DOI: 10.22092/spj.2024.363832.1329

"نهال و بذر"
جلد ۳۹، شماره ۲، سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

ویژگی‌های کیفیت دانه و رئولوژیکی خمیر وگروه‌بندی برخی ارقام تجاری گندم نان (*Triticum aestivum* L.) آبی بر اساس فرآورده های نهایی

Grain Quality and Dough Rheological Properties and Branding of Some Irrigated Commercial Bread Wheat (*Triticum aestvum* L.) Cultivars Based on the End-Use Products

محسن اسماعیل‌زاده مقدم[1*]، فریبا نقی‌پور[2]، مهدی قیافه داودی[3] و سعید باقری کیا[4]

۱- استاد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- دانشیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۴- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/ ۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/ ۲۰

چکیده

اسماعیل‌زاده مقدم، م، نقی‌پور، ف.، قیافه داودی، م. و باقری‌کیا، س. ۱۴۰۲. ویژگی‌های کیفیت دانه و رئولوژیکی خمیر وگروه‌بندی برخی ارقام تجاری گندم نان (*Triticum aestivum* L.) آبی بر اساس فرآورده های نهایی. **نهال و بذر ۳۹:** ۱۷۳-۱۴۵.

گروه‌بندی ارقام تجاری گندم نان به منظور تولید فراورده های پختی با کیفیت یکنواخت و قابل قبول برای مصرف کننده، برای شناخت کافی از دانه گندم های تولیدی در اقلیم‌های کشاورزی متفاوت کشور و همچنین خصوصیات نانوایی و پتانسیل ژنتیکی کیفیت دانه انجام می‌شود. از این‌رو هدف از انجام این پژوهش بررسی خصوصیات کیفیت دانه از جمله ارزیابی کمیت و کیفیت پروتئین و گلوتن موجود در ارقام و همچنین ویژگی‌های رئولوژیک خمیر (خصوصیات فارینوگراف و اکستنسوگراف) ۲۲ رقم تجاری گندم نان آبی جمع‌آوری شده از ۳۰ استان در سال ۹۶-۱۳۹۵ و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس کیفیت فرآورده نهایی تولیدی متنوع در صنعت نانوایی و قنادی بود. در این بررسی بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به‌ترتیب برای رقم مهرگان و اروم با ۱۲/۷ و ۱۱/۴ درصد ثبت شد. همچنین بررسی کیفیت پروتئین نیز نشان داد که میزان گلوتن مرطوب در دامنه ۲۰/۵ درصد برای رقم سیستان و ۳۰/۹ درصد برای رقم گنبد، حجم رسوب زلنی در دامنه ۱۸/۹ میلی لیتر برای رقم ارگ و ۲۵/۵ میلی‌لیتر برای رقم مهرگان و ارتفاع رسوب SDS در دامنه ۵۱/۳ میلی متر برای رقم سیوند و ۶۹/۶ میلی‌متر برای رقم مهرگان متغیر بود که تأثیر آن بر ویژگی های رئولوژیک خمیر مشاهده شد. به‌طوری که خمیر تهیه شده از ارقام مهرگان (۱۵/۵ دقیقه)، سایسونز (۱۰/۳ دقیقه) و چمران ۲ (۱۰/۱ دقیقه) از مقاومت بالاتر و ارقام اروم با ۱/۳ دقیقه و سیستان با دو دقیقه از مقاومت کمتر خمیر در آزمون فارینوگراف برخوردار بودند. نتایج مشابه در آزمون اکستنسوگراف نیز مشاهده شد و ارقام گندم نان مهرگان و سایسونز در گروه نیمه قوی قرار گرفتند. در مقابل ارقام اروم، احسان و حیدری کمترین مقادیر انرژی خمیر را بخود اختصاص دادند. در نهایت با توجه به نتایج به‌دست آمده از خصوصیات عادت رشد، رنگ بذر، سختی دانه، میزان پروتئین، صفات مرتبط با فارینوگراف و اکستنسوگراف، گروه‌بندی ارقام تجاری گندم بر اساس فرآورده های نهایی آنها در چهار گروه، نان‌های حجیم (صنعتی) و مناسب برای اختلاط با آردهای ضعیف‌تر، نان‌های نیمه حجیم، نان‌های مسطح (ایرانی)، شیرینی، کیک، کلوچه و صنایع مرتبط با آنها انجام شد.

واژه های کلیدی: گندم نان، گلوتن مرطوب، فارینوگراف، اکستنسوگراف، پایداری خمیر، میزان پروتئین دانه.

* نگارنده مسئول: esmaeilzadehmohsen@ymail.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۴۵۹۹

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) گیاهی است که در محیط‌های مختلف در سراسر جهان کشت شده و در بین محصولات زراعی، گروه غلات، بیشترین و وسیع‌ترین سازگاری را به شرایط متفاوت اقلیمی دارد. اگرچه سطح زیر کشت گندم در سال‌های اخیر کاهش یافته اما میزان تولید آن نه تنها کاهش نداشته است بلکه افزایش نیز نشان داده است (FAO, 2022). این امر را می‌توان به افزایش عملکرد گندم در واحد سطح نسبت داد. این افزایش عملکرد ناشی از عوامل متعددی همچون معرفی ارقام با عملکرد بالا، کودپذیر، مقاوم به بیماری‌های مهم و اعمال روش‌های مناسب تولید، مدیریت زراعی، نظارت مستمر و سیاست‌های حمایتی و تشویقی دولت‌ها در نیل به این هدف بوده است (Jalal Kamali *et al*., 2012).

از سوی دیگر در کنار افزایش عملکرد تولید گندم، بهبود کیفیت آن نیز باید مورد توجه قرار گیرد. تعریف واژه کیفیت برای محصولات کشاورزی نظیر گندم ابعاد مختلفی را شامل می‌گردد و معمولا نسبی است. به‌طور کلی آگاهی از این موضوع که کیفیت دانه گندم به‌عنوان یکی از عوامل اساسی موفقیت در تولید فراورده های نهایی مطرح است، موجب بکارگیری کلیه امکانات و توانمندی‌های سازمان‌ها، برای محقق ساختن، پایدار نگاه داشتن و ارتقاء آن می‌شود. در واقع مفهموم صحیح کیفیت برای گندم از طریق تناسب دانه گندم برای تولید یک فرآورده خاص قضاوت می‌شود (Jasemi *et al*., 2017). برای نمونه، کیفیت گندم برای تولید آرد به منظور مصرف در صنایع نان، با کیفیت گندم برای تولید آرد به منظور تولید کیک یکسان نیست. بنابراین برای تولید آرد مورد نیاز صنایع مختلف، گندم‌های مناسب بایستی انتخاب و آسیاب شوند.

ویژگی های کیفیت دانه گندم بایستی ثابت نیز باشند تا بتوان محصولی با کیفیت مطلوب تولید و به بازار مصرف عرضه کرد (Najafian *et al*., 2021). یکی از مهمترین روش‌های ارزیابی ویژگی های کیفیت دانه گندم و آرد حاصل از آن، بررسی ویژگی‌های رئولوژیک خمیر می‌باشد. خواص رئولوژیک خمیر نه تنها تعیین کننده کارایی خمیر در طول مراحل مختلف فرآیند تولید می‌باشد، بلکه نقش مهمی در کیفیت محصول نهایی دارند. این ارزیابی‌ها اطلاعاتی در مورد آرد، خمیر و بر همکنش بین اجزای مختلف و اثر آن‌ها بر کیفیت خمیر و محصولات پختی را نشان می‌دهند (Gujral and Singh, 1999).

از آنجایی که شرایط فیزیکی خمیر تا حدود زیادی وابسته به کیفیت آرد مورد استفاده است، ارزیابی خواص رئولوژیک خمیر به عنوان بخش ضروری مطالعه کیفیت آرد گندم مطرح است (Peighambardoust, 2017). به طور کلی ارزیابی خصوصیات رئولوژیک در مراحل مخلوط کردن، تخمیر و پخت می‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد. در پژوهش حاضر از آزمون فارینوگراف به منظور بررسی رفتار خمیر طی مرحله مخلوط کردن و از آزمون اکستنسوگراف به منظور بررسی رفتار خمیر طی

مرحله تخمیر استفاده شد.

به‌طور کلی می‌توان گفت خصوصیات کیفیت آرد گندم و ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، به کیفیت و کمیت پروتئین‌های گلوتن موجود در دانه آن بستگی دارد. گلوتن ۸۵-۸۰ درصد کل پروتئین دانه گندم را تشکیل می‌دهد که شامل دو جزء گلیادین و گلوتنین می‌باشد. جزء گلیادینی گلوتن در ایجاد خواص ویسکوز و کشش‌پذیری خمیر نقش دارند. این در حالی است که جزء گلوتنینی که به دو زیر واحد گلوتنین با وزن مولکولی بالا و پائین تقسیم می‌شود، عامل مؤثری در ایجاد خواص الاستیک، قدرت و استحکام در خمیر می‌باشد (Gallagher et al., 2004). گلوتن بخش عملکردی پروتئین گندم است و اندازه‌گیری کمیت آن به تنهایی نمی‌تواند بیانگر دقیق کیفیت پروتئین آن باشد.

شایان ذکر است که بین مقدار پروتئین و مقدار گلوتن آرد می‌تواند همبستگی معنی‌داری وجود داشته باشد. این رابطه به عوامل متعددی از جمله شرایط متغیر کشت، تناوب زراعی، نوع رقم گندم، اختلاط گندم‌های مختلف، آسیب‌های حرارتی، سن‌زدگی و تغییرات آنزیمی بستگی دارد. در چنین شرایطی لزوم انجام آزمون‌های دیگر نظیر آزمون‌های رئولوژیک به منظور ارزیابی کیفیت خمیرضروری می‌باشد. در دنیا بیشتر تحقیقات گندم در ۵۰ ساله اخیر بر روی اصلاح برای کیفیت دانه گندم نان معطوف شده است، اما در کشور ایران با وجود تحقیقات متعدد، نیازمند اطلاعات جامع و تکمیلی بیشتری است (Jalal Kamali *et al*., 2012).

وایسولیت فانکی و همکاران (Vaiciulyte Funki *et al*., 2015) با بررسی ارتباط بین خواص نانوایی گندم (به خصوص میزان گلوتنین) و ویژگی‌های ارقام مختلف گندم نشان دادند که گلوتنین تأثیر بسیار زیادی بر خصوصیات نانوایی آرد گندم دارد. این پژوهشگران بیان داشتندکه میزان ۱۱/۴ - ۱۰/۳۲ درصد گلوتنین در آرد گندم سبب تولید محصولی با خصوصیات کیفیت مطلوب می‌شود. اسماعیل‌زاده مقدم و همکاران (Esmaeilzadeh Moghaddam *et al*., 2017) به بررسی تنوع ژنتیکی برای زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و پایین در لاین به نژادی، ارقام گندم نان آبی بومی و تجاری معرفی شده از سال ۱۹۵۱ در ایران پرداختند و زیر واحد های گلوتنین با وزن مولکولی بالا (High Molecular Weight-Glutenin Subunits = HMW-GSs) و با وزن مولکولی پایین (Low Molecular Weight-Glutenin Subunits = LMW-GSs) را در ژرم پلاسم مورد بررسی تعیین کردند. این پژوهشگران نشان دادندکه میانگین امتیاز های کیفیت بر اساس زیر واحد های گلوتنین با وزن مولکولی بالا برای ارقام محلی، لاین های به نژادی تولیدی برنامه های به نژادی گندم نان ملی و لاین های دریافتی از مراکز تحقیقات بین المللی به ترتیب ۵/۵، ۷/۶ و ۷/۷ بود (Esmaeilzadeh Moghaddam *et al*., 2017). این پژوهشگران پیشنهاد کردن که زیر واحدهای گلوتنین مطلوب در Glu-1 مانند ۱، ۸+۷، ۱۰+۵

باید به عنوان راهبرد اصلی برنامه به نژادی گندم نان برای بهبود ویژگی های کیفیت دانه مورد استفاده قرار گیرد.

زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا توسط ژن‌های واقع در مکان Glu-D1، Glu-B1 و Glu-A1 که به ترتیب روی بازوی بلند کروموزوم‌های 1D، 1B و 1A قرار دارند رمز می‌شوند. می‌توان گفت تنوع آللی در هریک از مکان‌های ناشی از تفاوت‌ها در اجزای زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در بین ارقام وجود دارد (Shewry *et al*., 2003). یانگ (Yang *et al*., 2014) نیز به بررسی خصوصیات رئولوژیک خمیر حاصل از آرد ۳۳۰ رقم گندم نان چینی پرداختند و برای این منظور خصوصیاتی نظیر زمان توسعه خمیر، مقاومت و عدد فارینوگراف را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که خصوصیات رئولوژیک خمیر، همبستگی بالایی با حجم رسوب زلنی داشته و این خصوصیات به‌طور قابل ملاحظه‌ای از ارقام قدیمی تا به امروز بهبود یافته است.

کتینیوداکی و همکاران (Ktenioudaki *et al*., 2010) نیز خصوصیات رئولوژیک خمیر و ویژگی‌های پخت هشت رقم مختلف نان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که استفاده از ارقام گندم نان با میزان سختی بالاتر سبب ایجاد حجم بالاتر و نرمی بافت داخلی قرص نان می‌شود. همچنین حداکثر ارتفاع خمیر در آزمون رئومتری (خصوصیات رئولوژیکی خمیر) سبب تولید نان با حجم بالاتری شد. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده و وجود تنوع بالا در ارقام تجاری گندم نان در ایران، دانه های با خصوصیات کیفیت متنوعی از این محصول تولید می شود که ضرورت گروه‌بندی آنها به منظور استفاده در صنعت نانوایی و سایر مصارف را نشان می‌دهد.

این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های کیفیت دانه و رئولوژیک خمیر حاصل از دانه ارقام تجاری گندم نان آبی، در مناطق مختلف کشت این ارقام، با بهره‌گیری از نمودارهای فارینوگرام و اکستنسوگرام و ارتباط صفات مرتبط با ویژگی‌های رئولوژیک خمیر این ارقام با سایر ویژگی‌های کیفیت دانه مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از نتایج این پژوهش و گروه‌بندی ارقام گندم نان تجاری در کشور، می‌توان به لزوم تفکیک انواع آرد در کارخانجات آرد بر اساس نوع مصرف تأکید نمود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش که در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به اجرا درآمد، از مزارع بذری در طبقه گواهی شده‌ی ۳۰ استان مختلف کشور و از ۲۲ رقم تجاری گندم نان که در برنامه رسمی بذر کشور قرار داشتند (جدول۱)، سه نمونه به وزن سه کیلوگرم برداشت شد. تهیه نمونه‌ها طوری بود که از هر استان ارقام تجاری رایج در آن استان مد نظر قرار گرفت و نمونه آنها تهیه

جدول ۱- اسامی استان‌ها و ارقام تجاری گندم نان آبی مورد بررسی در هر استان

Table 1. Names of provinces and irrigated commercial bread wheat cultivars studied in each province

ردیف No.	Province	استان	Wheat cultivars	ارقام گندم
1	East Azerbaijan	آذربایجان شرقی	Mihan, Pishgam	میهن- پیشگام
2	West Azerbaijan	آذربایجان غربی	Mihan, Pishgam	میهن- پیشگام
3	Ardabil	اردبیل	Mihan, Pishgam, Gascogne, Morvarid, Shiroodi, Chamran, Ehsan, Gonbad, Soissons	میهن- پیشگام- گاسکوژن-مروارید-شیرودی- چمران- احسان- گنبد- سایسونز
4	Isfahan	اصفهان	Pishgam, Sirvan, Parsi, Sivand, Pishtaz	پیشگام- سیروان- پارسی- سیوند- پیشتاز
5	Alborz	البرز	Pishgam, Sirvan, Parsi, Sivand	پیشگام- سیروان- پارسی- سیوند
6	Ilam	ایلام	Sirvan, Chamran 2, Chamran	سیروان- چمران۲- چمران
7	Bushehr	بوشهر	Chamran 2, Chamran	چمران۲- چمران
8	Tehran	تهران	Sirvan, Pishtaz, Sivand	سیروان- پیشتاز- سیوند
9	South of Kerman	جنوب کرمان	Chamran, Ofough	چمران- افق
10	Chaharmahal and Bakhtiari	چهارمحال و بختیاری	Pishgam, Mihan	پیشگام- میهن
11	Southem Khorasan	خراسان جنوبی	Ofough, Narin, Arg	افق ــ نارین- ارگ
12	Khorasane Razavi	خراسان رضوی	Sirvan, Chamran 2, Pishgam, Sivand, Mihan, Parsi	سیروان- چمران۲- پیشگام- سیوند- میهن- پارسی
13	Northern Khorasan	خراسان شمالی	Parsi, Mihan, Uroom, Pishtaz, Pishgam	پارسی- میهن- اروم- پیشتاز- پیشگام
14	Khuzestan	خوزستان	Chamran 2, Mehregan	چمران۲- مهرگان
15	Zanjan	زنجان	Pishgam, Mihan	پیشگام—میهن
16	Semnan	سمنان	Sirvan, Parsi, Pishgam, Sivand	سیروان- پارسی - پیشگام- سیوند
17	Sistan & Baluchestan	سیستان و بلوچستان	Narin, Sistan, Cross Bolani, Arg, Ofough	نارین- سیستان- کراس بولانی- ارگ- افق
18	Fars	فارس	Pishgam, Sirvan, Chamran 2, Mihan, Mehregan, Pishtaz	پیشگام- سیروان- چمران۲- میهن- مهرگان- پیشتاز
19	Qazvin	قزوین	Pishgam, Sirvan, Sivand, Parsi, Pishtaz	پیشگام- سیروان- سیوند- پارسی- پیشتاز
20	Qom	قم	Narin, Parsi, Ofogh	نارین- پارسی ــ افق
21	Kerman	کرمان	Mihan, Parsi, Chamran, Arg	میهن- پارسی- چمران- ارگ
22	Kermanshah	کرمانشاه	Pishgam, Sirvan, Mihan, Soissons	پیشگام- سیروان- میهن ــ سایسونز
23	Kohgiluyeh & Boyer Ahmad	کهگیلویه و بویراحمد	Sirvan, Chamran 2, Mihan, Mehrgan	سیروان- چمران۲- میهن- مهرگان
24	Golestan	گلستان	Ehsan, Morvarid	احسان- مروارید
25	Lorestan	لرستان	Pishgam, Sirvan, Chamran 2, Mihan, Mehrgan	پیشگام- سیروان- چمران۲- میهن- مهرگان
26	Mazandaran	مازندران	Ehsan, Morvarid, Gonbad	احسان- مروارید- گنبد
27	Markazi	مرکزی	Mihan, Heidari, Pishtaz, uroom	میهن- حیدری- پیشتاز- اروم
28	Hormozgan	هرمزگان	Chamran, Sirvan, Chamran 2, Mehrgan	چمران- سیروان- چمران۲- مهرگان
29	Hamedan	همدان	Pishgam, Mihan	پیشگام- میهن
30	Yazd	یزد	Narin, Sistan	نارین- سیستان

گردید. علت انتخاب نمونه‌ها از مزارع بذری، اطمینان از رعایت حداقل مدیریت‌های زراعی بهینه در اینگونه از مزارع بود. علاوه بر با توجه به اینکه شرایط محیطی بویژه حاصلخیزی خاک از عوامل مؤثر بر خصوصیات کیفیت دانه گندم می‌باشد، در پژوهش حاضر سعی بر آن شد با انتخاب نمونه‌ها از مزارع بذری تغییرات خصوصیات خاک برای ارقام تهیه شده از هر استان تا حد امکان یکسان باشند. نمونه‌های تهیه شده، جهت ارزیابی به واحد شیمی و تکنولوژی غلات بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر منتقل شد.

به منظور ارزیابی ویژگی‌های کیفیت دانه، نمونه‌های ارقام گندم با استفاده از دستگاه بوجاری آزمایشگاهی (مدل A/S Rationel Kornservice، ساخت کشور دانمارک)، بوجاری شدند. نمونه‌های گندم به منظور ارزیابی ویژگی رئولوژیک خمیر توسط آسیاب چکشی آزمایشگاهی (مدل Laboratory Mill 3100، ساخت کشور آلمان) و آسیاب غلطکی (مدل Brabender، ساخت کشور آلمان) (به ترتیب جهت تهیه آرد کامل و آرد با درصد استخراج حدود ۷۰ درصد) آرد شدند. شایان ذکر است که بخشی دیگر از نمونه‌های گندم پس از فرآیند نم‌زنی، با استفاده آسیاب فارینوگراف (مدل Brabender، ساخت کشور آلمان) برای انجام آزمون فارینوگراف و اکستنسوگراف و ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی خمیر آسیاب شدند.

ویژگی های کیفیت دانه مورد ارزیابی شامل: میزان پروتئین دانه و سختی دانه (با دستگاه NIR مدل Perten)، ساخت کشور سوئد)، درصد گلوتن مرطوب و شاخص گلوتن (با دستگاه گلوتن‌شوی Perten، ساخت کشور سوئد)، مطابق با استاندارد انجمن بین المللی علوم و فناوری غلات International Association for Cereal Science and Technology = ICC) به ترتیب به شماره ۱۵۹ و ۱۵۵)، حجم رسوب زلنی یا عدد زلنی (مطابق با استاندارد تدوین شده توسط انجمن شیمی‌دانان غلات آمریکا (American Association of Cereal Chemists = AACC) به شماره ۱۱ -۵۴)، ارتفاع رسوب با SDS بر اساس روش کارتر و همکاران (Carter *et al.*, 1999)، بودند.

ویژگی های رئولوژیک خمیر مورد ارزیابی شامل: آزمون فارینوگراف با استفاده از دستگاه فارینوگراف (Brabender، ساخت کشور آلمان) که یکی از رایج‌ترین مخلوط‌کن‌های اندازه‌گیری خواص رئولوژیکی خمیر است، انجام شد. خمیر در داخل مخلوط‌کن تحت تاثیر ترکیبی از نیروهای برشی و کششی در دمای ثابت (۳۰ درجه سلسیوس) مخلوط می‌شود. از طریق این دستگاه می‌توان به مقاومت خمیر در مقابل زدن خمیر، قوام خمیر، بازدهی یا جذب آب خمیر، زمان گسترش خمیر، زمان مطلوب زدن خمیر و درجه سست شدن خمیر پی برد. منحنی به دست آمده از این دستگاه، فارینوگرام

نامیده می‌شود (Appolonia and Kunerth, Bloksma and Bushuk, 1988 & 1977). در آزمون اکستنسوگراف (Brabender، شرکت کشور آلمان) نیز نمونه استوانه‌ای شکل خمیر استراحت کرده و سپس تحت تاثیر نیروهای (تنش) کششی یک‌طرفه قرار داده شد و تغییرات نمونه را از طریق سامانه اهرم توزین‌دار به یک ثبت کننده منتقل شد. زمانی که خمیر در دستگاه کشیده شد، منحنی نیرو در برابر زمان یا منحنی اکستنسوگرام ثبت گردید.

نتایج و بحث

بررسی وِیژگی های کیفیت دانه

میانگین خصوصیات کیفیت دانه برای ۲۲ رقم تجاری گندم نان مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. در میان ارقام مورد مطالعه بالاترین میانگین درصد پروتئین دانه برای رقم مهرگان با ۱۲/۷ درصد ثبت شد. در سال اجرای آزمایش این رقم بالاترین سطح زیرکشت در کشور و بویژه در اقلیم گرم و خشک جنوب کشور را با درصد پوشش ۱۹ درصد از سهم بذر رسمی کشور بخود اختصاص داد. کمترین درصد پروتئین دانه، به رقم اروم با میانگین درصد پروتئین ۱۱/۴ اختصاص داشت (جدول ۲). رقم اروم با عادت رشدی بینابین، سهم ناچیزی از بذر رسمی کشور را دارد و رقم مناسب برای اقلیم‌های معتدل سرد و سرد کشور است.

در مجموع میانگین میزان پروتئین دانه برای ۲۲ رقم گندم نان مورد مطالعه ۱۱/۸۶ درصد بود (جدول ۲). ذکر این نکته ضروری است که مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۴ درخصوص درجه‌بندی گندم، دانه‌های گندم نان با داشتن حداقل ۱۲ درصد پروتئین، درجه یک، با ۱۱ درصد پروتئین درجه دو و با حداقل ۹/۵ درصد پروتئین درجه سه محسوب می‌شوندکه همگی مصرف خوراک انسانی دارند. با این وجود می‌توان اذعان داشت که بیشتر ارقام گندم تولیدی در کشور از نظر میزان پروتئین دانه درجه یک و دو محسوب می‌شوند. از این‌رو در قسمت های بعدی به بررسی کیفیت پروتئین موجود در دانه این ارقام پرداخته شده است.

شاخص سختی دانه نیز عمدتاً یک عامل ژنتیکی است که در واقع تراکم و فشردگی گرانول‌های نشاسته در آندوسپرم دانه را نشان می‌دهد. در دانه‌های گندم سخت، گرانول‌های نشاسته به‌طور کاملاً محکم و سفت با اتصال به سایر ترکیبات پروتئینی و اجزای غیر نشاسته‌ای، به‌هم چسبیده‌اند. از این‌رو می‌توان گفت که گندم‌های سخت از مقدار و کیفیت بالاتر پروتئین برخودار بوده و آندوسپرم سخت و شیشه‌ای دارند. بر اساس نتایج موجود بیشترین میانگین سختی دانه به رقم پیشتاز با میانگین ۵۴ اختصاص داشت و کمترین آن به رقم سیستان (۴۲)، از ارقام مناسب مناطق شور و لب شور

جدول ۲- میانگین ویژگی‌های کیفیت دانه ارقام تجاری گندم نان آبی

Table 2. Mean grain quality properties of irrigated commercial bread wheat cultivars

Cultivar	رقم	درصد پروتئین دانه Grain protein content (%)	سختی دانه Grain hardness	درصد گلوتن مرطوب Wet gluten (%)	شاخص گلوتن Gluten index	عدد زلنی (میلی‌لیتر) Zeleny number (ml)	ارتفاع رسوب SDS (میلی‌متر) Height of SDS sedimentation (mm)
Mihan	میهن	11.5	49	24.3	58.7	19.5	57.1
Pishgam	پیشگام	11.5	49	23.5	58.2	20.4	54.0
Soissons	سایسونز	12.1	51	20.7	86.0	21.3	59.3
Gascogone	گاسکوژن	12.6	53	29.7	27.3	24.7	66.3
Morvarid	مروارید	11.6	45	24.9	79.2	19.3	56.8
Chamran	چمران	11.8	49	26.2	46.5	20.4	59.9
Shiroodi	شیرودی	12.0	50	27.6	49.3	22.2	60.8
Ehsan	احسان	12.1	51	29.3	25.4	21.8	61.0
Gonbad	گنبد	12.2	49	30.9	20.9	21.7	61.5
Sirvan	سیروان	11.8	50	25.0	73.4	20.9	55.9
Sivand	سیوند	11.9	50	27.8	38.1	22.2	51.3
Pishtaz	پیشتاز	12.2	54	24.8	75.5	23.1	62.2
Parsi	پارسی	11.7	49	24.2	58.2	20.5	52.6
Chamran 2	چمران ۲	12.3	51	22.2	66.1	22.8	63.6
Mehrgan	مهرگان	12.7	50	27.2	83.9	25.5	69.6
Ofough	افق	11.8	47	24.3	69.0	21.4	59.3
Narin	نارین	11.6	43	29.3	68.7	19.9	57.4
Arg	ارگ	11.5	44	23.5	68.3	18.9	55.9
Uroum	اروم	11.4	46	24.3	46.4	19.6	56.0
Sistan	سیستان	11.6	42	20.5	61.5	19.3	56.8
Bolani cross	کراس بولانی	11.6	47	27.0	10.7	20.7	56.3
Heidari	حیدری	11.6	52	22.0	69.7	20.3	59.3

اقلیم‌های معتدل گرم و معتدل، اختصاص داشت (جدول ۲). میانگین سختی دانه برای ۲۲ رقم تجاری گندم نان غالب کشور که در پروژه حاضر مورد بررسی قرار گرفت، ۴۸/۷ بود. دانه‌های گندم دارای شاخص سختی ۶۴-۴۵، به لحاظ درجه‌بندی در دسته "به‌طور متوسط سخت" طبقه‌بندی می شوند که اکثریت نمونه‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر در این طبقه جای می‌گیرند (Peighambardoust, 2017).

برای میزان گلوتن مرطوب، ویژگی که مرتبط با کمیت گلوتن است و ارتباط بالایی با کیفیت نانوایی برای انواع نان‌ها بخصوص نان‌های حجیم و نیمه حجیم دارد، رقم گنبد با میانگین ۳۰/۹ درصد بالاترین میزان را بخود اختصاص داد (جدول ۲). در حالی که کمترین میزان این ویژگی مربوط به رقم سیستان، مناسب مناطق شور و لب شور در اقلیم‌های معتدل گرم و معتدل کشور، به میزان ۲۰/۵ درصد بود (جدول ۲). میانگین این صفت در بین ۲۲ رقم تجاری گندم نان غالب کشور ۲۵/۴ درصد بود که برای تهیه آرد کامل مناسب می‌باشد زیرا مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۳، حداقل میزان گلوتن مرطوب برای نمونه‌های آرد کامل ۲۳ درصد می‌باشد.

قابل ذکر است که کیفیت گلوتن نمی‌تواند جانشین کمیت آن شود، زیرا گندم‌هایی با کیفیت خوب گلوتن ممکن است آردی که از نظر نانوایی ناپایدار و سست باشد، بوجود آورند. میزان گلوتن گندم بستگی فراوانی به شرایط محیطی دارد، ولی به کمک به نژادی گندم می‌توان کمیت آن را افزایش داد. کیفیت گلوتن دانه گندم عمدتاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است (Naghipour *et al.*, 2022).

در پژوهش حاضر به منظور ارزیابی کیفیت گلوتن، شاخص گلوتن، حجم رسوب زلنی و ارتفاع رسوب SDS مورد بررسی قرار گرفت که در ذیل به آن پرداخته شده است. در بین نمونه‌های مورد بررسی شاخص گلوتن در دامنه‌ای بین ۸۶ و ۱۰/۷ بترتیب برای ارقام سایسونز و کراس بولانی قرار داشت (جدول ۲). میانگین شاخص گلوتن برای ۲۲ رقم گندم نان تجاری مورد بررسی ۵۶/۴ بود که نشان از کمیت نسبتاً خوب گلوتن در ارقام ایرانی دارد (جدول ۲). از سوی دیگر با ارزیابی حجم رسوب زلنی و ارتفاع رسوب SDS مشخص شد که بیشترین مقدار این ویژگی ها به رقم مهرگان (به ترتیب ۲۵/۵ میلی‌لیتر و ۶۹/۶ میلی‌متر) و کمترین مقدار آنها به ترتیب به دو رقم ارگ (۱۸/۹ میلی‌لیتر) و رقم سیوند (۵۱/۳ میلی‌متر) بود.

بررسی خصوصیات رئولوژیک خمیر

میانگین ویژگی های مرتبط با فارینوگراف را برای ۲۲ رقم گندم نان تجاری مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- ویژگی های مرتبط با فارینوگراف برای ارقام تجاری گندم نان آبی

Table 3. Farinograph related properties of irrigated commercial bread wheat cultivars

Cultivar	رقم	درصد جذب آب Water absorption (%)	زمان تکامل خمیر (دقیقه) Dough development time (Minutes)	زمان ثبات خمیر (دقیقه) Dough stability time (Minutes)	درجه شل شدن خمیر (واحد برابندر) Degree of dough softening (Brabender unit)		ارزش والوریمتریک (-) Valorimetric value
					10 Minutes	20 Minutes	
Mihan	میهن	64.4	3.1	4.2	70.9	96.4	50.0
Pishgam	پیشگام	66.2	2.6	4.2	60.0	85.8	49.1
Soissons	سایسونز	64.3	8.6	10.3	10.0	75.0	73.5
Gascogone	گاسکوژن	69.0	3.0	5.8	50.0	70.0	54.0
Morvarid	مروارید	59.0	5.1	6.6	53.3	93.3	56.3
Chamran	چمران	62.2	3.1	6.5	75.0	102.5	48.0
Shiroodi	شیرودی	64.5	4.5	5.8	60.0	100.0	54.0
Ehsan	احسان	66.6	2.6	2.7	66.7	90.0	49.0
Gonbad	گنبد	69.0	4.6	4.8	40.0	110.0	56.0
Sirvan	سیروان	66.4	4.8	6.9	37.3	70.9	60.4
Sivand	سیوند	68.1	3.2	3.5	80.0	100.0	49.6
Pishtaz	پیشتاز	62.7	4.5	6.3	40.0	60.0	58.7
Parsi	پارسی	67.0	6.1	4.1	74.3	98.6	48.4
Chamran 2	چمران ۲	68.7	5.8	10.1	22.9	62.9	64.1
Mehrgan	مهرگان	71.3	14.0	15.5	2.0	18.0	87.2
Ofough	افق	66.0	5.0	8.3	40.0	70.0	59.5
Narin	نارین	57.2	3.8	8.3	30.0	65.0	58.0
Arg	ارگ	56.2	2.3	5.0	66.7	93.3	48.3
Uroum	اروم	61.3	1.4	1.3	145.0	170.0	31.5
Sistan	سیستان	57.5	1.8	2.0	110.0	130.0	39.0
Bolani cross	کراس بولانی	65.5	2.5	3.8	50.0	90.0	50.0
Heidari	حیدری	66.0	2.0	3.75	50.0	70.0	52.0

همان‌گونه که انتظار می‌رفت رقم مهرگان از بیشترین میزان جذب آب (۷۱/۳ درصد) برخوردار بود که در ارتباط با میزان پروتئین بالا در این رقم می‌باشد. از سوی دیگر رقم ارگ با ۵۶/۲ درصد، کمترین میزان جذب آب را داشت که در نتایج ارزیابی خصوصیات کیفیت دانه در بین ارقام مورد بررسی از کمترین میزان پروتئین برخوردار بود (جدول ۲). جذب آب آرد یکی از خواص مرتبط با کیفیت آرد است. به طور کلی آردهای قوی با مقدار و کیفیت گلوتن بالا، آردهای با درجه استخراج بالا، آردهای نرم (با اندازه ذرات ریز)، آردهای با درصد نشاسته آسیب‌دیده و مقدار پنتوزان بالا و آردهای رسیده (کهنه) درصد جذب آب بالایی دارند (Peighambardoust, 2017).

نتایج نشان داد که آرد تهیه شده از رقم مهرگان از بیشترین زمان (۱۴ دقیقه) برای توسعه خمیر برخورداربود (جدول ۳) که این ویژگی را می‌توان به میزان پروتئین بالا و شبکه گلوتن مستحکم در این رقم نسبت داد. این در حالی است که کمترین زمان (۱/۴ دقیقه) برای توسعه خمیر مربوط به رقم اروم بودکه با توجه به نتایج ارزیابی خصوصیات کیفیت دانه، چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود (جدول ۲ و ۳). در منحنی‌های فارینوگرام مدت زمان لازم (بر حسب دقیقه) از شروع مخلوط کردن تا رسیدن منحنی فارینوگرام به اولین نقطه بیشینه (Peak) خود را زمان توسعه یا زمان بهینه مخلوط کردن می‌نامند. در مدت زمان توسعه خمیر می‌توان گفت که هیدراسیون آرد کامل شده و شبکه گلوتنی خمیر در اثر نیروهای مکانیکی وارد شده در جریان مخلوط کردن کاملاً تشکیل می شود و گرانول‌های نشاسته را در خود محصور می کند (Peighambardoust, 2017).

در بین ارقام گندم نان تجاری مورد بررسی، پنج رقم از مدت زمان ثبات خمیر بالای هشت دقیقه (۲۳ درصد)، یازده رقم از ثبات خمیر بین چهار تا هشت دقیقه (۵۰ درصد)، و شش رقم از مدت زمان کمتر از چهار دقیقه (۲۷ درصد) برخوردار بودند (جدول ۳). علاوه بر این بالاترین مدت زمان سیر بر روی خط ۵۰۰ برابندر که حاکی از ثبات بالای خمیر دارد به ترتیب به ارقام مهرگان با ۱۵/۵ دقیقه، سایسونز با ۱۰/۳ دقیقه و چمران ۲ با ۱۰/۱ دقیقه اختصاص داشت. کمترین زمان هم در بین ارقام گندم نان مورد بررسی به رقم‌های اروم با ۱/۳ دقیقه و سیستان با سه دقیقه مربوط بود(جدول ۳). زمان مقاومت یا ثبات خمیر مدت زمانی است که نقطه فوقانی منحنی فارینوگرام به خط ۵۰۰ رسیده (زمان رسیدن) تا زمانی که نقطه فوقانی منحنی از خط ۵۰۰ خارج شود (زمان خروج). ثبات خمیر بیشتر از شاخص‌های دیگر فارینوگرام برای مقایسه قوت یا ضعف آردهای مختلف به کار می‌رود. البته در مدت زمانی که منحنی فارینوگرام روی خط ۵۰۰ باقی می‌ماند، شبکه گلوتنی ویژگی‌های ویسکوالاستیک خود را بدست می آورد و حفظ می‌کند و خواص عملکردی (قابلیت فرم‌پذیری و تحمل نیروهای

مکـــانیکی و نگهـــداری گـــاز) مطلـــوبی دارد (Peighambardoust *et al*, 2007).

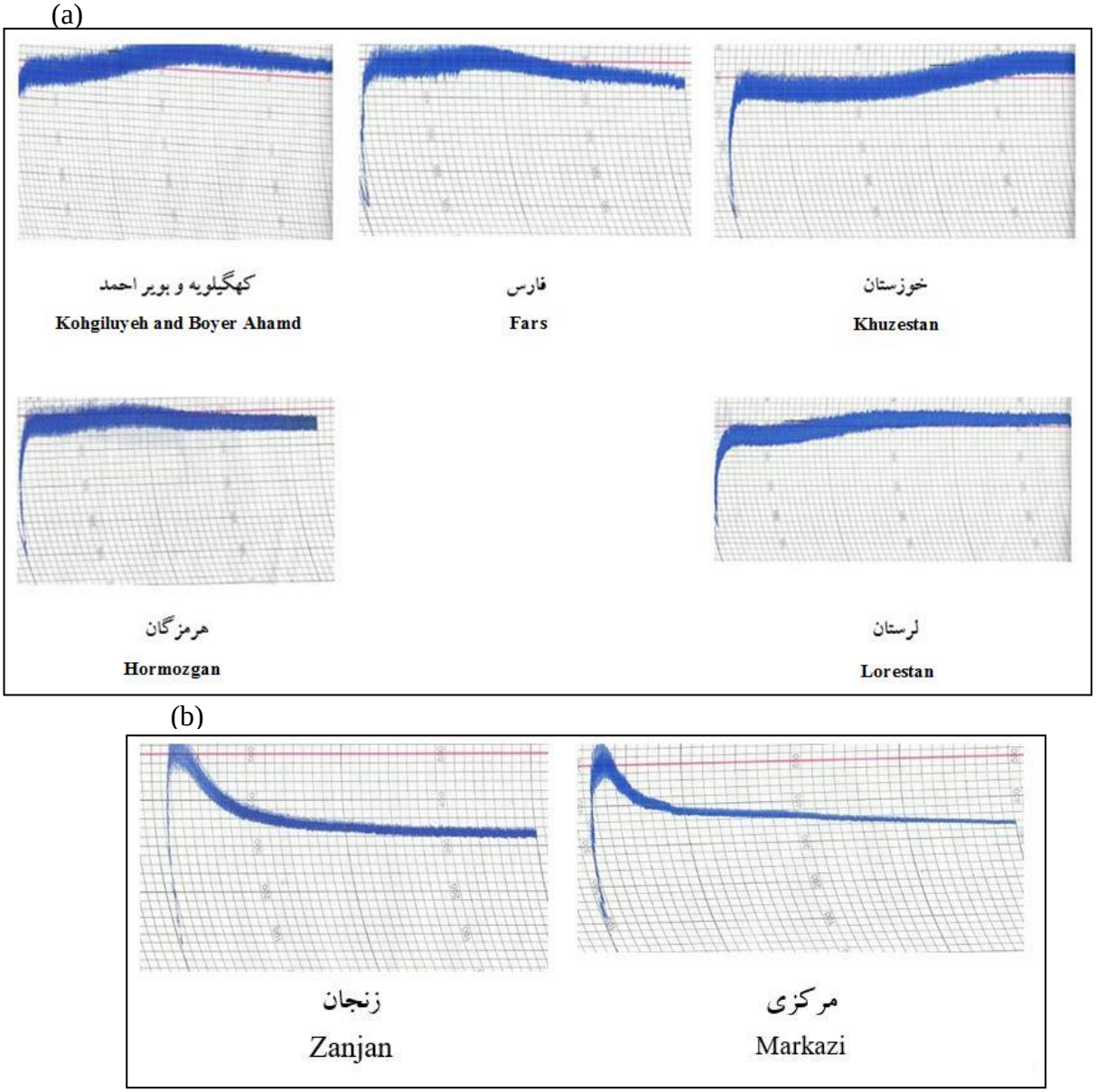
رقـم مهرگـان بـه ترتیـب بـا ۲ و ۱۸ واحـد برابندر از کمترین میزان درجه سست شدن طـی بازه‌هـای زمـانی ۱۰ و ۲۰ دقیقـه برخـوردار بـود (جدول ۳). این در حالی است که بیشترین میزان سست شدن در رقم اروم (به ترتیـب ۱۴۵ و ۱۷۰ واحد برابندر) مشـاهده شـد کـه در بخـش‌هـای قبلی نیز بـه ضـعف هـای آن اشـاره شـد. مقـدار کاهش قوام خمیر محاسبه شده از مرکـز منحنـی فارینوگرام در نقطه‌ای که دقیقاً ۱۰ و ۲۰ دقیقـه از زمان اولین افزودن آب سپری شـده باشـد تـا خط ۵۰۰ واحد فارینوگراف را درجه نـرم شـدن (سســت شــدن) خمیــر مــی‌نامنــد. هرچــه ایــن عـدد بزرگتـر باشـد نشـان‌دهنـده ضـعیف بـودن آرد مـورد آزمـون و تحمـل کمتـر آن در برابـر عملیـــات مکـــانیکی مخلـــوط کـــردن اســـت (Peighambardoust *et al*, 2007). هرچـه خمیر دیرتر شل شود زمان تکامل خمیر و ثبات آن افزایش می‌یابد.

برای بیان قـوت آرد بـه صـورت یـک عـدد واحد از عددی به نام ارزش والوریمتریک که با استفاده از خط‌کش مخصوص فارینوگراف و از روی نمـودار ثبـت شـده (فـارینوگرام) توسـط فارینوگراف‌هـای مکـانیکی بـه دسـت مـی‌آیـد، استفاده می‌شود. برای عـدد والـوریمتری، چهـار رقم تجاری گندم نان غالب مهرگـان، سایسـونز، چمران ۲ و سیروان، مقدار ارزش والوریمتریک بالای ۶۰، برای ۱۶ رقـم بـین ۶۰-۴۰، و تنهـا دو رقم سیستان و اروم ارزش والوریمتریـک کمتـر از ۴۰ داشتند (جدول ۳).

در بین ارقام تجاری گندم نان مورد بررسـی، رقم مهرگان ویژگی های کیفیت بالایی داشـت. بنابراین بر اساس ویژگی های رئولوژیکی خمیر مبتنی بـر نمودارهـای فـارینوگرام، برتـرین رقـم گندم نان در بین ارقام تجاری مورد بررسی بـود. بر اساس معیار مدت زمان ثبات خمیر و یـا سـیر بر روی خط ۵۰۰ برابندر، پنج رقم تجاری گندم نان توانستند شاخص‌های گندم‌های قـوی کانـادا را برای این صفت کسب نمایند. عـلاوه بـر ایـن اســماعیل‌زاده و همکــاران (Esmaeilzadeh Moghaddam *et al*., 2017) گـــزارش کردندکـــه زیرواحـــدهای گلـــوتنین بـــا وزن مولکـولی بـالا (HMW-GS) در رقـم مهرگـان بـــالاترین امتیـــاز را کســـب کـــرد. در واقـــع زیرواحـدهای گلـوتنین بـا وزن مولکـولی بـالا مهمترین پروتئین ذخیره‌ای دانه گندم اسـت کـه کیفیت نانوایی دانه را تعیین می‌کند. این پروتئین تقریباً ۱۰ درصـد از کـل پـروتئین دانـه گنـدم و یک درصد از وزن دانه گندم معمـولی را شـامل مـی‌شـود. همچنـین وجـود زیرواحـدهای ۱۰+۵ نشـان دهنـده گلـوتن قـوی و کیفیـت بـالای زیرواحـدهای گلـوتنین بـا وزن مولکـولی بـالا می‌باشد (MacRitchie *et al*., 1990).

از سـوی دیگـر بـا توجـه بـه نتـایج پـژوهش حاضر رقم اروم در گروه ارقام با کیفیـت پـایین تر نانوایی قرار گرفت که می تـوان ایـن کیفیـت کمتر مطلوب را بـه وجـود زیرواحـدهای ۱۲+۲

در این رقم نسبت داد. بررسی وضعیت نمودار فارینوگرام نشان داد که نمودار حاصل از فارینوگراف در نمونه‌های مناطق مختلف روند مشابهی داشت و حاکی از آن بود که ویژگی های کیفیت آن‌ها کمتر از عوامل اقلیمی تاثیر پذیری داشت. به منظور ارائه تصویر بهتری از کیفیت بالای رقم مهرگان و کیفیت پایین تر رقم اروم، نمودارهای فارینوگرام این دو رقم که دانه آنها از استان‌های مختلف جمع‌آوری شد، در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود دانه رقم مهرگان از استان‌های مختلف کشور خصوصیات رئولوژیک مناسبی



شکل ۱- فارینوگرام ارقام تجاری گندم نان مهرگان (a) و اروم (b) در استان‌های مختلف کشور

Fig. 1. Farinogram of irrigated commercial bread wheat cultivars Mehregan (a) and Uroum (b) in different provinces of Iran

از خود نشان داد که نشان دهنده تاثیر پذیری کمتر ویژگی های رئولوژیکی آن از عوامل محیطی و نقش بارزتر ژنوتیپ در بروز ویژگی های مطلوب کیفیت این رقم بود.

آزمون اکستنسوگراف، مقاومت و کشش‌پذیری خمیر حاصل از آرد گندم را با تعیین نیروی لازم به منظور ارزیابی قابلیت کشسانی خمیر تا مرحله شکستگی آن را مشخص می‌نماید. نتایج این آزمون در قالب گراف‌هایی که نشان دهنده مقاومت خمیر در برابر کشسانی، قابلیت کشش پذیری و سطح زیر منحنی ترسیم شده می‌باشد، ارائه می‌شود. مقاومت در برابر کشش خمیر در واقع شاخصی از کشسانی خمیر است و به صورت قابلیت کششی خمیر بدون هرگونه شکستگی در آن بیان می گردد. نتایج این آزمون در تعیین خواص نانوایی آرد و قدرت گلوتن استفاده شده و نیز می‌توان با این آزمون به بررسی اثر زمان تخمیر و افزودنی‌های مجاز بر تشکیل خمیر و شبکه گلوتن پرداخت (Peighambardoust, 2017).

میانگین ویژگی های مربوط با اکستنسوگراف برای ۲۲ رقم تجاری گندم نان مورد بررسی در جدول ۴ ارائه شده است. در بین ۲۲ رقم تجاری گندم نان مورد ارزیابی، تنها ارقام گندم نان مهرگان و سایسونز در گروه نیمه قوی و سایر ارقام در گروه متوسط قرار گرفتند (جدول ۴). ارقام اروم، احسان و حیدری کمترین مقادیر انرژی خمیر را بخود اختصاص داده‌اند. از آنجا که برای تهیه نان‌های پهن ایرانی یا در واقع نان‌های سنتی، به ارقام با قابلیت کشش پذیری بالا نیازی نیست و حتی این خصوصیت مانع پهن کردن خمیر می‌شود. غالب ارقام موجود در کشور مناسبت لازم و کافی را برای تهیه این گونه نان‌ها را دارند و ارقام با کیفیت گلوتن قوی به تنهایی مناسب تهیه نان‌های مسطح نیستند و بایستی به صورت مخلوط با آرد های نیمه قوی مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

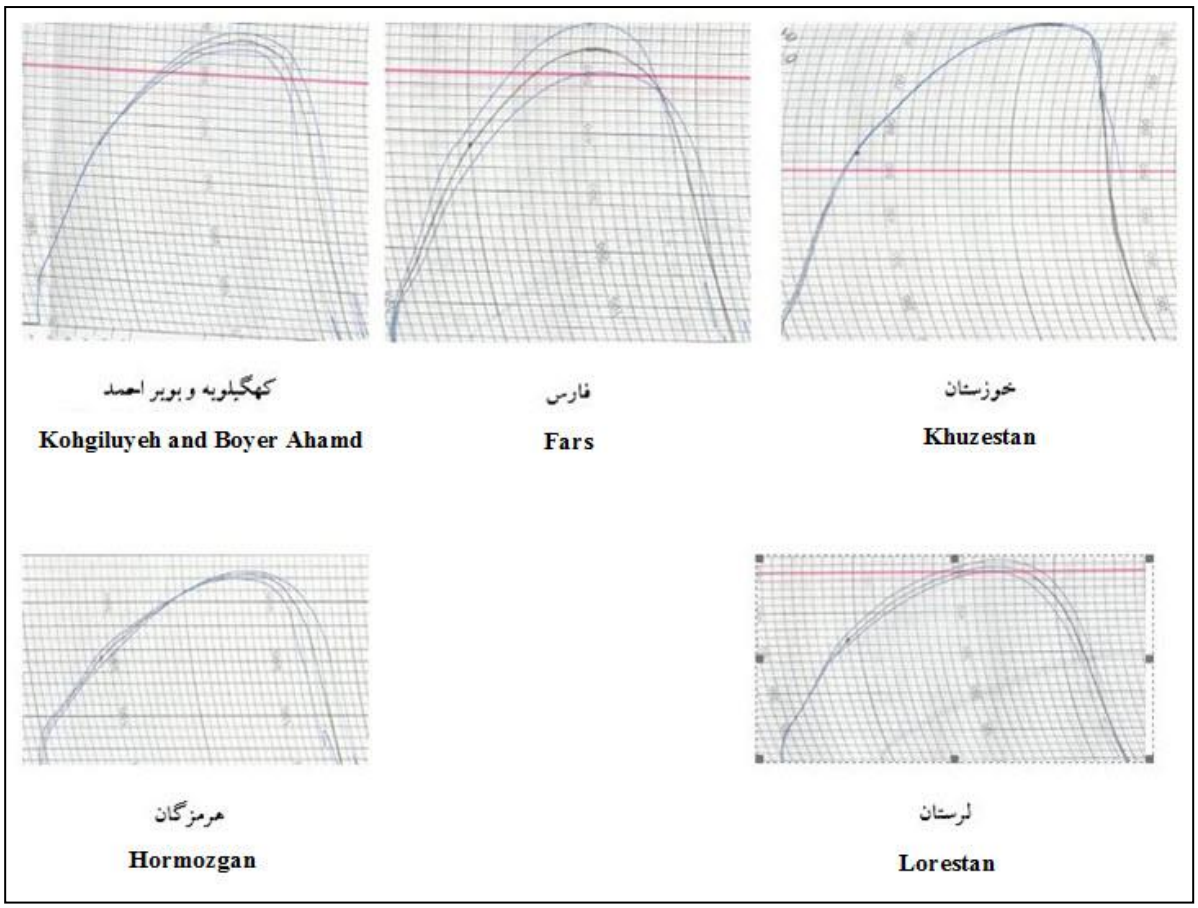
برای تصویر بهتری از کیفیت رقم مهرگان، نمودارهای اکستنسوگرام این رقم که از استان‌های مختلف تهیه شد، در شکل ۲ نشان داده شده است و مقاومت بالای خمیر تهیه از این رقم را طی فرآیند تخمیر نشان می‌دهد. در واقع بهترین رفتار رئولوژیکی خمیر در آزمون اکستنسوگراف آن است که حداکثر مقاومت به کشش و قابلیت کشش‌پذیری خمیر به طور هم‌زمان بالا باشند. اگر مقاومت به کشش بالا و کشش‌پذیری پایین باشد، خمیر بسیار سفت بوده و به خوبی در جریان تخمیر متسع نشده و نان سفت با حجم پایینی تولید می کند. برعکس اگر مقاومت به کشش کم و کشش‌پذیری زیاد باشد خمیر سیالیت زیادی داشته و بسیار چسبنده خواهد بود. هر دو مورد فوق در ارزیابی خواص رئولوژیکی خمیر نامطلوب هستند. اگر هم مقاومت و هم کشش‌پذیری خمیر پایین باشد خمیر کلاً ضعیف بوده و رفتار تخمیر و پخت مطلوبی ندارد. بنابراین بهترین رفتار رئولوژیکی خمیر در آزمون اکستنسوگراف آن است که حداکثر مقاومت به کشش و قابلیت کشش‌پذیری خمیر به طور هم‌زمان بالا باشند (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۴- ویژگی های مربوط به اکستنسوگراف برای ارقام تجاری گندم نان آبی در زمان تخمیر ۱۳۵ دقیقه

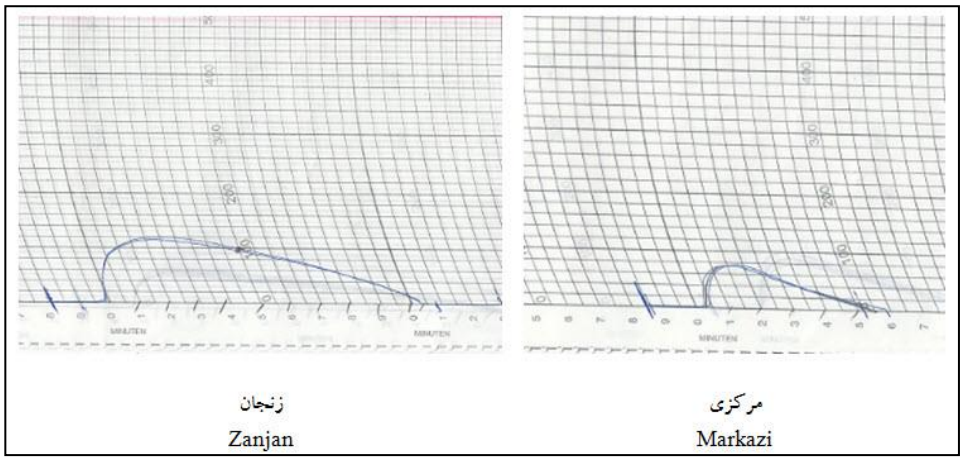
Table 4. Extensograph properties of irrigated commercial bread wheat cultivars in 135 minutes fermentation time

Cultivar	رقم	حداکثر مقاومت (واحد برابندر) Maximum resistance (Brabender unit)	مقاومت بعد از پنج سانتی‌متر کشش (واحد برابندر) R_5 (Brabender unit)	کشش پذیری (میلی‌متر) Extensibility (mm)	نسبت حداکثر مقاومت به کشش R_{max}: E	انرژی خمیر (سانتی‌متر مربع) Dough energy (cm^2)
Mihan	میهن	231.4	220.9	115.5	2.0	34.5
Pishgam	پیشگام	189.2	177.1	125.1	1.6	30.3
Soissons	سایسونز	410.0	277.5	163.0	1.7	82.0
Gascogone	گاسکوژن	200.0	160.0	160.0	1.0	43.0
Morvarid	مروارید	423.3	405.0	85.0	4.8	42.7
Chamran	چمران	262.5	193.8	154.3	1.2	54.5
Shiroodi	شیرودی	300.0	220.0	155.0	1.4	59.0
Ehsan	احسان	60.0	60.0	150.0	0.4	13.0
Gonbad	گنبد	115.0	95.0	167.0	0.6	26.0
Sirvan	سیروان	396.8	296.4	154.5	2.0	77.4
Sivand	سیوند	230.0	164.0	164.6	1.0	52.6
Pishtaz	پیشتاز	230.0	162.5	166.8	1.0	50.5
Parsi	پارسی	228.3	179.2	154.8	1.2	46.2
Chamran 2	چمران ۲	290.0	248.6	123.6	2.0	47.6
Mehrgan	مهرگان	561.0	365.0	168.4	2.2	116.4
Ofough	افق	277.5	175.0	146.5	1.0	58.0
Narin	نارین	415.0	335.0	138.5	1.4	76.0
Arg	ارگ	253.3	240.0	129.3	2.2	38.7
Uroum	اروم	95.0	55.0	79.0	0.6	9.0
Sistan	سیستان	90.0	75.0	184.0	0.4	24.0
Bolani cross	کراس بولانی	145.0	140.0	145.0	1.0	30.0
Heidari	حیدری	80.0	80.0	138.0	0.6	16.0

(a)



(b)



شکل ۲- اکستنسوگرام ارقام تجاری گندم نان مهرگان (a) و اروم (b) در استان‌های مختلف کشور

Fig. 2. Extensogram of irrigated commercial bread wheat cultivars of Mehregan (a) and Uroom (b) in different provinces of Iran

انرژی خمیر که برآیندی از اطلاعات حاصل از نمودار اکستنسوگرام است، معیاری مهم در گروه‌بندی ارقام گندم از نظر کیفیت و قدرت گلوتن می‌باشد. هرچه آرد قوی‌تر باشد انرژی بیشتری برای کشیدن خمیر مورد نیاز خواهد بود (جدول ۴). در کاربردهای عملی ارتفاع منحنی و مساحت زیر منحنی به عنوان معیار قدرت آرد در نظر گرفته می‌شوند و مقادیر بزرگتر آن‌ها بیانگر قدرت بالای خمیر است (Peighambardoust, 2017). بر اساس این معیار، از نظر کیفیت چهار گروه گندم وجود دارد. گندم‌های با انرژی خمیر بیش از ۲۰۰ بسیار قوی، بین ۲۰۰-۱۲۰دارای گلوتن‌های قوی، بین ۱۲۰-۸۰ دارای گلوتن‌های با قدرت متوسط و کمتر از ۸۰ دارای گلوتن‌های ضعیف می‌باشند (Najafian *et al*., 2021).

آزمون اکستنسوگراف برای رقم اروم که دانه آن از دو استان زنجان و مرکزی تهیه شد نیز انجام شد (شکل ۲). همان‌گونه در بخش ارزیابی کیفیت دانه نیز ذکر شده است، رقم اروم از میزان پروتئین و گلوتن مرطوب دانه کمتری برخوردار بود که این تأثیر خود را زمانی که خمیر تهیه شده از این رقم در شرایط تخمیر قرار می‌گیرد، از خود نشان داد و با طولانی شدن زمان تخمیر، خمیر مقاومت خود را از دست داد و توانایی کشش را نداشت. آزمون اکستنسوگراف برای رقم اروم که دانه آن از دو استان زنجان و مرکزی انجام شد (شکل ۲). همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد ویژگی‌های اکستنسوگراف نیز همانند خصوصیات فارینوگراف، متأثر از پتانسیل ژنتیکی دانه بوده و رقم مهرگان در استان‌های مختلف کشور از ویژگی‌های مشابه و مطلوب اکستنسوگراف برخوردار بوده است.

بررسی رابطه بین ویژگی های تعیین شده توسط دو دستگاه فارینوگراف و اکستنسوگراف نشان داد که بین درصد پروتئین که شاخصی از کمیت پروتئین می‌باشد با صفات کشش پذیری خمیر و انرژی خمیر، رابطه قوی و معنی دار (بترتیب $r = ۰/۵۲۰^{*}$ و $r = ۰/۴۷۴^{*}$) وجود داشت (جدول ۵). رابطه درصد پروتئین با صفات مهم فارینوگراف شامل زمان تکامل خمیر، ثبات خمیر و عدد فارینوگراف یا عدد والوریمتری، نیز بسیار قوی و معنی دار (بترتیب $r = ۰/۶۲۱^{**}$، $r = ۰/۶۰۲^{**}$ و $r = ۰/۶۷۴^{**}$) بود (جدول ۵). عدد زلنی یکی دیگر از ویژگی های مهم کیفیت دانه، با کشش پذیری خمیر و انرژی خمیر همبستگی مثبت و معنی‌داری (بترتیب $r = ۰/۴۷۷^{*}$ و $r = ۰/۴۷۴^{*}$) داشت (جدول ۵).

شاخص گلوتن با انرژی خمیر رابطه بسیار معنی دار ($r = ۰/۵۳۹^{**}$)، با زمان تکامل خمیر در سطح احتمال ۵ درصد ($r = ۰/۴۸۸^{*}$)، با زمان ثبات خمیر بسیار معنی دار ($r = ۰/۵۵۹^{**}$) و عدد فارینوگراف ($r = ۰/۴۸۲^{**}$) داشت (جدول ۵). ضریب همبستگی ارتفاع رسوب با سدیم دو دسیل سولفات (SDS)، با زمان تکامل خمیر، مثبت و معنی‌دار ($r = ۰/۵۱۹^{*}$) بود. این ویژگی با زمان ثبات خمیر نیز همبستگی بسیار قوی و معنی‌دار ($r = ۰/۶۱۶^{**}$) داشت. ضریب همبستگی آن با عدد فارینوگراف هم مثبت و بسیار معنی‌دار ($r = ۰/۶۰۵^{**}$) بود (جدول ۵).

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین ویژگی های مربوط به کیفیت دانه و رئولوژیکی خمیر گندم نان آبی

Table 5. Correlation coefficients between grain quality and dough rheological related properties of irrigated bread wheat

	Property	ویژگی	1	2	3	4	5		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	R max	حداکثر مقاومت	1.000															
2	Resistance after 5 cm extension	مقاومت پس از پنج سانتی‌متر کشش	0.948**	1.000														
3	Extensibility	کشش‌پذیری	0.014	-0.161	1.000													
4	R max: E	نسبت مقاومت: کشش	0.683**	0.843**	-0.482**	1.000												
5	Dough energy	انرژی خمیر	0.918**	0.767**	0.354	0.362	1.000											
6	Dough development time	زمان تکامل خمیر	0.768**	0.615**	0.272	0.361	0.820**	1.000										
7	Dough stability	ثبات خمیر	0.853**	0.736**	0.193	0.424*	0.876**	0.879**	1.000									
8	Degree of dough softening (10 min)	درجه شل شدن (۱۰ دقیقه)	-0.632**	-0.589**	-0.321	-0.314	-0.675**	-0.680**	-0.815**	1.000								
9	Degree of dough softening (20 min)	درجه شل شدن (۲۰ دقیقه)	-0.609**	-0.552**	-0.338	-0.268	-0.682**	-0.644**	-0.789**	0.896**	1.000							
10	Valorimetric value	ارزش والوریمتری	0.772**	0.675**	0.320	0.366	0.828**	0.896**	0.936**	-0.914**	-0.858**	1.000						
11	Protein content	میزان پروتئین دانه	0.304	0.150	0.520*	-0.060	0.474*	0.621**	0.602**	-0.580**	-0.580**	0.674**	1.000					
12	Zeleny number	عدد زلنی	0.276	0.099	0.477*	-0.128	0.474*	0.582**	0.555**	-0.522**	-0.605**	0.627**	0.941**	1.000				
13	Grain hardness	سختی دانه	-0.031	-0.134	0.282	-0.187	0.118	0.247	0.197	-0.382	-0.427*	0.365	0.623**	0.679**	1.000			
14	Wet gluten content	میزان گلوتن مرطوب	0.006	-0.012	0.180	-0.154	0.179	0.012	0.005	-0.130	-0.097	0.0.65	0.383	0.408	0.140	1.000		
15	Gluten index	شاخص گلوتن	0.645**	0.615**	-0.111	0.516*	0.539**	0.488*	0.559**	-0.342	-0.415	0.482*	-0.401	-0.080	-0.078	-0.613**	1.000	
16	SDS sedimentation height	ارتفاع رسوب SDS	0.259	0.145	0.269	-0.013	0.352	0.519*	0.616**	-0.524**	-0.549**	0.605**	0.825**	0.751**	0.434*	0.267	0.067	1.000

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

گروه های تجاری پیشنهادی برای گندم نان آبی ایران

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از سایر کشورها و نتایج داده‌های حاصل از اجرای این مطالعه و متناسب با نوع مصرف نهایی، ویژگی های زیر جهت بهره‌برداری در گروه‌بندی ارقام تجاری گندم ایران پیشنهاد می‌شود (جدول ۶):

عادت رشدی: بر اساس این خصوصیت فنولوژیکی، دو گروه گندم‌های بهاره (Spring wheat) و زمستانه/بینابین (Winter/Facultative wheat) تعریف می شود. گندم‌های با عادت رشدی بینابین در گروه زمستانه (Winter whrat) قرار می‌گیرند که در گروه بندی پژوهش حاضر نیز از این تعریف استفاده شد. مبنای انتخاب این خصوصیت، تفاوت در کیفیت دانه ارقام با عادت های رشدی بهاره و زمستانه و نیز استفاده سایر کشورها به عنوان یک عامل متمایز کننده در گروه بندی ارقام گندم است (Englund, 2019).

رنگ دانه: بر اساس این خصوصیت، دو گروه گندم‌های با رنگ های سفید (White) و قرمز (Red) تعریف می‌شود. ارقام با رنگ دانه زرد کهربایی (Amber) در گروه سفید قرار می‌گیرند. با وجود آنکه غالب ارقام تجاری گندم نان مورد کشت و کار در ایران بخصوص ارقام با عادت رشدی بهاره، دارای رنگ سفید هستند، با این وجود این صفت مشابه اغلب کشورها در گروه‌بندی مدنظر قرار گرفت.

سختی دانه: اندازه‌گیری‌های این مطالعه و مطالعات قبلی نشان داده است که ارقام تجاری گندم نان در ایران در دو گروه غالب نیمه سخت (Semi-hard) و نیمه نرم (Semi-soft) قرار دارند. با توجه به نوع مصرف نهایی، هر دو گروه مناسب تهیه نان‌های مسطح ایرانی بوده که بعضی با مخلوط کردن مناسبت آنها را برای پخت و تولید نان‌های مسطح افزایش می دهند، اما برای مصارف خاص و بهره‌برداری در صنایع کیک، کلوچه، بیسکویت، شیرینی گروه دوم قابل استفاده تر می‌باشند.

میزان پروتئین: میزان پروتئین در ارقام گندم‌های بهاره در این بررسی در دامنه ۱۲/۷-۱۱/۴ درصد بود. بنابراین برای ارقام بهاره سه گروه میزان پروتئین بالای ۱۲، بین ۱۲-۱۱/۵ درصد و کمتر از ۱۱/۵ درصد در نظر گرفته شد. دامنه تغییرات میزان پروتئین دانه ارقام گندم نان با عادت رشدی زمستانه و بینابین در این بررسی نیز در دامنه ۱۲/۶-۱۱/۵ درصد قرار داشت که برای آنها نیز مشابه گندم‌های با عادت رشدی بهاره، می‌توان همان سه گروه را در نظر داشت.

جدول ۶- گروه‌بندی ارقام تجاری گندم نان آبی در ایران بر اساس ویژگی‌های مرتبط با کیفیت دانه و رئولوژیکی خمیر

Table 6. Branding of irrigated commercial bread wheat cultivars in Iran based on grain quality and dough rheological realted properties

عادت رشدی Growth habit	رنگ دانه Grain colour	سختی دانه Grain hardness	میزان پروتئین دانه (درصد) Grain potein content (%)	زمان ثبات خمیر (دقیقه) Dough stability time (min)	ارزش والوریمتریک (-) Valorimetric value	انرژی خمیر (سانتی‌متر مربع) Dough energy (cm^2)	وضعیت گلوتن Gluten	Application	کاربرد
گندم بهاره Spring wheat	سفید (زرد کهربایی) White (Amber)	نیمه سخت Semi-hard	>120	>10	>60.0	>80	قوی Strong	Voluminous breads-Suitable for blending	نان‌های حجیم- مناسب برای مخلوط کردن
				6-9	58.0-60.0	60-80	نیمه قوی Semi-strong	Semi-Voluminous breads	نان‌های نیمه حجیم
		نیمه نرم Semi-soft	11.5-12.0	3-5	49.5-57.0	40-60	متوسط Normal	Flat breads (Iranian)	نان‌های مسطح (ایرانی)
		نرم Soft	<11.5	<3	<49.0	<40	ضعیف Weak	Confectionary, Cake, Cookie, and related industries	شیرینی- کیک- کلوچه و صنایع مرتبط
	قرمز Red	نیمه سخت Semi-hard	>120	>10	>60.0	>80	قوی Strong	Voluminous breads-Suitable for blending	نان‌های حجیم- مناسب برای مخلوط کردن
				6-9	58.0-60.0	60-80	نیمه قوی Semi-strong	Semi- Voluminous breads	نان‌های نیمه حجیم
		نیمه نرم Semi-soft	11.5-12.0	3-5	49.5-57.0	40-60	متوسط Normal	Flat breads (Iranian)	نان‌های مسطح (ایرانی)
		نرم Soft	<11.5	<3	<49.0	<40	ضعیف Weak	Confectionary, Cake, Cookie, and related industries	شیرینی- کیک- کلوچه و صنایع مرتبط
گندم زمستانه /بینابین Winter/Facultative wheat	سفید (زرد کهربایی) White (Amber)	نیمه سخت Semi-hard	>120	>10	>60.0	>80	قوی Strong	Voluminous breads-Suitable for blending	نان‌های حجیم- مناسب برای مخلوط کردن
				6-9	58.0-60.0	60-80	نیمه قوی Semi-strong	Semi-Voluminous breads	نان‌های نیمه حجیم
		نیمه نرم Semi-soft	11.5-12.0	3-5	49.5-57.0	40-60	متوسط Normal	Flat breads (Iranian)	نان‌های مسطح (ایرانی)
		نرم soft	<11.5	<3	<49.0	<40	ضعیف Weak	Confectionary, Cake, Cookie, and related industries	شیرینی- کیک- کلوچه و صنایع مرتبط
	قرمز Red	نیمه سخت Semi-hard	>120	>10	>60.0	>80	قوی Strong	Voluminous breads-Suitable for blending	نان‌های حجیم- مناسب برای مخلوط کردن
				6-9	58.0-60.0	60-80	نیمه قوی Semi-strong	Semi-Voluminous breads	نان‌های نیمه حجیم
		نیمه نرم Semi-soft	11.5-12.0	3-5	49.5-57.0	40-60	متوسط Normal	Flat breads (Iranian)	نان‌های مسطح (ایرانی)
		نرم Soft	<11.5	<3	<49.0	<40	ضعیف Weak	Confectionary, Cake, Cookie, and related industries	شیرینی- کیک- کلوچه و صنایع مرتبط

ویژگی های مرتبط با فارینوگراف:

در رابطه با ویژگی های تعیین شده از روی فارینوگرام، دو ویژگی مدت زمان ثبات خمیر (دقیقه) و عدد فارینوگراف در گروه‌بندی لحاظ شد. بر اساس ویژگی اول چهار گروه به‌ترتیب مدت زمان ۱۰ دقیقه و یا بیشتر، بین ۹-۶ دقیقه، ۵-۳ دقیقه و در نهایت کمتر از سه دقیقه و برای ویژگی دوم دوم مقادیر بیش از ۶۰، بین ۶۰-۵۸، ۶۷-۴۹/۵ و ۴۹ و یا کمتر از آن برای چهار گروه گلوتن‌های قوی، نیمه قوی، متوسط و ضعیف درنظر گرفته شد.

ویژگی های مرتبط با اکستنسوگراف:

در رابطه با ویژگی های تعیین شده از روی اکستنسوگرام، تنها ویژگی انرژی خمیر برای مدت زمان ۱۳۵ دقیقه‌ای استراحت یا آرامش خمیر، در گروه‌بندی لحاظ شد. بر این اساس انرژی خمیر بیش از ۸۰، ۸۰-۶۰، ۴۰-۶۰ و کمتر از ۴۰ سانتی متر مربع به‌ترتیب برای گروه‌های چهارگانه در نظر گرفته شد.

از آنجایی که اطلاعات جدول ۶، با در نظر گرفتن ویژگی های متعدد به‌خصوص ویژگی های رئولوژیک خمیر، ممکن است پیچیده و گمراه کننده بنظر برسد، جدول ساده‌تری منحصراً بر اساس عادت رشدی، رنگ دانه، سختی دانه و میزان پروتئین دانه گروه های مختلف ارقام تجاری گندم نان تهیه شده است (جدول ۷) . این جدول تا حدودی وضعیت گروه های ارقام تجاری گندم نان در ایران را مشخص می کند. اگرچه از ویژگی های رئولوژیک خمیر در جدول ۷ استفاده نشده است، اما سادگی و گویا بودن آن از مهمترین مزایای آن به شمار می‌رود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، محصول دانه ارقام تجاری گندم نان با کیفیت متنوعی در کشور تولید می‌شود که در صورت گروه‌بندی مناسب ارقام بر اساس ویژگی‌های مهم کیفیت همانند آنچه که در جدول ۶ و ۷ آورده شده است، به تصمیم‌گیران و مدیران بخش کشاورزی و همچنین کارشناسان کارخانه های صنایع آردسازی و تولید محصولات غذایی کمک می‌کند تا متناسب با نیاز هر کدام از بخش‌های صنایع غذایی نسبت به انتخاب دانه ارقام گندم نان از استان تولید کننده و یا مخلوط کردن گندم استان‌های مختلف کشور، اقدام کنند. استفاده از این نتایج نه تنها منجر به تولید محصولات نانوایی با کیفیت مطلوب می‌شود، بلکه میزان وابستگی به واردات را نیز به بهانه مطلوب نبودن ویژگی های کیفیت دانه ارقام گندم نان تولید داخل کشور، کاهش می‌دهد.

جدول ۷- گروه‌بندی ارقام گندم نان ایران بر اساس ویژگی های کیفیت دانه

Table 7. Branding of Iranian commercial bread wheat cultivars based on grain quality properties

عادت رشدی Growth habit	رنگ دانه Grain colour	سختی دانه Grain hardness	میزان پروتئین دانه (درصد) Grain protein content (%)	Bread wheat cultivars	ارقام گندم نان
گندم بهاره Spring wheat	سفید (زرد کهربایی) White (Amber)	نیمه سخت Semi-hard	>12.0	Pishtaz- Chamran 2- Mehrgan- Shiroodi	پیشتاز- چمران ۲-مهرگان- شیرودی
			11.5-12.0	Sivand, Sirvan, Chamran, Parsi	سیوند- سیروان- چمران- پارسی
			<11.5	-	-
		نیمه نرم Semi-soft	>12.0	-	-
			11.5-12.0	Ofough, Bolani cross, Morvarid, Arg, Narin, Sistan	افق- کراس بولانی- مروارید- ارگ- نارین- سیستان
			<11.5	-	-
	قرمز Red	نیمه سخت Semi-hard	>12.0	Gonbad, Ehsan	گنبد- احسان
			11.5-12.0	-	-
			<11.5	-	-
		نیمه نرم Semi-soft	>12.0	-	-
			11.5-12.0	-	-
			<11.5	-	-
گندم زمستانه /بینابین Winter/Facultative wheat	سفید (زرد کهربایی) White (Amber)	نیمه سخت Semi-hard	>12.0	-	-
			11.5-12.0	Heidari, Pishgam, Mihan	حیدری- پیشگام – میهن
			<11.5	-	-
		نیمه نرم Semi-soft	>12.0	-	-
			11.5-12.0	-	-
			<11.5	Uroum	اروم
	قرمز Red	نیمه سخت Semi-hard	>12.0	Gascogone, Soissons	کاسگوژن- سایسونز
			11.5-12.0	-	-
			<11.5	-	-
		نیمه نرم Semi-soft	>12.0	-	-
			11.5-12.0	-	-
			<11.5	-	-

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از پشتیبانی و مساعدت مدیریت بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر برای انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند. از کارکنان آزمایشگاه شیمی و تکنولوژی غلات آن مؤسسه که در اجرای این پژوهش همکاری کردند نیز قدردانی می‌شود.

عدم تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند که هیچگونه تعارض منافعی ندارند.

References

AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th edition. Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. USA.

Anonymous. 2012. Cereal and cereal products – Wheat - Specification and test methods. Iranian National Standard No. 104. 18 pp. (In Persian).

Appolonia, B.L. and Kunerth, W.H. 1977. The Farinograph Handbook: 3rd edition, revised and expanded. St. Paul, Minnesota, USA: AACC, American Association of Cereal Chemists, Inc. 270 pp.

Bloksma, A.H., and Bushuk, W. 1988. Rheology and chemistry of dough. Pp. 131-218. In: Pomeranz Y. (ed.). Wheat: chemistry and technology. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists;

Carter, B.P., Morris, C.F. and Anderson, J.A. 1999. Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat breeding program. *Cereal Chemistry*, *76*(6), pp.907–911. DOI: 10.1094/CCHEM.1999.76.6.907

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Jalal Kamali, M.R., Pena, R.J. and Najafian, G. 2017. Genetic diversity for high- and low-molecular weight glutenin subunits in local and commercial bread wheat cultivars released since 1951 in Iran: I- Irrigated. *Crop Breeding Journal, 7*(1&2), pp.1-7. DOI: 10.22092/CBJ.2018.115186.1011

Englund, L.R. **2019**. Wheat classes, history and breeding timelines Pp. 17-22. In: iGrow Wheat. SDSU Extension Press. South Dakota, USA.

FAO. 2022. World food and agriculture-statistical yearbook. Food and Agriculture Organization Publication. Rome, Italy. 254 pp. https://www.fao.org/3/cc2211en/cc2211en.pdf

Gallagher, E., Gormleya, T.R. and Arendtbm, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. *Food Science and Technology,* 15, pp.143-152. DOI: 10.1016/J.TIFS.2003.09.012

Gujral, H.S. and Singh, N. 1999. Effect of additives on dough development gaseous release and bread making properties. *Food Research International*, *32*, pp.691–697. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00148-9

Hrušková, M. and Švec, I. 2009. Wheat hardness in relation to other quality factors. *Czech Journal of Food Science*, 27, pp.240–248.

ICC Standard. 1988. Determination of protein by Near Infrared Reflectance (NIR) spectroscopy. *No. 159*, pp.1-5.

Jalal Kamali, M.R., Najafi Mirak, T. and Asadi, H. 2012. Wheat: Research and Development Strategies in Iran. Nashr-e-Amoozesh Keshavarzi. 227 pp. (In Persian)

Jasemi, S. H., Naghipour, F., Sanjani, S., Esfandyaripour, E., Khorsandi, H. and Najafian, G. 2017. Evaluation of quality properties of four bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in wheat producing provinces of Iran. *Iranian Journal of Crop Science*, *19*(2), pp.102-115. (In Persian). DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.2.0

Ktenioudaki, A., Butler, F. and Gallagher, E. 2010. Rheological properties and baking quality of wheat varieties from various geographical regions. *Journal of Cereal Science*, *51*, pp.402-408. DOI: 10.1016/J.JCS.2010.02.009

MacRitchie, F., Du, D.L. and Wrigley, C.W., 1990. Flour polypertides related to wheat quality. *Advances in Cereal Science and Technology, 10*, pp.79-145.

Najafian, G., Jasemi, Sh., Naghipour, F., Sanjani, S., Esfandiaripour, E., Kaboli, M.M., Karimzadeh, Kh., Khorsandi, H., Pour Payghambar, J., Morteza-Gholi, M., Bababie Goli, E., Shafiepour, M.T. and Moslehi, E., 2021. Quality properties mapping and evaluation of farmers' field produced wheat of different regions of Iran at provincial and district levels. Nashr-e-Amoozesh Keshvarzi (In Persian). 204 pp.

Naghipour, F., Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Sanjani, S., Najafian, G., Najafimirak, T. and Jasemi, Sh. 2022. Grain quality of irrigated bread wheat produced by farmers in the southern warm and dry agro-climatic zone of Iran in 2018-2021 cropping seasons. *Seed and Plant Journal*, *38*(1), pp.1-31 (In Persian). DOI: 10.22092/spj.2022.359946.1273

Peighambardoust, S. H. 2017. Rheology Test Methods: Wheat, Flour and Dough. Amidi Publications (In Persian). 256 pp.

Peighambardoust, S.H., Van Brenk, S., Van der Good, A.J., Hamer, R.J. and Boom, R.M. 2007. Dough processing in a Couette type device with varying eccentricity: effect on glutenin nacro polymer properties and dough micro structure. *Journal of Cereal Science*, *45*, pp.34-48. DOI: 10.1016/J.JCS.2006.05.009

Shewry, P.R., Halford, N.G., Tatham, A.S., Popineau, Y., Laciandra, D. and Belton, P.S. 2003. The high molecular weight subunits of wheat glutenin and their role in determining wheat processing properties. *Advance Food Nutrient Research, 45,* pp.221-302. DOI: 10.1016/S1043-4526(03)45006-7

Vaiciulyte Funki, L., Juodeikiene, G. and Bartkiene, E. 2015. The relationship between wheat baking properties, specific high molecular weight glutenin components and characteristics of varieties. *Zemdirbyste-Agriculture, 102*(2), pp.229–238. DOI: 10.13080/Z-A.2015.102.030

Yang, X., Wu, L., Zhu, Z., Ren, G. and Liu, S. 2014. Variation and trends in dough rheological properties and flour quality in 330 Chinese wheat varieties. *The Crop Journal, 2*(4), pp.195-200. DOI: 10.1016/J.CJ.2014.04.001

RESEARCH ARTICLE

Grain Quality and Dough Rheological Properties and Branding of Some Irrigated Commercial Bread Wheat (*Triticum aestvum* L.) Cultivars Based on the End-Use Products

M. Esmaeilzadeh Moghaddam[1*], F. Naghipour[2], M. Ghiafeh Davoodi[3] and S. Bagherikia[4]

1. **Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran.**
2. **Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Karaj, Iran.**
3. **Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization Mashhad, Iran.**
4. **Assistant Professor, Field and Horticulture Crops Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.**

ABSTRACT

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Naghipour, F., Ghiafeh Davoodi, M. and Bagherikia, S. 2023. Grain quality and dough rheological properties and branding of some irrigated commercial bread wheat (*Triticum aestvum* L.) cultivars based on the end-use products**.** *Seed and Plant*, *39*, pp.145-173 (In Persian)..

Branding of commercial bread wheat cultivars for producing baking products with uniform and acceptable quality by cconsumers is related to sufficient knowledge of different environmental conditions of whaet growing areas in Iran, as well as baking quality properties of grain and dough. Therefore, the aim of this research wwas to investigate grain and dough rheological quality properties including quantity and quality of protein and gluten of the grain samples as well as farinograph and extensograph characteristics and grouping based on various products in the baking industry of 22 irrigated commercial bread wheat cultivars collected from 30 provinces in Iran in 2015-2016. The results showed that the highest and lowest grain protein content was recorded for cv. Mehregan and cv. Uroum with 12.7% and 11.4%, respectively. The wet gluten varied from 20.5% (cv. Sisatan) to 30.9% (cv. Gonbad), zeleny sedimentation value ranged from 18.9 ml (cv. Arg) to 25.5 ml (cv. Mehregan), and SDS sedimentation height varied from 51.3 mm (cv. Sivand) 69.6 mm (cv. Mehregan). The dough prepared from cv. Mehregan (15.5 minutes), Soissons (10.3 minutes) and Chamran 2

(10.1 minutes) showed high dough stability, respectively. The lowest dough stability, among the examined cultivars, was related to cv. Uroum (1.3 minutes) and Sistan (0.2 minutes), respectively. Similar results were observed in extensograph test, cv. Mehregan and cv. Soissons were identified as semi-strong, while cv. Uroum, cv. Ehsan and cv. Heydari had the lowest dough energy. Finally, according to the results of this research some characteristics as growth habit, grain colour, grain hardness, grain protein content, farinograph and extensograph, the studied irrigated commercial bread wheat cultivars were grouped based on end-use products, in four groups, Voluminous breads (industrial breads) and suitable for blending with weaker flours, semi-voluminous breads, flat breads (Iranian breads) and confectionary, cakes, cookies and related industries.

Keywords: Bread wheat, Genotype, Farinogrph, Extensograph, Dough stability, Grain protein content.

Introduction

The definition of the word quality for agricultural commodity such as wheat includes different dimensions. In fact, the correct concept of quality for wheat is usually judged through its suitability for a specific product (Jasemi *et al*., 2017). One of the most important approches for evaluating the quality properties of wheat's grain and flour is rheological characteristics of dough. The rheological properties of the dough not only determine the efficiency of the dough during different stages of fermentation and production process.

Yang *et al*. (2014) investigated the rheological properties of the flour obtained from 330 of Chinese wheat varieties and reported that the rheological properties of dough had a high correlation with zeleny sedimentation value. Esmaielzadeh Moghadam *et al.* (2017) investigated the genetic diversity for high- and low-molecular weight glutenin subunits in local and commercial bread wheat cultivars released since 1951 in Iran and reported that integration of desirable subunits at Glu-1 such as 1, 7+8, 5+10, must be incorporated in breeding lines developed in the national bread wheat breeding programs which will lead to the improvement of gluten quality of grain. Therefore, the main objective of this research was grouping different irrigated commercial bread wheat cultivars grown in Iran based on end-ues products.

Material and Methods

This research was carried out in 2015-2016 cropping season using grain samples collected form certified multiplication fields of 22 irrigated commercial bread wheat

cultivars in 30 different provinces in Iran. The reason for collection of grain samples from certified seed multiplication fields was to ensure that optimal agronomic practices was implemented by farmers in such fields. By collecting samples from the certified seed fields, the influence of soil fertility variation was minimized on grain of irrigated commercial bread wheat cultivars collected from each province. The collected samples were transferred to the cereal chemistry and technology laboratory of Seed and Plant Improvement Institute in Karaj, Iran. The evaluated quality properties included; grain protein content, grain hardness, wet gluten content, gluten index, zeleny value, SDS sedimentation height. Evaluate rheological properties included; farinography and extensography tests.

Results and Discussion

The results showed the highest and lowest grain protein content was measured and recorded for cv. Mehregan and cv. Uroum cultivars with 12.7 and 11.4%, respectively. The wet gluten varied from 20.5% (cv. Sisatan) to 30.9% (cv. Gonbad), zeleny sedimentation value ranged from 18.9 ml (cv. Arg) to 25.5 ml (cv. Mehregan), and SDS sedimentation height varied from 51.3 mm (cv. Sivand) 69.6 mm (cv. Mehregan). The dough prepared from cv. Mehregan (15.5 minutes), Soissons (10.3 minutes) and Chamran 2 (10.1 minutes) had high dough stability, respectively. The lowest dough stability, among the examined cultivars, was related to cv. Uroum (1.3 minutes) and Sistan (0.2 minutes), respectively. Similar results were observed in extensograph test, cv. Mehregan and cv. Soissons were identified as semi-strong, while cv. Uroum, cv. Ehsan and cv. Heydari had the lowest dough energy.

Rheological properties determined by farinography and extensography test showed that the relationship between grain protein content with dough extensibility and dough energy was strong and significant ($r = 0.52^*$ and $r = 0.474^*$, respectively). Zeleny number had a positive and significant correlation with dough extensibility ($r = 0.477^*$) and dough energy ($r = 0.474^*$). According to the information reviewed from other countries and the results of this research and considering end-use products, some characteristics as growth habit, grain colour, grain hardness, grain protein content and rheological properties related to farinography and extensography were used for grouping of irrigated commercial bread wheat cultivars grown in Iran.

Grouping of these irrigated bread wheat commercial cultivars in Iran based on important quality properties such as those studied and reported in this research will help the decision makers and managers of the agricultural sector as well as the experts of the flour and bakery industries to choose grain of right irrigated bread wheat cultivars.

References

Esmaeilzadeh Moghaddam, M., Jalal Kamali, M.R., Pena, R.J. and Najafian, G. 2017. Genetic diversity for high- and low-molecular weight glutenin subunits in local and commercial bread wheat cultivars released since 1951 in Iran: I- Irrigated. *Crop Breeding Journal, 7*(1&2), pp.1-7. DOI: 10.22092/CBJ.2018.115186.1011

Jasemi, S.H., Naghipour, F., Sanjani, S., Esfandyaripour, E., Khorsandi, H. and Najafian, G. 2017. Evaluation of quality properties of four bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in wheat producing provinces of Iran. *Iranian Journal of Crop Science*, *19*(2), pp.102-115. (In Persian). DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.2.2.0

Yang, X., Wu, L., Zhu, Z., Ren, G. and Liu, S. 2014. Variation and trends in dough rheological properties and flour quality in 330 Chinese wheat varieties. *The Crop Journal, 2*(4), pp.195-200. DOI: 10.1016/J.CJ.2014.04.001

*Corresponding author: esmaeilzadehmohsen@ymail.com Tel.: +982632704599

Received: 09 March 2023
Accepted: 10 May 2023