

# تأثیر بهینه سازی فعالیت آلfa آمیلازی آرد با افزودن آرد گندم جوانه زده بر بیاتی نان تافتون

اسرافیل محرمی<sup>۱</sup>، محمد شاهدی باغ خندان<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

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

(تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۹)

## چکیده

با توجه به نقش اساسی آنزیم‌های آرد در تولید محصولات نانویی بخصوص نان، شناخت کافی از فعالیت آنها می‌تواند ما را در تولید محصولات با کیفیت مناسب یاری کند. با در نظر گرفتن اینکه اکثر آردهای حاصل از گندم‌های تولیدی در کشور دارای فعالیت آلfa آمیلازی کمی هستند، لذا باید تدابیری جهت بهینه‌سازی آنها اتخاذ شود. در این تحقیق خصوصیات شیمیایی و فعالیت آلfa آمیلازی آرد حاصل از سه رقم گندم تولیدی در استان اصفهان (مهدوی، کویر و M<sub>V318</sub>) مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی روند تغییرات فعالیت آلfa آمیلازی در طی جوانه‌زنی، فعالیت این آنزیم بعد از ساعات مختلف جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد. بهینه‌سازی فعالیت آلfa آمیلاز (بر اساس عدد سقوط ۲۵۰ ثانیه) با استفاده از آرد گندم‌های جوانه‌زده و بررسی تأثیر این بهینه‌سازی روی بیاتی نان حاصل از آردهای بهینه‌شده در چهار زمان نگهداری (پس از پخت) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر سه رقم گندم فعالیت آلfa آمیلازی کمتر از حد مطلوب داشتند. جوانه‌زنی باعث یک روند افزایشی در فعالیت آلfa آمیلازی شد. نتایج آزمون تعیین بهترین درصد اختلاط نشان داد که برای بهینه‌سازی، درصدهای مختلفی از آرد ارقام مختلف گندم و آرد گندم جوانه زده پس از ساعات مختلف از زمان فعال شدن جوانه لازم است. نتایج آزمون بیاتی نشان داد که نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده نسبت به نان‌های بهینه‌نشده دارای بافت نرم‌تری بوده و بیاتی کمتری داشتند و نیز رقم مورد استفاده تأثیر مهمی در بیاتی دارد، بطوری‌که نان حاصل از آرد گندم کویر دارای بافت نرم‌تری نسبت به نان دو رقم دیگر بود. در ضمن در بین نان‌ها، نان‌های حاصل از آرد بهینه‌شده با آرد گندم پس از ۷۲ ساعت از زمان فعال شدن جوانه نسبت به نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده با دیگر آردهای گندم جوانه‌زده بافت نرم‌تری داشتند.

کلید واژگان: آلfa آمیلاز، بیاتی نان، گندم جوانه‌زده.

## ۱- مقدمه

حاصل آسیاب و شرایط فرآیند اشاره کرد [۱، ۲]. فعالیت بیش از حد آنزیم‌ها موجب عدم مطلوبیت گندم جهت مصارف نانویی می‌شود. در مقابل فعالیت بسیار کم آنزیم‌ها نیز منجر به تولید فرآورده‌های با کیفیت پایین خواهد شد [۱]. هنگامی که آرد با آب مخلوط شود، تغییرات آنزیمی شروع شده و این تغییرات ادامه یافته و در مراحل مختلف تهیه محصول اثر خود

در تکنولوژی غلات شناخت آنزیم‌ها و فعالیت آنها بسیار حائز اهمیت است، زیرا فعالیت آنها بر کیفیت نهایی محصول موثر است. گندم و به تبع آن آرد دارای دامنه وسیعی از فعالیت‌های آنزیمی است. از دلایل تفاوت در مقادیر فعالیت آنزیم‌ها می‌توان به تفاوت در رقم، شرایط محیطی طی زراعت، جوانه‌زنی پیش از برداشت، شرایط انبار، آردهای مختلف

\* مسئول مکاتبات: Shahedim@cc.iut.ac.ir

شده است. الیگوساکاریدهای باقی مانده بعد از تجزیه آمیلولیتیکی تا حدی باعث مزه و طعم خاص در پوسته و مغز نان می شود. مقدار گلوکز و مالتوز در مغز نان عمدتاً به مقدار و منشأ آلفا آمیلاز مربوط می شود [4].

مقدار آلفا آمیلاز در گندم سالم، بویژه در مناطق آب و هوای خشک مانند ایران، کم است [6]. طبق مطالعه فروزان تبار (۱۳۸۴) که برای سه رقم گندم منطقه اصفهان انجام شد، مشخص گردید که فعالیت آلفا آمیلازی این گندم ها کم بوده و عدد سقوط (فالینگ) این گندم ها بسیار بیشتر از حد استاندارد است [7]. حجتی (۱۳۸۲) دریافت که عدد سقوط نمونه های آرد مناطق مختلف کشور خیلی بیشتر از حد استاندارد بوده که نشان دهنده کم بودن فعالیت آلفا آمیلازی آنها است. عدد سقوط آردهای مناطق شمالی کشور نیز بر خلاف انتظار زیاد و مشابه با سایر مناطق کشور بودند [8].

با توجه به اهمیت آلفا آمیلاز در کیفیت نان تولیدی از آرد و با توجه به نتایج محققین ایرانی مبنی بر پایین بودن فعالیت این آنزیم در آرد گندم های کشور، در این مطالعه از آرد گندم جوانه زده برای بهینه سازی فعالیت آلفا آمیلازی آرد استفاده شده و اثر آن بر بیاتی نان حاصل بررسی شد.

## ۲- مواد و روش ها

از سه رقم گندم (مهدوی، کویر و  $M_{318}$ ) تولیدی منطقه اصفهان استفاده و پس از بوجاری توسط آسیاب چکشی (Achtung آلمان) آسیاب گردید. آزمون های شیمیایی برای نمونه های آرد بر اساس روش های مصوب AACC شامل رطوبت (۱۶-۴۴)، خاکستر (۰۱-۰۸)، پروتئین (۱۲-۴۶) و گلو تن مرطوب و خشک (۱۰-۳۸) و اندازه گیری فعالیت آلفا آمیلاز با دستگاه فالینگ نامبر (Perten مدل ۱۵۰۰ سوئد) و روش مصوب AACC شماره ۸۱B-۶۵ انجام شد [9]. به دلیل محدودیت اندازه گیری فعالیت های خیلی زیاد و برای مشخص شدن روند تغییرات فعالیت آلفا آمیلاز، مقدار مشخصی از آرد گندم جوانه زده (۱ درصد بر اساس ۷ گرم آرد مورد نیاز) به آرد گندم معمولی اضافه شد و سپس میزان فعالیت آلفا آمیلاز اندازه گیری شد.

### ۲-۱- جوانه زنی گندم ها

ابتدا گندم ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای معمولی محیط خیسانده شدند. سپس گندم های خیسانده شده در داخل دستگاه

را نمایان می سازد [۳]. آلفا آمیلاز از مهمترین آنزیم های غلات بوده و مقدار آن به وضعیت طبیعی دانه (رسیده بودن، جوانه زدن یا در حال استراحت بودن) وابسته است. در گندم، آلفا آمیلاز می تواند بلافاصله بعد از گلدهی شناسایی شود که در ابتدا افزایش یافته و سپس با رسیدن و خشک شدن کاهش می یابد. آلفا آمیلازهای غلات دارای خصوصیات مشابهی هستند، اما تفاوت زیادی بین آنها و منابع قارچی یا باکتریایی وجود دارد. این تفاوت ها در فرآیندهای تکنولوژیکی مانند پخت نان اهمیت زیادی دارند. برای مثال پایداری حرارتی آلفا آمیلاز باکتریایی از انواع قارچی و غلاتی بیشتر است [4].

مقدار قندهای قابل تخمیر در آرد گندم بسیار کم بوده که این مقدار برای حفظ و ادامه تخمیر برای بدست آمدن نان با حجم خوب، کافی نیست. نقش آمیلازها در کیفیت نان از انتهای قرن ۱۹ پذیرفته شده است [4]. آلفا و بتا آمیلاز جهت تولید نان به دو دلیل اهمیت دارند. اولاً در اثر فعالیت آنها مقداری قند قابل تخمیر بدست می آید که مخمرها آنرا مصرف کرده و ایجاد گاز دی اکسید کربن می کنند و منجر به افزایش حجم نان می شود. ثانیاً قندها در واکنش های قهوه ای شدن شرکت کرده، رنگ پوسته را جذاب کرده و تأثیر مطلوب بر عطر و طعم دارند. بر اثر فعالیت آمیلازها، قوام و خواص رئولوژیکی خمیر، رنگ داخل نان، خلل و فرج مغز نان و ماندگاری نان بهبود می یابد. در برخی مواقع که رطوبت قبل از برداشت زیاد باشد، جوانه دانه ها فعال شده و باعث فعالیت بیش از حد آلفا آمیلاز می شود. در این صورت آردی بدست می آید که دارای ظرفیت نگهداری آب کمی بوده و خمیر نرم و چسبناک تولید می کند و مغز نان چسبنده می شود و پوک و تردی نان آسیب دیده، پوسته نان بیش از حد تیره می شود [۲، ۴، ۵]. از سوی دیگر آرد گندم حاصل از دانه هایی که جوانه آن فعال نشده، دارای مقادیر زیادتری از بتا آمیلاز بوده، اما فعالیت کم آلفا آمیلاز، تولید قندهای قابل تخمیر در خمیر را کاهش داده و باعث کاهش حجم نان و کم شدن رنگ و سخت شدن پوسته نان می شود که این امر دلیلی برای استفاده از جایگزین های آلفا آمیلازی است. این عمل می تواند برای خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی های مغز و پوسته نان نیز مفید باشد [۲، ۴]. محققان نشان دادند که آلفا آمیلاز قارچی، مالتوز کمتری نسبت به آلفا آمیلاز مالت تولید می کند. آمیلازها زمانی بر نشاسته عمل می کنند که نشاسته، در اثر ژلاتینه شدن به حمله آمیلازها، حساس تر

پروپ به داخل نان را نشان داد. هر چه نان به سمت بیاتی پیش رفته بود، این عدد بیشتر بود. سپس به کمک فرمول زیر میزان بیاتی نان محاسبه گردید.

$$S = \frac{F}{\pi DT}$$

S = حداکثر تنش برشی (گرم بر سانتیمتر مربع) = F نیروی اعمال شده (گرم)

D = قطر پروپ (سانتیمتر: ۱/۲۷)

T = ضخامت نمونه (سانتیمتر)

## ۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تجزیه و تحلیل نتایج مربوط به تعیین فعالیت آلفا آمیلازی آرد گندمها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل تاثیر بهینه سازی فعالیت آلفا آمیلازی آرد گندم بر بیاتی نانهای حاصل از این آردها از طرح فاکتوریل اسپیلیت - پلات در بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. برای مقایسه میانگین کلیه تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل دادهها با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۱) و MSTATC و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

## ۳- نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی آرد حاصل از سه رقم گندم در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری ( $P < 0/05$ ) از لحاظ فعالیت آمیلازی دارند. بطوریکه در جدول ۱ مشاهده می شود آرد رقم کویر با ۳۱۲/۷ ثانیه بیشترین و رقم  $M_{V318}$  با ۳۴۲ ثانیه کمترین عدد سقوط را داشته اند. به عبارت دیگر فعالیت آلفا آمیلازی رقم کویر از دو رقم دیگر بیشتر بود. این نتایج با نتایج فروزان تبار (۱۳۸۴) و حجتی (۱۳۸۲) مطابقت دارد. طبق گزارش فروزان تبار، فعالیت آلفا آمیلازی گندمهای منطقه اصفهان کم بوده و عدد سقوط این گندمها خیلی بیشتر از حد استاندارد است. حجتی نیز گزارش کرد که فعالیت آلفا آمیلازی اکثر آردهای مناطق مختلف کشور کم است [۷، ۸].

## ۳-۱- جوانه زنی و فعالیت آلفا آمیلاز

تحقیقات نشان داده است که فعالیت آلفا آمیلازی در طی جوانه زنی بین ۲۰ تا ۱۰۰۰ برابر افزایش می یابد که به رقم، روش اندازه گیری و فاکتورهای دیگری بستگی دارد.

ژرمیناتور (دمای  $18^{\circ}C$  و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد) قرار داده شدند و پس از زمانهای مشخص از دستگاه خارج و تا رسیدن به رطوبت اولیه خشک شدند. سپس ریشهها بصورت دستی جدا و گندمهای بدون ریشه آسیاب شدند.

## ۲-۲- تعیین میزان اختلاط

برای این منظور درصدهای مختلفی از آرد گندم جوانه زده (با زمانهای فعال شدن جوانه ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۸ و ۷۲ ساعت) به آرد گندم معمولی اضافه شده و با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر، مقادیر عدد سقوط هر یک از درصدهای اختلاط اندازه گیری شد، بدین ترتیب بهترین میزان درصد اختلاط بر اساس عدد سقوط  $10 \pm 250$  بدست آمد.

## ۲-۳- تهیه خمیر و پخت نان

فرمول کلی تهیه نان برای همه موارد بدین گونه بود: آرد گندم (۱۰۰ درصد)، آب (۷۰-۶۵ درصد)، نمک (۲ درصد)، مخمر (۱/۵ درصد)، شکر (۱/۵ درصد)، آرد گندم جوانه زده (بر اساس نتایج آزمون تعیین درصد اختلاط با آردهای سالم). برای تهیه خمیر، روش مستقیم استفاده گردید که ابتدا مخمر و شکر در آب حل شده و سپس نمک، آرد و آرد گندم جوانه زده به مخلوطکن اضافه شد. مراحل آماده سازی خمیر شامل اختلاط اجزاء (۵ دقیقه)، استراحت اولیه (۵ دقیقه)، ورز دادن، تخمیر اولیه (۱/۵ ساعت در دمای  $30^{\circ}C$  تا  $32^{\circ}C$  در انکوباتور تخمیر مبدل تانک اصفهان)، چانه کردن، تخمیر میانی (۱۰ دقیقه)، فرم دادن و تخمیر نهایی و پخت نان تافتون در دمای  $249^{\circ}C$  تا ۲۸۹ به مدت ۸۰ ثانیه (تنور نانوایی گازی اصفهان پخت) صورت گرفت. نانها پس از سرد شدن در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و در درجه حرارت اتاق نگهداری شدند.

## ۲-۴- آزمون بیاتی نان

آزمون بیاتی نان با استفاده از آزمایش اندازه گیری مقاومت برشی (puncture test) به کمک دستگاه اینستران (مدل ۱۱۴۰ انگلستان) و در چهار زمان (بلافاصله، یک، دو و سه روز پس از پخت) انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا یک پروپ استوانه ای شکل روی دستگاه نصب و سپس دستگاه کالیبره گردید. نمونه مورد آزمایش (یک قطعه مستطیل شکل نان) بعد از تعیین ضخامت در جایگاه ویژه دستگاه قرار داده شد. با روشن نمودن دستگاه پروپ به داخل نمونه نفوذ کرده و سپس دستگاه با رسم یک منحنی میزان نیروی مورد نیاز برای نفوذ

جدول ۱ میانگین ترکیب شیمیایی (بر پایه تر) و مقایسه میانگین عدد سقوط آرد گندمها

| نوع گندم          | رطوبت (درصد) | خاکستر (درصد) | پروتئین (درصد) | گلوتن مرطوب (درصد) | گلوتن خشک (درصد) | فعالیت آلفا آمیلاز (عدد سقوط) |
|-------------------|--------------|---------------|----------------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| مهدوی             | ۸/۲          | ۱/۴           | ۱۰/۴           | ۲۰/۵               | ۷/۰              | ۳۲۷ <sup>b</sup>              |
| کویر              | ۸/۸          | ۱/۷           | ۱۱/۲           | ۲۳/۲               | ۸/۳              | ۳۱۲/۷ <sup>c</sup>            |
| M <sub>v۳۱۸</sub> | ۸/۴          | ۱/۶           | ۹/۸            | ۱۵/۹               | ۵/۸              | ۳۴۲ <sup>a</sup>              |

به تفکیک فعالیت آلفا آمیلازی بالا نیست، همخوانی دارد. نمودار ۱ به دلیل اینکه پس از ۱۸ ساعت دستگاه قادر به اندازه گیری فعالیت های خیلی زیاد نیست، فقط عدد ۶۲ را نشان می دهد. از این رو، در نمودار ۱ فقط تا زمان ۲۴ ساعت پس از جوانه زنی عدد سقوط در نظر گرفته شد. برای بررسی روند تغییرات فعالیت آلفا آمیلازی گندم های جوانه زده بعد از ۱۸ ساعت، مقدار ثابتی از هر یک از آرد گندم های جوانه زنی در ساعات مختلف (یک درصد) به آرد گندم اضافه شد تا بتوان از این طریق روند تغییرات را مشاهده کرد. با توجه به نمودارهای ۱ و ۲ مشخص می شود که با افزایش مدت زمان جوانه زنی بعد از ۱۸ ساعت نیز عدد سقوط کاهش می یابد و به عبارت دیگر میزان فعالیت آلفا آمیلازی افزایش می یابد.

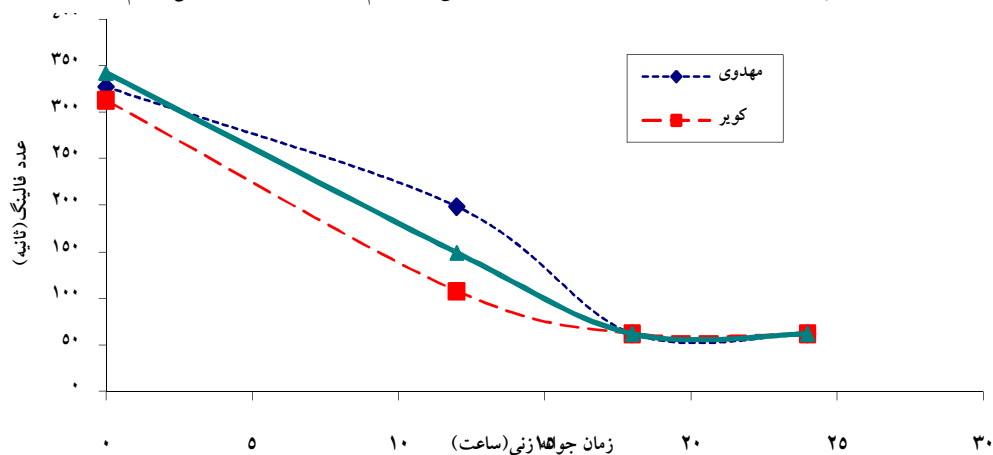
با توجه به آزمون سختی دانه ها که نویسندگان این مقاله انجام داده بودند، رقم کویر نسبت به دو رقم دیگر دارای کمترین سختی بود. بدیهی است که در دانه های نرم تر مانند کویر احتمال جوانه زدن بیشتر خواهد بود زیرا بهتر و راحت تر آب جذب می کند. نمودار ۲ نیز این نتیجه را تایید می کند.

مارش و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی خود افزایش ۲۰ برابری فعالیت آلفا آمیلازی در طی جوانه زنی گندمها مشاهده کردند. این میزان افزایش فعالیت آلفا آمیلازی نسبت به نتایج دیگر محققان کمتر بود. آنها دلیل آن را به ترکیبی از کوتاه بودن زمان جوانه زنی و روش استخراج آنزیمی به کار رفته وابسته دانستند [۱۰].

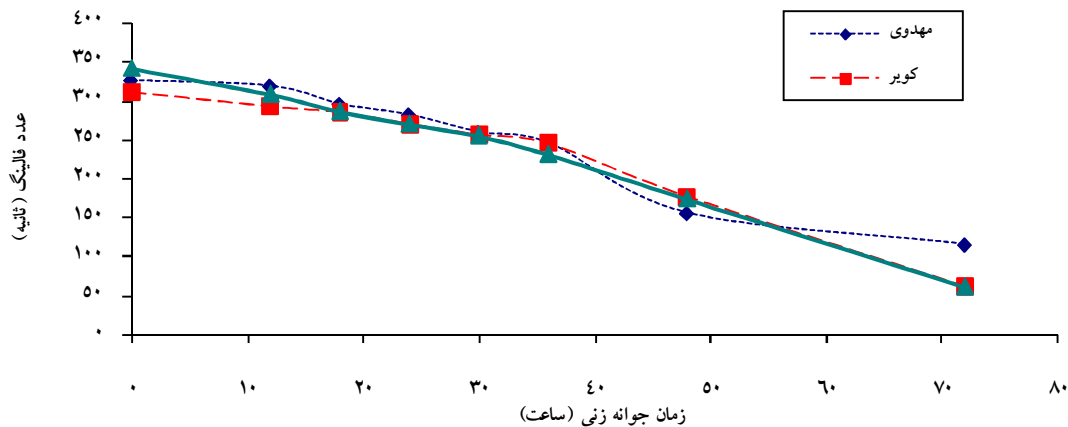
نمودار ۱ عدد سقوط هر سه رقم ۱۸ ساعت پس از جوانه زنی و زمان های پس از آن را ۶۲ ثانیه نشان می دهد، این نتیجه با نتایج لیلواتی (۱۹۹۰) همخوانی داشته که گزارش کرده اند عدد سقوط ۲۴ ساعت پس از جوانه زنی از ۴۹۲ به ۶۰ کاهش یافته است [۱۱]. کاهش عدد سقوط در طی جوانه زنی نشان دهنده تجزیه نشاسته و یا افزایش فعالیت آنزیمی است [۱۲].

نمودار ۱ نشان می دهد که دستگاه فالینگ نامبر قادر به اندازه گیری فعالیت آلفا آمیلازی زیاد نیست. این با نتایج سینگ و همکاران (۲۰۰۱) که اعلام کرده اند، روش عدد سقوط قادر

نمودار ۱ تغییرات عدد سقوط در زمان های مختلف جوانه زنی در گندم های مختلف (آرد کامل گندم جوانه زده)



نمودار ۲ تغییرات عدد سقوط آرد گندم (با افزودن یک درصد آرد گندم جوانه زده) در زمان‌های مختلف جوانه‌زنی



فعالیت آلفا آمیلازی در زمان ۹۶ ساعت بعد از جوانه‌زنی در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  و همچنین حداکثر فعالیت آلفا آمیلازی در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  درجه ۷۲ پس از جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد [۱۴].

### ۲-۳- بهینه‌سازی فعالیت آلفا آمیلازی

با توجه به اینکه اکثر آردهای گندم ایران فعالیت آلفا آمیلازی در کمی دارند، باید تدابیری جهت تعدیل فعالیت این آنزیم انجام گیرد که می‌توان به اختلاط گندم‌های با فعالیت آلفا آمیلازی بالا با گندم‌های با فعالیت کم، افزودن موادی با فعالیت آلفا آمیلازی بالا مانند مالت یا غلات جوانه‌زده و افزودن آلفا آمیلازهای قارچی یا باکتریایی اشاره کرد [۱، ۶]. در این تحقیق از اختلاط آرد گندم جوانه‌زده در ساعات مختلف با آرد گندم، جهت بهینه‌سازی فعالیت آلفا آمیلازی استفاده شد. میزان فعالیت آلفا آمیلازی بر اساس عدد سقوط در نظر گرفته شده و بهینه‌سازی بر اساس عدد سقوط  $250 \pm 10$  ثانیه صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

لوکو و بوشوک (۱۹۸۴) نیز افزایش ۱۶۰۰ و ۳۰۰۰ برابری فعالیت آلفا آمیلازی در زمان ۵۴ ساعت جوانه‌زنی و دمای  $20^{\circ}\text{C}$  را در طی جوانه‌زنی دو رقم گندم بدست آوردند. همچنین دریافتند که عدد سقوط در طی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، بطوری‌که در زمان ۱۸ ساعت جوانه‌زنی عدد سقوط از ۲۸۶ ثانیه به ۱۷۴ ثانیه رسیده و در زمان ۳۵ و ۵۴ ساعت عدد سقوط ۶۰ ثانیه به دست آوردند که نشان‌دهنده افزایش فوق‌العاده فعالیت آلفا آمیلازی است [۱۳]. سینگ و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که دمای جوانه‌زنی نسبت به مدت زمان خیساندن و مدت زمان جوانه‌زنی، اثر بیشتر و شاخص‌تر دارد. در همه ارقام گندم عدد سقوط با افزایش مدت زمان خیساندن و مدت زمان جوانه‌زنی کاهش می‌یابد [۱۲]. ترانوره و همکاران (۲۰۰۴) حداکثر فعالیت آلفا آمیلاز را در زمان ۷۲ ساعت جوانه‌زنی در سورگوم مشاهده کردند که با نتایج محققان دیگر مطابقت داشت. آنها اعلام کردند که حداکثر

جدول ۲ درصد آرد گندم‌های جوانه‌زده جایگزین شده با آرد گندم برای تنظیم عدد سقوط آرد ( $250 \pm 10$  ثانیه)

| رقم گندم   | زمان بعد از خیساندن برای جوانه‌زنی (ساعت) |         |         |         |         |         |         |
|------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|            | ۱۲ ساعت                                   | ۱۸ ساعت | ۲۴ ساعت | ۳۰ ساعت | ۳۶ ساعت | ۴۸ ساعت | ۷۲ ساعت |
| مهدوی      | ۱۸  | ۷       | ۳       | ۱/۷۵    | ۱       | ۰/۴۵    | ۰/۱     |
| کویر       | ۹   | ۴       | ۲       | ۱/۲۵    | ۰/۹۲    | ۰/۳۵    | ۰/۰۹    |
| $M_{۷۳۱۸}$ | ۱۳  | ۴/۵     | ۲       | ۱/۲۵    | ۰/۷۱    | ۰/۳۰    | ۰/۰۸    |

آزاد می‌شود. نان‌های حاصل از این آردها پوسته تیره و بافت مغزی چسبنده و کم حجم دارند. در صورتی‌که فعالیت آلفا آمیلازی کم باشد، نان‌های حاصل کم حجم و دارای مغز خشک با حفره‌های بزرگ خواهند بود. از این رو فعالیت آنزیمی

مقادیر جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش فعالیت آلفا آمیلازی میزان کمتری از آرد گندم جوانه‌زده جهت تنظیم عدد سقوط مورد نیاز است. افزایش بیش از حد آلفا آمیلاز در طی جوانه‌زنی موجب هیدرولیز نشاسته و افزایش میزان قندهای

بطورکلی هر چه مقاومت برشی کمتر بود، مقدار بیاتی کمتری برای نان منظور شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نان‌های حاصل از آرد ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) از لحاظ بیاتی داشته و همچنین نان‌های حاصل از آرد بهینه‌شده با آرد گندم‌های جوانه‌زده در ساعات مختلف اختلاف معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) از لحاظ بیاتی داشته‌اند. مدت زمان نگهداری نیز بر مقاومت برشی بافت نان تأثیر معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) داشته است. همچنین کلیه اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایشی بر مقاومت برشی بافت نان معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) بوده است. به عبارت دیگر روند تغییرات مقاومت برشی برای سطح یک تیمار در سطح تیمار دیگر متفاوت بوده است.

نتایج نشان داد که در بین نان‌های حاصل از آرد سه رقم گندم، رقم  $M_{318}$  دارای بیشترین مقاومت برشی و رقم کویر دارای کمترین مقاومت برشی بود (جدول ۳). دلیل آن را می‌توان به تفاوت‌های موجود بین خصوصیات شیمیایی ارقام گندم بخصوص فعالیت آلفا آمیلازی و درصد پروتئین و گلوتن وابسته دانست. بدین صورت که آرد کویر دارای بالاترین و آرد  $M_{318}$  دارای کمترین میزان از نظر این خصوصیات بوده که با توجه به جدول ۱ کاملاً مشهود است. گلوتن و نسبت آن به نشاسته از عوامل مهم در سفتی نان است. گلوتن در تغییرات الاستیکی و انعطاف‌پذیری نان طی نگهداری تأثیر زیادی دارد و افزایش گلوتن موجب کاهش پیوند بین گرانول‌های نشاسته و به تاخیر انداختن بیاتی می‌شود. بنابراین بخشی از تغییرات بیاتی نان‌های به گلوتن مربوط می‌شود. احتمالاً پروتئین‌ها و بویژه گلوتن با رقیق کردن نشاسته در کاهش بیاتی نان موثر هستند. محققان دریافته‌اند که همبستگی زیادی بین مقدار پروتئین و امتیاز کیفیت نان برقرار است. علاوه بر تأثیر نشاسته، پروتئین و آب بر بیاتی نان نباید از نقش ترکیبات دیگر مانند پنتوزان‌ها گذشت [۲۰].

**جدول ۳** مقایسه میانگین ارقام مختلف گندم بر مقاومت

برشی نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده

| اثر رقم   | میانگین مقاومت برشی ( $g/cm^2$ ) |
|-----------|----------------------------------|
| مهدوی     | ۸۴۵/۹۸ <sup>b</sup>              |
| کویر      | ۷۵۷/۰۹ <sup>c</sup>              |
| $M_{318}$ | ۹۸۸/۸۸ <sup>a</sup>              |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در

سطح ۵٪ معنی‌دار است.

آرد باید در حد متعادلی باشد [۱۵]. شرما و همکاران (۱۹۸۸)، اختلاط گندم جوانه‌زده به نسبت‌های مطلوب با گندم را به عنوان روش ساده در برطرف کردن مشکل گندم‌های جوانه‌زده بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده کاهش میزان پروتئین و نشاسته و افزایش قندهای آزاد به نسبت افزایش درصد اختلاط آرد گندم جوانه‌زده است [۱۶]. توهور و همکاران (۲۰۰۴) دریافته‌اند که خمیر حاصل از گندم‌های با عدد سقوط کم، سیال بوده و قابلیت تولید نان را ندارند. در مقابل آرد با عدد سقوط زیاد، خمیر نسبتاً پایداری بدست آمد اما بافت نان حاصل متراکم و سفت بود [۱۷].

نتایج آزمون تعیین بهترین درصد اختلاط با نتایج فیضی‌پور و همکاران (۱۳۸۳) و حجتی (۱۳۸۲) همخوانی داشت. فیضی‌پور و همکاران دریافته‌اند که درصدهای متفاوتی از آرد گندم جوانه‌زده برای آرد مخصوص بربری (از ۰/۷۹ تا ۹/۰۵ درصد) و برای آرد مخصوص نان لواش (از ۰/۹۴ تا ۹/۱۹ درصد) جهت تولید آردهای با عدد سقوط متفاوت (۱۵۰ تا ۳۵۰ ثانیه) لازم است. البته تفاوت‌های موجود بین نتایج این تحقیق و نتایج فیضی‌پور و همکاران اولاً به شرایط جوانه‌زنی گندم (درجه حرارت و رطوبت نسبی) و ثانیاً اینکه آنها فقط از یک زمان جوانه‌زنی (۲۴ ساعته) و از یک آرد گندم جوانه‌زده استفاده کردند [۱۸] بستگی داشت. حجتی (۱۳۸۲) دریافت که فعالیت آلفا آمیلازی آردهای مورد مطالعه برای تولید نان باگت، کم بوده (عدد سقوط ۳۱۹/۷ تا ۴۵۰/۷)، لذا برای کاهش عدد سقوط، به نمونه‌های مختلف آرد، درصدهای مختلفی از ۰/۷ تا ۲/۴ درصد مالت جو دیاستاتیک افزود [۸]. درباره نتایج حجتی می‌توان گفت عدد سقوط آردهای مورد مطالعه ایشان خیلی بیشتر از عدد سقوط در این تحقیق بوده و از سوی دیگر فقط از مالت دیاستاتیک با یک فعالیت آلفا آمیلازی استفاده کرده است. در این تحقیق از آرد گندم‌های با فعالیت‌های مختلف استفاده شده است.

### ۳-۳- نتایج آزمون بیاتی

بیات شدن نان پدیده‌ای است که حتی اگر از بهترین مواد و روش‌ها استفاده شود جلوگیری از آن در شرایط عادی امکان پذیر نیست [۶]. آنزیم‌های آماده شده در صنایع پخت به‌منظور تازه‌نگهداشتن بیشتر نان و تاخیر انداختن بیاتی بکار می‌رود [۱]. آزمون بیاتی نان‌های حاصل از آرد سه رقم گندم بطور خالص و نیز اختلاط با آرد گندم‌های جوانه‌زده انجام شد.

می‌شود به احتمال زیاد، نان‌های تولیدی از آردهای بهینه‌شده از نظر ارزیابی‌های حسی کیفیت خوبی داشتند. نتایج آزمون‌های حسی تحقیق حجتی (۱۳۸۲) نیز این نتایج را تایید می‌کند. همچنین نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که در بین زمان‌های نگهداری، روز سوم دارای بیشترین و زمان صفر (بلافاصله پس از پخت) دارای کمترین مقاومت برشی بود (جدول ۵).

جدول ۵ مقایسه میانگین زمان نگهداری بر مقاومت برشی

| نان‌های حاصل از آردهای بهینه شده            |                  |
|---|------------------|
| میانگین مقاومت برشی<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | اثر زمان نگهداری |
| ۷۴۱/۱۳ <sup>a</sup>                         | زمان صفر         |
| ۸۰۴/۹۵ <sup>b</sup>                         | روز اول          |
| ۸۹۷/۲۱ <sup>c</sup>                         | روز دوم          |
| ۱۰۴۲/۶۴ <sup>d</sup>                        | روز سوم          |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی دار است.

برخی محققین بیاتی را به تغییرات فیزیکی ملکول‌های منشعب شده در گرانول‌های نشاسته تورم یافته بستگی دانسته، بطوری‌که پس از تورم گرانول‌ها، قسمتی از ملکولهای آمیلوز از آنها خارج و وارد محیط مایع شده و در هنگام سرد شدن توسط پیوند هیدروژنی به هم پیوسته و تشکیل شبکه داده و موجبات سفتی بافت را فراهم می‌آورند. به دنبال این عمل، آمیلوز از حالت تورم خارج و به فرم کریستالی در می‌آید و هر چه مدت زمان نگهداری بیشتر باشد، میزان نشاسته محلول بیشتر کاهش یافته و سفتی نان افزایش می‌یابد [۷]. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایشی بر مقاومت برشی بافت نان معنی دار بوده است. جداول ۶ و ۷ نشان می‌دهند که روند بیاتی نان در ارقام مختلف گندم و در بهینه‌سازی با آرد گندم‌های جوانه‌زده از زمان صفر (پس از پخت) تا سه روز نگهداری تفاوت معنی دار داشته و با گذشت زمان افزایش پیدا کرده است. با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌گردد که در یک زمان معین، نان حاصل از آرد کویر دارای کمترین و نان تهیه شده از آرد M<sub>۱۳۱۸</sub> دارای بیشترین مقاومت برشی بوده است. دلیل آن با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی می‌تواند آن باشد که در بین سه آرد گندم مورد آزمون، آرد کویر دارای بالاترین فعالیت آلفا آمیلازی بوده و دارای

نتایج تجزیه و تحلیل نیز نشان داد که در بین تیمارهای بهینه‌شده با آرد گندم‌های جوانه‌زده پس از زمان‌های مختلف، نان‌های تهیه‌شده از آردهای شاهد دارای بیشترین مقاومت برشی و نان‌های تهیه‌شده از آردهای بهینه‌شده با گندم‌های جوانه‌زده با ۷۲ ساعت دارای کمترین مقاومت برشی است (جدول ۴).

جدول ۴ مقایسه میانگین اثر بهینه‌سازی با آرد گندم جوانه‌زده (با زمان مختلف جوانه‌زنی) بر مقاومت برشی نان‌ها

| میانگین مقاومت برشی<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | اثر بهینه‌سازی با آرد گندم<br>جوانه‌زده با زمان جوانه‌زنی |
|---|---|
| ۹۷۷/۵۸۱ <sup>a</sup>                        | صفر ساعت (شاهد)   |
| ۸۶۱/۳۹ <sup>cd</sup>                        | ۱۲ ساعته  |
| ۸۷۰/۶۰ <sup>b</sup>                         | ۱۸ ساعته  |
| ۸۷۰/۰۷ <sup>b</sup>                         | ۲۴ ساعته  |
| ۸۵۹/۵۴ <sup>d</sup>                         | ۳۰ ساعته  |
| ۸۶۵/۴۶ <sup>c</sup>                         | ۳۶ ساعته  |
| ۸۳۴/۹۸ <sup>e</sup>                         | ۴۸ ساعته  |
| ۷۷۲/۲۳ <sup>f</sup>                         | ۷۲ ساعته  |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی دار است.

البته بین نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده با آرد گندم‌های جوانه‌زده در ساعات مختلف تفاوت وجود داشت ولی این تفاوت‌ها کم بوده و همه این نان‌ها نسبت به نان شاهد بیاتی کمتری داشته و شدت افزایش مقاومت برشی و کاهش نرمی برای نمونه‌های بهینه‌شده کمتر بوده است. دلیل آن را می‌توان بهینه‌شدن فعالیت آلفا آمیلازی آرد دانست. فیضی‌پور و همکاران (۱۳۸۳) دریافتند که نان‌های لوآش حاصل از آردهای با عدد سقوط ۴۲۰-۳۵۰ ثانیه و نان‌های بربری حاصل از آردهای با عدد سقوط ۳۵۰-۲۵۰ ثانیه بدون وجود اختلاف معنی داری با یکدیگر، دارای بهترین کیفیت نسبت به آردهای بهینه‌نشده از نظر ارزیابی‌های حسی بودند [۱۸]. از نتایج آنها می‌توان دریافت که در صورت بهینه‌سازی فعالیت آردها، نان‌های تولیدی از نظر پذیرش مصرف کننده در سطح کیفیت خوبی نسبت به نان‌های تولیدی از آردهای با فعالیت آلفا آمیلازی کم قرار خواهند داشت. از این رو می‌توان گفت در صورتی که در تحقیق حاضر از آزمون ارزیابی حسی استفاده

گندم‌های جوانه‌زده، علاوه بر اینکه در ابتدا بافت نرم‌تری داشتند، با گذشت زمان نیز کمتر بیات شدند که این موضوع بخصوص در روز اول و دوم مشهودتر است. تحقیقات نشان‌دهنده است که با افزودن آرد مالت و بکارگیری آنزیم‌های مختلف می‌توان مدت زمانی بیاتی را تا ۶ ساعت به‌تأخیر انداخت [۳]. نتایج تحقیقات مشخص کرد که دکسترین‌های با زنجیرهای کوتاه بیاتی را به‌تأخیر می‌اندازند. نان‌های تهیه‌شده از آردهای بهینه‌شده با آلفا آمیلازهای از منابع مختلف با سرعت کمتری نسبت به زمانی که آنها اضافه نمی‌شوند، سفت می‌شود. از سوی دیگر مشاهده شده‌است که فعالیت آلفا آمیلاز غلات منجر به کاهش کریستالیزاسیون مجدد آمیلوپکتین در مغز نان می‌شود [۱۹].

درصد پروتئین و گلوتن بیشتری است، درحالی که آرد  $M_{7318}$  کمترین فعالیت آلفا آمیلازی داشته و درصد پروتئین و گلوتن کمتر است.

جدول ۷ نشان می‌دهد که در بهینه‌سازی با آرد گندم‌های جوانه‌زده، نان حاصل از آرد شاهد دارای بیشترین و نان حاصل از آرد بهینه‌شده با آرد گندم با ۷۲ ساعت جوانه‌زنی کمترین مقاومت برشی را در یک زمان برابر دارند. همچنین جدول ۷ نشان می‌دهد که از یک سو با گذشت زمان نگهداری، مقاومت برشی نان‌ها افزایش یافته و بیاتی زیاد شده‌است و از سوی دیگر بهینه‌سازی فعالیت آلفا آمیلازی با گندم‌های جوانه‌زده موجب گردیده‌است که با گذشت زمان نگهداری، روند افزایشی مقاومت برشی بافت نان‌ها کمتر از نان‌های شاهد (بدون بهینه‌سازی) باشد. به‌طوری‌که نمونه‌های بهینه‌شده با آرد

جدول ۶ مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف گندم و زمان‌های مختلف نگهداری بر مقاومت برشی نان ( $g/cm^2$ )

| زمان‌های نگهداری (روز) |                      |                     |                     | رقم گندم   |
|------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------|
| روز سوم                | روز دوم              | روز اول             | پس از پخت           |            |
| ۱۰۱۸/۱۷ <sup>b</sup>   | ۸۹۹/۱۶ <sup>f</sup>  | ۷۷۰/۷۲ <sup>i</sup> | ۶۹۵/۸۸ <sup>j</sup> | مهدوی      |
| ۹۰۵/۹۱ <sup>e</sup>    | ۷۸۵/۹۷ <sup>h</sup>  | ۶۹۶/۰۵ <sup>j</sup> | ۶۴۰/۴۲ <sup>k</sup> | کویر       |
| ۱۱۱۳/۸۴ <sup>a</sup>   | ۱۰۰۶/۵۰ <sup>c</sup> | ۹۴۸/۰۶ <sup>d</sup> | ۸۸۷/۰۹ <sup>g</sup> | $M_{7318}$ |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

جدول ۷ مقایسه میانگین اثر متقابل بهینه‌سازی با آرد گندم‌های جوانه‌زده (با زمان‌های مختلف) و زمان‌های نگهداری بر مقاومت برشی نان ( $g/cm^2$ )

| زمان‌های نگهداری (روز) |                      |                       |                       | بهینه‌سازی با آرد گندم<br>با زمان جوانه‌زنی |
|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| روز سوم                | روز دوم              | روز اول               | پس از پخت             |   |
| ۱۱۳۱/۳۵ <sup>a</sup>   | ۹۸۸/۸۵ <sup>f</sup>  | ۹۲۸/۷۹ <sup>h</sup>   | ۸۶۱/۳۳ <sup>l</sup>   | صفر ساعت                                    |
| ۱۰۱۶/۹۲ <sup>d</sup>   | ۸۹۵/۱۷ <sup>j</sup>  | ۷۹۸/۶۲ <sup>no</sup>  | ۷۳۴/۸۵ <sup>rs</sup>  | ۱۲ ساعت                                     |
| ۱۰۴۹/۶۶ <sup>b</sup>   | ۹۰۲/۲۱ <sup>j</sup>  | ۷۹۹/۵۵ <sup>mno</sup> | ۷۳۰/۹۸ <sup>rst</sup> | ۱۸ ساعت                                     |
| ۱۰۳۴/۵۴ <sup>c</sup>   | ۹۰۱/۵۴ <sup>j</sup>  | ۸۰۷/۰۳ <sup>m</sup>   | ۷۳۷/۱۹ <sup>r</sup>   | ۲۴ ساعت                                     |
| ۱۰۱۴/۵۶ <sup>d</sup>   | ۹۰۰/۶۱ <sup>j</sup>  | ۷۹۷/۰۳ <sup>o</sup>   | ۷۲۵/۹۶ <sup>t</sup>   | ۳۰ ساعت                                     |
| ۹۹۷/۵۶ <sup>e</sup>    | ۹۱۰/۳۳ <sup>i</sup>  | ۸۰۵/۲۷ <sup>mn</sup>  | ۷۴۸/۶۷ <sup>q</sup>   | ۳۶ ساعت                                     |
| ۹۵۹/۷۲ <sup>g</sup>    | ۸۷۳/۱۳ <sup>k</sup>  | ۷۷۸/۲۷ <sup>p</sup>   | ۷۲۸/۸۱ <sup>st</sup>  | ۴۸ ساعت                                     |
| ۸۹۶/۸۱ <sup>j</sup>    | ۸۰۵/۸۲ <sup>mn</sup> | ۷۲۵/۰۱ <sup>t</sup>   | ۶۶۱/۲۷ <sup>u</sup>   | ۷۲ ساعت                                     |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی‌دار است.



جدول ۸ مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام گندم و بهینه‌سازی با آرد گندم‌های جوانه‌زده (با زمان‌های مختلف) بر مقاومت برشی بافت نان ( $g/cm^2$ )

| رقم گندم   | بهینه‌سازی با آرد گندم جوانه‌زده با زمان جوانه‌زنی |                     |                    |                     |                     |                    |                    |
|------------|--|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|            | صفر ساعت   | ۱۲ ساعت             | ۱۸ ساعت            | ۲۴ ساعت             | ۳۰ ساعت             | ۳۶ ساعت            | ۴۸ ساعت            |
| مهدوی      | ۹۸۹/۹ <sup>e</sup>                                 | ۸۲۸/۹ <sup>I</sup>  | ۸۲۲/۳ <sup>I</sup> | ۸۵۴/۳ <sup>J</sup>  | ۸۴۰/۸ <sup>k</sup>  | ۸۸۰/۳ <sup>I</sup> | ۸۴۳/۴ <sup>k</sup> |
| کویر       | ۸۳۹/۱ <sup>k</sup>                                 | ۷۶۲/۸ <sup>n</sup>  | ۷۸۸/۲ <sup>m</sup> | ۷۴۸/۷ <sup>o</sup>  | ۷۳۸/۹ <sup>p</sup>  | ۷۴۸/۶ <sup>o</sup> | ۷۲۵/۷ <sup>q</sup> |
| $M_{V318}$ | ۱۱۰۳/۸ <sup>a</sup>                                | ۹۹۲/۵ <sup>de</sup> | ۱۰۰۱ <sup>bc</sup> | ۱۰۰۷/۳ <sup>b</sup> | ۹۹۸/۸ <sup>cd</sup> | ۹۶۷/۵ <sup>f</sup> | ۹۳۵/۹ <sup>g</sup> |

تفاوت میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک با آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

جدول ۸ نشان می‌دهد که میزان مقاومت برشی نان‌های تهیه‌شده از ارقام مختلف گندم در اثر بهینه‌سازی با آرد گندم‌های جوانه‌زده در تمام ساعات جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده‌است. بطوری‌که در میان تمام نان‌ها، نان تهیه‌شده از آرد  $M_{V318}$  دارای بیشترین و نان حاصل از آرد کویر بهینه‌شده با آرد گندم با ۷۲ ساعت جوانه‌زنی دارای کمترین مقاومت برشی است. جدول ۸ نیز مشخص می‌کند که از میان نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده با آرد گندم‌های جوانه‌زده، همه نان‌هایی که از آردهای بهینه‌شده با آرد گندم با ۷۲ ساعت جوانه‌زنی تهیه شده‌اند دارای کمترین میزان مقاومت برشی بوده و اختلاف بسیار معنی‌داری با نان آردهای معمول داشته و نیز دارای اختلاف معنی‌داری با نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده با آرد گندم‌های با دیگر زمان‌های جوانه‌زده بود. این اختلاف نسبت به اختلاف با آرد شاهد کمتر بود که دلیل آن همان‌گونه که قبلاً عنوان شد، بهینه‌شدن فعالیت آلفا آمیلازی است. همچنین مشاهده می‌گردد که نان حاصل از رقم کویر بهینه‌شده با آرد گندم جوانه‌زده در تمام زمان‌ها دارای کمترین مقاومت برشی در مقایسه با نان حاصل از دو رقم دیگر است.

نتایج آزمایشی در وضعیت بهتری قرار دارد. نتایج آزمون عدد سقوط نشان داد هر سه رقم از نظر فعالیت آلفا آمیلازی در سطح پایینی قرار داشته و عدد سقوط آنها بسیار بیشتر از حد استاندارد است. با این وجود رقم کویر دارای فعالیت آلفا آمیلازی بیشتری داشته است. نتایج نشان داد که در اثر جوانه‌زنی فعالیت آلفا آمیلاز زیاد شده و یک روند افزایشی داشت. نتایج آزمون بهینه‌سازی نیز روند افزایشی فعالیت آلفا آمیلازی در طی جوانه‌زنی را تایید می‌کند. در نتیجه برای بهینه‌سازی، مقدار کمتری از آرد گندم‌های جوانه‌زده که مدت جوانه‌زنی زیادتری داشته‌اند، استفاده خواهد شد. همچنین برای بهینه‌سازی، درصدهای مختلفی از ارقام مختلف و زمان‌های مختلف جوانه‌زنی لازم است.

نتایج آزمون بیاتی نشان داد که بهینه‌سازی با آرد گندم جوانه‌زده باعث کاهش مقاومت برشی نان شده و بافت نان حاصل نرم‌تر شده و میزان بیاتی کاهش می‌یابد و نیز مشخص شد که رقم تأثیر مهمی در بیاتی دارد، بطوری‌که نان حاصل از آرد گندم کویر (بهینه‌شده و بهینه‌نشده) بافت نرم‌تری نسبت به دو رقم دیگر داشت. این نتیجه با نتایج آزمون شیمیایی و آزمون عدد سقوط کاملاً همخوانی دارد. در ضمن نتایج نشان داد که بیاتی در نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده نسبت به نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌نشده، بخصوص در روز اول روند کندتری داشت. در ضمن در بین نان‌های حاصل از آردهای بهینه‌شده با آرد گندم‌های جوانه‌زده ۱۲ تا ۴۸ ساعت، تفاوت‌های زیادی از نظر بیاتی وجود نداشت. بطورکلی می‌توان نتیجه گرفت که نان‌های بهینه‌شده با آرد گندم جوانه‌زده پس از ۷۲ ساعت جوانه‌زنی دارای کمترین مقاومت برشی بوده و می‌توان به عنوان بهترین زمان جوانه‌زنی برای تهیه آرد گندم جوانه‌زده پیشنهاد کرد. با توجه به اینکه با زیادترشدن زمان جوانه‌زنی فعالیت آلفا آمیلازی افزایش می‌یابد، ذکر این نکته

#### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج آزمون‌های شیمیایی نشان داد که از نظر درصد پروتئین و گلوتن رقم  $M_{V318}$  و ارقام کویر و مهدوی به ترتیب جزء آردهای ضعیف و متوسط بوده و رقم کویر از نظر ترکیب

- [10] Marsh, J. S., D. Annuk, N. Ozsarac and D. J. Fox. 1988. The effect of weather damage on wheat enzymes. *J. Sci. Food Agric.* 45:175-183.
- [11] Leelavathi, K., R. Vetrimani and H. Rao. 1990. Change in functional characteristic of wheat during soaking and subsequent germination. *J. Food Sci. Technol.* 27(5): 349-354.
- [12] Singh, H., N. Singh, L. Kaur and S. K. Saxena. 2001. Effect of sprouting conditions on functional and dynamic rheological properties of wheat. *J. Food Eng.* 47: 23-29.
- [13] Lukow, O. M. and W. Bushuk. 1984. Influence of germination on wheat quality. I. Functional (bread making) and biochemical properties. *Cereal chem.* 61(4): 336-339.
- [14] Traore, T., C. Mouquet, C. Icard-Verniere, A. S. Traore and S. Treche. 2004. Changes in nutrient composition, phytate and cyanide contents and  $\alpha$ -amylase activity during cereal malting in small production units in Ouagadougou (Burkinafasa). *Food Chem.* 88: 105-114.
- [15] Leelavathi, K. and P. Rao. 1988. Chapati from germinated wheat. *J. Food Sci. Technol.* 25(3): 162-164.
- [16] Sharma, S., H. P. S. Nagi and K. S. Sekhon. 1988. Effect of blending laboratory sprouted grains on milling baking properties of wheat. *J. Food Sci. Technol.* 25: 330-334.
- [17] Tohver, M., A. Kann., R. Tahl, A. Mihhalevski and J. Hakman. 2005. Quality of triticate cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chem.* 89: 125-132.
- [18] Feyzipour, A. R., S. M. Seyedain Ardabili and A. Taslimi. 2004. Determination of optimum falling number for the Iranian bread flours (Barbari and Lavash) and its relation with bread quality. *Iranian J. Food Sci Technol.* 3: 45-54.
- [19] Sahlstrom, S. and E. Brathen. 1997. Effects of enzyme preparation for baking, mixing time and resting time on bread quality and bread staling. *Food Chem.* 58: 75-80.
- [20] Bahrami, M. 2002. Flour quality indices and dough rheological properties of Iranian wheats for production Tafton bread. MSc thesis of food science, Isfahan University of Technology, Iran.

لازم است اولاً با افزایش مدت جوانه‌زنی، طول ساقه گندم‌ها نیز افزایش یافته و این فرض نیز وجود دارد که با افزایش طول ساقه فرآورده‌های نامطلوب دیگری در طی جوانه‌زنی اتفاق بیفتد و بر خواص ارگانولیپیدیکی نان تأثیر منفی بگذارد که باید آزمایشات حسی برای پی‌بردن به این فرض انجام شود. ثانیاً با افزایش مدت جوانه‌زنی، فعالیت آلفا آمیلازی افزایش فوق‌العاده‌ای داشته و از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است، چون برای تنظیم فعالیت آلفا آمیلازی مقدار کمتری آرد گندم جوانه‌زده می‌توان به آرد اضافه کرد.

## ۵- منابع

- [1] Tucker G. A. and L. F. J. Woods. 2003. Enzymes in food processing. Shahidi, F. and M. Hosseini nejad. (translation) Ferdowsi University of Mashhad publications. 373 p.
- [2] Poutanen, K. 1997. Enzymes: An important tool in the improvement of the quality of cereal foods. *Trends Food Sci. Technol.* 8: 300-306.
- [3] Rajab Zadeh, N. 1978. *Cereal technology*. Tehran University press. 390 p.
- [4] Drapon, R. and B. Godon. 1987. Role of enzymes in baking. PP. 283-290. In: J. E. Kruger., D. Linback and C. E. Stuffer (Eds). *Enzymes and their role in cereal technology*. AACC. St. Paul. MN.
- [5] Martin, M. L. and R. C. Hosenev. 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal Chem.* 68 (5): 503-507.
- [6] Payan, R. 1998. *Introduction to technology of cereal*. Norpardazan press. 272 p.
- [7] Forozantabar, M. 2005. Physicochemical and rheological properties of dough and bread prepared from triticate-wheat flour blend. MSc thesis of food science, Isfahan University of Technology, Iran.
- [8] Hojjati, M. 2002. Effect of wheat flour  $\alpha$ -amylase activity on quality of baguette bread. MSc thesis of food engineering, Tarbiat Modares University, Iran.
- [9] American Association of Cereal Chemists. 1995. *Approved Methods of the AACC*. St. Paul, MN.

## Optimization of flour $\alpha$ -amylase activity with germinated wheat flour and its effect on staling of Taftoon bread

Moharrami, E. <sup>1</sup>, Shadedi baghkhandan, M. <sup>2\*</sup>

1-MSc Graduate in Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

2- Professor, Department of Food Science and Technology, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

(Received: 88/4/10 Accepted:88/4/20)

Enzymes of wheat flour have an important role on the quality of various backing products, especially bread. The knowledge of their activities can assist us to produce the high quality products. On the other hand, the most wheat flours in the country have low  $\alpha$ -amylase activity. Therefore, optimization of flour  $\alpha$ -amylase activity is important for production of high quality bread. In the present work, chemical properties of three wheat flours varieties (Mahdavi, Kavir and M<sub>7318</sub> that are produced in Isfahan province) were investigated. To show the changes of  $\alpha$ -amylase activities, the activities of enzyme were measured during the germ growth times up to 72 hours.  $\alpha$ -amylase activity of flours was also optimized according to falling number 250. The effect of this optimization on the bread texture in four different times after baking were then evaluated. The results showed that all three varieties had lower levels of  $\alpha$ -amylase activity than the optimum level. The results indicated an increase in the activity of  $\alpha$ -amylase during the growth of germ up to 72 hours. The results of the determination of the best blending percentage of germinated wheat flour with baking flour indicated that optimization of  $\alpha$ -amylase activity is essential in terms of both wheat varieties of flour and germination times of wheat germ. Bread texture analysis indicated that bread produced with optimized  $\alpha$ -amylase activity flours using appropriate percentage of germinated wheat flour have softer texture and lower staling. Wheat variety had also an important effect on staling so that bread produced with Kavir variety flour had softer texture than other varieties. Breads produced with optimized flour using 72-hours germinated wheat flour had softer texture than the breads made by optimized flours with other germination times.

**Keyword:**  $\alpha$ -amylase, Staling bread, Germinated wheat flour

---

\* Corresponding author E-mail: [Shahedim@cc.iut.ac.ir](mailto:Shahedim@cc.iut.ac.ir)