

## تأثیر افزودن نشاسته گندم اتصال عرضی بر کاهش میزان آکریل آمید و خواص کیفی نان سنگک

مهرشاد عابدی<sup>۱\*</sup>، جواد کرامت<sup>۲</sup>، محمد حجت الاسلامی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان اصفهان

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۵)

### چکیده

یکی از ترکیبات مضر که در طی فرآوری مواد غذایی تشکیل و سلامت انسان را تهدید می‌کند آکریل آمید است در طی تهیه نان سنگک که یکی از ارزنده‌ترین و مهم‌ترین مواد غذایی مورد استفاده می‌باشد خطر تشکیل آکریل آمید وجود دارد. نشاسته نقش مهمی در بافت بسیاری از محصولات غذایی دارد و اصلاح شیمیایی آن به عنوان یک راه اصلی برای افزایش کاربرد آن در مواد غذایی است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر افزودن نشاسته گندم اتصال عرضی به روش شیمیایی بر خواص کیفی نان و کاهش میزان آکریل آمید انجام شده است. به این منظور نشاسته گندم با درصد‌های مختلف فسفراکسی کلراید (۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷) اتصال عرضی شده، ۵ و ۱۰ درصد به آرد اضافه شد و خواص فارینوگرافی، ویژگی‌های بافتی و رنگی نان در طی نگهداری و تأثیر افزودن نشاسته بر کاهش میزان آکریل آمید نان سنجیده شد. با بررسی نتایج مشاهده شد در بین تیمارها نمونه حاوی ۵ درصد نشاسته که با ۰/۷ درصد فسفراکسی کلراید اتصال عرضی شده کمترین میزان آکریل آمید را نشان داد در عین حال میزان سفتی آن نیز افزایش پیدا کرد و رنگ تیره‌تری از خود نشان داد. افزودن نشاسته اتصال عرضی به آرد نان سنگک موجب کاهش میزان جذب آب به مقدار ناچیز شده و افزایش زمان گسترش و کاهش پایداری خمیر را نیز در پی دارد. افزودن نشاسته اتصال عرضی تفاوت معناداری در بافت نان در طی زمان نگهداری ایجاد می‌کند رنگ نان نیز تیره‌تر شده و افزایش زمان نگهداری آن موجب تیره‌تر شدن آن می‌شود.

**کلید واژگان:** آکریل آمید، نشاسته اتصال عرضی، نان سنگک، نشاسته گندم

\*مسئول مکاتبات: mh.adb.mail@gmail.com

## ۱- مقدمه

تهیه شدند. نشاسته گندم و سایر مواد شیمیایی مورد نیاز نیز از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

**Table 1** Chemical properties of flour to produce bread

Property	Amount (%)
Dry matter	85.63
Humidity	14.37
Protein	11.55
Fat	1.38
Ash	1.38
Insoluble ash	0.0388
pH	6.43
Acidity	2.22

## تهیه نشاسته اتصال عرضی شده

نشاسته گندم با آب مقطر و یک گرم سولفات سدیم به مدت دو ساعت در دمای اتاق قرار گرفت و سپس با سود یک مولار pH آن به ۱۱ رسید. فسفواکسی کلراید (POCL<sub>3</sub>) در درصدهای مختلف ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ درصد تحت شرایط کنترل شده به محلول نشاسته اضافه شد. سوسپانسیون نشاسته به مدت یک ساعت در دمای اتاق گذاشته شد و سپس با استفاده از اسید هیدروکلریک یک مولار pH آن را به ۵/۵ رسانده و خشک کردن در آن با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ساعت انجام شد [۷، ۸، ۹].

## آزمون‌های فارینوگراف خمیر

این آزمون با استفاده از دستگاه فارینوگراف برابندر مطابق با استاندارد AACC 54-21 انجام پذیرفت.

## تهیه خمیر و پخت آن

نشاسته معمولی و اصلاح شده گندم به میزان ۵ و ۱۰ درصد (بر اساس وزن آرد) به فرمولاسیون نان افزوده شد. به منظور جبران میزان کاهش مقدار گلوتن به دلیل افزودن نشاسته به آرد، نسبت گلوتن کاهش یافته با افزودن پودر گلوتن و بر اساس رابطه (۱) محاسبه و به هر نمونه اضافه گردیده تا تغییرات مشاهده شده عمدتاً مربوط به جایگزینی نشاسته باشد. با در نظر گرفتن مقدار گلوتن آرد (۱۲ درصد) اضافه شد [۹].

رابطه (۱) درصد گلوتن لازم = درصد نشاسته × ۱۰۰ / ۱۲  
تولید خمیر نان سنگگ مطابق استاندارد ملی شماره ۶۹۴۳ انجام شد [۱۰]. فرمولاسیون نان شاهد و نان‌های دارای ۵ و ۱۰ درصد نشاسته مطابق فرمول‌های زیر تولید شد.

با فرآوری کردن محصولات کشاورزی و مواد غذایی می‌توان محصولات جدید و قابل مصرفی تهیه کرد اما در طی فرآوری مواد غذایی تشکیل ترکیبات سرطان‌زا و جهش‌زا از نگرانی‌های عمده است. یکی از این ترکیبات مضر آکریل‌آمید است که سلامت انسان را تهدید می‌کند. آکریل‌آمید از جمله ترکیبات شیمیایی است که تصور می‌شود نمی‌توان برای اثرات ضد سلامتی آن حد آستانه‌ای تعیین نمود، به این دلیل که غلظت‌های بسیار کم آن نیز می‌تواند مخاطراتی ایجاد کند [۱]. آکریل‌آمید در دماهای بالای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تشکیل می‌شود و در مواد غذایی نشاسته‌ای در دمای بالای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد تشکیل می‌شود.

نان یکی از ارزنده‌ترین و مهم‌ترین مواد غذایی مورد استفاده انسان می‌باشد [۲] و در سراسر دنیا، یک غذای اصلی محسوب می‌شود [۳]. نان سنگگ از آرد با درجه استخراج ۹۷-۹۵ درصد تهیه می‌شود و به خاطر دارا بودن فیبر و پروتئین بالا از نظر تغذیه‌ای بهترین نان سنتی ایران است [۴].

نشاسته به عنوان ترکیب اصلی در دانه‌های غلات و ریشه‌ها بعد از اصلاح شیمیایی، فیزیکی یا آنزیمی در صنایع غذایی، کاغذ و منسوجات استفاده شده است. نشاسته نقش مهمی در بافت بسیاری از محصولات غذایی دارد و به عنوان منبع اصلی انرژی برای انسان به حساب می‌آید [۵]. اصلاح شیمیایی به عنوان یک راه اصلی طی قرن‌های گذشته بوده است. بسیاری از نشاسته‌های اصلاح شده به روش شیمیایی توسعه پیدا کرده‌اند و برای مواد غذایی، کاغذ و منسوجات به کار برده می‌شوند [۶]. به طور گسترده، نشاسته‌های اتصال عرضی شده در صنعت غذا به عنوان قوام‌دهنده در غذاهایی که نیاز به ویسکوزیته بالا و پایدار است، به کار می‌رود.

با توجه به فراهم بودن سازوکارهای تشکیل آکریل‌آمید در نان سنگگ و عدم انجام تحقیقات گسترده در این زمینه و اهمیت غذایی این نوع نان در جیره غذایی مردم ایران و بحث بیاتی نان سنگگ طی دوره نگهداری، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر افزودن نشاسته گندم اتصال عرضی به روش شیمیایی بر خواص کیفی نان و کاهش میزان آکریل‌آمید انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

آرد گندم از کارخانه بهارستان اصفهان با مشخصاتی که در جدول (۱) آورده شده است، خریداری شد. نمک تصفیه شده، خمیر مایه و سایر مواد فرمولاسیون نان سنگگ از بازار محلی

**Table 2** Formulation of Sangak Bread production

Ingredient	Bread (control)	Bread contains 5% starch	Bread contains 10 % starch
Flour	270 g	255.8 g	240 g
Yeast	4.05 g	4.05 g	4.05 g
Salt	4.05 g	4.05 g	4.05 g
Water	240 mL	240 mL	240 mL
Starch	0	14/2 g	30 g
Gluten	0	0.5 g	1 g

**Table 3** Coded samples of produced breads

Number	Sample Code	Compounds (Description formulation)
1	C	Sangak flour alone (Control)
2	S5	Sangak flour + 5 % Starch
3	S10	Sangak flour + 10 % Starch
4	MS5,0.3	Sangak flour + 5 % Starch Cross-linked 0.3 % Wheat
5	MS5,0.5	Sangak flour + 5 % Starch Cross-linked 0.5 % Wheat
6	MS5,0.7	Sangak flour + 5 % Starch Cross-linked 0.7 % Wheat
7	MS10,0.3	Sangak flour + 10 % Starch Cross-linked 0.3 % Wheat
8	MS10,0.5	Sangak flour + 10 % Starch Cross-linked 0.5 % Wheat
9	MS10,0.7	Sangak flour + 10 % Starch connection 0.7 % Wheat

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی و حداقل با سه تکرار انجام شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آنالیز تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد با نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

### ۳- نتایج

تأثیر افزودن نشاسته اصلاح شده بر میزان آکریل آمید از عوامل مهم در تشکیل آکریل آمید دما و رطوبت هوا در طول پخت را می‌توان نام برد. در مقایسه با شرایط پخت معمولی شرایط بهینه می‌تواند میزان آکریل آمید را تا ۵۰ درصد کاهش دهد.

اندازه‌گیری میزان بیاتی نمونه‌ها طی دوره نگهداری بررسی بافت مغز نمونه‌های نان طی نگهداری در فواصل زمانی ۱۲ و ۳۶ ساعت پس از تولید با استفاده از دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد LFRA صورت گرفت [۱۱].

### رنگ سنجی سطح نان سنگک

جهت ارزیابی و مقایسه رنگ نان‌ها و به دست آوردن پارامترهای رنگی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  از دستگاه رنگ‌سنج (هانترب، آمریکا) استفاده شد. لازم به ذکر است که فاکتور  $L^*$  شدت روشنایی با ارزش رنگ (سفید-سیاه) از صفر تا ۱۰۰، فاکتور  $a^*$  (قرمز-سبز) و فاکتور  $b^*$  (زرد-آبی) از ۱۲۰+ تا ۱۲۰- را مشخص می‌کند [۱۲].

### اندازه‌گیری میزان آکریل آمید در نان سنگک

نمونه‌های نان خشک شده به صورت آرد در آمده و پس از الک کردن جهت انجام مراحل بعد مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز آکریل آمید با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی GC بر حسب Pbb انجام شد [۱۳، ۱۴].

۵ درصد نشاسته گندم اصلاح شده ۰/۷ درصد میزان آکریل آمید را تقریباً به نصف (۵۴ درصد) آکریل آمید اولیه می‌رساند. افزودن ۱۰ درصد از نشاسته‌های گندم اصلاح شده نیز کاهش آکریل آمید را نسبت به نمونه شاهد در پی دارد و با اصلاح آن با درصدهای مختلف فسفراکسی کلراید این میزان بیشتر می‌شود.

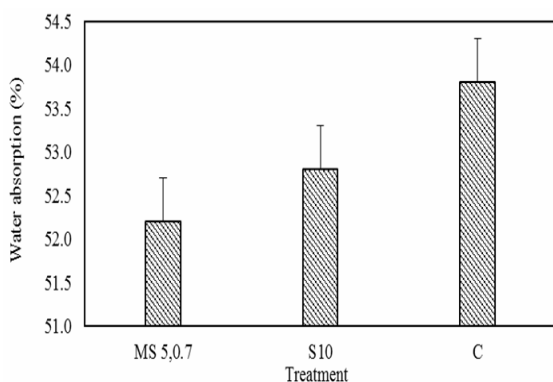
با اصلاح نشاسته گندم و افزایش اتصال عرضی آن کاهش آکریل آمید محسوس‌تر است. به طوری که در افزودن ۵ درصد نشاسته‌های گندم اصلاح شده و افزایش اتصال عرضی آن کمترین میزان آکریل آمید مربوط به تیماری است که بیشترین اتصال عرضی (۰/۷) را دارد. با اصلاح نشاسته با ۰/۷ درصد فسفراکسی کلراید خواص ساختاری نشاسته تغییر می‌کند و از بروز واکنش بین پیش‌سازهای که باعث تشکیل آکریل آمید می‌شوند جلوگیری می‌کند. اتصال عرضی نشاسته میزان آب بیشتری را نیز جذب نشاسته می‌کند که مجموع این عوامل بر تشکیل آکریل آمید تأثیرگذار هستند.

### آزمون فارینوگراف

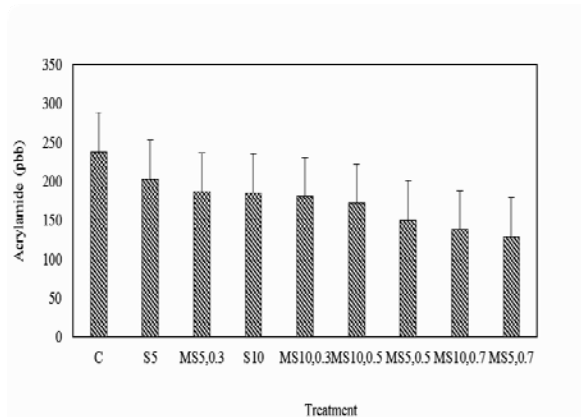
از فارینوگراف برابندر برای بررسی خواص رئولوژیکی خمیر تهیه شده استفاده شد. میزان آب مصرفی جهت رسیدن به خمیری با قوام ۵۰۰ برابندر، زمان گسترش و پایداری خمیر درجه نرم‌شدگی در جدول ۴ نمایش داده شده است.

**Table 4** Farinograph properties of samples

Treatment	Code	The loosening (FU)	Stability (min)	Expanding time (min)	Water absorption
1	C	26	10	5.8	53.8
3	S10	87	6.6	3.4	52.8
6	MS5,0.7	50	9	4.7	52.2



**Fig 2** Process changes of property water absorption dough



**Fig 1** The amount of acrylamide in bread

در بررسی میزان آکریل آمید همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود از بین تیمارهای مختلفی که بر روی نان انجام شده تیمار MS5,0.7 کمترین میزان آکریل آمید را نشان داد. با افزودن ۵ درصد از نشاسته گندم که با ۰/۷ درصد فسفراکسی کلراید اتصال عرضی شده میزان آکریل آمید به ۵۴ درصد مقدار اولیه رسیده است.

با افزودن نشاسته اصلاح نشده گندم در سطح ۵ درصد کاهش آکریل آمید دیده می‌شود و متعاقباً با اصلاح نشاسته گندم با درصدهای مختلف فسفراکسی کلراید (۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷) به ترتیب آکریل آمید کاهش بیشتری پیدا می‌کند. به طوری که

### تأثیر نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر میزان جذب آب آرد

با افزودن نشاسته گندم اصلاح نشده به آرد شاهد میزان جذب آب به مقدار ناچیزی کم می‌شود. اصلاح نشاسته گندم نیز تأثیر محسوسی بر میزان جذب آب آرد ندارد. به طوری که با افزودن نشاسته گندمی که با ۰/۷ درصد فسفروس اکسی کلراید اتصال عرضی شده است جذب آب آرد کمی پایین می‌آید. به دلیل گرانی بودن نشاسته با اتصالات عرضی دسترسی آب به رشته‌های داخلی نشاسته غیرممکن است. شکل ۲ میزان جذب آب تیمارهای مختلف را بر روی نمودار نشان می‌دهد.

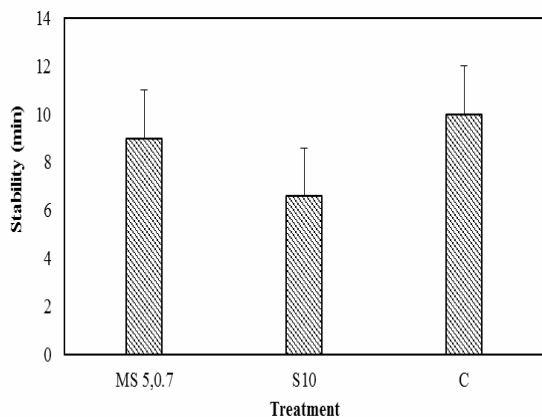


Fig 4 Process changes of dough stability

### تأثیر نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر درجه

#### نرم شدن خمیر نان

نتایج حاصل از تیمارهای مختلف بر درجه نرم شدن خمیر را می‌توان در شکل ۴-۶ مشاهده کرد. نمودار نشان می‌دهد که درجه نرم شدن خمیر تهیه شده با ۱۰ درصد نشاسته و انجام اتصال عرضی نشاسته افزایش یافت. نمونه کنترل (شاهد) کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. این امر می‌تواند به دلیل قدرت نگهداری آب متفاوت باشد. به این معنا که این ترکیبات در مراحل اولیه تهیه خمیر آب زیادی جذب می‌کنند و در حین مخلوط‌سازی خمیر نیز با حفظ آب به قوام خمیر کمک می‌کنند، اما در اثر افزایش زمان مخلوط‌سازی و احتمالاً آزاد شدن بخشی از آب درگیر شده با این ترکیبات، قوام خمیر کاهش می‌یابد.

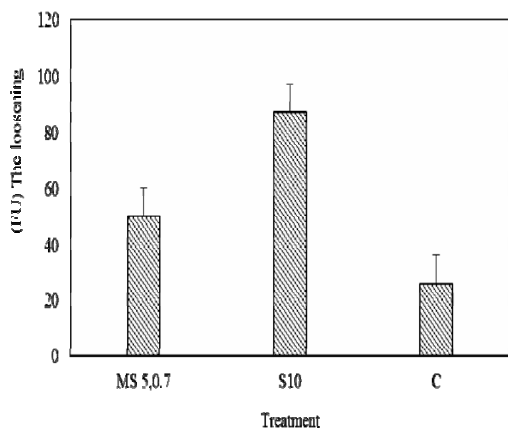


Fig 5 Process changes of the loosening dough

### تأثیر نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر زمان

#### گسترش خمیر نان

زمان شکل‌گیری خمیر نشان‌دهنده زمان لازم جهت رسیدن منحنی فارینوگرام به نقطه اوج خود بر روی خط ۵۰۰ واحد برابندر (BU) است. به این معنا که در طی این زمان خمیر به بیشترین قوام خود می‌رسد. تأثیر تیمارهای مختلف بر زمان گسترش خمیر را می‌توان در شکل ۳ مشاهده کرد. نتایج نشان داد زمان شکل‌گیری خمیر نمونه کنترل بالاتر از نمونه‌های دیگر بود، در افزودن نشاسته گندم به صورت اصلاح شده و نشده مشاهده می‌شود که اتصال عرضی نشاسته گندم موجب کاهش این زمان می‌شود.

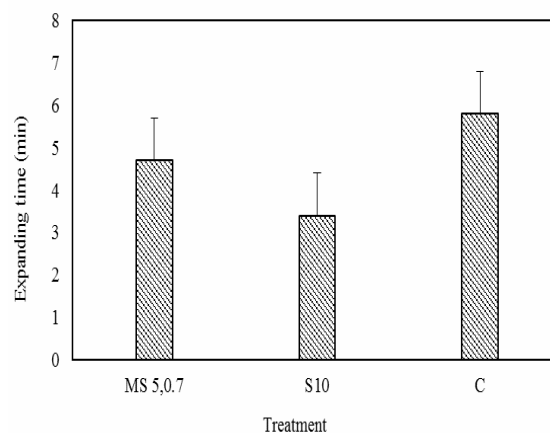


Fig 3 Process changes of expanding time dough

### تأثیر نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر

#### پایداری خمیر نان

نتایج نشان داد که نمونه شاهد دارای بالاترین میزان پایداری است و افزودن نشاسته و اتصال عرضی آن‌ها میزان پایداری را کاهش می‌دهد. افزایش زمان پایداری خمیر کنترل به دلیل افزایش قدرت نگهداری آب و استحکام شبکه گلوآب‌گلیکولین خمیر است. بنابراین زمان طولانی‌تری لازم است تا خمیر در اثر مخلوط شدن بیشتر شروع به سست شدن کند. خمیر حاوی نشاسته اتصالات عرضی (MS5,0,7) زمان پایداری بیشتری نسبت به حالت عادی دارد که می‌تواند به دلیل تداخل نشاسته با گلوآب‌گلیکولین و در نتیجه تا حدی باعث افزایش استحکام شبکه گلوآب‌گلیکولین باشد.

### نتایج مقایسه میانگین آنالیز بافت (بیاتی)

بیات شدن تغییرات فیزیکوشیمیایی را شامل می‌شود که باعث کاهش کیفیت نان و تغییر ویژگی‌ها و خصوصیات آن می‌گردد. هنگامی که نان بیات می‌شود عطر و طعم، قابلیت جویدن و بافت محصول تغییر می‌کند. بررسی خصوصیات بافتی نان با کمک دستگاه بافت‌سنج انجام پذیرفت. نمونه‌های نان در ساعات مختلف پس از پخت (۱۲ و ۳۶ ساعت) برای اندازه‌گیری تغییرات سفتی مورد بررسی قرار گرفتند. تغییرات سفتی نمونه‌های نان طی دوره نگهداری در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود نمونه MS5,0.7 بیشترین سفتی را نشان می‌دهد و نمونه‌ای که حاوی ۱۰ درصد نشاسته‌ای است که با ۰/۳ درصد فسفواکسی کلراید اصلاح شده (MS10,0.3) کمترین میزان سفتی را از خود نشان داد.

پس از ۲۴ ساعت تیمار MS5,0.7 همچنان بیشترین سختی را از خود نشان داد. نشاسته اتصال عرضی شده به دلیل نزدیکی رشته‌ها به یکدیگر (اتصال عرضی بین گروه‌های متفاوت آمیلوز یا آمیلوپکتین) قابلیت جذب آب پایین‌تری دارد که ظرفیت نگهداری آب در بافت نان را کاهش می‌دهد و باعث حفظ رطوبت در نان نمی‌گردد در نتیجه موجب می‌شود گرانول‌ها فشرده‌تر شوند و جذب آب پایین گرانول‌ها موجب افزایش سفتی نان می‌شود. تحقیقات نشان داده است که نشاسته گندم با اتصالات عرضی تهیه شده به کمک فسفروس اکسی کلراید به عنوان یک ماده ایجاد کننده اتصالات عرضی در حدود ۷۵-۵۸ درصد نشاسته مقاوم ایجاد می‌کند. اما در طی نگهداری نمونه‌ای که بیشترین سفتی را داشته نرم‌تر شده و تفاوت معناداری در طی نگهداری آن دیده می‌شود.

**Table 5** Comparison of mean Firmness of bread

Treatment	Firmness (g)	
	12 hours	36 hours
C	122.75 ± 7.25 <sup>Ae</sup>	108.33 ± 8.5 <sup>Ad</sup>
S5	231 ± 9 <sup>Ac</sup>	320 ± 57 <sup>Ab</sup>
S10	177 ± 14.5 <sup>Acde</sup>	244 ± 25.5 <sup>Ac</sup>
MS5,0.3	138 ± 5 <sup>Bde</sup>	253.63 ± 41.47 <sup>Ac</sup>
MS5,0.5	148.83 ± 5.25 <sup>Bde</sup>	363 ± 55.93 <sup>Ab</sup>
MS5,0.7	928 ± 120 <sup>Aa</sup>	608 ± 17.5 <sup>Ba</sup>
MS10,0.3	127.33 ± 2.52 <sup>Ae</sup>	144.5 ± 9.58 <sup>Ad</sup>
MS10,0.5	202 ± 1 <sup>Bcd</sup>	328 ± 45 <sup>Ab</sup>
MS10,0.7	367.23 ± 21.25 <sup>Ab</sup>	155.17 ± 41.29 <sup>Bd</sup>

Results as mean ± SD of three replicates is reported values. Non-subscribers Subscriber lowercase and capital letters in each column, each row represents a significant difference in the 05/0> P.

### بررسی رنگ نان‌های تولیدی

رنگ یکی از عوامل مهم در پذیرش محصولات مختلف توسط مصرف‌کننده است. نتایج آنالیز آماری پارامترهای رنگی ( $L^*$ ,  $a^*$  و  $b^*$ ) در جدول ۶ گزارش شده است. در اثر پخت نان تغییراتی در رنگ پوسته نان اتفاق می‌افتد که این تغییرات مربوط به انجام واکنش‌های میلارد (برهم‌کنش‌های میان قندهای احیاءکننده و گروه آمینی پروتئین‌ها) و واکنش کاراملیزه شدن (برهم‌کنش میان قندها) می‌باشد که نتیجه چنین واکنش‌هایی ایجاد رنگ قهوه‌ای-طلایی در پوسته نان می‌باشد.

نتایج بدست آمده از این تحقیق در جدول ۶ نشان داد که در درصدهای بالای نشاسته اصلاح‌شده شاخص روشنایی تفاوت معناداری پیدا می‌کند. مشاهده می‌شود که نشاسته‌هایی که درصد اتصال عرضی آن‌ها بیشتر بود رنگ تیره‌تری از خود نشان دادند نمونه MS5,0.7 کمترین میزان روشنایی را داشته است و با توجه به اینکه نشاسته اتصال عرضی دارای ترکیبات تیره رنگی می‌باشد این ترکیبات می‌توانند در تغییر رنگ نان تأثیرگذار باشند. افزایش زمان نگهداری نیز منجر به کاهش بیشتر این شاخص می‌شود.

Table 6 Comparison of mean Color index

Treatment	12 hours			36 hours		
	L	a	b	L	a	b
C	56.07 ± 3.52 <sup>Acd</sup>	6.57 ± 0.44 <sup>Aab</sup>	21.2 ± 1.23 <sup>Aa</sup>	51.98 ± 6.63 <sup>Abc</sup>	7.98 ± 1.13 <sup>Aa</sup>	20.45 ± 1.59 <sup>Ab</sup>
S5	56.62 ± 1.22 <sup>Acd</sup>	6.6 ± 0.91 <sup>Aab</sup>	21.66 ± 0.44 <sup>Aa</sup>	55.07 ± 1.71 <sup>Babc</sup>	7.4 ± 0.49 <sup>Aa</sup>	21.56 ± 1.05 <sup>Aa</sup>
S10	58.08 ± 0.04 <sup>Abc</sup>	3.87 ± 0.01 <sup>Ade</sup>	18.99 ± 0.04 <sup>Acd</sup>	54.59 ± 0.39 <sup>Babc</sup>	2.98 ± 0.04 <sup>Bd</sup>	18.15 ± 0.23 <sup>Ad</sup>
MS5,0.3	61.84 ± 1.11 <sup>Aa</sup>	4.9 ± 1.31 <sup>Acd</sup>	20.44 ± 0.58 <sup>Aab</sup>	56.55 ± 10.55 <sup>Aabc</sup>	4.68 ± 2.16 <sup>Ac</sup>	20.36 ± 0.06 <sup>Abc</sup>
MS5,0.5	54.22 ± 2.67 <sup>Aed</sup>	4.88 ± 1.2 <sup>Acd</sup>	19.65 ± 1.9 <sup>Abc</sup>	60.07 ± 0.3 <sup>Aa</sup>	5.25 ± 0.29 <sup>Abc</sup>	21.47 ± 0.31 <sup>Aa</sup>
MS5,0.7	48.94 ± 0.28 <sup>Af</sup>	7.6 ± 0.05 <sup>Aa</sup>	17.93 ± 0.19 <sup>Ae</sup>	50.22 ± 0.07 <sup>Bc</sup>	6.6 ± 0.02 <sup>Bab</sup>	18.54 ± 0.04 <sup>Ad</sup>
MS10,0.3	60.41 ± 1.16 <sup>Aab</sup>	3.61 ± 0.24 <sup>Be</sup>	19.06 ± 0.09 <sup>Bcd</sup>	57.81 ± 0.14 <sup>Aab</sup>	5.11 ± 0.24 <sup>Ac</sup>	20.41 ± 0.02 <sup>Abc</sup>
MS10,0.5	53.44 ± 0.05 <sup>Ae</sup>	4.85 ± 0.22 <sup>Bcd</sup>	18.11 ± 0.03 <sup>Bde</sup>	53.42 ± 0.28 <sup>Abc</sup>	5.56 ± 0.03 <sup>Abc</sup>	19.43 ± 0.24 <sup>Acd</sup>
MS10,0.7	51.89 ± 0.13 <sup>Ae</sup>	5.91 ± 0.02 <sup>Bbc</sup>	18.44 ± 0.07 <sup>Acd</sup>	41.08 ± 0.14 <sup>Bd</sup>	6.62 ± 0.02 <sup>Aab</sup>	15.977 ± 0.07 <sup>Be</sup>

Results as mean ± SD of three replicates is reported values. Non-subscribers Subscriber lowercase and capital letters in each column, each row represents a significant difference in the 05/0 > P.

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

در تهیه نان نشاسته یک ترکیب اصلی است و نقش مهمی در بافت و کیفیت خمیر و نان دارد. به طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده از آنالیزهای مختلفی که بر روی آرد، خمیر و نان تولیدی بدست آمد می توان دریافت افزودن نشاسته اتصال عرضی به آرد خمیر جذب آب آن را پایین می آورد و افزودن نشاسته و اتصال عرضی آن ها میزان پایداری را کاهش می دهد. افزایش زمان پایداری خمیر کنترل به دلیل افزایش قدرت نگهداری آب و استحکام شبکه گلوتهی خمیر است. بنابراین زمان طولانی تری لازم است تا خمیر در اثر مخلوط شدن بیشتر شروع به سست شدن کند. درجه نرم شدن خمیر تهیه شده نیز با انجام اتصال عرضی نشاسته کاهش یافت.

با توجه به اینکه نشاسته اتصال عرضی دارای ترکیبات تیره رنگی می باشد این ترکیبات می توانند در تغییر رنگ نان تأثیرگذار باشند. مشاهده می شود که نشاسته هایی که درصد اتصال عرضی آن ها بیشتر بود رنگ تیره تری از خود نشان دادند. با این حال استفاده از نشاسته های اصلاح شده و اتصال عرضی آن ها با درصد های مختلف فسفراکسی کلراید به عنوان یک عامل مؤثر قادر است میزان آکریل آمید نان سنگک را به میزان محسوسی کاهش دهد. این ترکیب به عنوان یک بهبوددهنده مناسب می تواند در تهیه نان سنگک که از کامل ترین نان های ایرانی است مفید واقع شود.

افزودن نشاسته اتصال عرضی که با ۰/۷ درصد فسفراکسی کلراید اصلاح شده در غلظت ۵ درصد اگرچه موجب کاهش میزان آکریل آمید و پایین آوردن آن تا ۵۰ درصد می شود اما موجب افزایش سفتی بافت نان خواهد شد نشاسته اتصال عرضی پسته نان را سفت تر می کند چون اتصال عرضی شیمیایی ساختار گرانولی نشاسته را در شبکه گلوتهن حفظ می کند، در نتیجه سفتی پسته نان را افزایش می دهد. با اصلاح نشاسته گندم با درصد های مختلف فسفراکسی کلراید (۰/۳، ۰/۵، ۰/۷) به ترتیب آکریل آمید کاهش بیشتری پیدا می کند. به طوری که ۵ درصد نشاسته گندم اصلاح شده ۰/۷ درصد میزان آکریل- آمید را تقریباً به نصف (۵۴ درصد) آکریل آمید اولیه می رساند.

#### ۵- منابع

- [1] Keramat, J., LeBail, A., Prost, C. and Jafari, M., (2011), Acrylamide in baking products: A review article, *Food and Bioprocess Technology*, 4 (4), p. 530-543.
- [2] Peighamardoust, S. H., (2010), Grain technology, Tabriz University of Medical Sciences and Health Services, 1, p. 42-63.
- [3] Rajab Zadeh, N., (1990), Thin and flat breads world, Institute of grain and bread Tehran, No. 23.
- [4] Moasi, SH. and Keshavarz, F., (1995), The chemical composition, nutritional value and characteristics of traditional breads. Institute of grain and bread Tehran, No. 363.
- [5] Ogura, T., (2004), Modified starch and utilization: In Hidentsugu F, Komaki T,

- [11] Nikoozade, H., Taslimi, A. and Azizi, M. H., (2011), Effects of the addition of oat bran on the rheological characteristics of dough and quality of Sangak bread, *Journal of Food Science and Technology*, 8 (1), p. 1-10.
- [12] Sahraiyani, B., Mazaheri Tehrani, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M. and Soleimani, M., (2013), The effect of mixing wheat flour with rice bran and soybean flour on physicochemical and sensory properties of baguettes, *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8 (3), p. 229-240.
- [13] Zhu, Y., Li, G., Duan, Y., Chen, S., Zhang, C. and Li, Y., (2008), Application of the standard addition method for the determination of acrylamide in heat-processed starchy foods by gas chromatography with electron capture detector, *Food chemistry*, 109 (4), p. 899-908.
- [14] Derikvand, F. and Dignity, C., (2013), The effect of phytic acid and alpha-amylase activity of wheat flour on the bread Krys-Myd of them. Master's dissertation, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
- Hizukuri S, Kainuma (Eds.), *Encyclopedia on starch science* . pp. 393-427. Tokyo: Asakura-shoten.
- [6] Han, J. A., Lee, B. H., Lim, W. J. and Lim, S. T., (2005), Utilization of hydroxypropylated waxy rice and corn in Korean waxy rice cake to retard retrogradation, *Cereal Chemistry*, 82, p. 88-92.
- [7] Woo, K. S. and Seib, P. A., (2002), Cross-Linked resistant starch: preparation and properties, *Cereal Chemistry*, 79, p. 819-825.
- [8] Mirmoghtadaie, L., Kadivar, M. and Shahedi, M., (2009), Effects of cross-linking and acetylation on oat starch properties, *Food Chemistry*, 116, p. 709-713.
- [9]. Majzoobi, M., Roshan, F., Kadivar, M., Farahnaky, A. and Saberi, B., (2013), Effects of heat-moisture treated wheat starch addition on properties of dough and loaf bread, *Journal of Food Research*, 23, p. 155-164.
- [10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, (2003), Cereal and – Sangak bread - making procedures, standard number, 6943.



## Effect of cross-linked wheat starch on acrylamide and physical properties of Sangak bread

Abedi, M. <sup>1\*</sup>, Keramat, J. <sup>2</sup>, Hojjatoleslami, M. <sup>3</sup>

1. MSc student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Isfahan Branch
2. Associate professor, Department of Food Science and Technology, college of Agriculture Isfahan University of Technology
3. Professor, Department of Food Science and Technology Islamic Azad University, Shahrekord Branch Shahrekord, Iran

(Received: 2016/04/03 Accepted: 2016/12/05)

One of harmful compounds formed during food processing is acrylamide that threat human health. During the preparation of Sangak bread that is one of the most important nutrients valuable there is a risk of acrylamide. Starch has an important role in the texture of many food products, and chemical modification is a main way to increase its use in food. This study aimed to investigate the effect of cross-linked wheat starch on bread quality and reducing acrylamide. For this purpose, wheat starch with different percentages of Phosphorus Oxy Chloride (POCl<sub>3</sub>, 0.3, 0.5, 0.7) has cross linked and was added to flour 5 and 10 percent. Farinograph properties, texture analysis and color of bread during storage amount of acrylamide were determined. Cross-linked wheat starch (0.7% of POCl<sub>3</sub>) had the least amount of acrylamide in bread at 5% modified starch level. However, hardness of previous bread sample increased and showed a darker color than others. Above results demonstrated that cross-linked starch reduced water absorption and dough stability and increased development time of flour.

**Keywords:** Acrylamide, Cross-linked starch, Wheat starch, Sangak bread

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: mh.adb.mail@gmail.com