دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تجزیه عاملی و علیت صفات وابسته به کیفیت نانوایی گندم نان (*Triticum aestivum* L.)

فرهاد صادقی[۱] و حمید دهقانی[۲]

۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، ایران، (نویسنده مسوول: fsadeghi40@yahoo.com)
۲- استاد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی
تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۴

چکیده

به منظور بررسی روابط علت و معلولی خواص وابسته به کیفیت نانوایی گندم نان و شناخت عوامل پنهانی و تاثیرگذار بر کیفیت تکنولوژی گندم نان، آزمایشی با استفاده از شش رقم گندم تجاری به همراه ۱۵ هیبرید F1 حاصل از تلاقی آنها در سال‌های زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات آبی ماهیدشت کرمانشاه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در این مطالعه تعداد ١٤ صفت وابسته به خواص نانوایی گندم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتیجه تجزیه واریانس ساده صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که بیشتر این صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. در بررسی همبستگی خواص وابسته به کیفیت نانوایی، صفات درصد پروتئین دانه، سختی دانه، درصد گلوتن تر، حجم نان، درصد جذب آب آرد و حجم رسوب زلنی و SDS همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند. در بررسی تجزیه عاملی، چهار عامل اصلی و مستقل در مجموع ۷۵/۵۷ درصد واریانس کل را توجیه نمودند. عامل اول به تنهایی ٤٠/٣٤ درصد تغییرات متغیرها را تشریح نمود. رابطه حجم رسوب زلنی و حجم رسوب SDS با صفات وابسته به خواص نانوایی گندم با استفاده از تجزیه مسیر به ترتیب نشان دادند که سه صفت درصد رطوبت دانه، درصد جذب آب آرد و درصد پروتئین دانه در مدل به مقدار ۵۲ درصد از تغییرات حجم رسوب زلنی و برای حجم رسوب SDS نیز دو صفت درصد پروتئین و گلوتن‌تر به مقدار ۵۳ درصد از تغییرات حجم رسوب SDS را توجیه نمودند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تجزیه عامل ها، تجزیه علیت، خواص وابسته به کیفیت نانوایی، ضرایب همبستگی

مقدمه

گندم یکی از محصولات راهبردی کشور و منبع اصلی پروتئین مردم است. میزان نان مصرفی برای هر نفر در سال بالغ بر ۱۷۰ کیلوگرم است که با توجه به آن سالانه حدود ۱۱ میلیون تن گندم نیاز خواهیم داشت. این در حالی است که ۳ تا ۵ میلیون تن گندم وارد کشور می‌شود که در حقیقت برابر با میزان ضایعاتی است که در این بخش متحمل می‌شویم. گندم بالغ بر ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد از کالری مورد نیاز مردم کشور ایران را تامین می‌نماید. درصد پروتئین گندم متغیر و از ۸ تا ۱۶ درصد می‌باشد (۱). مشخص است که خواص رئولوژیکی خمیر بستگی به ماده چسبنده و قابلیت کشش گلوتن دارد. میزان پروتئین گندم تاثیر مستقیمی بر کیفیت نان دارد و افزایش پروتئین می‌تواند ضایعات نان را به حداقل برساند. با توجه به اینکه در کشور ما بیشتر از نان‌های پهن استفاده می‌شود. پروتئین‌های گندم به ویژه گلوتن و گلیادین نقش زیادی در افزایش کیفیت این قبیل نان‌ها دارند، پایداری، دوام وکیفیت نان پهن در مصرف و کاهش ضایعات آن نیز اهمیت بسزایی داشته، که این امر ناشی از افزایش پروتئین مورد اشاره می باشد. زمان و دوام نگهداری نان و خاصیت کشش خمیر به پروتئین‌های گلوتنین و گلیادین بستگی دارد (۱۹). این خاصیت خمیر بستگی به گلوتن و اثرات متقابل حاصل از شبکه پروتئینی دارد (۶). مجموع پروتئین‌ها از جمله گلوتنین و گلیادین روی خواص، پخت نان و خمیر تاثیر دارند (۲۶). میزان زیاد اسید آمینه گلوتامین موجود در گلوتنین با وزن مولکولی بالا با پیوندهای داخلی و خارجی هیدروژنی روی خاصیت کشش خمیر موثر است (۱۰). بررسی‌های اخیر در منابع علمی مختلف نشان داد که مطالعه پروتئین‌های گلوتنین پلیمری در محلول سولفات دودسیل سدیم (SDS) به عنوان روش نوینی برای پیشگویی خواص کمی و کیفی گندم، خمیر و نان مطرح است. بیشتراین تحقیقات نشان دادند که بین زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا، خصوصیات خمیر و کیفیت نانوایی رابطه مستقیم وجود دارد (۲۵،۱۶،۱۱). تولید پلی‌پپتیدهای با اسید آمینه سیستئین، باعث افزایش دوام، پایداری نان و خمیر می‌گردد. در حالی‌که پروتئین‌های گلوتنین با وزن مولکولی پایین (LMW)[۱] به دلیل افزایش نسبت آنها به پروتئین‌های گلوتنین با وزن مولکولی بالا (HMW)[۲] باعث تغییر در جهت پایداری کمتر خمیر می‌شوند (۱۴). دو دسته عمده زیر واحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و وزن مولکولی پایین وجود دارند که روی کیفیت تاثیر دارند. اما تاثیر آلل‌های انفرادی متفاوت روی کیفیت پروتئین مهمتر و اساسی‌تر است (۲۱). چهار ویژگی ساختاری پروتئین در حالت مطلوب شامل گلوتنین با وزن مولکولی بالا و پایین و گلیادین و واریانت‌های آللی ژنوم A, B و D باعث پایداری و دوام نان برای مدت سه هفته خواهند شد (۲۴).

از میان شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت نانوائی، حجم رسوب SDS ساده‌ترین و بهترین روش در تعیین خواص کیفی نانوایی ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که تقریبا ۱۳ درصد پروتئین دارند، حجم مناسب رسوب SDS آنها همبستگی خیلی بالایی با گلوتن و کیفیت مناسب نانوایی گندم دارد (۲۵،۱۷). اگر میزان گلوتن ارقام مشابه باشد، امکان ندارد که ارتباط خطی روی روند تشکیل کیفی پروتئین آنها یکنواخت باشد، چون در هر ژنوتیپ پروتیئن‌های متفاوت با ترکیبات مختلفی تشکیل می‌گردد. کاملا محرز است که حجم

1- Low Molecular Weight
2- High Molecular Weight

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

رسوب SDS با دقت زیادی تفاوت کیفی پروتیئن ارقام را تعیین می‌نماید. بیشتر محققین گزارش نمودند نسبت حجم رسوب زلنی به گلوتن خشک منعکس‌کننده کیفیت گلوتن می‌باشد و اختلاف کیفی گلوتن ارقام را به طور واقعی نشان خواهد داد (۲۸). درصد پروتئین دانه و آزمون رسوب زلنی بیشترین اهمیت را در تعیین صفات کیفی نسل‌های اولیه انتخاب در برنامه‌های اصلاحی گندم را ایفا می‌نمایند (۱۰،۲). صفت دیگر سختی دانه است که به طور گسترده‌ای بوسیله محققین غلات بررسی شده است و روی کیفیت نانوایی گندم و خصوصیت رئولوژی خمیر تاثیر زیادی دارد. سختی دانه توسط ژن‌های بزرگ‌اثر که روی کروموزوم D در مکان ژنی Ha قرار دارند، کنترل می‌شود (۱۳،۷). وزن هزار دانه در تعیین پتانسیل آرد گندم دخالت مستقیم دارد و برای صاحبان کارخانه‌های تولید آرد به عنوان یک صفت کیفی پذیرفته شده است (۲۳). بررسی ژنتیکی محصول مهم و راهبردی مانند گندم نان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کیفیت پایین گندم روی سلامت مصرف کننده آن نیز تاثیر منفی دارد.

در این مطالعه همبستگی صفات وابسته به خواص نانوایی گندم نان، روابط علل و معلولی صفات و عوامل پنهانی و تاثیر گذار بر پروتئین و خواص نانوایی بررسی شد. نتایج این بررسی به عنوان عوامل اصلی موفقیت دربرنامه‌های به‌نژادی گندم خواهد بود.با مشخص شدن صفات مهم و تعیین‌کننده که روی کیفیت نانوایی تاثیر مستقیم و معنی‌داری دارند. می‌توان از تجزیه‌های آزمایشگاهی بعضی از صفات غیر مهم در کیفیت نانوایی گندم خوداری نمود.

مواد و روش‌ها

جهت تهیه مواد ژنتیکی مورد نیاز و به‌منظور بررسی صفات وابسته با خواص نانوایی گندم، ارقام تجاری با ویژگی‌های مناسب (جدول ۱) با همکاری محققین غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انتخاب گردید. در سال زراعی ۱۳۸۹ این ارقام در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت کرمانشاه کشت و تلاقی های یک طرفه بین والدین به منظور تولید F1 ها انجام شد. در سال زراعی ۱۳۹۰، F1های تولیدی همراه والدین در یک آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت و مقایسه شدند. تیمارها در شرایط مناسب و بر اساس نتیجه آزمون خاک به میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار به ترتیب از کود های فسفات، پتاس در مرحله قبل از کاشت و کود نیتروژن به صورت تقسیط شده در سه مرحله (جوانه‌زنی، مرحله ساقه رفتن و گل‌دهی) و همچنین کودهای ریز مغذی‌ها به صورت مایع و به میزان سه لیتر در هکتار در مرحله ظهور خوشه استفاده شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل: تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزار دانه، حجم رسوب SDS، حجم رسوب زلنی، سختی دانه، درصد پروتئین، درصد جذب آب آرد، عدد فالنیگ، درصد گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن در آزمایشگاه واحد شیمی وتکنولوژی بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مطابق با استانداردهای انجمن بین‌المللی علوم و تکنولوژی غلات[1] (ICC) انجام شد. تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-C، SAS، SPSS و Excel انجام شد.

جدول ۱- مشخصات زراعی و ویژگی‌های خواص نانوایی ارقام تجاری مورد استفاده

Table 1. Agronomic characteristics and baking properties of commercial varieties

نام ارقام	مبداء	شجره	تیپ رویش	خواص نانوایی	سختی دانه	رسوب زلنی	ارتفاع‌رسوب SDS
اروند	ایران	Rsh (M1-ky×My48)	بهاره	ضعیف	۴۵	۲۹	۴۱
اترک	مکزیک	Kauz"S"	بهاره	خوب	۵۵	۳۳	۶۵
زرین	ترکیه	PK15841	بینابین	خوب	۵۵	۳۲	۴۵
کرج-۳	ایران	(Drc×M8p/Son64×TzPP-Y54) Nai 60	زمستانه	خوب	۵۶	۳۴	۷۰
لاین۱۷-MV	مجارستان	Mv-17	زمستانه	متوسط	۴۶	۲۹	۵۱
نوید	آمریکا	(Kirkpinar 79) 63-112/66-2×7C	بینابین	ضعیف	۴۷	۲۳	۴۶

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس ساده صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۲ درج شده است. ملاحظه می‌شود که بیشتر این صفات در سطح آماری یک درصد معنی دار هستند. همچنین ضریب تغییرات پایین صفات نشان از اجرای مدیریت مشابه و یکنواخت در تمام کرت‌های آزمایشی و اندازه گیری دقیق صفات را دارد. مقایسه میانگین صفات در سطح آماری یک درصد نشان داد که بیشتر تیمارها در رده‌های متفاوتی قرار داشتند که نشان از تنوع لازم در بین ژنوتیپ‌ها بود و دست اصلاحگران را در افزایش کارایی انتخاب در بین ارقام را باز می‌گذارد. جدول ۳ همبستگی صفات اندازه‌گیری شده با هم را نشان می‌دهد. صفت ارتفاع بوته و طول سنبله با توجه به اینکه از اجزای عملکرد هستند و از طرفی، عوامل کمی با صفات کیفی همبستگی منفی دارند، در اینجا نیز با صفات وابسته به خواص نانوایی گندم همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری نشان دادند (۸). صفات درصد پروتئین، سختی دانه، گلوتن‌تر، حجم نان، درصد جذب آب و رسوب زلنی و SDS همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند. صفات فوق به ویژه صفات درصد پروتئین و شاخص سختی بذر تاثیر مستقیمی روی خواص نانوایی دارند. بعضی از محققین مشخص نمودند که آزمون SDS با صفات مهم مرتبط با خواص کیفی نانوایی مانند درصد پروتئین و میزان گلوتن همبستگی زیادی نشان می‌دهد (۱۹). همچنین محققین دیگری ارتباط و همبستگی بین کیفیت پروتئین و سایر خصوصیات مهم گندم نان از جمله سختی بذر را گزارش نمودند (۲۷).

درصد رطوبت دانه با بیشتر صفات وابسته به خواص نانوایی همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. این صفت با مدیریت درست بعد از برداشت قابل کنترل بوده و می‌توان اثر منفی آن را کنترل نمود. لذا روش نگهداری گندم بعد از

1- International Association for Cereal Chemistry

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

برداشت و زمان نگهداری آن دارای اهمیت خیلی زیادی در افزایش کیفیت نان دارد. در این راستا تجهیز انبارهای گندم نان و مدیریت درست طول زمان نگهداری گندم همبستگی مثبت و معنی‌داری با خواص نانوایی دارد. صفت شاخص سختی دانه با درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، درصد جذب آب آرد، گلوتن‌تر و حجم رسوب SDS همبستگی مثبت و معنی‌داری (p< ۱٪) نشان داد. بین آزمون SDS و سختی بذر همبستگی وجود دارد. این صفت به دلایل زیر مورد توجه و مطالعه محققین زیادی قرار گرفته است، زیرا این صفت تاثیر خیلی زیادی روی کیفیت نان دارد. همچنین روی ویژگی‌های رئولوژی خمیر موثر است (۷). سختی بذر بوسیله ژن‌های اصلی و بزرگ اثر در کروموزم (5D) کنترل می‌شود (۱۳). باید به این نکته توجه نمود که انتخاب بر اساس همبستگی این صفت با خواص نانوایی، برای انتخاب غیر مستقیم صفت کیفیت نانوایی در نسل‌های اولیه معقولانه نیست (۱۸).

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات زراعی و وابسته به خواص نانوایی گندم نان

Table 2. Variance analysis of agronomic traits and related properties in bread wheat

صفات متغیرها	میانگین مربعات			
	تکرار	ژنوتیپ	خطا	درصد ضریب پراکنش
درجه آزادی	۲	۲۰	۴۰	--
ارتفاع بوته	۱۱/۲۰^{ns}	۸۴/۶۰**	۷/۷۰	۲/۷۴
ارتفاع خوشه	۰/۱۲^{ns}	۵/۶۷**	۰/۴۴	۵/۵۴
تعداد روز تا رسیدن	۱/۲۰^{ns}	۱۶/۲۰**	۱/۷۰	۰//۴۸
وزن هزار دانه	۰/۰۲^{ns}	۲۳/۳۰**	۳/۳۰	۴/۶۴
درصد پروتئین دانه	۰/۰۱^{ns}	۰/۷۲**	۰/۰۱	۰/۹۹
حجم رسوب زلنی	۰/۰۲^{ns}	۵/۸۰**	۰/۵۰	۲/۱۵
حجم نان	۲۰۲۷/۰۰**	۱۳۸۷/۰۰*	۶۷۸/۰۰	۴/۵۱
درصد رطوبت دانه	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۰*	۰/۰۹	۲/۵۳
سختی بذر	۶/۱۰^{ns}	۱۴/۵۰**	۲/۱۰	۳/۲۰
عدد فالینگ	۱۳۲۷/۰۰^{ns}	۵۰۵۸/۰۰**	۱۲۴۷/۰۰	۸/۸۰
درصد جذب آب آرد	۱/۴۰^{ns}	۲/۴۰**	۰/۳۰	۰/۹۳
مقدار گلوتن تر	۱۶/۰۰^{ns}	۱۷/۷۰**	۶/۱۰	۹/۴۰
اندیس گلوتن	۴۸/۲۰^{ns}	۲۶۸/۶۰**	۱۳۵/۰۰	۳۴/۶۰
حجم رسوب SDS	۲۰/۰۰^{ns}	۹۴/۰۰**	۶/۶۰	۵/۵۰

ns،** و *: به ترتیب غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۳- ضریب همبستگی بین صفات وابسته به خواص نانوایی در گندم نان

Table 3. Correlation coefficients between of agronomic traits and related properties in bread wheat

صفات	ارتفاع بوته	ارتفاع خوشه	روز تا رسیدن	وزن هزار دانه	درصد پروتئین	حجم رسوب زلنی	حجم نان	درصد رطوبت	سختی بذر	درصد جذب آب	عدد فالینگ	گلوتن تر	اندیس گلوتن
ارتفاع بوته	۱												
ارتفاع خوشه	۰/۰۵۶	۱											
روز تا رسیدن	۰/۲۲۲	۰/۲۳۰	۱										
وزن هزار دانه	-۰/۰۱۳	۰/۲۸۶	۰/۳۱۸	۱									
درصد پروتئین	-۰/۰۵۱	-۰/۴۳۰	-۰/۱۴۰	-۰/۳۰۵	۱								
حجم رسوب زلنی	-۰/۰۴۵	۰/۵۱۵*	-۰/۰۷۳	-۰/۳۱۲	۰/۹۲۴**	۱							
حجم نان	۰/۱۵۳	۰/۲۷۸	۰/۲۰۶	۰/۰۱۱	-۰/۱۱۲	-۰/۱۸۷	۱						
درصد رطوبت	-۰/۱۴۱	۰/۱۱۶	-۰/۳۲۲	۰/۰۳۸	-۰/۴۰۵	-۰/۳۰۰	۰/۱۹۰	۱					
سختی بذر	-۰/۰۵۹	-۰/۴۳۱	۰/۱۰۳	-۰/۳۶۸	۰/۷۴۷**	۰/۷۸۹**	-۰/۲۸۸	-۰/۴۳۷*	۱				
درصد جذب آب	۰/۰۹۴	-۰/۴۱۶	۰/۱۷۹	-۰/۳۱۴	۰/۸۳۴**	۰/۸۳۵**	-۰/۲۶۷	-۰/۶۴۹**	۰/۹۰۴**	۱			
عدد فالینگ	-۰/۰۵۹	۰/۱۲۹	۰/۳۸۸	-۰/۰۳۱	۰/۶۳۵**	۰/۵۸۶**	۰/۲۱۷	۰/۳۱۳	۰/۵۰۴*	۰/۵۵۹**	۱		
گلوتن تر	۰/۰۰۲	-۰/۲۹۴	-۰/۲۱۲	-۰/۰۹۸	۰/۸۵۶**	۰/۷۴۷**	-۰/۰۶۱	-۰/۱۹۲	۰/۳۹۱	۰/۵۶۱**	۰/۵۶۱**	۱	
اندیس گلوتن	۰/۰۱۰	۰/۰۹۵	۰/۳۳۴	-۰/۱۲۵	-۰/۱۳۲	-۰/۰۶۸	-۰/۱۴۱	-۰/۳۴۰	۰/۱۴۱	۰/۰۸۳	-۰/۰۹۲	-۰/۳۷۰	۱
حجم رسوب SDS	-۰/۰۵۲	-۰/۲۶۷	-۰/۰۵۹	-/۲۷۰	۰/۶۸۷**	۰/۵۹۰**	-۰/۱۹۳	-۰/۶۴۳**	۰/۶۶۲**	۰/۷۳۴**	۰/۴۲۹	۰/۳۶۲	۰/۲۰۵

ns،** و *: به ترتیب غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

همچنین درصد جذب آب آرد نیز با درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، حجم رسوب SDS همبستگی مثبت و معنی‌داری (p< ۱٪) نشان داد. حجم رسوب SDS همبستگی مثبت و معنی‌داری (p< ۱٪) با درصد پروتئین، سختی دانه، درصد جذب آب آرد و حجم رسوب زلنی نشان داد. بالا بودن رسوب SDS با کیفیت برتر خواص نانوایی همبستگی دارد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

(۳). یک همبستگی بالا بین رسوب SDS و حجم مناسب نان در بررسی‌های قبلی محققین گزارش شده است (۴، ۲۲). اگر چه نقش اثرات محیطی به عنوان یک نقش مهم و کلیدی بر توانایی رسوب SDS در پیش‌گویی حجم نان را نیز نباید فراموش نمود (۲۰). آزمون‌های رسوب ابزار موثر و مفیدی در پیش‌گویی ویژگی‌های مناسب خمیر در نسل‌های اولیه اصلاحی گندم می‌باشد، چون همبستگی مثبت بالایی بین آزمون‌های رسوب و پارامترهای استحکام خمیر وجود دارد (۲۸).

طول سنبله به عنوان یکی از اجزای عملکرد دانه با صفات کیفی از قبیل درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، شاخص سختی دانه و حجم رسوب SDS همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داد. این نتیجه با نتایج سایر محققین که گزارش نمودند مقدار پروتئین، استحکام گلوتن، آزمون زلنی و حجم رسوب SDS و سختی بذرهمبستگی مثبتی با هم دارند و با میزان تولید این همبستگی منفی بود، مطابقت دارد (۲۸،۱۶).

نتایج تجزیه عاملی در جدول‌های ۴ و ۵ درج شده است. در جدول ۴ میزان واریانس هر عامل به صورت درصد بیان شده، که نمایانگر اهمیت آن عامل در نشان دادن بخشی از واریانس خصوصیات مورد بررسی وابسته به کیفیت نانوایی گندم نان می‌باشد. میزان اشتراک بخشی از واریانس Xi (متغیر iام) است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود. در این تجزیه ۴ عامل اصلی و مستقل در مجموع ۷۵/۵۷ درصد واریانس کل را توجیه نمودند. در این راستا بابایی زراچ و همکاران (۵) گزارش نمودند که نتیجه تجزیه عاملی صفات زراعی و کیفی در مجموع ۷۵ درصد تغییرات را توجیه نمود. عامل اول به تنهایی ۴۰/۳۴ درصد از تغییرات متغیرها را تشریح نمود. در این عامل صفات مهم و اصلی وابسته به کیفیت و خواص نانوایی گندم از قبیل درصد جذب آب آرد، درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، شاخص سختی دانه، حجم رسوب SDS و میزان گلوتن‌تر ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری نشان دادند. عامل اول به نام خصوصیات مهم وابسته به کیفیت نانوایی گندم نام‌گذاری شد. در حقیقت این عامل بیانگر اهمیت میزان پروتئین دانه، میزان گلوتن‌تر و سختی دانه در ایجاد کیفیت مناسب خمیر و خواص نانوایی گندم می‌باشد. این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (۲۸).

جدول ۴- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای ۱۴ عامل اندازه گیری شده

Table 4. Eigenvalues, variance and variance cumulative percentage for 14 measured factors

عامل‌ها	مقادیر ویژه	مقادیر ویژه به درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
فاکتور ۱	۵/۶۵	۴۰/۳۴	۴۰/۳۴
فاکتور ۲	۲/۱۰	۱۵/۰۲	۵۵/۳۶
فاکتور ۳	۱/۷۴	۱۲/۴۱	۶۷/۷۷
فاکتور ۴	۱/۰۹	۷/۸۰	۷۵/۵۷
فاکتور ۵	۰/۹۷	۶/۹۶	۸۲/۵۳
فاکتور ۶	۰/۷۴	۵/۲۸	۸۷/۸۱
فاکتور ۷	۰/۵۷	۴/۱۰	۹۱/۹۰
فاکتور ۸	۰/۴۴	۳/۱۷	۹۵/۰۷
فاکتور ۹	۰/۳۳	۲/۳۵	۹۷/۴۲
فاکتور ۱۰	۰/۱۸	۱/۲۵	۹۸/۶۷
فاکتور ۱۱	۰/۰۹	۰/۶۴	۹۹/۳۱
فاکتور ۱۲	۰/۰۷	۰/۵۲	۹۹/۸۳
فاکتور ۱۳	۰/۰۲	۰/۱۲	۹۹/۹۴
فاکتور ۱۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۱۰۰/۰۰

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل ها

Table 5. Results of Factor analysis

صفات	میانگین صفات	میزان اشتراک	ضرایب عاملی			
			عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳	عامل ۴
درصد پروتئین	۱۱/۶۵	۰/۹۶	۰/۹۵**	-۰/۱۳	-۰/۱۹	-۰/۰۳
حجم رسوب زلنی	۳۲/۲۰	۰/۸۹	۰/۹۱**	-۰/۷۵	-۰/۲۴	-۰/۰۶
درصد جذب آب	۶۲/۵۶	۰/۹۴	۰/۹۱**	۰/۳۱	-۰/۱۵	-۰/۰۳
شاخص سختی بذر	۴۵/۹۶	۰/۸۰	۰/۷۸**	۰/۳۰	-۰/۲۲	-۰/۱۲
مقدار گلوتن تر	۲۶/۵۰	۰/۸۱	۰/۸۱**	-۰/۴۵	-۰/۰۶	-۰/۰۱
عدد فالینگ	۳۹۴/۸۰	۰/۸۶	۰/۷۷**	-۰/۰۹	-۰/۴۵	۰/۲۲
حجم رسوب SDS	۴۶/۵۰	۰/۶۸	۰/۷۲**	-۰/۳۶	-۰/۱۶	-۰/۱۳
اندیس گلوتن	۳۳/۶۰	۰/۷۰	-۰/۱۰	۰/۸۳**	-۰/۰۳	۰/۰۴
میزان رطوبت دانه	۱۲/۱۹	۰/۶۸	-۰/۵۲	۰/۶۳**	-۰/۱۳	۰/۰۴
وزن هزار دانه	۳۹/۵۰	۰/۶۸	-۰/۲۲	-۰/۱۰	۰/۷۴**	-۰/۳۰
طول سنبله	۱۱/۹۰	۰/۷۶	۰/۱۰	۰/۴۸	۰/۶۵**	۰/۳۰
تعداد روز تا رسیدن	۲۷۱/۶۰	۰/۵۵	-۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۶۲**	۰/۲۲
ارتفاع بوته	۱۰۱/۷۰	۰/۵۶	-۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۷۰**	۰/۱۲
حجم نان	۵۷۱/۸	۰/۷۰	-۰/۰۹	-۰/۲۹	۰/۲۶	۰/۷۴**

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

عامل دوم، ۱۵/۱۶درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود و در این عامل تنها صفت شاخص گلوتن دارای اثر مثبت و معنی‌داری بود. صفت گلوتن باعث ایجاد خواص رئولوژیکی و کشش خمیر گندم می‌گردد. این صفت در بین غلات تنها در گندم به علت ویژگی‌های منحصر به فرد گلوتن دیده می‌شود. بنابر این گلوتن به تنهایی اهمیت خیلی زیادی در تولید خصوصیات مناسب خمیر و نان دارد. این عامل را می‌توان به‌عنوان خصوصیات گلوتن گندم معرفی نمود. این دستاورد با یافته‌های تحقیقاتی سایر محققین که گزارش نمودند نوع گلوتن روی خصوصیات نانوایی، زمان نگهداری نان و طعم نان تاثیر دارد، مطابقت دارد (۷). همبستگی صفت درصد رطوبت دانه نیز ضریب عاملی منفی و معنی‌داری نشان داد. این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (۲۸).

عامل سوم نیز ۱۲/۴۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را به خود اختصاص داد. در عامل سوم صفات وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی دارای ضرایب عاملی مثبت و معنی‌داری بودند. صفات معنی‌دار در عامل سوم اجزاء عملکرد و خصوصیات زراعی بودند که روی خواص کیفیت نانوایی گندم تاثیر گذاشتند. در بین این سه صفت نقش صفات وزن هزار دانه و یا به عبارتی هکتولیتر و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی روی کیفیت نانوایی گندم در بررسی‌های مختلف دیگر محققین نیز گزارش شده است (۹، ۲۵،۱۷). این عامل را می‌توان به عنوان عامل خصوصیات زراعی و عملکردی همبسته با کیفیت نانوایی نام‌گذاری نمود.

عامل چهارم ۷/۸۰ درصد از تغییرات متغیرها را توجیه نمود. صفت عدد فالینگ به صورت مثبت و معنی‌دار بود. این عامل به عنوان عامل عدد فالینگ که همبستگی زیادی با خواص نانوایی دارد، نام‌گذاری شد. این نتایج در راستای گزارش برخی از محققین است. آنها در گزارش مربوطه بر اهمیت و نقش عدد فالینگ در افزایش سایر خصوصیات کیفی گندم نان تاکید نمودند (۲۷). در جدول ۳ ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی دلیل روشنی بر تایید نتایج حاصل از تجزیه عاملی است که روابط بین صفات را به نوعی توجیه می‌نماید. رابطه حجم رسوب زلنی و SDS با صفات وابسته به خواص نانوایی گندم با استفاده از تجزیه مسیر نیز بررسی شد. بر اساس روش رگرسیونی Backward و با توجه به مقدار اثر باقی‌مانده در حدود ۴۸ درصد بود، سه صفت درصد رطوبت دانه، درصد جذب آب و درصد پروتئین در مدل به مقدار ۵۲ درصد از تغییرات حجم رسوب زلنی را توجیه نمودند (جدول ۶). اثر مستقیم رطوبت دانه با حجم رسوب زلنی مثبت اما اثرغیر مستقیم آن از طریق میزان جذب آب و درصد پروتئین و مجموع اثرات آن نیز منفی بود. اثر مستقیم و مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای دو صفت جذب آب و پروتئین با حجم زلنی مثبت بود، اما اثر غیرمستقیم آنها از طریق صفت رطوبت دانه منفی بود. یادآوری می‌شود که این صفت تحت تاثیر مدیریت بعداز برداشت بوده و قابل کنترل است. بنابر این با بررسی‌های لازم در این مورد می‌توان بهترین رطوبت دانه را مشخص و از طریق اصلاح اثرات غیرمستقیم آن باعث افزایش کیفیت دانه و خواص نانوایی شد. با توجه به مقدار اثر باقی‌مانده که در حدود ۴۷ درصد بود، مدل بررسی حجم رسوب SDS با دو صفت درصد پروتئین و گلوتن‌تر به مقدار ۵۳ درصد از تغییرات صفت حجم رسوب SDS را توجیه نمود (جدول ۷). صفت درصد پروتئین اثر مستقیم و غیرمستقیم مثبت و سرانجام اثر کل مثبتی با حجم رسوب SDS نشان داد. اثر مستقیم گلوتن‌تر با حجم رسوب SDS منفی بود. اما اثر غیرمستقیم و کل این صفت با حجم رسوب SDS مثبت بود. بنابر این از طریق افزایش درصد پروتئین دانه و با توجه به همبستگی حجم رسوب SDS با کیفیت نان می‌توان باعث افزایش و ارتقاء خواص کیفی، پایداری و افزایش ارزش غذایی نان شد. بررسی نشانگرهای مولکولی با آلل‌های *۲، ۱۸+۱۷ و ۵+۱۰ متاثر بر کیفیت همبستگی مثبت و معنی‌داری را با ارتفاع رسوب SDS نشان داد (۱۵).

جدول ۶- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات وابسته به خواص نانوایی بر حجم رسوب زلنی

Table 6. Direct and indirect effects of related traits bakery properties on Zeleny sedimentation volume

صفات	درصد رطوبت دانه	درصد جذب آب آرد	درصد پروتئین دانه	جمع اثرات
درصد رطوبت دانه	۰/۵۵	-۰/۴۵	-۰/۴۱	-۰/۳۰
درصد جذب آب آرد	-۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۷۸	۰/۸۴
درصد پروتئین دانه	-۰/۴۱	۰/۷۸	۰/۵۵	۰/۹۲

جدول ۷- اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات وابسته به خواص نانوایی بر حجم رسوب SDS

Table 7. Direct and indirect effects of related traits bakery properties on SDS sedimentation volume

صفات	درصد پروتئین دانه	مقدار گلوتن تر	جمع اثرات
درصد پروتئین دانه	۱/۵۱	۰/۸۲	۰/۶۹
مقدار گلوتن تر	۰/۸۲	-۰/۴۶	۰/۳۶

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

در این بررسی روابط علل و معلول و عاملی خصوصیات وابسته به کیفیت نانوایی گندم تعیین شد. میزان پروتئین، سختی دانه و گلوتن‌تر از مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب در بهبود کیفی خواص نانوایی گندم بودند که می‌توان از طریق تلاقی والدین مطلوب و سلکسیون در نسل‌های اولیه و بهبود شرایط مزرعه‌ای از طریق استفاده از کود نیتروژن و سایر کودهای ریزمغذی باعث افزایش صفات فوق شد. در عامل اول و دوم ضرایب عاملی بیشتر مربوط به متغیرهای کیفی بودند که روی خواص نانوایی تاثیر فراوانی دارند. با توجه به تاثیر بسیار زیاد عامل اول بر خواص نانوایی و وجود صفات خیلی مهمی چون درصد پروتئین، سختی دانه و درصد گلوتن‌تر، می‌توان عامل اول را به عنوان محور اصلی در افزایش کیفیت نانوایی گندم تعیین و توصیه نمود. افزایش درصد پروتئین یا میزان پروتئین تاثیر مستقیم و معنی‌داری بر حجم رسوب SDS و حجم رسوب زلنی دارد. این دو آزمون نیز به‌طور مستقیم نشان‌دهنده خواص نانوایی گندم هستند. صفت رطوبت دانه با اثر منفی و معنی‌دار خود در عامل دوم قرار گرفته است. رطوبت دانه صفتی قابل کنترل می‌باشد و با مدیریت صحیح بعد از برداشت و تعیین میزان مناسب رطوبت دانه می‌توان از اثر منفی آن روی خصوصیات کیفی فوق که تاثیر زیادی روی خواص نانوایی گندم دارند، جلوگیری نمود. عامل دوم یا محور دوم در جهت رسیدن به خصوصیات مطلوب نانوایی در گندم نان اهمیت ویژه‌ای دارد. عامل سوم که ناشی از خصوصیات زراعی و اجزای عملکردی می‌باشد، روی کیفیت نانوایی به طور مستقیم و غیرمستقیم تاثیر دارند. این صفات در طبیعت دارای تنوع مناسبی هستند و یا به روش‌های اصلاحی می‌توان تنوع لازم را جهت پیشبرد اهداف تعیین شده ایجاد نمود. یعنی با شناخت کامل از از والدین و انجام تلاقی های با برنامه درست و با توجه به اثر افزایشی این ژن‌ها می‌توان با سلکسیون در داخل نسل‌های اولیه نسبت به افزایش این صفات در برنامه‌های اصلاحی اقدام نمود. از طرفی این صفات نیز تحت تاثیر شرایط محیطی می‌باشند. ارقام مختلف را با توجه واکنش اختصاصی آنها به محیط و با اعمال تیمارهای متفاوت کود نیتروژن و کودهای کم‌مصرف در کنار میزان مناسب آب باعث افزایش صفات وابسته به کیفیت نانوایی گندم می‌گردد. از طرفی افزایش کیفیت خواص نانوایی با عملکرد دانه همبستگی منفی نشان می‌دهد. بنابراین در برنامه‌ریزی انجام تلاقی‌ها بایستی از والد پرمحصول با والد با کیفیت و با نسبت خاصی به منظور حفظ عملکرد و افزایش کیفیت رقم استفاده نمود.

در تجزیه مسیر به‌منظور مشخص نمودن صفات تاثیرگذار بر آزمون‌های اصلی تعیین کیفیت خواص نانوایی (SDS و زلنی) نیز دیده شد که صفات درصد پروتئین، گلوتن‌تر، سختی بذر و درصد جذب آب مهم‌ترین صفات همبسته با خواص نانوایی گندم نان می‌باشند. این صفات تحت تاثیر چندین ژن بزرگ اثر می‌باشند. با توجه به تنوع زیاد در کشور به ویژه مناطق غرب، شمال غربی و جنوب کشور می‌توان ارقام محلی با کیفیت را شناسایی و در تلاقی با ارقام پرمحصول و تجاری موجود استفاده و نتاج زیادی را تولید و غربال در جهت اهداف مورد نظر نمود. در ضمن صفات خواص نانوایی گندم تحت تاثیر شرایط محیطی نیز هستند که در ادامه بررسی و انجام تیمارهای کودی به ویژه کود نیتروژن و آبیاری مناسب بررسی‌های لازم را در این خصوص می‌توان انجام داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

منابع

1. Anonymous. 2010. Report of Professional General Country Bread Wheat. Iran. WWW.tapesh.com/forum/archive/index. php/t-7931.html.
2. Atli, A. 1999. Wheat and quality of wheat products. Symposium: Problems and Solutions of Cereal Husbandry in Central Anatolian Region, 8-11. June. Konya. Turkey, pp: 498-506.
3. Axford, D., E. McDermott and D. Redman. 1978. Small-scale tests for bread making quality. Milling Feed Fertilizer, 66: 18-20.
4. Ayoub, M., J. Fregeau-Reidand and D. Smith. 1993. Evaluation of the SDS-sedimentation test for the assessment of eastern Canadian bread wheat quality. Canadian Journal of Plant Science, 73: 995-999.
5. Babaie Zarchm, M. J., M. H. Fotokian, and S. Mahmoodi, 2013. Evaluation of Genetic Diversity of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Morphological Traits using Multivariate Analysis Methods. Journal of Crop Breeding, 5: 85-98.
6. Bejosano, F. and R. Waniska. 2004. Functionality of bicarbonateleaveners in wheat flour tortillas. Cereal Chemistry, 81: 77-79.
7. Branlard, G., M. Dardevet, R. Saccomano. F. Lagoutte and J. Gourdon. 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. Euphotic, 119: 59-67.
8. Cemal, Y., B. Faheem Shehzeol and O, Hakan. 2009. Genetic analysis of some physical properties of bread wheat grain. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 525-535.
9. Donila M., M. Stefan, H.Viera and K. Jan. 2009. Stability of Quality traits in winter wheat cultivars. Czech Journa of. Food Science, 27: 403-417.
10. Gianibelli, M., O. Larroque, F. MacRitchie and C. Wrigley. 2001. Biochemical, genetic and molecular characterization of wheat glutenin and its component subunits. Cereal Chemistry, 78: 635-646.
11. Graveland, A. 1980. Extraction of wheat proteins with sodium dodecyl sulphate. Annual Technology Agriculture, 29: 113-123.
12. Grausgruber, H., M. Obertorster, M. Werteker, P. Ruckenbauer and J. Volimann. 2000. Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats. Field Crops Research, 66: 257-267.
13. Groos, C., E. Bervas and G. Charmet. 2004. Genetic analysis of grain protein content, grain hardness and dough rheology in hard x hard bread wheat progeny. Journal of Cereal Science, 40: 93-100.
14. MacRitchie, F. and D. Lafiandra. 2001. The use of near-isogenic wheat lines to determine protein composition-functionality relationship. Cereal Chemistry, 78: 501-506.
15. Mehrazar, E., E. Izadi Darbandi, M. Mohammadi and G. Najafian. 2014. Marker Assisted Selection (MAS) for Bread Making Quality in Segregating Generations of Common Wheat. Journal of Crop Breeding, 6: 84-95.
16. Moonen, JHE, A. Scheepstra A. Graveland. 1986. Use of the SDS sedimentation test and SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for screening breeder, Samples of wheat for bread-making quality. Euphytica, 31: 677-690.
17. Morris, C.F., B. Paszczynska, A. Bettge and G.E. King. 2007. A critical examination of sodium dodecyl sulphate (SDS) sedimentation test for wheat meals. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87: 607-615.
18. O'Brien, L. and J. Ronalds. 1984. Yield and quality inter-relationships amongst random F3 lines and their implications for wheat breeding (includes flour protein content). Australian Journal of Agricultural Research, 35: 443-451.
19. Pascut, S., K. Kelekci and R. Waniska. 2004. Effects of wheat protein fractions on flour tortilla quality. Cereal Chemistry, 81: 38-43.
20. Pickney, A., W. Greenaway and L. Zeleny. 1957. Further developments in the sedimentation test or wheat quality. Cereal Chemistry, 34: 16-24.
21. Rakszegi, M., F. Békés, L. Láng, L. Tamás, P.R. Shewry and Z. Bedõ. 2005. Technological quality of transgenic wheat expressing an increased amount of HMW gluten in subunit. Journal of Cereal Science, 42: 15-23.
22. Sapirstein, H.D. and J. Suchy. 1999. SDS-Protein gel test for precision of bread loaf volume. Cereal Chemistry, 76: 164-172.
23. Schuler, S.F., R.K. Bacon. P.L. Finney and E.E. Grub. 1995. Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in soft red winter wheat. Crop Science, 35: 949-953.
24. Seetharaman, K., N. Chinnapha, R. Waniska and P. White. 2002. Changes in textural, pasting and thermal properties of wheat buns and tortillas during storage. Journal Cereal Science, 35: 215-223.
25. Takata, K., H. Yamauchi, Z. Nishio and T. Kuwabara. 2001. Prediction of bread-making quality by prolonged swelling SDS-sedimentation test. Breeding Science, 49: 221-223.
26. Uthayakumaran, S., I.L. Batey and C.W. Wrigley. 2004. On-the-spot identification of grain variety and wheat-quality type by Lab-on-chip capillary electrophoresis. Journal Cereal Science, 41: 371-374.
27. Zhiying, D., C. Fang, H. Shuna, H. Qingdian, C. Jiansheng, S. Cailing, Z. Yongxiang, W. Shouyi, S. Xuejiao and T. Jichun. 2014. Inheritance and QTL analysis of flour falling number using recombinant inbred lines derived from strong gluten wheat 'Gauteng 8901' and waxy wheat 'Naomi. Australian Journal of Crop Science, 8: 468-474.
28. Zhang, L., Y. Zhang, Q. Song, H. Zhao, H. Yu, C. Zang, W. Xin and Z. Xiao. 2008. Study on the quality of NILS of wheat cv. Longfumai 3 possessing HMW-GS Null and 1 subunits. Agricultural Sciences in China, 7: 140-147.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]

Study of Correlation Coefficients and Factors Analysis of Bread-making Quality Attributes in Beard Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Farhad Sadeghi[1] and Hamid Dehghani[2]

1- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Kermanshah, Iran
(Corresponding author: fsadeghi40@yahoo.com)
2- Professor, Tarbiat Modares University
Received: May 6, 2014 Accepted: September 15, 2014

Abstract

In order to study the effect of traits related to baking quality of bread wheat, an experiment was carried out by six bread wheat genotypes (as parents) and their15 F_1progeny using randomized complete block design with three replications in Kermanshah, Iran during crop season 2010- 2011. In this study 14 traits attributes baking quality bread wheat were evaluated. The analysis of variance was indicated a highly significant differences among the parents and their F_1 hybrids for all characters. The mean values of 6 parents and their 15 F_1 hybrids for all characteristics were sorted in different classes. The correlation study of main baking attributes characteristics such as protein content, hardness index, wet gluten, water absorption, beard volume zeleny sedimentation volume, and SDS sedimentation volume showed positive and significant correlation. Study of factors analysis showed four factors that were effective in baking quality in which by this 75.571 of total variation in data was explained. First factor alone explained 40.344 % of total variation. These factors such as water absorption, protein content, zeleny sedimentation volume, hardness index, SDS sedimentation and gluten content were significant.The path analysis of data showed that relationship between zeleny with three characters (moisture content, water absorption, protein content) explained 0,52 of total variation. The relationship of SDS sedimentation volume with protein content andwet gluten content explained 0.53 of total variation also.

Keywords: Bread wheat, Baking characteristics, Correlation, Path analysis and factors analysis, Protein quality

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-22]