

# بررسی روش های پوست گیری سورگوم دانه ای و امکان استفاده از آرد سورگوم در تهیه نان

فرزاد غیبی<sup>1\*</sup>، شادی بصیری<sup>1</sup>، مریم اثنی عشری<sup>3</sup>

<sup>1</sup> عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران  
<sup>2</sup> کارشناس علوم و صنایع غذایی، دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 1391/2/15 تاریخ پذیرش: 1391/5/23

## چکیده

به منظور تعیین روش های استفاده از سورگوم دانه ای در صنایع غذایی، این پروژه با هدف دستیابی به روش های مناسب پوست گیری و تهیه ی آرد و بررسی تاثیر آرد سورگوم بر کیفیت خمیر و کیفیت حسی نان حاصل از آن، انجام شد. ابتدا با استفاده از دو روش مرطوب و خشک، پوست گیری انجام و درصد دانه های شکسته و خاکستر دانه، اندازه گیری شد. در مرحله ی دوم نیز مخلوط آرد سورگوم : گندم به نسبت های 90:10، 85:15، 80:20 و 50:50 تهیه و خصوصیات خمیرسنجی، آزمون پخت و خصوصیات حسی مورد نظر در قالب روش آماری کاملاً تصادفی با 3 تکرار ارزیابی گردید. نتیجه، نشان داد که پوست گیری به روش مرطوب به دلیل مخلوط شدن بیش از حد پوسته و بلغور سورگوم و کیفیت پایین آرد تولیدی، نمی تواند در تهیه ی آرد مناسب برای پخت نان استفاده شود. در روش خشک با توجه به مقدار خاکستر دانه و همچنین مقدار دانه های شکسته، استفاده از پوستگیر با استوانه عمودی مضرس با سیستم هوادهی و 360 ثانیه فرآورش بهترین تیمار بود. بررسی نتایج حاکی از آن بود که از نظر خصوصیات خمیرسنجی و آزمون پخت استفاده از نسبت 90:10 درصد آرد سورگوم: گندم تغییر معنی-داری (سطح 5 درصد) در کیفیت نان تولیدی ایجاد نمی نماید، ولی نسبت 85:15 به طور معنی داری باعث کاهش کیفیت نان تولیدی می شود. با توجه به امکان جایگزینی آرد سورگوم تا سطح 10 درصد با آرد گندم و امکان بهبود کیفیت نان مخلوط در سطوح بالاتر با استفاده از افزودنی ها و یا اصلاح و بهینه سازی روش های تهیه ی خمیر، تولید نان با آرد مخلوط سورگوم به عنوان یک محصول جدید و به منظور ایجاد تنوع در نان و محصولات مشابه توصیه می شود.

واژه های کلیدی: سورگوم، آرد سورگوم، پوست گیری، نان.

## 1- مقدمه

LDL/HDL می‌شود. همچنین می‌توان انواع ترکیبات فنلی با خواص آنتی‌اکسیدان را در سورگوم یافت (22).

کیفیت محصولات پخت حاوی سورگوم در ارتباط مستقیم با میزان کل آمیلوز و میزان آمیلوز قابل حل دانه و همچنین محتوی پروتئین محلول می‌باشد (6) و قدرت باد کردن نشاسته و قابلیت حل آن تاثیر بسیاری در کیفیت پخت سورگوم دارد (22).

به منظور استفاده از سورگوم در تولید تریپلاس در مکزیک، دانه را به مدت کوتاهی در آب آهک جوشانده و در طی یک شب خیسانده شده و پس از شست و شو، آبگیری و هوادهی از محصول حاصل خمیر درست می‌شود (19). در روش‌های سنتی نیز از خاکستر چوب به منظور کاهش تانن ارقام قهوه‌ای سورگوم استفاده می‌شد. موئیدی و تومکی در سال 1981 و موکور در سال 1992 استفاده از خاکستر را به منظور کاهش تانن سورگوم گزارش نمودند (13 و 14).

به نقل از فائو در سال 1995، گزارش‌ها و تحقیقات اولیه‌ی فائو در سال 1964 در آزمایشگاهی در سنگال نشان داد که روش‌های مورد استفاده در پوست‌گیری و تولید آرد گندم در فرآوری سورگوم قابل استفاده نمی‌باشد. پرتن نیز در سال 1983 این موضوع را تایید نموده و اذعان داشت که آرد حاصل از این روش تیره و زبر و دارای خاکستر و چربی بالایی است (10).

چیمز و نیامباتی در 1987 سورگوم سفید و قهوه‌ای را در پوست‌گیرهای سایشی تبدیل به دانه‌های مرواریدی سورگوم نموده و محصول تولیدی را به عنوان جایگزین برنج عرضه نمودند. نتیجه‌ی بررسی انجام گرفته، نشان داد که مشکل سیستم پوست‌گیرهای سایشی، عدم یکنواختی دانه‌های مرواریدی می‌باشد ولی پذیرش مصرف کنندگان خوب ارزیابی شد (11).

مانک، بچ ناسن و اکستل در سال 1982 طرح پوست‌گیری مالشی را ارائه نمودند. در این روش، دانه با استفاده از مشروط کردن یکنواخت، نرم و ملایم شده و وارد یک مخزن حاوی گرداننده استیل می‌شود. پریکارپ دانه در اثر تماس با یکدیگر و دیواره‌ی مخزن از دانه جدا و مخلوط دانه‌ها و پوست در یک سیکلون تفکیک می‌شود (16). سسیل نیز در سال 1992 گزارش نمود که با استفاده از مقدار آب بیش تر در مشروط کردن امکان پوست‌گیری از دانه‌ی سورگوم وجود دارد. وی این روش را روش نیمه‌مرطوب نامید (7).

سورگوم، گیاهی از خانواده‌ی پواسه<sup>1</sup> و از زیر خانواده‌ی آندروپوگون<sup>2</sup> می‌باشد. انواع مختلف سورگوم بر اساس کاربرد آن‌ها عبارتند از: سورگوم دانه‌ای، سورگوم قندی، سورگوم علوفه‌ای، سورگوم جارویی، سورگوم مومی.

سورگوم دانه‌ای می‌تواند در مناطق گرم و خشک راندمان قابل اعتمادی داشته باشد. این گیاه در درجه حرارت‌های بالای 40 درجه‌ی سانتیگراد و رطوبت نسبی 30 درصد یا پایین‌تر به راحتی رشد داشته و به علت ریشه افشان آن قادر است از آب موجود در خاک، استفاده بیش تری نماید. یکی از خصوصیات بارز این گیاه، توانایی ریکاوری<sup>3</sup> آن می‌باشد یعنی در اثر ایجاد خشکی در منطقه، گیاه آسیب ندیده و پس از رفع شرایط سخت قادر است به رشد طبیعی خود بازگردد (1). با توجه به کاهش شدید ذخائر آبی و کم آب شدن بیش تر مناطق کشور، سورگوم می‌تواند به عنوان یک محصول استراتژیک مطرح شود.

اصلی‌ترین کربوهیدرات ذخیره‌ای دانه‌ی سورگوم، نشاسته می‌باشد که حاوی آمیلوپکتین و آمیلوز بوده و به طور متوسط 69/5 درصد دانه را شامل می‌شود (11). در حدود 80-70 درصد از نشاسته‌ی سورگوم آمیلوپکتین و باقیمانده حدود 30-20 درصد آمیلوز می‌باشد (18).

کیفیت و میزان پروتئین به عنوان دومین ترکیب مهم سورگوم دانه‌ای، تابع شرایط محیطی و فیزیکی بوده، کیفیت دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر اساس نوع رقم و شرایط اقلیمی کشت متفاوت می‌باشد (5، 23 و 24). اجزای پروتئین سورگوم به شرح جدول 1 می‌باشد:

جدول 1- اجزاء پروتئین سورگوم بر حسب درصد از کل پروتئین

اجزاء پروتئین	مقدار (%)	اجزاء پروتئین	مقدار (%)
البومین و گلوبولین	17/4	گلو تیلین لینک	4
پرولامین	6/4	گلو تیلین	35/7
کراسلینک پرولامین	18/8	سایر پروتئین‌ها	10/6

سورگوم، حاوی واکس و الکل‌های سنگین (C 24-28) می‌باشد که باعث کاهش مقدار کلسترول و بهبود نسبت

1- Poaceae  
2- Andropogone  
3- recovery

پوست‌گیری به دو روش مرطوب و خشک، انجام شد. در پوست‌گیری دانه‌ی سورگوم به روش مرطوب دانه پس از شست و شو با آب، با آهک به میزان 75٪ وزن دانه مخلوط و در آب 90 درجه‌ی سانتیگراد به مدت 1500 ثانیه با حالت جوش و 900 ثانیه در آب 80 درجه‌ی سانتیگراد به حالت نیمه جوش قرار داده شد. پس از آبکشی و هواده‌ی در آب سرد غوطه‌ور و با کمک الک و مالش دادن پوست دانه، جدا شد (17 و 20). در پوست‌گیری به روش خشک از یک استوانه با دیواره‌ی داخلی مضرص استفاده شد. قسمت زیرین استوانه با یک توری با مش 10 که متناسب با اندازه دانه‌های سورگوم بود (حدود 2/5 تا 3/5 میلی-متر)، بسته شد. با گردش و سایش دانه‌ها با دیواره‌ی استوانه، دانه خراشیده شده و پوست و جوانه از آندوسپرم جدا شد. بر حسب کیفیت دانه، اندازه‌ی دانه، میزان چسبندگی پوسته به آندوسپرم و نسبت پوسته به آندوسپرم مدت زمان لازم به منظور مرواریدی شدن دانه، متفاوت می‌باشد. در این روش، دانه‌ها پس از شست و شوی وارد استوانه شده عمل پوست‌گیری انجام شد. برای تعیین مناسب-ترین زمان در این فرایند در زمان‌های 120، 240، 360، 480 و 600 ثانیه از دانه‌ها نمونه‌برداری و میزان دانه‌های شکسته و خاکستر نمونه‌ها اندازه‌گیری و به درصد بیان شد. ملاک انتخاب زمان مناسب فرآیند، کمینه‌ی مقدار دانه‌های شکسته به منظور کاهش ضایعات در زمان پوست‌گیری و کمینه‌ی مقدار خاکستر به منظور رسیدن به بیش‌ترین مقدار پوست‌گیری (مقدار خاکستر با مقدار آندوسپرم رابطه‌ی مستقیم دارد)، می‌باشد.

برای انجام آزمون پخت، مواد اولیه شامل آرد (با مشخصات جدول 2)، خمیرمایه از کارخانه خمیرمایه ایران ملاس، شکر، نمک و آب تهیه گردید.

جهت تهیه‌ی آرد سورگوم از دانه‌های سورگوم پوست‌گیری در مرحله‌ی اول با استفاده از آسیاب غلتکی برابندر با اندازه‌ی ذرات آرد مش 80 استفاده شد. آرد حاصل به نسبت 10:90، 15:85، 20:80 و 50:50 (آرد سورگوم: آرد گندم) ترکیب و خصوصیات خمیرسنجی با استفاده از روش استاندارد شماره‌ی 21-54 از موسسه‌ی AACC (2000) با دستگاه فارینوگراف برابندر و آزمون پخت براساس روش شماره‌ی 11-10 موسسه AACC (2000) انجام گرفت. خصوصیات حسی نمونه‌های حاصل از پخت با استفاده از روش تست پانل تحت آزمون هدونیک با پنج سطح ارزیابی به کمک 5 داور مورد ارزیابی قرار

آرد تهیه شده از دانه‌ی سورگوم می‌تواند به اشکال مختلف خانگی یا صنعتی استفاده شود. از آرد سورگوم در تولید نان بدون گلوتن استفاده می‌شود. در این نوع فرآیند، خمیر حاصل با استفاده از خمیر ترش فرآوری و کیفیت طعم و بافت محصول بهبود یافته و محصول با کیفیت مناسب برای مصرف تولید می‌شود. یکی از محصولات اصلی که از سورگوم دانه‌ای تولید می‌شود انواع نان-های ترتیلاس، روتی و چاپاتی می‌باشد. ترتیلاس، نان مکزیکی است که در واقع با استفاده از ذرت تولید می‌شود ولی استفاده از 15 درصد آرد سورگوم، باعث بهبود کیفیت ترتیلاس می‌گردد (8).

رزلی و سوتر (1977) از انواع سورگوم‌ها به منظور تولید ترتیلاس استفاده نمودند. در این مطالعه، ترتیلاس تولیدی از منشاء سورگوم با انواع تولید شده از ذرت با استفاده از آزمون کشش در یک دستگاه اینستران مقایسه شد. نتیجه، نشان داد که با تغییر زمان فرآوری، دما و فرمولاسیون، ترتیلاس تولیدی دارای کیفیت مشابهی بود. بررسی بافت ترتیلاس تولیدی از سورگوم، نشان داد که بافت، خصوصیت دانه‌ای و رنگ تیره دارد. با وجود خاصیت کشسانی بالاتر ترتیلاس تولیدی از سورگوم و ارزش پروتئینی آن، بررسی چسبایی ترتیلاس تولیدی از آرد سورگوم و ذرت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (19).

تیلور و همکاران در سال 2006 (به نقل از اولاتونجی در سال 1992) گزارش نمود که می‌توان از سورگوم برای تولید نان بدون گلوتن استفاده نمود. با وجود کیفیت قابل قبول نان تولیدی، حجم مخصوص حدود 2/5-1/8 سانتی متر مکعب در هر گرم بود که نسبت به نان گندم بسیار کم می‌باشد (22).

با توجه به اهمیت توسعه‌ی روش‌های جدید فرآوری و مصرف دانه‌ی سورگوم در کشور، این طرح به منظور یافتن روش صحیح پوست‌گیری و تعیین مقدار مناسب آرد سورگوم در فرمول نان حجیم با حفظ کیفیت نان تولیدی اجرا شد.

## 2- مواد و روش‌ها

سورگوم مورد استفاده از نوع سفید با مقدار پروتئین 5/5 درصد در ماده‌ی خشک از بین لاین‌های تحت آزمایش به‌نژادی مشهد با نام M6 (لاین خالص) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انتخاب شد.

Archive of SID

جدول 2- ویژگی‌های آرد گندم مصرفی

نوع	درصد استخراج	پروتئین	جذب آب	زمان رسیدن به خط 500 برابندر	زمان گسترش خمیر	زمان انحراف <sup>1</sup> (min)	شاخص تحمل خمیر به مخلوط کردن	عدد والریمتری
ستاره	19	9/41	58/05	1/1	2/5	7	51/30	44/5

جدول 3- میانگین درصد دانه‌های شکسته و درصد خاکستر دانه در زمان‌های مختلف پوست‌گیری

زمان پوست‌گیری (ثانیه)						شاخص ارزیابی
600	480	360	240	120	شاهد	
18/000 a	9/667 b	2/667 c	1/000 cd	0/333 d	0/000 d	درصد دانه شکسته
1/745 d	1/843 d	1/930 cd	2/010 c	b 2/170	a 2/803	درصد خاکستر

در هر ردیف اعداد دارای حروف یکسان در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول 4- نتایج بررسی خصوصیات خمیرسنجی نمونه‌های آرد مخلوط گندم و سورگوم

تیمار	جذب آب (درصد)	زمان رسیدن به خط 500 (دقیقه)	زمان مخلوط کردن (دقیقه)	شاخص تحمل به مخلوط کردن (دقیقه)	زمان انحراف استحکام خمیر	والریمتری
آرد شاهد	57/650 a	1 a	1/770 b	55/1 b	6/8 a	43/0 a
10٪ آرد سورگوم	56/100 b	1 a	1/975 a	61/650a	6/3 a	40/0b
15٪ آرد سورگوم	55/300c	0/72 b	1/150c	60/600a	5/7 ab	35/90 b
20٪ آرد سورگوم	54/100d	0/70 b	0/725 d	57/800a	5/9 b	40/0b

در هر ستون، اعداد دارای حروف یکسان در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول 5- میانگین نتایج اثر مقدار آرد سورگوم بر خصوصیات حسی نان‌های حاصل

تیمار	بو	طعم	بافت	ظاهر عمومی	رنگ
آرد شاهد	1/4 a	1/2 a	1/4 a	1/6 a	1/4 a
10٪ آرد سورگوم	1/2 a	1 ab	0/8 ab	1/2 ab	1/2 a
15٪ آرد سورگوم	1 a	0/8 ab	0/6 b	0/2 bc	0/8 ab
20٪ آرد سورگوم	0/8 a	0/4 b	-0/4 c	-0/4 c	0/6 b

در هر ستون، اعداد دارای حروف یکسان در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

دلیل وزن و اندازه آنها در کلش خروجی رو به ازدیاد گذاشت و این به معنی افزایش ضایعات پوست گیری می‌باشد. براساس نتایج جدول 3، با توجه به افزایش درصد شکستگی دانه در حین پوست گیری در زمان 480 ثانیه، به نظر می‌رسد 360 ثانیه فرآوری مناسب‌ترین زمان برای پوست گیری باشد.

همان گونه که در جدول 3 مشاهده می‌شود بین درصد خاکستر نمونه‌ی سورگوم با 360 ثانیه فرآوری و سورگوم با 480 ثانیه فرآوری در سطح معنی‌داری 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین، ادامه‌ی فرآیند بعد از 360 ثانیه تاثیری در کاهش میزان خاکستر دانه ندارد. خاکستر شاخص میزان پوست دانه بوده و با کاهش مقدار پوست، مقدار خاکستر نیز کاهش می‌یابد. پوست گیری به روش خشک با توجه به جداسازی پوسته از ذرات دانه و به حداقل رساندن امکان ادغام مواد موجود در پوسته مانند تانن و تولید دانه‌های مرواریدی روش مناسبی برای تولید آرد به نظر می‌رسد. با توجه به حفظ شکل اولیه‌ی دانه و قابلیت مصرف دانه‌ی مرواریدی در مواردی غیر از نان و استفاده مستقیم از آن، استفاده از این روش دارای مزیت بالایی است. جیمز و نیاماتی نیز با وجودی که شرایط پوست گیری و زمان مورد نیاز برای جدا کردن پوست از دانه را گزارش نمودند ولی نتیجه حاصل از روش مورد استفاده را خوب ارزیابی نمودند که با نتایج حاصل در این بخش مطابقت دارد.

مخلوط های تهیه شده از آرد سورگوم و آرد گندم در دو آزمون خمیرسنجی برای آرد و آزمون حسی برای نمونه های حاصل از پخت آنها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در آزمون خمیرسنجی شاخص های جذب آب آرد، زمان مخلوط کردن، شاخص تحمل به مخلوط کردن، استحکام خمیر و والریمتری مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در جدول 4 ارائه شده است.

براساس نتایج جدول 4 جذب آب آرد با افزایش درصد آرد سورگوم به طور معنی‌داری (در سطح 5 درصد) کاهش یافت ولی افزایش 10 درصد آرد سورگوم تغییری در زمان رسیدن به خط 500 ایجاد نکرد. زمان رسیدن به خط 500 شاخصی برای ارزیابی مدت زمان جذب آب آرد (هیدراتاسیون آرد) می‌باشد (4). با توجه به ماهیت نشاسته‌ای آرد سورگوم این زمان در مخلوط‌هایی با مقادیر بیش تر سورگوم کاهش معنی‌داری (در سطح 5 درصد) دارد.

در مرحله‌ی اول نتایج میزان دانه‌ی شکسته و خاکستر دانه‌ی پوست گیری شده حاصل از تیمار زمان پوست گیری در 5 سطح با استفاده از روش آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج خمیرسنجی آرد (3 تکرار) و تست پانل نان (5 پانلیست) حاصل مخلوط آرد سورگوم و آرد گندم (3 تیمار و یک شاهد) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین نتایج با استفاده از آزمون مقایسه‌ی میانگین دانکن در سطح معنی‌داری 5 درصد مقایسه شد. به منظور مدیریت و تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار MSTATC ویرایش 1/42 استفاده شد.

### 3- نتایج و بحث

پوست گیری از دانه‌ی سورگوم به روش مرطوب: در این روش، کیفیت ظاهری مخلوط حاصل به دلیل مخلوط شدن مقداری از پوسته‌ها پایین بود. زمان فرآیند طولانی بوده و نیاز به نیروی کار زیادی داشت. نتایج حاصل از این مرحله به دلیل مخلوط شدن بیش از حد پوسته و بلغور سورگوم و همچنین به دلیل غیر یکنواخت بودن دانه‌ها از نظر جدا شدن پوسته از آندوسپرم حاصل قابل بررسی نبود. با توجه به این نتیجه در صورت استفاده از این روش برای پوست گیری از دانه‌های رنگی، احتمال ادغام مواد رنگی پوست، تغییر رنگ خمیر حاصل و وجود تانن در مخلوط وجود دارد. به همین دلیل در صورت ادامه‌ی فرآیند تولید آرد از مخلوط حاصل و استفاده از فرآیند خشک کردن مخلوط حاصل با توجه به وجود پوسته، مواد رنگی و تانن، آرد تولیدی نمی‌تواند کیفیت مناسبی برای تولید نان داشته باشد. به نظر می‌رسد این روش در تولید مخلوط‌های نیمه جامد و یا استفاده از محصول به دست آمده در فرآیند های تکمیلی مانند شربت نشاسته و موارد مشابه، کاربرد داشته باشد.

پوست گیری از دانه‌ی سورگوم به روش خشک: با توجه به شکل خاص دانه‌ی سورگوم و عملکرد سیستم‌های غلطکی مربوط به تولید آرد گندم روش مناسب‌تری که در پوست گیری جو متداول بود، به کار گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایش خاکستر دانه و درصد دانه‌های شکسته در جدول 3 آورده شده است.

با گذشت زمان از ابتدای فرایند پوست گیری و ایجاد دانه‌های مرواریدی شده، درصد دانه‌های شکسته افزایش یافت و با کوچک شدن دانه‌ها و خرد شدن آنها، به مرور مقدار ذرات آندوسپرم به

بیش تری داشته و زنجیرهای پروتئینی مربوطه نیز به آسانی بدون مقاومت در بین شبکه حرکت می‌نماید و سریع‌تر از معمول نیز دچار پارگی شده و از هم گسیخته می‌شوند (15، 18 و 21).

آزمون پخت نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون حسی، انجام شد. نتایج حاصل از بررسی خصوصیات حسی نان‌های حاصل از پخت نمونه‌ها به شرح جدول 5 می‌باشد.

نتایج آزمون حسی نشان داد که افزودن آرد سورگوم به فرمولاسیون نان تاثیر معنی‌داری در خصوصیت بو نشان نداد.

خصوصیت طعم نان‌های تولیدی با وجود تغییر در فرمولاسیون تغییر زیادی نداشت و علی‌رغم تغییر طعم نان، طعم جدید حاصل از افزودن سورگوم مقبولیت داشته و در نهایت با طعم نمونه‌ی شاهد رقابت داشت. این موضوع از نظر ارزیابان نیز تأیید گردید و در بیان توضیحات خود اظهار داشتند که طعمی مانند برنج احساس می‌شود. با توجه به وجود محصولاتی با طعم متفاوت با نان گندم و پذیرش عمومی خوب مانند نان جو، یولاف، چاودار و انواع نان‌های غیر گندم، علاوه بر اهمیت مشابه بودن نان شاهد با نان تولیدی با آرد مخلوط گندم و 10 درصد سورگوم، تغییر

خصوصیات حسی حاصل از افزایش سطح سورگوم و ایجاد نان با خصوصیت جدید با مقبولیت خوب نیز دارای اهمیت می‌باشد. موضوع قابل ذکر، نظر داوران در خصوص بافت نان می‌باشد. همان‌گونه که در نتایج ملاحظه می‌شود، کیفیت بافت نان با افزایش میزان آرد سورگوم نمرات پایین‌تری را به خود اختصاص داده است. هرچند اختلاف نمرات سطوح شاهد و 10٪ و اختلاف سطوح 10 و 15٪ معنی‌دار نمی‌باشد. با وجود این، امکان دارد که امتیاز پایین‌تر به دلیل اندازه‌ی ذرات آرد تهیه شده باشد.

(درخصوص نمونه‌هایی با درصد آرد سورگوم بالا، بیش‌تر از وجود ذرات آرد زبر در دهان خود شکایت وجود داشت). این نتیجه، توسط تیلور (2006) نیز گزارش شده است و موضوع عدم پذیرش بافت نان سورگوم با درصد بالا توسط مصرف‌کننده تأیید شده است (18). همچنین بر اساس همین گزارش، نشاسته موجود در سورگوم در زمان و دمای بالا ژلاتینه می‌شود. این مطلب می‌تواند تأییدی بر وجود دانه‌های نشاسته‌ای ژلاتینه نشده و وجود ذرات شنی در نان تولیدی باشد.

کاهش مقدار جذب آب به احتمال زیاد مربوط به کاهش درصد پروتئین مخلوط مورد ارزیابی می‌باشد. این کاهش درصد گلوتن و افزایش درصد نشاسته‌ی ترکیب تولید نان، باعث بروز

زمان مخلوط کردن، نشان از مدت زمان لازم برای گسترش خمیر و شکل‌گیری نهایی آن دارد (4). یکی از دلایل اصلی کاهش زمان مخلوط کردن در نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتر آرد سورگوم، عدم یکنواختی آرد مخلوط و مقدار زیاد آرد سورگوم و در نتیجه تضعیف بافت اولیه شده و با زمان‌های کوتاه هم‌زدن به بیش‌ترین میزان گسترش رسیده است ولی برای افزایش زمان مخلوط کردن در سطح 10 درصد آرد سورگوم توضیحی به نظر نمی‌رسد.

شاخص تحمل به مخلوط کردن، یک شاخص برای میزان نرم‌شدگی در حین مخلوط کردن و شاخص زمان انحراف، شاخصی از قوام خمیر در حین فرآوری (زمان انحراف بالاتر نشان از قوام بیش‌تر است). می‌باشد (4). افزایش مقدار آرد سورگوم، موجب نرم‌شدن سریع‌تر خمیر و کاهش قوام خمیر در حین هم‌زدن شد.

استحکام خمیر، مدت زمان حفظ قوام خمیر را نشان می‌دهد. این صفت شاخص خوبی برای قدرت خمیر می‌باشد (4) که افزایش مقدار آرد سورگوم تا سطح 15 درصد تاثیری در استحکام خمیر نداشت. نتیجه‌گیری حاصل از بررسی شاخص‌های مختلف خمیرسنجی نشان می‌دهد که با افزودن آرد سورگوم خمیر ضعیف شده و مقاومت خمیر نسبت به مخلوط کردن کاهش می‌یابد ولی در سطح 10 درصد کم‌ترین تغییر مشاهده می‌شود.

همان‌گونه که در جدول 4 مشاهده می‌شود منحنی‌های خمیرسنجی در چهار نمونه‌ی شاهد، 10٪، 15٪ و 20٪ آرد سورگوم تفاوت زیادی با هم نداشت ولی در نمونه حاوی 45٪ آرد سورگوم به دلیل افزایش بیش از حد آرد سورگوم در فرمولاسیون و از بین رفتن بافت اصلی خمیر، امکان تشکیل شبکه‌ی گلوته‌ی و زنجیرهای به هم پیوسته پروتئینی فراهم نشده و موجب افت کیفیت خمیرسنجی می‌شود. احتمال دارد به دلیل وجود بستر بسیار سیال ایجاد شده، مقاومت در مقابل کشش زنجیرهای پروتئینی کاهش یابد (3 و 21). این پدیده در تولید نوع نان تریلاس ضروری می‌باشد ولی برای تولید نان حجیم مناسب نمی‌باشد (15).

نتایج خمیرسنجی در جدول 4 نشان می‌دهد که زمان رسیدن خمیر با افزایش میزان آرد سورگوم، کاهش یافت و این موضوع نشان‌دهنده‌ی جذب سریع آب و تشکیل خمیر می‌باشد که بیش‌تر به دلیل حلالیت بالاتر مواد تشکیل‌دهنده‌ی آرد سورگوم می‌باشد. به همین دلیل نیز بستر تشکیل شده در شبکه‌ی گلوته‌ی، سیالیت

3. غیبی، فرزاد؛ کریمی، مهدی. 1376. گندم، آرد، نان: بررسی مسایل و علل ضایعات نان در استان خراسان. مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان. نشریه‌ی شماره‌ی 76/114 مورخه‌ی 76/4/3 مرکز اطلاعات علمی کشاورزی.

4. AACC International. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. Method 54-21.1, Rheological Behavior of Flour by Farinograph: Constant Dough Weight Procedure; Method 10-11, 10-11.01. Baking Quality of Bread Flour and Sponge-Dough, Pound-Loaf Method. AACC International, St. Paul, MN.
5. Burlison, C.A., Griffith, J.E. and Kirelis, A.W. 1982. Modified adhesion test for measuring stickiness of sorghum porridges. *Cereal Chem.* 59:234-235.
6. Cagampang, G.B. and Kirleis, A.W. 1984. Relationship of sorghum grain hardness to selected physical and chemical measurement for grain quality. *Cereal Chem.* 61:100-15.
7. Cecil, J.E. 1986. Roller milling of sorghum and millet grain using a semi-wet process. Londres, Tropical Development Research Institute. 25 p
8. Choto, C.E., Morrad, M.M. & Rooney, L.W. 1985 The quality of tortillas containing whole sorghum and pearled sorghum alone and blended with yellow maize, *Cereal Chem.* 62: 51-55.
9. Dohetry, C., Faubion, J.M. and Rooney, L.W. 1982. Semi automated determination of phytate in sorghum and sorghum products. *Cereal Chem.* 59:373-378.
10. FAO. 1995. Sorghum and millets in human nutrition (FAO Food and Nutrition Series, No. 27). Rome.
11. James, A.W. & Nyambati, G.M. 1987. New food uses for sorghum in Kenya. *Approp. Technol.*, 14: 24-26.
12. Leach, H.W. 1965. Gelatinization of starch. In R.L. Whistler & E.F. Paschall, eds. Starch: chemistry and technology. Vol. 1, Fundamental aspects p.289. New York, Academic Press.
13. Muindi, P.J. & Thomke, S., 1981. The nutritive value for rats of high- and low- tannin sorghums treated with Magadi Soda. *J. Sci. Food Agric.* 32, 139-145.
14. Mukuru, S.Z., 1992. Traditional technologies in small grain processing. In: Utilisation of sorghum and millets. Eds. Gomez, M.I., House, L.R., Rooney, L.W. & Dendy, D.A.V., International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India. pp. 47-56.
15. Murty, D.S., Patil, H.d. and Subramanian, V. 1982. Sorghum roti. 1. Traditional methods of consumption and standard procedures for evaluation. In L.W. Rooney & D.S. Murty, éd.

حالت خشکی و شکنندگی در بافت نان شده و احتمال زودرس شدن بیاتی وجود دارد (11). البته از نظر داوران آزمون حسی این موضوع تا سطح 10 درصد قابل اغماض بود و پیش بینی می‌شود بدون استفاده از مواد افزودنی می‌توان با کنترل فرآیند تولید آرد و فرآیند تولید خمیر تا سطح 15٪ نیز استفاده نمود.

#### 4- نتیجه‌گیری

با توجه به پتانسیل بالقوه‌ی سورگوم در رشد در مناطق خشک، می‌توان با توسعه روش‌های فرآوری، امکان ترویج و توسعه کشت آن را فراهم نمود. نتیجه بررسی‌های انجام شده نشان داد که روش مرطوب پوست‌گیری دانه به منظور تولید آرد برای تولید نان حجیم مناسب نمی‌باشد. ارزیابی روش خشک پوست‌گیری نشان داد که با استفاده از این روش می‌توان دانه‌ی سورگوم را پوست‌گیری نموده و دانه‌ی مرواریدی تولید نمود. چنان‌که 360 ثانیه فرآوری کم‌ترین مقدار خاکستر دانه‌ی پوست‌گیری شده را نشان می‌دهد و فرآوری بیش از این مقدار تأثیری در مقدار خاکستر نخواهد داشت و همچنین باعث افزایش شکستگی دانه خواهد شد. دانه‌ی پوست‌گیری شده پس از هم‌اندازه شدن با ذرات آرد گندم در فرمول پخت نان استفاده شد. بررسی نتایج خمیرسنجی و آزمون چشایی نشان داد که تا سطح 10 درصد جایگزینی با آرد گندم می‌توان بدون تغییر معنی‌دار در خصوصیات حسی، از آرد سورگوم استفاده نمود. با توجه به طعم نان حاوی سورگوم و خصوصیات دانه چنین به نظر می‌آید که می‌توان از این محصول به منظور ایجاد تنوع و تولید محصولات جایگزین گندم، استفاده نمود.

#### 5- سپاس‌گزاری

از موسسه‌ی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که هزینه و امکانات اجرای پروژه را تأمین نمودند، سپاس‌گزاری می‌شود.

#### 6- منابع

1. خداپسند، ناصر. 1369. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات 255-320
2. صادقی‌فروشانی، محمد رضا. 1370. بازار جهانی گندم. موسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.



- Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality Hyderabad, Inde, 28-31 October 1981, p: 73-78. Patancheru, Inde, ICRISAT.*
16. Munck, L., Bach Knudsen, K.E. & Axtell, J.D. 1982. Milling processes and products as related to kernel morphology. In L.W. Rooney & D.S. Murty, eds. *Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, Hyderabad, Inde, 28-31 octobre 1981, p. 200-210. Patancheru, Inde. ICRISAT.*
  17. Perten, H. 1977. Specific characteristics of millet and sorghum milling. In D.A.V. Dendy, ed. *Proceedings of a symposium on sorghum and millets for human food, Vienne, 11 12 mai 1976, p. 47-51. Londres, Institut des produits tropicaux.*
  18. Pomeranz, Y. 1985. *Advances in cereal science and technology*. Vol. (II). American Association of Cereal Chemists, Inc.
  19. Rizley, N.F. & Suter, D.A. 1977. *Sorghum tortillas: process and product attributes. J. Food Sci.* 42: 1435-1438.
  20. Singh, R. and Axtell, J.D. 1973. Survey of world sorghum collection for opaque and survey lines. In *Inheritance and improvement of protein quality and content in sorghum. No. 10 Research Progress Report No. 10, p. 1.18. Lafayette, Indiana, Etats- Unis, Department of Agronomy, Agricultural Experiment Station Purdue University; Washington DC, Etats-Unis, Agence pour le development international.*
  21. Subramaian, V. and Jambunathan, R. 1982. Properties of sorghum grain and their relationship to roti quality. In L.W. Rooney & D.S. Murty, des. *Proceedings at the International Symposium on Sorghum Grain Quality.*
  22. Taylor, J. R.N., Tilman J.S. and Scott R. B. 2006. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Ceral Science* 44: 252-271.
  23. Waggle, D. H. and Deyoe, C.W. 1966. Relationship between protein level and amino acid composition of sorghum grain. *Feedsstuffs* 38: 1819.
  24. Waggle, D. H., Deyoe, C.W. and Smith, F. W. 1967. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. *Crop Sci.*, 7: 367-368.