www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۵، جلد ۵، شماره ۳، صفحات ۲۳۴-۲۲۱
Doi: 10.22101/JRIFST.2016.12.19.531
JRIFST

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

منصوره ابراهیمیان[۱]، محمدحسین عزیزی[۲*]، حسن احمدی گاولیقی[۳]

۱- دانش‌آموختهٔ 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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳

واژه‌های کلیدی
اکستنسوگراف
بافت‌سنجی
فارینوگراف
نشاستهٔ گندم استیله
نشاستهٔ گندم طبیعی

چکیده

هدف اصلی در این پژوهش بررسی تأثیر افزودن درصدهای مختلف نشاستهٔ گندم استیله بر ویژگی‌های خمیر و نان بود. بدین منظور درصد آب‌اندازی و ویژگی‌های خمیری‌شدن نشاستهٔ گندم طبیعی و نشاستهٔ 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 به‌طریق تست پنل توسط ۷ ارزیاب آموزش‌دیده، دستگاه بافت‌سنج و میزان رطوبت در روزهای اول، سوم و پنجم اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی و ویژگی‌های خمیری‌شدن نشان داد که بهترین ویژگی‌های ویسکوزیته و کم‌ترین درصد آب‌اندازی مربوط به نشاستهٔ 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>۰/۰۵). در نتایج آزمون اکستنسوگراف مقاومت خمیر به کشش، به‌طور معنی‌داری نسبت به کنترل افزایش و قابلیت کشش خمیر کاهش یافت (P<۰/۰۵). حجم و حجم ویژهٔ نان با افزودن هر دو نشاسته کاهش یافت. نتایج ارزیابی کیفی نان نشان داد که نشاستهٔ گندم اَستیله ویژگی خوبی در نان ایجاد می‌کند. برپایهٔ نتایج ارزیابی بیاتی به روش حسی، بافت‌سنجی و اندازه‌گیری رطوبت، افزودن نشاستهٔ گندم استیله در تأخیر بیاتی نان مؤثر بود. درنهایت افزودن ۵ درصد نشاستهٔ گندم اَستیله باعث بهبود کیفیت نان بربری شد.

مقدمه

در کشور ما پسمان‌های نان در اثر بیات‌شدن در سطح خانواده‌ها بسیار زیاد است؛ به‌نحوی‌که 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 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). نشاستهٔ گندم ۲۸ درصد آمیلوز دارد (Swinkels, 1985). نشاستهٔ گندم ویژگی پخت عالی و احتباس گاز خوبی دارد (Rodgers Walt, 1971). یکی از راه‌های بهبود کیفیت نان

دربارهٔ نقش نشاسته، اصلاح ساختار نشاسته می‌باشد. با استفاده از نشاسته‌های اصلاح‌شده، نانوایان می‌توانند بافت محصول را کنترل و توسعه دهند و نانی تولید کنند که بافتش متفاوت از نان آرد گندم است (Miyazaki *et al.*, 2006). به‌منظور بهبود ویژگی عملکردی نشاسته می‌توان ساختار آن را با اعمال روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی یا ژنتیکی تغییر داد. نشاستهٔ اِستری‌شده گروهی از نشاسته‌های اصلاح‌شده به روش شیمیایی است که در آن بعضی از گروه‌های هیدروکسیل با گروه‌های اِستری جایگزین شده‌اند. یکی از انواع اِسترهای نشاسته، نشاستهٔ استیله است که به‌وسیلهٔ واکنش نشاسته با اَستیک‌انیدرید[1] تهیه می‌شود (Steve, 2005). نشاستهٔ اَستیله ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاصی مانند دمای ژلاتینه‌شدن پایین، حلالیت بالا، پایداری و ماندگاری خوبی داشته و به‌طور گسترده در صنایع غذایی استفاده می‌شود تا بر تغییرات نامناسب در بافت و ظاهر محصول که به‌وسیلهٔ رتروگریدشدن[2] در فرایند و انبارمانی ناشی می‌شود، غلبه کند (Miyazaki *et al.*, 2006).

درزمینهٔ بهبود کیفیت نان توسط جایگزینی آرد گندم با انواع نشاستهٔ اصلاح‌شده در تهیهٔ نان پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است. به‌عنوان مثال در مطالعهٔ انجام‌شده روی نان‌های پخته‌شده با نشاستهٔ پیوند عرضی‌شده، مشاهده شد که نان حاصل بلافاصله بعد از پخت کاملاً سفت بود که به دلیل نسبت بیشتر نشاستهٔ پیوند عرضی‌شده بود (Rodgers Walt, 1971). در مطالعه‌ای که توسط میر مقتدایی و همکاران (۱۳۸۷) صورت گرفته است، نشان داده شد که جایگزینی آرد با نشاستهٔ اَستیله موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی کیک یولاف شده است. Toufeili و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که نان با نشاستهٔ جوی مومی پیوند عرضی‌شده با فسفوروس اکسی کلرید[3] به آسانی بیات می‌شود و تغییر آنتالپی زیادی در ذوب بخش کریستالی نشاسته نشان می‌دهد. Hung و Morita (۲۰۰۴ و ۲۰۰۵) نیز از نشاستهٔ ذرت با اتصال عرضی در تهیهٔ نان استفاده کردند. آنها دریافتند که نان‌های جایگزین‌شده با ۱۰-۵ درصد نشاستهٔ ذرت دارای اتصال عرضی و گلوتن طبیعی، حجم قرص نان بیشتر و مغز نرم‌تری دارد. احمدیان (۱۳۸۵) تأثیر نشاستهٔ ذرت مومی رتروگریدشده 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 نشاستهٔ ذرت پیش‌ژلاتینه در سطوح ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد را بر کیفیت نان بربری مطالعه کردند. آنها دریافتند که ۳ و ۵ درصد جایگزینی، سبب تعویق بیاتی و بهبود کیفیت نان می‌شود. مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر نشاستهٔ گندم اصلاح‌شده با فرایند حرارتی-رطوبتی در سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد را روی کیفیت نان‌حجیم مطالعه کردند. آنها دریافتند که نشاستهٔ اصلاح‌شده 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 نشاستهٔ گندم اَستیله بر ویژگی‌های بیاتی و ماندگاری نان بربری است. باتوجه‌به بالا بودن پسمان‌های نان در کشور، این مطالعه می‌تواند در کاهش پسمان‌های حاصل از مصرف نان کارآمد باشد.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ مواد اولیه

آرد گندم با درجهٔ استخراج ۸۲ (ستاره)، از کارخانهٔ 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 مادهٔ خشک) بود که با استفاده از روش‌های استاندارد AACC تعیین گردید (AACC, 1999). نشاستهٔ گندم با رطوبت ۱۰/۱۷، چربی ۰/۷۰، خاکستر ۰/۲۶ و پروتئین ۰/۳۶ درصد و گندم اَستیله‌شده با ۱/۵ درصد اَستیک‌انیدرید، رطوبت ۱۰/۴۱، چربی ۰/۴۱، خاکستر ۰/۲۲ و پروتئین ۰/۲۱ درصد (همگی براساس مادهٔ خشک) تعیین‌شده با استاندارد ملی ایران به شماره‌های ۴۷۹۷، ۴۷۹۸، ۴۷۲۶ و ۴۷۲۸ (به ترتیب)

[1] Acetic anhydride
[2] Retrogradation
[3] Phosphorous oxychloride

از شرکت پارس خوشه پرداز شیراز و پودر گلوتن (برای جبران گلوتن رقیق‌شده) با pH=۵/۷۸، رطوبت ۳/۷۴، خاکستر ۱/۳۶ و پروتئین ۸۰/۳۴ درصد از کارخانهٔ زرماکارون تهیه گردید. خمیر مایهٔ فوری نان از شرکت ایران ملاس فریمان و نمک طعام و کیسه‌های پلی‌اتیلنی در ابعاد ۲۰×۱۸ سانتی‌متر (برای بسته‌بندی نان) از بازار تهران تهیه شد.

اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی[1] نشاسته

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

خصوصیات خمیری‌شدن 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 ویسکوزیتهٔ (Rapid Visco Analyzer RVA) مدل (StarchMaster 2, Perten Instruments, Australia) به‌عنوان تابعی از دما مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مختلف ازجمله دمای خمیری‌شدن[2]، ویسکوزیتهٔ اوج[3]، ویسکوزیتهٔ نگهداری[4]، ویسکوزیتهٔ اُفت[5]، ویسکوزیتهٔ برگشت[6]، ویسکوزیتهٔ نهایی[7] و زمان اوج[8] از نمودار RVA به‌دست 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] Synersis
[2] Pasting temperature
[3] Peak viscosity
[4] Trough viscosity
[5] Break down viscosity
[6] Setback viscosity
[7] Final viscosity
[8] Peak time

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

رابطهٔ (۱)

$$\text{درصد گلوتن لازم} = \frac{\text{درصد نشاسته} \times 8}{100}$$

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 اولیهٔ موردنیاز در تهیهٔ نان بربری آرد، آب، نمک و مخمر است. میزان نمک ۱/۸ درصد و میزان مخمر ۱ درصد (برحسب ۱۰۰ کیلوگرم آرد) می‌باشد. نشاستهٔ گندم اَستیله در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد استفاده شد. گلوتن هم به مقدار ۸ درصد از مقدار نشاستهٔ اضافه‌شده، به فرمولاسیون اضافه شد. آب مورد نیاز جهت تیمارهای مختلف باتوجه‌به میزان افزودنی‌ها توسط فارینوگراف تعیین شد.

نان‌ها بعد از پخت و خنک شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی دولایه بسته‌بندی شده و در شرایط محیطی نگهداری شدند و در روزهای اول، سوم و پنجم ازنظر بیاتی مورد بررسی قرار گرفتند (قرایی، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری حجم و حجم ویژهٔ نان

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

ارزیابی حسی کیفیت نان

در این آزمون از روش ارزشیابی نان‌های سنتی ایران استفاده گردید. بدین‌ترتیب که از افراد آموزش‌دیده که ۷ نفر بودند استفاده شد. طبق فرم طراحی‌شده 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 براساس آزمون حسی طبق رابطهٔ ذیل محاسبه و ارزیابی می‌گردد (قرایی، ۱۳۹۱).

رابطهٔ (۲)

$$Q= P*G$$

امتیاز به‌دست‌آمده =Q

نتیجهٔ ویژگی آزمون (درجه‌بندی کیفی) =P

ضریب ارزیابی =G

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

فرم ارزشیابی نان بربری			
نام پانلیست	تاریخ	شماره نمونه	
ویژگی نان بربری	درجه‌بندی کیفی مبنای صفر تا ۵ درجه	ضریب امتیاز قائل‌شده	امتیاز به‌دست‌آمده
فرم و شکل فرم و شکل نامتقارن	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۱×	
ویژگی‌های پوستهٔ سطح فوقانی نان سوختگی	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۲×	
ویژگی‌های سطح زیرین نان سوختگی	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۱×	
پوکی و تخلخل 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	۳×	
قابلیت جویدن نان سفت بودن	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۲×	
بو، طعم و مزهٔ نان تند و زننده	۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۰	۹×	

ارزیابی حسی بیاتی نان

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

ارزیابی دستگاهی بیاتی نان با آزمون تراکم‌پذیری[1]

اندازه‌گیری سفتی نان طبق استاندارد AACC به شمارهٔ (۰۹-۷۴) انجام گرفت (AACC, 1999).

برای ارزیابی بیاتی، سفتی نان‌ها در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری، با دستگاه بافت‌سنج هانسفیلد[2] ساخت کشور انگلستان، اندازه‌گیری شد و مقدار نیروی موردنیاز (نیوتن) جهت متراکم کردن قرص‌های نان (در حدود ۲۵ درصد فشرده‌سازی) اندازه‌گیری 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 (۱۵-۴۴)، روش دو مرحله‌ای (اندازه‌گیری رطوبت نان) اندازه‌گیری شد (AACC, 1999).

طرح آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (با ۳ تکرار) انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده پس از تجزیهٔ واریانس با آزمون دانکن با سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه

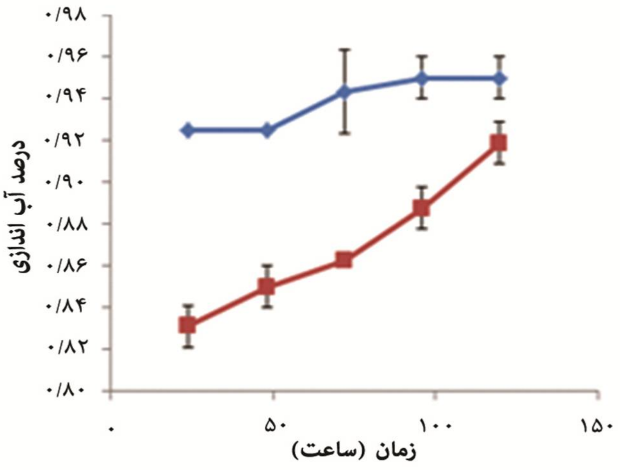
[1] Instron
[2] Houns field

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 نشاستهٔ گندم اَستیله به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کمتر از نوع اصلاح‌نشده است. در بررسی تأثیر اَستیله کردن روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نشاستهٔ یولاف توسط میرمقتدایی و همکاران (۱۳۸۷) مشخص شده که درصد آب‌اندازی نشاسته با اَستیله کردن کاهش می‌یابد که به علت حضور گروه‌های استیل است که ویژگی نگهداری آب را در ژل نگهداری‌شده در ۴ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش می‌دهد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، آب‌اندازی باگذشت زمان با نگهداری در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) 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 رتروگرادشدن بیشتر می‌باشد (میرمقتدایی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Jyothi *et al.*, 2006؛ Hung & Morita, 2005b).



شکل ۱ - درصد آب‌اندازی نشاستهٔ گندم (◊)، نشاستهٔ گندم اَستیله (□) طی نگهداری در دمای یخچال

ویژگی‌های خمیری‌شدن نشاسته

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

این نتایج مطابق با یافته‌های سایر پژوهشگران می‌باشد. آنها نیز در مطالعهٔ خود دریافتند که ویسکوزیتهٔ اوج، نگهداری و اُفت نشاستهٔ ذرت دندانی و مومی در اثر استیله‌شدن افزایش و دمای خمیری‌شدن کاهش یافت (Zaidul *et al.*, 2007; Wilkins *et al.*, 2003). Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که اعداد ویسکوزیتهٔ نگهداری و اُفت یک مقدار معادل با ویسکوزیتهٔ اوج می‌باشد. زمان اوج ویسکوزیتهٔ نشاستهٔ گندم طبیعی بیشتر از نوع استیله بود. در اثر اتصال اتری یا استری نشاسته، هیدراسیون[1] 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، درنتیجه حلالیت بالا می‌رود و رسیدن به ویسکوزیتهٔ 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

[1] Hydration

در بین زنجیره‌های نشاسته به دام می‌افتد و درنتیجه شکل‌گیری ژل، ویسکوزیته افزایش می‌یابد که به‌عنوان ویسکوزیتهٔ نهایی تعریف می‌شود. افزایش ویسکوزیتهٔ نهایی در اکثر پژوهش‌ها روی انواع نشاستهٔ استیله مشاهده شده است. چون گروه استات تجمع دوباره آمیلوز را طی سرد کردن تسهیل می‌کند. تفاوت بین ویسکوزیتهٔ اُفت و ویسکوزیتهٔ نهایی به‌عنوان ویسکوزیتهٔ برگشت درنظر گرفته می‌شود. بسیاری از مطالعه‌ها نیز افزایش ویسکوزیتهٔ برگشت را طی استیله کردن نشاسته نشان داده است (Wilkins *et al.*, 2003; Wickramasinghe *et al.*, 2009).

جدول ۲ - مقایسهٔ ویژگی‌های خمیری‌شدن نشاسته‌ها

نوع نشاسته	نقطهٔ خمیری‌شدن (°C)	زمان اوج (دقیقه)	ویسکوزیتهٔ اوج (Cp)	ویسکوزیتهٔ نگهداری (Cp)	ویسکوزیتهٔ نهایی (Cp)	ویسکوزیتهٔ شکست (Cp)	ویسکوزیتهٔ برگشت(Cp)
NWS	۷۴/۲۰±۰/۰۵[a]	۶/۵۴±۰/۰۷[a]	۲۱۰۵±۳[b]	۱۵۶۴±۲۷[b]	۲۵۰۴/۳۳±۱۰/۵۰[b]	۵۵۹±۲۴[a]	۹۵۸/۳۳±۳۷/۵۰[b]
AWS	۷۰/۸۷±۰/۳۶[b]	۶/۳۴±۰/۰۴[b]	۲۶۰۳±۸۸[a]	۱۸۳۴/۳۳±۵۱/۵۰[a]	۳۱۲۸/۳۳±۲۳/۵۰[a]	۷۶۸/۳۳±۱۳۹/۵۰[a]	۱۲۹۴±۷۵[a]

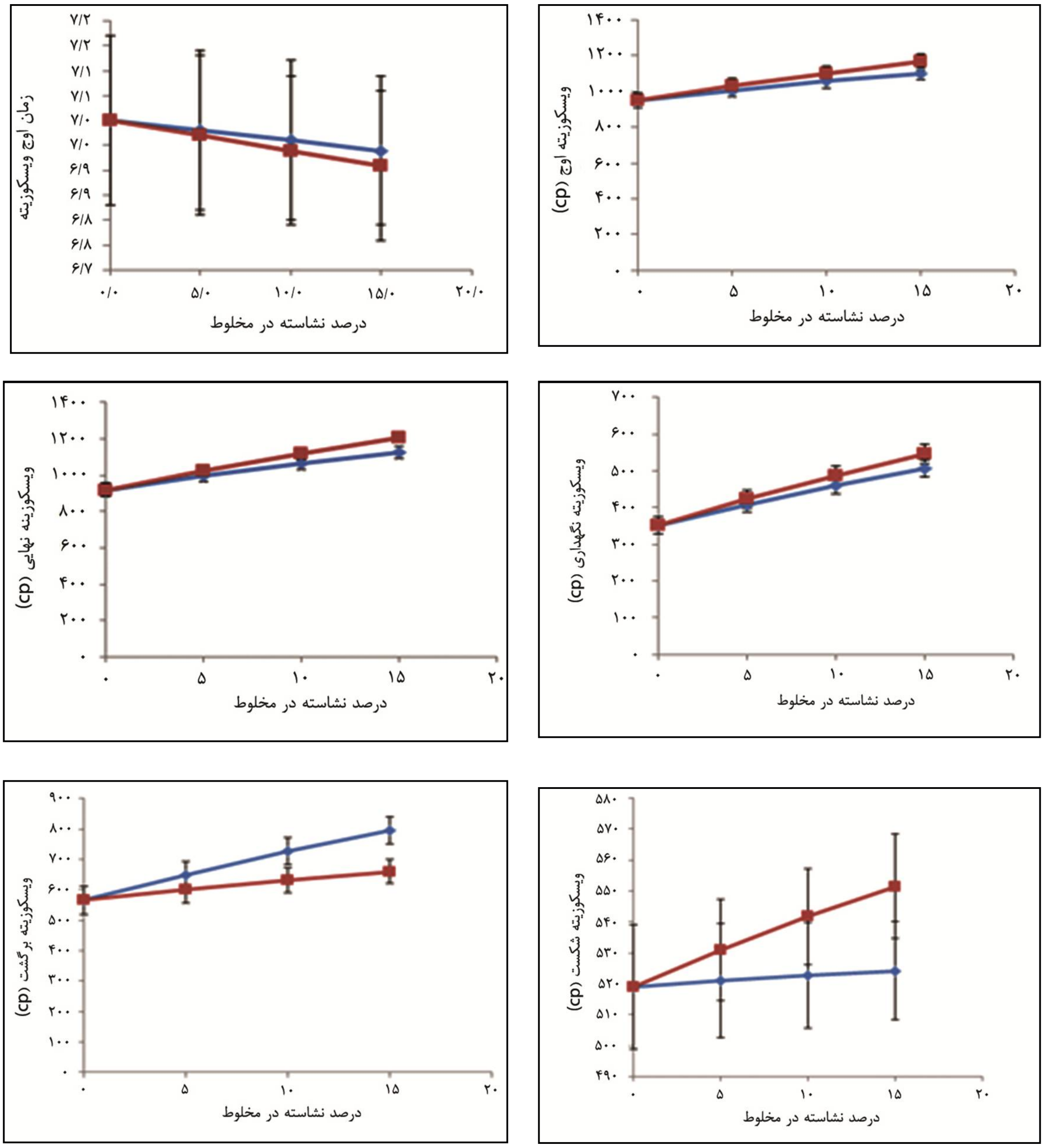
حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح $P = ۰/۰۵$ است (NWS: نشاستهٔ گندم؛ AWS: نشاستهٔ گندم استیله).

ویژگی‌های خمیری‌شدن مخلوط نشاستهٔ گندم معمولی و اَستیله با آرد گندم

شکل (۲) منحنی مربوط به ویژگی‌های خمیر حاوی آرد و درصدهای مختلف نشاسته را نشان می‌دهد. باتوجه‌به نتایج، دمای خمیری‌شدن مربوط به تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشت (P>۰/۰۵). سایر پژوهشگران هم در بررسی دمای خمیری‌شدن مخلوط آرد و نشاسته‌ها در مقادیر ۱۰ تا ۵۰ درصد تغییر معنی‌داری مشاهده نکردند (Zaidul *et al.*, 2007). ویسکوزیتهٔ اوج، نگهداری، شکست و ویسکوزیتهٔ نهایی مخلوط ویسکوزیتهٔ گندم استیله و آرد به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیشتر از مخلوط ویسکوزیتهٔ طبیعی و آرد بود، اما ویسکوزیتهٔ برگشت مخلوط نشاسته‌های استیله و آرد به‌طور معنی‌داری کمتر از مخلوط نشاسته‌های طبیعی و آرد بود. ویسکوزیتهٔ برگشت قابلیت تشکیل ژل یا تمایل به رتروگریدشدن آمیلوز را نشان می‌دهد. در مطالعهٔ Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش قابل ملاحظهٔ ویسکوزیتهٔ پیک، مخلوط نشاستهٔ سیب‌زمینی و آرد با ویسکوزیتهٔ برگشت کمتر مرتبط بود. همچنین در مطالعهٔ آنها مخلوط آرد و نشاستهٔ سیب‌زمینی با وجود ویسکوزیتهٔ پیک بالا ویسکوزیتهٔ شکست بیشتری داشت که مطابق با نتایج مطالعهٔ ماست. درصورتی‌که ویسکوزیتهٔ شکست درجهٔ متلاشی‌شدن گرانول‌ها یا پایداری خمیر را نشان می‌دهد و نشاسته‌هایی که قدرت تورم و ویسکوزیتهٔ پیک بالایی دارند به دلیل نیروهای داخل مولکولی ضعیف به آسانی تجزیه می‌شوند، بنابراین به نیروی برش و همچنین افزایش دما، حساس‌تر می‌شوند. تمام ویژگی‌های ویسکوزیتهٔ مخلوط آرد و هرکدام 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 مطالعهٔ Zaidul و همکاران (۲۰۰۷) است.

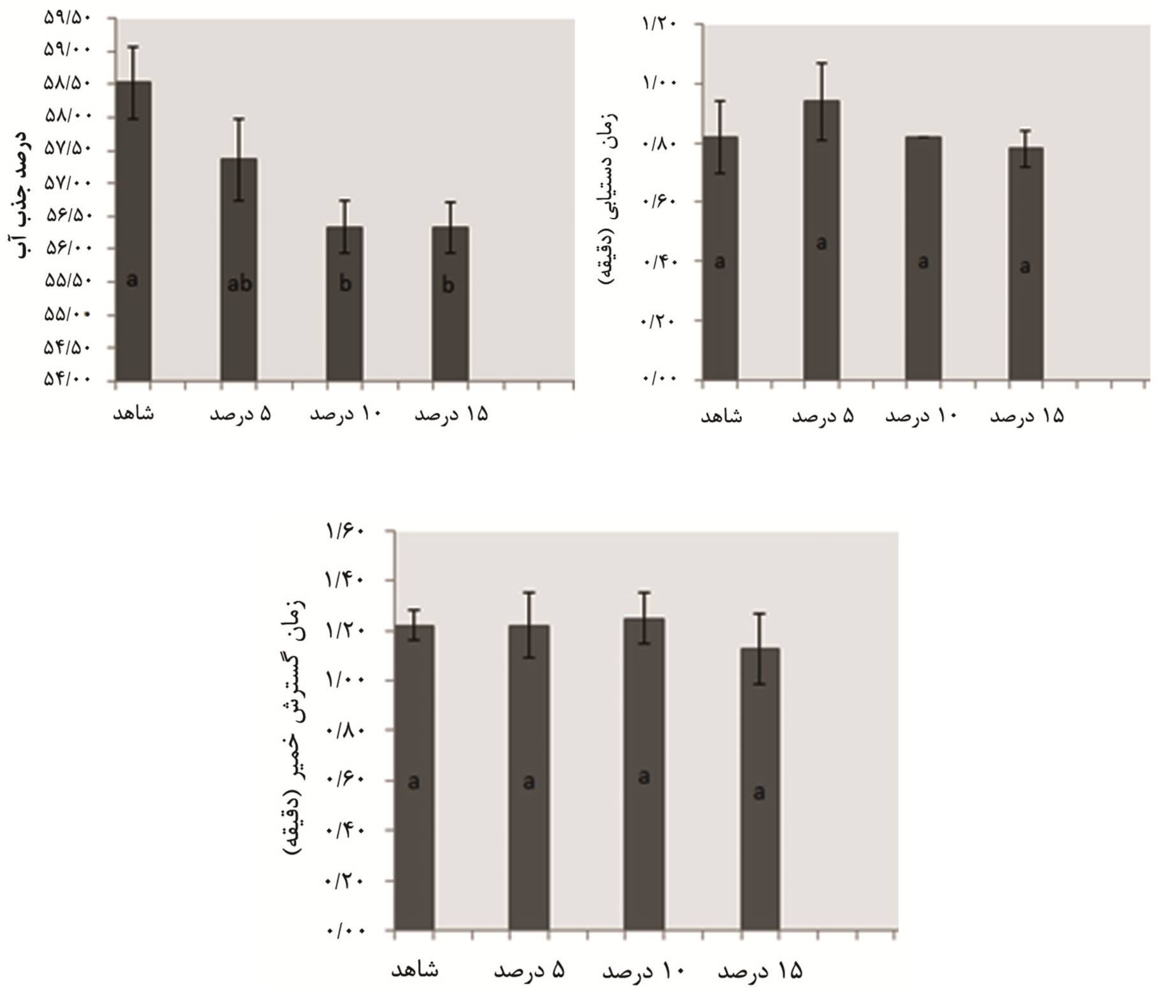
نتایج حاصل از فارینوگرام

باتوجه‌به نتایج آزمایش‌های درصد آب‌اندازی و ویسکوزیته، نشاستهٔ گندم استیله دارای ویژگی بهتری نسبت به نشاستهٔ اصلاح‌نشده است و ازآنجاکه آرد گندم به‌طور طبیعی دارای نشاسته می‌باشد، لذا از افزودن دوبارهٔ نشاستهٔ گندم صرف‌نظر شده و آزمون‌های رئولوژیکی و پخت نان فقط با تیمارهای حاوی نشاستهٔ گندم اَستیله انجام و با نمونهٔ 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>۰/۰۵)، اما جذب آب را نسبت به شاهد کاهش داد.



شکل ۲ – خصوصیات ویسکوزیته برای مخلوط آرد گندم- نشاستهٔ گندم (◊)، آرد گندم- نشاستهٔ گندم استیله (□)

یافته‌های Miyazaki و همکاران (۲۰۰۵) هم نشان داده که نشاسته‌های اَستیله جذب آب را در کمتر از ۲۰ درصد جایگزینی کاهش می‌دهد (Miyazaki *et al.*, 2005a). زمان دستیابی و زمان گسترش خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاستهٔ گندم اَستیله به کمتر از شاهد رسیده است (P>۰/۰۵). 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 زمان گسترش تابع مقدار پروتئین می‌باشد. وقتی آرد با نشاسته رقیق می‌شود، مقدار بیشتری از آن برای گسترش خمیر و قوام مناسب نیاز دارد. به‌طورکلی آردهای قوی، زمان دستیابی و توسعهٔ طولانی‌تری دارند. بین جذب آب خمیر و زمان گسترش خمیر یک رابطهٔ خطی برقرار می‌باشد. در مطالعهٔ ما هم این رابطهٔ خطی برقرار است (شمشیرساز و همکاران، ۱۳۹۳؛ محبی، ۱۳۹۲؛ Miyazaki *et al.*, 2005a؛ Hung *et al.*, 2007).



شکل ۳ - مقایسهٔ نتایج حاصل از فارینوگراف آرد شاهد و تیمارشده با درصدهای مختلف نشاستهٔ گندم استیله

نتایج حاصل از اکستنسوگرام

باتوجه‌به نتایج جدول (۳) مقاومت خمیر به کشش، تغییرات انرژی و ضریب کشش خمیر حاوی نشاسته به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد بیشتر بود و قابلیت کشش خمیر در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود ($P<0/05$). بیشترین مقاومت، تغییرات انرژی و ضریب کشش مربوط به خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاستهٔ گندم اَستیله بود.

طبق یافته‌های سایر پژوهشگران نیز افزودن نشاسته تا ۱۵ درصد باعث افزایش مقاومت خمیر می‌شود (شمشیرساز و همکاران، ۱۳۹۳؛ محبی، ۱۳۹۲؛ Hung & Morita, 2004). می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزودن گلوتن در مطالعهٔ ما باعث افزایش مقاومت حتی در مقادیر بالای جایگزینی شده است. Hung و Morita (۲۰۰۴) هم در بررسی تأثیر نشاستهٔ ذرت مومی پیوند عرضی‌شده بر کشش خمیر نشان دادند که قابلیت کشش خمیر همواره با افزایش مقدار جایگزینی کاهش می‌یابد. قابلیت کشش کمتر خمیر حاوی نشاستهٔ استیله ممکن است به علت مداخله گروه‌های استیل در پیوستگی‌های بین‌مولکولی پروتئین‌های گلوتن و درنتیجه تضعیف ساختار خمیر و کاهش قابلیت کشش خمیر باشد (محبی،۱۳۹۲).

جدول ۳ - مقایسهٔ میانگین نتایج حاصل از اکستنسوگراف آرد شاهد و تیمارشده با درصدهای مختلف نشاستهٔ گندم استیله

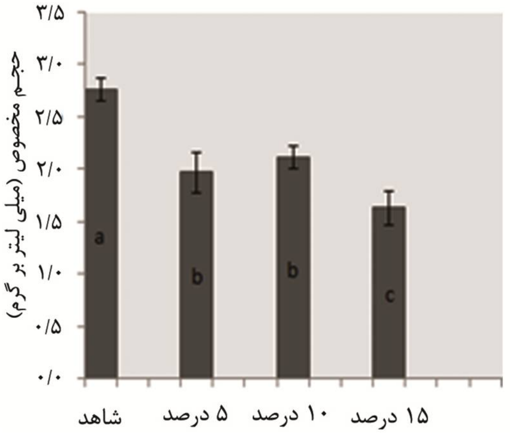
تیمار	مقاومت (واحد برابندر[1])			قابلیت کشش (میلی‌متر)			ضریب کشش (واحد برابندر بر میلی‌متر)		
	۴۵(دقیقه)	۹۰(دقیقه)	۱۳۵(دقیقه)	۴۵(دقیقه)	۹۰(دقیقه)	۱۳۵(دقیقه)	۴۵(دقیقه)	۹۰(دقیقه)	۱۳۵(دقیقه)
شاهد	۱۹۸/۰۰^{d}	۲۱۲/۰۰^{d}	۲۰۸/۰۰^{d}	۱۸۶/۰۰^{a}	۱۶۶/۰۰^{a}	۱۵۸/۰۰^{a}	۱/۰۷^{d}	۱/۳۰^{d}	۱/۳۳^{d}
۵٪ نشاسته	۲۳۰/۰۰^{c}	۲۴۹/۰۰^{c}	۲۵۱/۰۰^{c}	۱۶۹/۰۰^{b}	۱۵۶/۰۰^{b}	۱۴۷/۰۰^{b}	۱/۳۷^{c}	۱.۶۰^{c}	۱/۷۳^{c}
۱۰٪ نشاسته	۲۵۰/۰۰^{b}	۳۰۹/۰۰^{b}	۳۲۳/۰۰^{b}	۱۴۲/۰۰^{c}	۱۳۱/۰۰^{c}	۱۳۱/۰۰^{c}	۱/۷۷^{b}	۲.۳۷^{b}	۲/۵۰^{b}
۱۵٪ نشاسته	۳۳۹/۰۰^{a}	۴۷۱/۰۰^{a}	۴۴۵/۰۰^{a}	۱۴۶/۲۰۰^{c}	۱۲۰/۰۰^{d}	۱۱۶/۰۰^{d}	۲/۳۰^{a}	۳.۹۰^{a}	۳/۸۳^{a}

حجم و حجم ویژهٔ نان

طبق شکل (۴) جایگزینی آرد با نشاسته، حجم و حجم ویژهٔ نان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در بیشتر مطالعه‌ها 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 ویژهٔ نان شده است (احمدیان، ۱۳۸۵؛ Hung & Morita, 2004, 2005a؛ Miyazaki *et al*, 2005b؛ Rodgers Walt, 1971؛ Defloor *et al.*, 1993). 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 نشاستهٔ آستیله می‌تواند به علت پایین بودن سطح آستیله کردن نشاسته باشد (میرمقتدایی و همکاران، ۱۳۸۷).

ارزیابی حسی کیفیت نان

طبق نظر ارزیابان آموزش‌دیده (جدول۴) در مورد فرم و شکل، ویژگی‌های سطح فوقانی و زیرین پوستهٔ نان تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی نشاستهٔ گندم آستیله 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 نشاستهٔ گندم آستیله امتیاز بیشتری نسبت به شاهد داشتند. به‌طورکلی نان حاوی نشاستهٔ گندم آستیله پذیرش بیشتری نسبت به شاهد داشت. تفاوت معنی‌داری بین سطوح جایگزینی وجود نداشت.



شکل ۴ - تأثیر سطوح مختلف نشاستهٔ گندم استیله بر حجم ویژهٔ نان

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

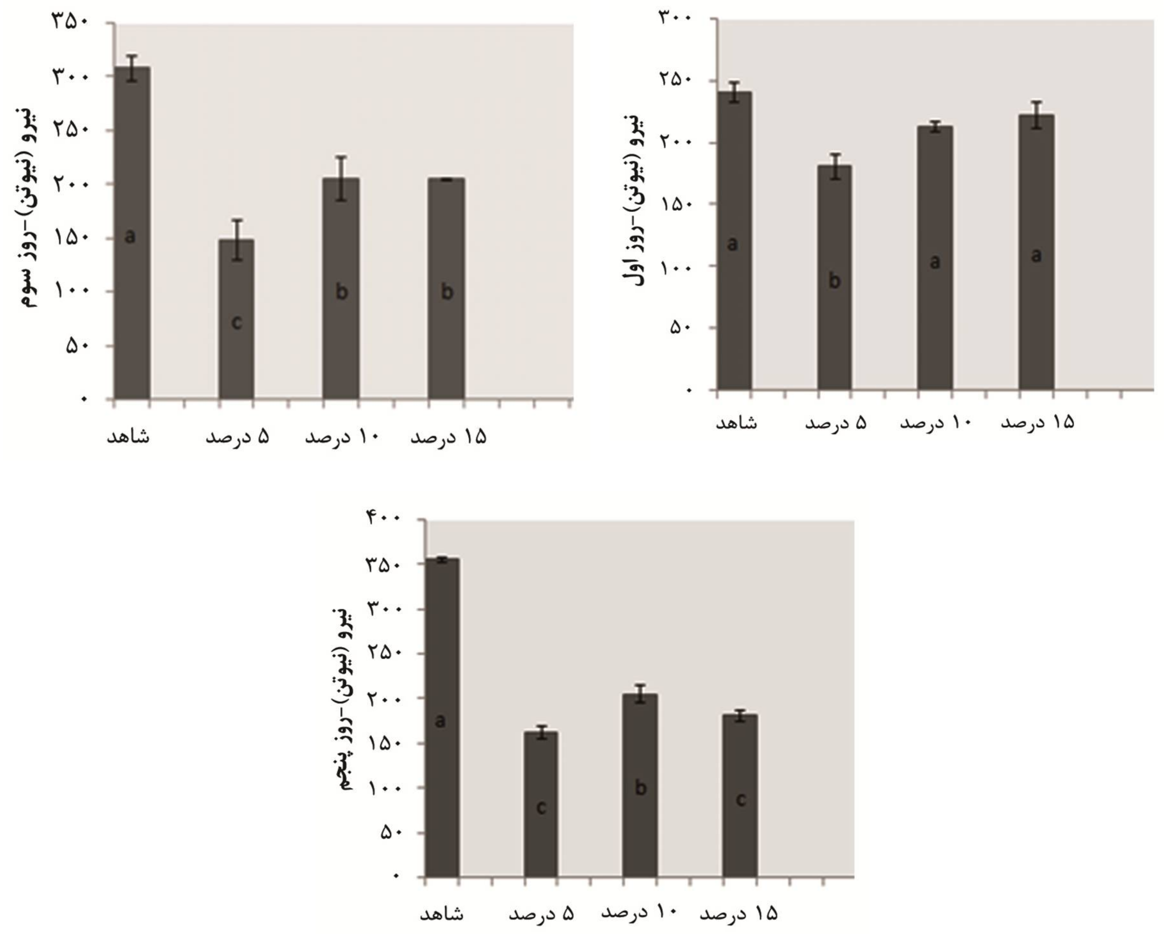
ویژگی‌ها / تیمار	فرم و شکل	خصوصیات سطح فوقانی	خصوصیات سطح زیرین	پوکی و تخلخل	سفتی و نرمی بافت	قابلیت جویدن	بو و طعم و مزه	پذیرش کلی
شاهد	۵/۰۰^{a}	۸/۹۵^{a}	۴/۴۸^{a}	۷/۸۱^{a}	۹/۷۱^{c}	۶/۰۰^{c}	۳۶/۸۶^{b}	۷۸/۸۱^{b}
۵ درصد نشاسته	۵/۰۰^{a}	۸/۲۹^{a}	۴/۰۵^{a}	۸/۰۰^{a}	۱۱/۲۹^{abc}	۷/۸۱^{b}	۴۲/۰۰^{a}	۸۶/۴۴^{a}
۱۰ درصد نشاسته	۵/۰۰^{a}	۸/۲۹^{a}	۴/۱۹^{a}	۸/۰۰^{a}	۱۲/۱۴^{ab}	۷/۱۴^{bc}	۴۲/۸۶^{a}	۸۷/۶۲^{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 نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح $P = ۰/۰۵$ است.

ارزیابی بیاتی به روش دستگاهی

طبق شکل (۵) افزایش درصد جایگزینی نشاسته باعث افزایش سفتی مغز نان شد. در روز اول، سوم و پنجم نشاستهٔ گندم استیله باعث کاهش معنی‌دار سفتی نان نسبت به شاهد شد. کمترین بیاتی مربوط به ۵ درصد نشاستهٔ گندم استیله بود. بیاتی مغز نان در ابتدا به

علت رتروگریدشدن آمیلوز و بعد به علت کریستالیزاسیون آمیلوپکتین است که منجر به سفتی بیشتر مغز نان می‌شود (Hung *et al.,* 2007)، ازآنجایی‌که در نشاستهٔ گندم آمیلوپکتین غالب نیست، نمی‌تواند عامل رتروگریدشدن نشاسته و سفتی مغز نان در طول نگهداری باشد. یک رابطهٔ مثبت بین سفتی نان و میزان کریستالی‌شدن نشاسته وجود دارد. متبلورشدن نشاسته طی زمان نگهداری نان افزایش می‌یابد و باعث سفتی می‌شود. لذا در نمونه‌های حاوی نشاستهٔ بیشتر، سفتی بافت بیشتری مشاهده می‌شود (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Hung & Morita, 2004). نشاسته‌ای که به سختی متورم و ژلاتینه شود، عامل سفتی نان می‌باشد. ازآنجایی‌که نشاستهٔ استیله دمای ژلاتینه‌شدن کمتری دارد، باعث کاهش سفتی مغز نان می‌شود (مجذوبی و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج در تطابق با یافته‌های Miyazaki و همکاران (۲۰۰۵) درمورد نشاستهٔ تاپیوکا می‌باشد.



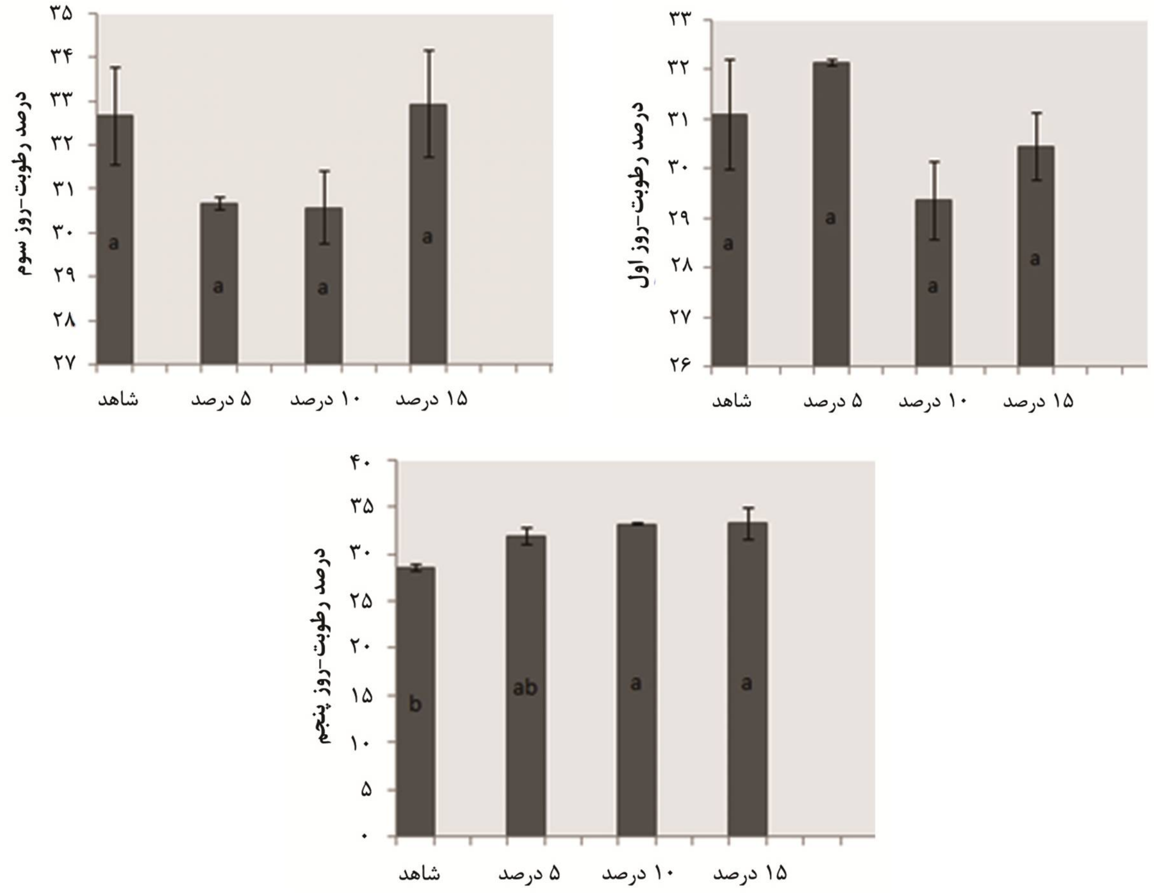
شکل ۵ - تأثیر سطوح مختلف نشاستهٔ گندم آستیله بر سفتی بافت نان

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 مطالعهٔ دیگری در بررسی تأثیر نشاستهٔ استری‌شده گزارش دادند که هیچ‌کدام از نشاسته‌های اِستری‌شده ظرفیت نگهداری آب خوبی بعد از ۷۲ ساعت نشان ندادند (Dapcevic Hadnadev *et al.*, 2014). یک رابطهٔ 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 شبکهٔ گلوتنی هرچه منظم‌تر تشکیل شود و سبب کاهش ازدست‌رفتن رطوبت فراورده حین پخت شود (محبی، ۱۳۹۲). در چندین

مطالعه بیان شده است که نان‌های تهیه‌شده با مقدار آب بیشتر رطوبت بیشتری را نشان دادند (Morita *et al*., 2002; Sabanis & Tzia, 2011). در مطالعهٔ 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 ملاحظهٔ رطوبت شده 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 نشاستهٔ گندم استیله به‌طور معنی‌داری رطوبت بیشتری نسبت به شاهد داشت ($P<۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری بین سه سطح جایگزینی وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).



شکل ۶ - تأثیر سطوح مختلف نشاستهٔ گندم اَستیله بر تغییرات رطوبت نان در اثر ماندگاری

نتیجه‌گیری

نتایج آزمون آب‌اندازی کمترین درصد آب‌اندازی را برای نشاستهٔ گندم استیله نشان داد. مقایسهٔ ویسکوزیتهٔ نشاسته‌ها با آنالیز سریع ویسکوزیته نشان داد که بهترین ویژگی‌های ویسکوزیتهٔ مربوط به نشاستهٔ گندم استیله و مخلوط آن با آرد گندم بود. بنابراین جایگزینی بخشی از آرد گندم با نشاستهٔ گندم استیله به علت ویسکوزیتهٔ برگشت کمتر درنتیجه قابلیت تشکیل ژل یا رتروگریداسیون کمتر می‌تواند در برخی از فراورده‌های برپایهٔ گندم بخصوص نان مفید باشد. نتایج آزمون‌های رئولوژیکی نشان داد که افزودن نشاستهٔ 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 نشاستهٔ گندم استیله بود.

مقاومت خمیر به کشش افزایش و قابلیت کشش خمیر نسبت به کنترل کاهش می‌یابد. بیشترین مقاومت، تغییرات انرژی و ضریب کشش مربوط به خمیر حاوی ۱۵ درصد نشاستهٔ گندم استیله بود. حجم و حجم ویژهٔ نان با افزودن نشاسته کاهش می‌یابد. نتایج ارزیابی کیفی نان نشان داد که نشاستهٔ گندم استیله ویژگی بهتری در نان ایجاد می‌کند. طبق نتایج ارزیابی بیاتی به روش حسی نان حاوی نشاستهٔ گندم استیله بیشترین امتیاز را داشت. آزمون بافت‌سنجی نشان داد که نشاستهٔ گندم استیله باعث کاهش بیاتی نان می‌شود و کمترین بیاتی مربوط به ۵ درصد نشاستهٔ گندم استیله بود، اما اندازه‌گیری میزان رطوبت نشان داد که نشاستهٔ گندم استیله تأثیری در حفظ رطوبت نان نداشت. درنهایت ۵ درصد نشاستهٔ گندم استیله می‌تواند باعث بهبود کیفیت نان بربری و تأخیر بیاتی شود.

منابع

۱- احمدیان، ف. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر نشاستهٔ ذرت مومی رتروگریدشده بر روی ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفیت نان باگت. پایان- نامهٔ 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 نشاستهٔ تعدیل‌شدهٔ ذرت بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان بربری. فصلنامهٔ علوم و صنایع غذایی، ۱۳۳:۴۵-۱۴۵.

۷- صابری، ب.، مجذوبی، م. و فرحناکی، ع. ۱۳۹۲. تأثیر هیدروکسی‌پروپیلاسیون بر خصوصیات رئولوژیکی، مورفولوژیکی و گرمایی نشاستهٔ گندم و جودوسر. فصلنامهٔ علوم و صنایع غذایی، ۲۳:۴۱-۳۳.

۸- قرایی، ز. ۱۳۹۱. تأثیر هیدروکلوئیدهای کتیرا و ثعلب بر کیفیت نان بربری حاصل از خمیر منجمد. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۹- مجذوبی، م.، روشن، ف.، کدیور، م.، فرحناکی، ع. و صابری، ب. ۱۳۹۲. تأثیر افزودن نشاستهٔ گندم اصلاح‌شده با فرایند حرارتی- رطوبتی بر خصوصیات خمیر و نان حجیم. نشریهٔ پژوهش‌های صنایع غذایی، ۱۵۵:۲۳-۱۶۴.

۱۰- محبی، ز. ۱۳۹۲. بررسی اثر افزودن بتاگلوکان و نشاستهٔ مقاوم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی نان پری‌بیوتیک حاصل. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ تغذیه دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی، تبریز.

۱۱- میرمقتدایی، ل.، کدیور، م. و شاهدی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر تعدیل‌های شیمیایی ایجاد اتصال عرضی و استیله کردن بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نشاستهٔ یولاف. هجدهمین کنگرهٔ 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., Hadnađev, 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. Jepanese 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 efficienc 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 Reological Properties of Dough and Quality of Barbari Bread

Mansureh Ebrahimian[1], Mohammad Hossein Azizi[2*], Hassan Ahmadi Gavlighi[3]

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 outhor (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