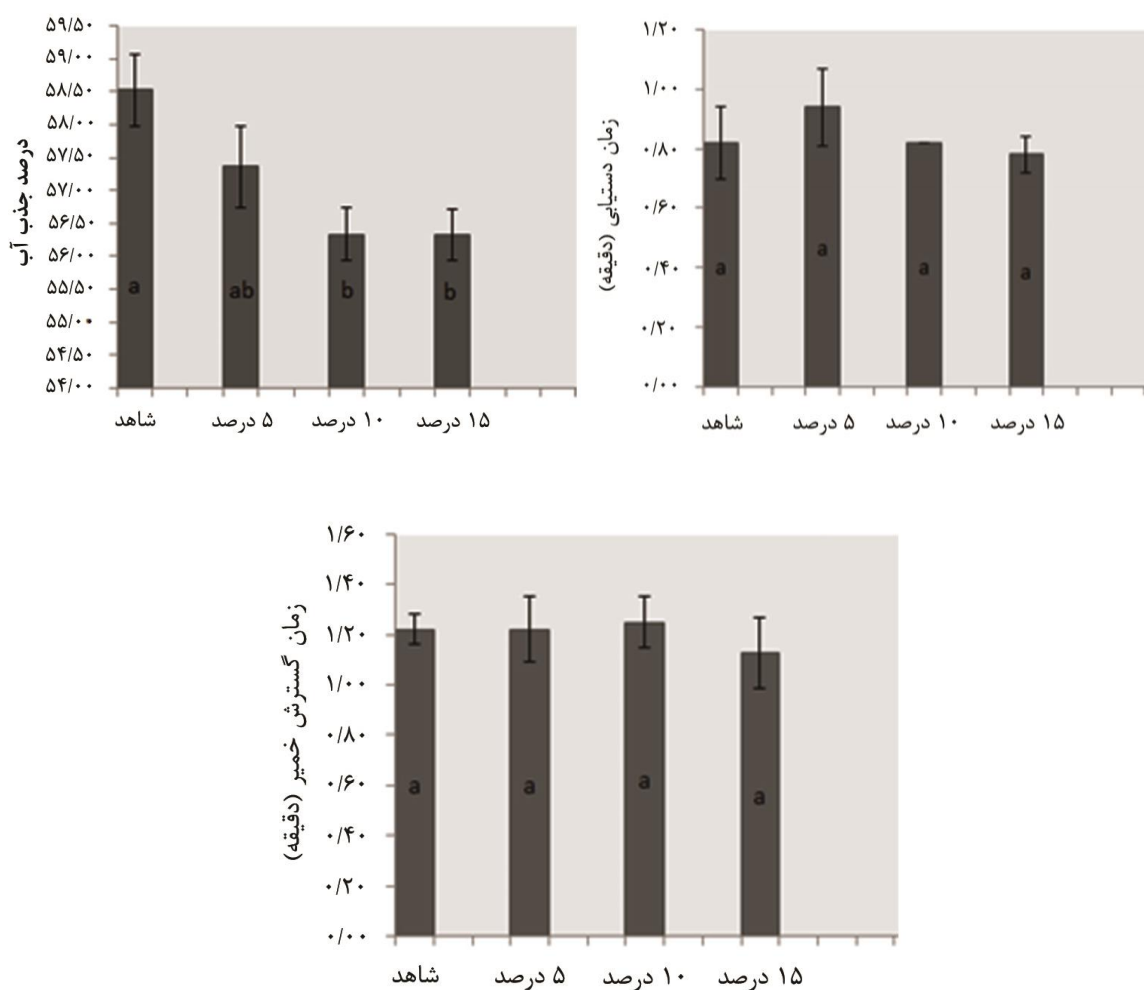
شکل (۲) منحنی مربوط به ویژگی‌های خمیر حاوی آرد و درصد‌های مختلف نشاسته را نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج، دمای خمیری شدن مربوط به تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشت ($P > 0.05$). سایر پژوهشگران هم در بررسی دمای خمیری شدن مخلوط آرد و نشاسته‌ها در مقادیر ۱۰ تا ۵۰ درصد تغییر معنی‌داری مشاهده نکردند (Zaidul *et al.*, 2007). ویسکوزیته اوج، نگهداری، شکست و ویسکوزیته نهایی مخلوط ویسکوزیته گندم استیله و آرد به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بیشتر از مخلوط ویسکوزیته طبیعی و آرد بود، اما ویسکوزیته برگشت مخلوط نشاسته‌های استیله و آرد به‌طور معنی‌داری کمتر از مخلوط نشاسته‌های طبیعی و آرد بود. ویسکوزیته برگشت قابلیت تشکیل ژل یا تمایل به رترورگرید شدن آمیلوز را نشان می‌دهد. در مطالعه Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش قابل ملاحظه ویسکوزیته پیک، مخلوط نشاسته سیب‌زمینی و آرد با ویسکوزیته برگشت کمتر مرتبط بود. همچنین در مطالعه آنها مخلوط آرد و نشاسته سیب‌زمینی با وجود ویسکوزیته پیک بالا ویسکوزیته شکست بیشتری داشت که مطابق با نتایج مطالعه ماست. در صورتی که ویسکوزیته شکست درجه متلاشی شدن گرانول‌ها یا پایداری خمیر را نشان می‌دهد و نشاسته‌هایی که



شکل ۲- خصوصیات ویسکوزیته برای مخلوط آرد گندم- نشاسته گندم (◇)، آرد گندم- نشاسته گندم استیله (□)

زمان گسترش تابع مقدار پروتئین می‌باشد. وقتی آرد با نشاسته رقیق می‌شود، مقدار بیشتری از آن برای گسترش خمیر و قوام مناسب نیاز دارد. به‌طور کلی آردهای قوی، زمان دستیابی و توسعه طولانی‌تری دارند. بین جذب آب خمیر و زمان گسترش خمیر یک رابطه خطی برقرار می‌باشد. در مطالعه ما هم این رابطه خطی برقرار است (شمشیرساز و همکاران، ۱۳۹۳؛ محبی، ۱۳۹۲؛ Miyazaki et al., 2005a; Hung et al., 2007).

یافته‌های Miyazaki و همکاران (۲۰۰۵) هم نشان داده که نشاسته‌های استیله جذب آب را در کمتر از ۲۰ درصد جایگزینی کاهش می‌دهد (Miyazaki et al., 2005a). زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاسته گندم استیله به کمتر از شاهد رسیده است ($P > 0.05$). بیشترین زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر نسبت به شاهد مربوط به ۵ و ۱۰ درصد جایگزینی بود. این نتایج در تطابق با یافته‌های سایر پژوهشگران است. تغییرات



شکل ۳ - مقایسه نتایج حاصل از فارینوگراف آرد شاهد و تیمار شده با درصد های مختلف نشاسته گندم استیله

۱۳۹۲؛ Hung & Morita, 2004). می توان چنین نتیجه گرفت که افزودن گلوتن در مطالعه ما باعث افزایش مقاومت حتی در مقادیر بالای جایگزینی شده است. Hung و Morita (۲۰۰۴) هم در بررسی تأثیر نشاسته ذرت مومی پیوند عرضی شده بر کشش خمیر نشان دادند که قابلیت کشش خمیر همواره با افزایش مقدار جایگزینی کاهش می یابد. قابلیت کشش کمتر خمیر حاوی نشاسته استیله ممکن است به علت مداخله گروه های استیل در پیوستگی های بین مولکولی پروتئین های گلوتن و در نتیجه تضعیف ساختار خمیر و کاهش قابلیت کشش خمیر باشد (محبی، ۱۳۹۲).

نتایج حاصل از اکستنسوگرام

باتوجه به نتایج جدول (۳) مقاومت خمیر به کشش، تغییرات انرژی و ضریب کشش خمیر حاوی نشاسته به طور معنی داری نسبت به شاهد بیشتر بود و قابلیت کشش خمیر در تمامی تیمارها به طور معنی داری کمتر از شاهد بود ($P < 0.05$). بیشترین مقاومت، تغییرات انرژی و ضریب کشش مربوط به خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاسته گندم استیله بود.

طبق یافته های سایر پژوهشگران نیز افزودن نشاسته تا ۱۵ درصد باعث افزایش مقاومت خمیر می شود (شمشیرساز و همکاران، ۱۳۹۳؛ محبی،

جدول ۳ - مقایسه میانگین نتایج حاصل از اکستنسوگراف آرد شاهد و تیمار شده با درصد‌های مختلف نشاسته گندم استیله

تیمار	مقاومت (واحد برابندر ^۱)	قابلیت کشش (میلی‌متر)	ضریب کشش (واحد برابندر بر میلی‌متر)
شاهد	۱۳۵ (دقیقه) ۲۰۸/۰۰ ^d	۹۰ (دقیقه) ۱۶۶/۰۰ ^a	۱۳۵ (دقیقه) ۱/۳۳ ^d
۵٪ نشاسته	۹۰ (دقیقه) ۲۴۹/۰۰ ^c	۹۰ (دقیقه) ۱۵۶/۰۰ ^b	۹۰ (دقیقه) ۱/۳۰ ^d
۱۰٪ نشاسته	۳۰۹/۰۰ ^b	۱۳۱/۰۰ ^c	۲۳۷ ^b
۱۵٪ نشاسته	۴۷۱/۰۰ ^a	۱۲۰/۰۰ ^d	۳۹۰ ^a

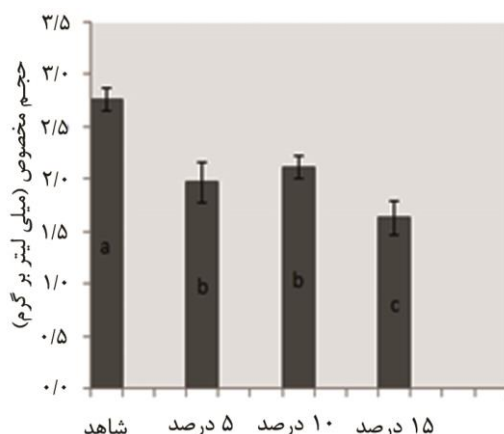
حجم و ویژه نان

طبق شکل (۴) جایگزینی آرد با نشاسته، حجم و حجم ویژه نان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در بیشتر مطالعات جایگزینی تا سطح ۱۰ درصد و کمتر باعث افزایش حجم نان شده است و بیشتر از آن منجر به کاهش پتانسیل پخت نان و کاهش حجم و حجم ویژه نان شده است (احمدیان، ۱۳۸۵؛ Hung & Miyazaki *et al.*, 2005b؛ Morita, 2004, 2005a؛ Defloor *et al.*, 1993؛ Rodgers Walt, 1971). اگرچه ۸ درصد گلوتن جایگزین شد، اما ممکن است این مقدار گلوتن برای بهبود حجم نان کافی نباشد. دلیل دیگر کاهش حجم نان طی جایگزینی با نشاسته استیله می‌تواند به علت پایین بودن سطح استیله کردن نشاسته باشد (میرمقتدایی و همکاران، ۱۳۸۷).

ارزیابی حسی کیفیت نان

طبق نظر ارزیابان آموزش‌دیده (جدول ۴) در مورد فرم و شکل، ویژگی‌های سطح فوقانی و زیرین پوسته نان تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی نشاسته گندم

استیله و شاهد وجود نداشت و تفاوت بین سطوح جایگزینی نشاسته هم معنی‌دار نبود. در ارتباط با پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن و طعم و مزه، نمونه‌های حاوی نشاسته گندم استیله امتیاز بیشتری نسبت به شاهد داشتند. به‌طور کلی نان حاوی نشاسته گندم استیله پذیرش بیشتری نسبت به شاهد داشت. تفاوت معنی‌داری بین سطوح جایگزینی وجود نداشت.



شکل ۴ - تأثیر سطوح مختلف نشاسته گندم استیله بر حجم ویژه نان

جدول ۴ - تأثیر سطوح مختلف نشاسته گندم استیله بر امتیاز بیاتی به روش حسی

ویژگی‌ها	فرم و شکل	خصوصیات سطح فوقانی	خصوصیات سطح زیرین	پوکی و تخلخل	سفتی و نرمی بافت	قابلیت جویدن	بو و طعم و مزه	پذیرش کلی
شاهد	۵/۰۰ ^a	۸/۹۵ ^a	۴/۴۸ ^a	۷/۸۱ ^a	۹/۷۱ ^c	۶/۰۰ ^c	۳۶/۸۶ ^b	۷۸/۸۱ ^b
۵ درصد نشاسته	۵/۰۰ ^a	۸/۲۹ ^a	۴/۰۵ ^a	۸/۰۰ ^a	۱۱/۳۹ ^{abc}	۷/۸۱ ^b	۴۲/۰۰ ^a	۸۶/۴۴ ^a
۱۰ درصد نشاسته	۵/۰۰ ^a	۸/۲۹ ^a	۴/۱۹ ^a	۸/۰۰ ^a	۱۲/۱۴ ^{ab}	۷/۱۴ ^{bc}	۴۲/۸۶ ^a	۸۷/۶۳ ^a
۱۵ درصد نشاسته	۵/۰۰ ^a	۸/۸۶ ^a	۴/۰۵ ^a	۸/۲۹ ^a	۱۳/۱۴ ^a	۹/۳۳ ^a	۴۰/۷۱ ^{ab}	۸۹/۳۸ ^a

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح $P = 0.05$ است.

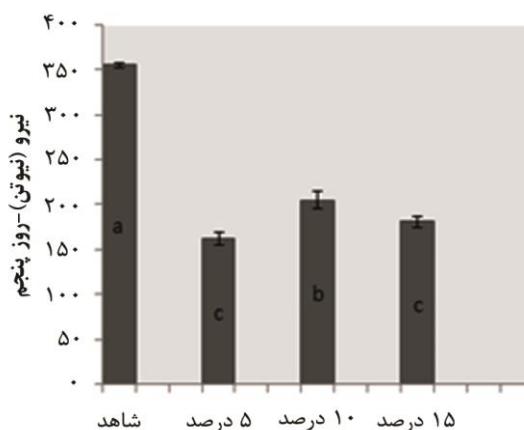
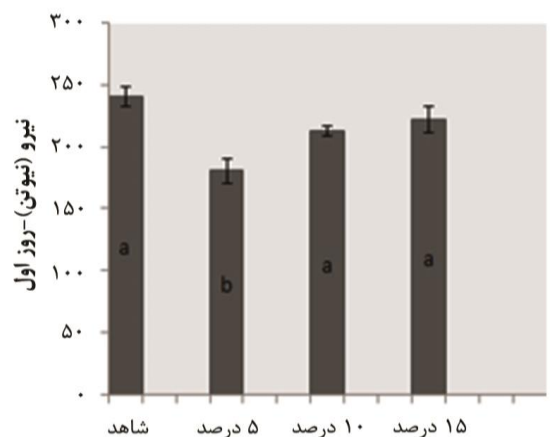
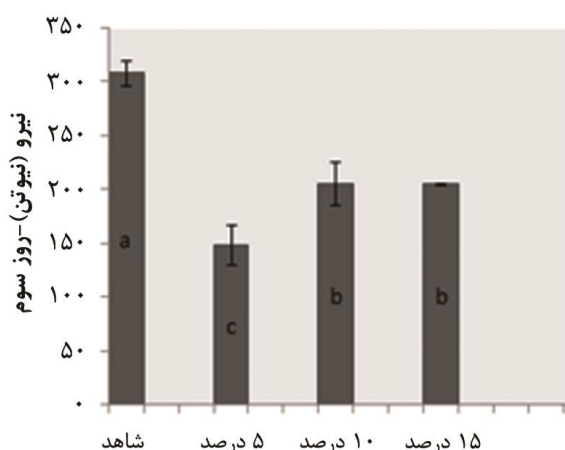
ارزیابی بیاتی به روش دستگامی

طبق شکل (۵) افزایش درصد جایگزینی نشاسته باعث افزایش سفتی مغز نان شد. در روز اول، سوم و پنجم

نشاسته گندم استیله باعث کاهش معنی‌دار سفتی نان نسبت به شاهد شد. کمترین بیاتی مربوط به ۵ درصد نشاسته گندم استیله بود. بیاتی مغز نان در ابتدا به

نشاسته بیشتر، سفتی بافت بیشتری مشاهده می‌شود (مجدوبی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Hung & Morita, 2004). نشاسته‌ای که به سختی متورم و ژلاتینه شود، عامل سفتی نان می‌باشد. از آنجایی که نشاسته استیله دمای ژلاتینه شدن کمتری دارد، باعث کاهش سفتی مغز نان می‌شود (مجدوبی و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج در تطابق با یافته‌های Miyazaki و همکاران (۲۰۰۵) در مورد نشاسته تاپیوکا می‌باشد.

علت رتروگرید شدن آمیلوز و بعد به علت کریستالیزاسیون آمیلوپکتین است که منجر به سفتی بیشتر مغز نان می‌شود (Hung *et al.*, 2007)، از آنجایی که در نشاسته گندم آمیلوپکتین غالب نیست، نمی‌تواند عامل رتروگرید شدن نشاسته و سفتی مغز نان در طول نگهداری باشد. یک رابطه مثبت بین سفتی نان و میزان کریستالی شدن نشاسته وجود دارد. متبلور شدن نشاسته طی زمان نگهداری نان افزایش می‌یابد و باعث سفتی می‌شود. لذا در نمونه‌های حاوی



شکل ۵ - تأثیر سطوح مختلف نشاسته گندم استیله بر سفتی بافت نان

ندادند (Dapcevic Hadnadev *et al.*, 2014). یک رابطه مستقیم بین مقدار جذب آب خمیر و رطوبت نان در ساعات اولیه بعد از سرد کردن نان وجود دارد (Dapcevic Hadnadev *et al.*, 2014). افزایش جذب آب آرد موجب می‌شود تا شبکه گلوآنی هرچه منظم‌تر تشکیل شود و سبب کاهش از دست رفتن رطوبت فراورده حین پخت شود (محبی، ۱۳۹۲). در چندین

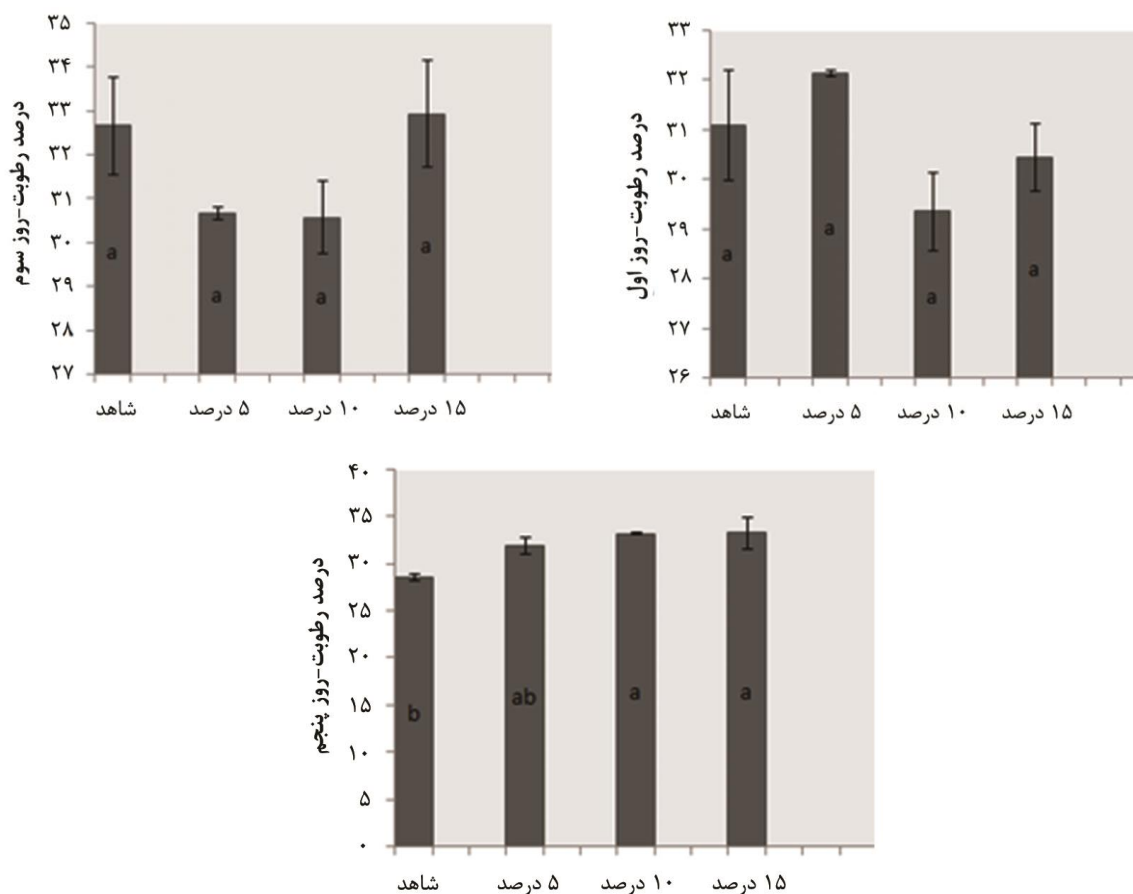
اندازه‌گیری رطوبت نان

یافته‌های Miyazaki و همکاران (۲۰۰۶) هم نشان داده که نشاسته‌های استیله جذب آب را در کمتر از ۲۰ درصد جایگزینی کاهش می‌دهد. پژوهشگران در مطالعه دیگری در بررسی تأثیر نشاسته استری شده گزارش دادند که هیچ‌کدام از نشاسته‌های استری شده ظرفیت نگهداری آب خوبی بعد از ۷۲ ساعت نشان

است (Morita *et al.*, 2002; Sanz-Penella *et al.*, 2010).

طبق شکل (۶) در روز اول و سوم تفاوت معنی‌داری در رطوبت نان حاوی نشاسته و شاهد وجود نداشت. در روز پنجم نان حاوی نشاسته گندم استیله به‌طور معنی‌داری رطوبت بیشتری نسبت به شاهد داشت ($P < 0.05$). تفاوت معنی‌داری بین سه سطح جایگزینی وجود نداشت ($P > 0.05$).

مطالعه بیان شده است که نان‌های تهیه‌شده با مقدار آب بیشتر رطوبت بیشتری را نشان دادند (Morita *et al.*, 2002; Sabanis & Tzia, 2011). در مطالعه ما هم نتایج حاصل از فارینوگراف تفاوت معنی‌داری در جذب آب بین سه سطح جایگزینی نشان نداد. به نظر می‌رسد جایگزینی بیشتر از ۱۵ درصد در تغییر مقدار رطوبت مؤثرتر است. سایر پژوهشگران هم گزارش دادند که جایگزین کردن آرد گندم در مقادیر بیشتر از ۲۰ درصد منجر به تغییر قابل ملاحظه رطوبت شده



شکل ۶ - تأثیر سطوح مختلف نشاسته گندم استیله بر تغییرات رطوبت نان در اثر ماندگاری

قابلیت تشکیل ژل یا رتروگریداسیون کمتر می‌تواند در برخی از فرآورده‌های برپایه گندم بخصوص نان مفید باشد. نتایج آزمون‌های رئولوژیکی نشان داد که افزودن نشاسته گندم استیله تغییر معنی‌داری در زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر ایجاد نکرد، اما جذب آب را نسبت به کنترل کاهش داد. بیشترین زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر نسبت به کنترل مربوط به ۵ و ۱۰ درصد نشاسته گندم استیله بود.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمون آب‌اندازی کمترین درصد آب‌اندازی را برای نشاسته گندم استیله نشان داد. مقایسه ویسکوزیته نشاسته‌ها با آنالیز سریع ویسکوزیته نشان داد که بهترین ویژگی‌های ویسکوزیته مربوط به نشاسته گندم استیله و مخلوط آن با آرد گندم بود. بنابراین جایگزینی بخشی از آرد گندم با نشاسته گندم استیله به علت ویسکوزیته برگشت کمتر در نتیجه

گندم استیله بیشترین امتیاز را داشت. آزمون بافت‌سنجی نشان داد که نشاسته گندم استیله باعث کاهش بیاتی نان می‌شود و کمترین بیاتی مربوط به ۵ درصد نشاسته گندم استیله بود، اما اندازه‌گیری میزان رطوبت نشان داد که نشاسته گندم استیله تأثیری در حفظ رطوبت نان نداشت. در نهایت ۵ درصد نشاسته گندم استیله می‌تواند باعث بهبود کیفیت نان بربری و تأخیر بیاتی شود.

مقاومت خمیر به ککش افزایش و قابلیت ککش خمیر نسبت به کنترل کاهش می‌یابد. بیشترین مقاومت، تغییرات انرژی و ضریب ککش مربوط به خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاسته گندم استیله بود. حجم و حجم ویژه نان با افزودن نشاسته کاهش می‌یابد. نتایج ارزیابی کیفی نان نشان داد که نشاسته گندم استیله ویژگی بهتری در نان ایجاد می‌کند. طبق نتایج ارزیابی بیاتی به روش حسی نان حاوی نشاسته

منابع

- ۱- احمدیان، ف. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر نشاسته ذرت مومی رتروگرید شده بر روی ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفیت نان باگت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، تهران.
- ۲- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۷۱. روش اندازه‌گیری پروتئین نشاسته. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۲۸، چاپ اول.
- ۳- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۷۱. روش اندازه‌گیری چربی نشاسته. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۹۸، چاپ اول.
- ۴- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۷۱. روش اندازه‌گیری رطوبت نشاسته. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۹۷، چاپ اول.
- ۵- سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۹۰. روش اندازه‌گیری خاکستر نشاسته. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۷۲۶، چاپ دوم.
- ۶- شمشیرساز، م.، میرزایی، ح.، عزیزی، م.ح. و اعلمی، م. ۱۳۹۳. تأثیر نشاسته تعدیل‌شده ذرت بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان بربری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۵: ۱۳۳-۱۴۵.
- ۷- صابری، ب.، مجذوبی، م. و فرحناکی، ع. ۱۳۹۲. تأثیر هیدروکسی‌پروپیل‌اسیون بر خصوصیات رئولوژیکی، مورفولوژیکی و گرمایی نشاسته گندم و جودوسر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴۱: ۲۳-۳۳.
- ۸- قرایی، ز. ۱۳۹۱. تأثیر هیدروکلونیدهای کتیرا و ثعلب بر کیفیت نان بربری حاصل از خمیر منجمد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۹- مجذوبی، م.، روشن، ف.، کدیور، م.، فرحناکی، ع. و صابری، ب. ۱۳۹۲. تأثیر افزودن نشاسته گندم اصلاح‌شده با فرایند حرارتی- رطوبتی بر خصوصیات خمیر و نان حجیم. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۳: ۱۵۵-۱۶۴.
- ۱۰- محبی، ز. ۱۳۹۲. بررسی اثر افزودن بتاگلوکان و نشاسته مقاوم بر خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی، رئولوژیکی و حسی نان پری‌بیوتیک حاصل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تغذیه دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی، تبریز.
- ۱۱- میرمقتدایی، ل.، کدیور، م. و شاهی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر تعدیل‌های شیمیایی ایجاد اتصال عرضی و استیله کردن بر خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی نشاسته یولاف. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مشهد مقدس، ۲۴-۲۵ مهرماه ۱۳۸۷.
- 12- AACC. 1999. Approved method of the American Association of cereal chemists. 08-01, 30-10, 38-12, 44-15, 44-16, 46-12, 54-10, 74-09, 74-30. St. Paul, MN: Minnesota, USA: The Association.
- 13- AACC. 2011. Approved method of the American Association of cereal chemists. 54-21, St. Paul, Minnesota, USA: The Association.
- 14- Hadnadev, T.R.D., Hadnadev, M.S., Dokic, L.P., Pojic M.M., & Torbica, A.M. 2014. Rheological and breadmaking properties of wheat flours supplemented with octenyl succinic anhydride-modified waxy maize starches. Food and Bioprocess Technology, 7(1):235-247.
- 15- Defloor, I., NYS, M., & Delcour, J.A. 1993. Wheat Starch, Cassava Starch and Cassava Flour Impairment of the Breadmaking Potential of Wheat Flour. Creal Chemistry, 70:526-530.

- 16- Van Hung, P., & Morita, N. 2004. Dough properties and bread quality of flours supplemented with cross-linked corn starch. *Food Research International*, 37(5):461-467.
- 17- Van Hung, P., & Morita, N. 2005a. Thermal and Rheological Properties of Dough and Bread as Affected by Various Cross-linked Cornstarch Substitutions. *Starch*, 57(11):540-546.
- 18- Van Hung, P., & Morita, N. 2005b. Physicochemical properties of hydroxypropylated and cross-linked starches from A-type and B-type wheat starch granules-Review. *Carbohydrate polymers*, 59:239-246.
- 19- Van Hung, P., Maeda, T., & Morita, N. 2007. Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution. *Food Research International*, 40:273-279.
- 20- Jyothi, A.N., Moorthy, S.N., & Rajasekharan, K.N. 2006. Effect of cross-linking with epichlorohydrin on the properties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Starch. *Starch*, 58:292-299.
- 21- Miyazaki, M., Maeda, T., & Morita, N. 2005a. Gelatinization properties and bread quality of flours substituted with hydroxypropylated, acetylated and phosphorylated cross-linked tapioca starches. *Japanese Society of Applied Glycoscience*, 52:345-350.
- 22- Miyazaki, M., Maeda, T., & Morita, N. 2005b. Starch retrogradation and firming of bread substituted with hydroxypropylated, acetylated and phosphorylated cross-linked tapioca starches for wheatflour. *Cereal Chemistry*, 82:639-644.
- 23- Miyazaki, M., Van Hung, Ph.V., Maeda, T., & Morita, N. 2006. Recent advances in application of modified starches for breadmaking. *Trends in Food Science and Technology*, 17:591-599.
- 24- Morita, N., Maeda, T., Miyazaki, M., Yamamori, M., Miura, H., & Ohtsuka, I. 2002. Effect of substitution of waxy-wheat flour for common flour on dough and baking properties. *Food Science and Technology Research*, 8:119-124.
- 25- Ragaee, S., & Abdel-Aal, El-S.M. 2006. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. *Food Chemistry*, 95:9-18.
- 26- Rodgers Walt, M.A. 1971. Properties of starch as related to the characteristics of starch-structured breads. A thesis for the degree of Master of Science submitted to Oregon State University. Department of Foods and Nutrition.
- 27- Sabanis, D., & Tzia, C. 2011. Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. *Food Science and Technology International*, 17:279-291.
- 28- Sanz-Penella, J.M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Collar, C., & Haros, M. 2010. Impact of the addition of resistant starch from modified pea starch on dough and bread performance. *Europe Food Research and Technology*, 231:499-508.
- 29- Steve, W. Cui. 2005. *Food carbohydrates: Chemistry, Physical properties, and Application*. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, United States.
- 30- Swinkels, Ir.J.J.M. 1985. Composition and properties of commercial native starches. *Starch*, 37:1-5.
- 31- Toufeili, I., Habbal, Y., Shadarevian, S., & Olabi, A. 1999. Substitution of wheat starch with non-wheat starches and cross-linked waxy barley starch affects sensory properties and staling of Arabic bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79:1855-1860.
- 32- Wickramasinghe, H.A.M., Yamamoto, K., Yamauchi, H., & Noda, T. 2009. Effect of low level of starch acetylation on physicochemical properties of potato starch. *Food Science and Biotechnology*, 18:118-123.
- 33- Wilkins, M.R., Wang, P., Xu, L., Niu, Y., Tumbleson, M.E., & Rausch, K.D. 2003. Variability in starch acetylation efficiency from commercial waxy corn hybrids. *Cereal Chemistry*, 80:68-71.
- 34- Zaidul, I.S.M., Nik Norulaini, N.A., Mohd. Omar, A.K., Yamauchi, H., & Noda, T. 2007. RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato yam, and cassava starches. *Carbohydrate Polymers*, 69:784-791.

The Effect of Native and Acetylated Wheat Starches on Rheological Properties of Dough and Quality of Barbari Bread

Mansureh Ebrahimian¹, Mohammad Hossein Azizi^{2*}, Hassan Ahmadi Gavlighi³

1- postgraduated, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

* Corresponding author (azizit_m@modares.ac.ir)

3- Assistant Professor, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

The main aim of this study was to determine the effects of acetylated wheat starch (AWS) addition in different levels on the properties of dough and bread. Therefore, Syneresis and Pasting properties of Native wheat starch (NWS) and acetylated wheat starch (AWS) was investigated. Effects of incorporation of 5, 10 and 15% of those starches on properties of wheat flour were determined by using a Rapid Visco Analyzer (RVA). Then, Rheological properties of dough were determined by Farinograph and Extensograph. After measuring mass, volume and sensory evaluation, staling analysis was done by seven trained panelist, texture analyzer and moisture content was determined in 1, 3 and 5 days. Measuring syneresis and pasting properties indicated that best viscosity properties and Lower syneresis observed in AWS. The farinograph results showed a decrease in the water absorption in comparison to control but no significant difference was observed in arrival time and development time. According to Extensograph results, resistance to extension of samples containing starch was significantly more than control sample and extension ability in all treatments was significantly lower than control. Addition of both of starches resulted in reduction of bread volume and specific volume compared to control. Data obtained from sensory evaluation showed, AWS significantly resulted in the highest score in quality properties. According to the results of staling tests (sensory evaluation, texture analysis and moisture content determination), addition of AWS was successful in retarding of staling. Overall results revealed that the incorporation of 5% AWS improves the quality of Barbari bread.

Keywords: Acetylated wheat starch, Extensograph, Farinograph, Native wheat starch, Texture profile analysis