ارزیابی خصوصیات کیفی دانه و قابلیت توارث آنها در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

ملیحه اسلامی، سید علی‌محمد میرمحمدی میبدی و احمد ارزانی[۱]

چکیده

به منظور ارزیابی قابلیت توارث، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و ژنتیکی و میزان هم بستگی برخی صفات مرتبط با کیفیت دانه در ژنوتیپ‌های متحمل به شوری گندم دوروم، این آزمایش در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ با چهار ژنوتیپ گندم دوروم مشتمل بر Dipper-6، PI40100، Oste/Gata و شوا به همراه جمعیت‌های F_2 و F_3 حاصل از تلاقی آنها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. صفات سختی دانه، محتوای پروتئین دانه، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن تر و محتوای گلوتن خشک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که محتوای گلوتن خشک و محتوای گلوتن تر از بالاترین تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برخوردارند. نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مختلف برای کلیه صفات به جز ارتفاع رسوب SDS بود. برآوردهای قابلیت توارث صفات مورد مطالعه دامنه‌ای از ۴۸/۶ درصد برای ارتفاع رسوب SDS تا ۹۰/۴ درصد برای محتوای گلوتن خشک داشت. شاخص سختی دانه هم بستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن خشک داشت. محتوای پروتئین نیز هم بستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای گلوتن تر و محتوای گلوتن خشک نشان داد. نظر به این که محتوای گلوتن خشک هم بستگی بسیار بالایی با محتوای پروتئین (کمیت) داشت و از طرفی سختی دانه هم بستگی بالایی با ارتفاع رسوب SDS به عنوان معیار مهم کیفیت پروتئین نشان داد، بنابراین از محتوای گلوتن خشک و سختی دانه می‌توان برای گزینش در جهت افزایش کمیت و کیفیت پروتئین در گندم دوروم استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، صفات کیفیت دانه، قابلیت توارث، هم بستگی صفات

مقدمه

یکی از فرآوردهای مهم و پر مصرف گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. *durum* Desf.) ماکارونی و اسپاگتی است که طی سال‌های اخیر به عنوان بخشی از رژیم غذایی مردم ایران رایج شده است. به دلیل عدم کشت کافی گندم دوروم در ایران، عدم به‌کارگیری فن‌آوری مناسب برای تهیه سمولینا از این گندم، واحدهای تولیدی ماکارونی اغلب از آرد گندم نرم و یا نیمه سخت نان استفاده می‌کنند (۱). ارزش

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

بیولوژیکی محصولات محصولات به دست آمده از سمولینای گندم دوروم به کمیت و کیفیت پروتئین و اسیدهای آمینه آن متکی است. مهم‌ترین خصوصیات مرتبط با کیفیت گندم دوروم شامل وزن حجمی، سختی دانه، محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن می‌باشند. صفت وزن حجمی جزء عوامل فیزیکی و سایر صفات ذکر شده جزء عوامل شیمیایی دانه محسوب می‌شوند (۱۴). محتوای پروتئین عامل مهمی در تعیین کیفیت پاستا و کیفیت پخت می‌باشد (۱۳ و ۱۸). آتران و همکاران (۶) مشاهده نمودند که با افزایش محتوای پروتئین، شاخص رنگ قهوه‌ای اسپاگتی افزایش می‌یابد در حالی که روشنی رنگ اسپاگتی در ارتباط منفی با محتوای پروتئین است. ضمن این که هر چه پروتئین افزایش یابد محصولات پاستای محکم‌تر و کمتر چسبنده تولید می‌گردد (۴). علاوه بر محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS نیز عاملی است که با شاخص پخت هم بستگی نشان داده است (۶). این صفت که معرف استحکام گلوتن است کیفیت پخت را بیشتر از محتوای پروتئین تحت تأثیر قرار می‌دهد. پترسون و همکاران (۲۰) گزارش کردند که تنش حرارتی بالا در طول دوره پر شدن دانه ارتفاع رسوب SDS را کاهش می‌دهد. آنها هم چنین اظهار داشتند که تنش رطوبتی پایین در طول دوره پر شدن دانه باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS می‌گردد. گزارش کواکس و همکاران حاکی از هم بستگی بین میزان رسوب SDS با محتوای پروتئین دارد (۱۵). در حالی که عدم وجود هم بستگی بین این دو صفت نیز گزارش شده است (۹). بدین ترتیب که کواکس و همکاران (۱۵) مقدار این هم بستگی را ۰/۴۴ اما بوگینی و همکاران (۹) مقدار آن را ۰/۴۱- گزارش کردند.

از سایر عوامل مؤثر بر کیفیت دانه، سختی دانه است. اکثر گندم‌هایی که سختی دانه بالایی دارند، دارای درصد پروتئین بیشتر نیز می‌باشند (۱ و ۴).

در زمینه بررسی تنوع ژنتیکی در گندم‌های نان و دوروم از لحاظ کیفیت دانه مطالعاتی در شرایط مختلف در سطح دنیا انجام گرفته است. ارزانی (۴) در مطالعه کیفیت دانه ۳۰۰ ژنوتیپ گندم دوروم در اصفهان و اندازه‌گیری صفات سختی دانه، محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن تر و خشک، تنوع نسبتاً بالایی را گزارش نمود. سیافی و همکاران (۱۰) در ۱۳ لاین F_7 گندم دوروم و والدین آنها در ایتالیا برای دو صفت محتوای پروتئین و ارتفاع رسوب به ترتیب ضرایب تنوع ۲/۷۸ و ۲/۳۱ درصد را به دست آوردند. آنها میانگین این دو صفت را در نتاج F_7 نسبت به والدین بالاتر گزارش کرده‌اند. مک‌کندری (۱۹) در مطالعه دو تلاقی گندم نان قابلیت توارث عمومی محتوای پروتئین را ۷۶-۵۰ درصد گزارش کرده است. بلانکو و همکاران (۸) در بررسی تأثیر مکان‌های ژنی اداره کننده صفات کمّی (QTL) بر درصد پروتئین در گندم دوروم، قابلیت توارث این صفت را بین ۵۹/۳ و ۷۸/۱ درصد گزارش کردند. آنها هم چنین نشان دادند که در محیط‌های با ازت کافی درصد پروتئین به ۲۲/۴ می‌رسد در حالی که در محیط‌های با ازت کم درصد پروتئین ۱۲/۹ می‌باشد.

هوشمند و همکاران (۱۲) با مقایسه ژنوتیپ‌های گندم دوروم متحمل به شوری گزینش یافته از دو محیط مزرعه‌ای و درون شیشه‌ای، روش گزینش درون شیشه‌ای را به عنوان روشی موفق در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری درگندم دوروم معرفی نمودند. با توجه به این که شناخت واکنش ارقام متحمل به شوری در شرایط غیرشور (طبیعی) و برقراری ارتباط بین دو محیط از این لحاظ که تحمل به تنش ناشی از همان ظرفیت برتر تولیدی است که در شرایط طبیعی هم وجود دارد، این بررسی به ارزیابی و تعیین تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری گندم دوروم از نظر صفات مرتبط با کیفیت دانه و برآورد قابلیت توارث این صفات و تعیین ارتباط بین آنها در شرایط مزرعه‌ای طبیعی (بدون تنش) پرداخته است.

مواد و روش‌ها

مواد آزمایشی و نحوه کشت

این آزمایش در سال ۸۰ – ۱۳۷۹ در مزرعه امین‌آباد واقع در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

شمال شرقی اصفهان اجرا شد. چهار ژنوتیپ گندم دوروم مشتمل بر ارقام (310) PI40100 و (307) Dipper-6 که توسط ارزانی (۵) به عنوان ارقام متحمل به شوری معرفی گردیده‌اند و رقم (322) Oste/Gata به عنوان رقم حساس به شوری و شوا رقم رایج زراعی به عنوان والدین ونسل های F_2 و F_3 حاصل از تلاقی 322×310 ، 322×307 و Shova ×310 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش بخشی از مطالعات ارزیابی گزینش درون شیشه‌ای برای تحمل به شوری در گندم دوروم می‌باشد (۵ و ۱۲). کشت ارقام در کرت‌های آزمایشی مشتمل بر ده ردیف شش متری با فاصله ردیف بیست سانتی‌متر انجام شد. فاصله کرت‌ها از هم یک متر و تراکم کاشت برای همه تیمارها ۴۰۰ بذر در متر مربع بود. اندازه کرت برداشت شده ۶/۴ متر مربع (۸ ردیف، ۴ متر طول و ۲۰ سانتی متر فاصله ردیف) بود.

ارزیابی کیفیت دانه

صفات مرتبط با کیفیت دانه که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفتند مشتمل بر سختی‌دانه، محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن تر و خشک بودند. صفت سختی دانه با استفاده از دستگاه اینسترون (Instron) اندازه‌گیری شد. در این روش سختی دانه بر روی ۱۵ دانه سالم از هر نمونه در والدین و ۳۰ دانه سالم در نسل‌های F_2 و F_3 اندازه‌گیری و سپس از میانگین آنها استفاده شد. محتوای پروتئین با استفاده از روش استاندارد AACC به شماره ۱۲-۴۶ (۳) با استفاده از دستگاه اتوماتیک کلدال اندازه‌گیری گردید. بدین ترتیب که بعد از تعیین مقدار ازت خالص در نمونه مورد آزمایش، با در نظر گرفتن ضریب پروتئین ۵/۷ مقدار پروتئین موجود در آرد محاسبه شد. آزمون ارتفاع رسوب SDS مطابق روش دیک و کوییک (۱۱) با تغییراتی که توسط منصور و همکاران (۱۷) پیشنهاد شده است، انجام شد. محتوای گلوتن تر با روش AACCبه شماره ۱۰-۳۸ (۳) اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که بیست و پنج گرم آرد را داخل ظرف درب‌دار ریخته، ۱۵ میلی لیتر آب به آن اضافه شد، مخلوط را آن قدر به هم زده تا این که خمیر سفتی حاصل گردید. سپس درب ظرف مسدود و به مدت یک ساعت خمیر به دست آمده در شرایط آزمایشگاه نگه‌داری شد. پس از این مدت خمیر در زیر آب با فشار بسیار ملایم انگشت‌ها به آرامی شسته شد و به تدریج تمام ذرات نشاسته و مواد محلول همراه آب از خمیر خارج شد. پس از گذشت حدود ۱۲ دقیقه گلوله‌ای از خمیر حاصل شد که به رنگ زرد و با خاصیت الاستیک و کشسانی بود و با ورود آن به داخل ظرف آب، هیچ ماده‌ای وارد آب نمی‌شد. آب ظاهری گلوله از طریق پارچه نرمی گرفته شد و پس از توزین، وزن به دست آمده به عنوان وزن گلوتن تر ثبت گردید. سپس نمونه به دست آمده در داخل آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و گلوتن عاری از رطوبت توزین شده و به عنوان وزن گلوتن‌خشک ثبت گردید. آزمون‌های محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب و محتوای گلوتن دو مرتبه برای هر نمونه تکرار گردید و میانگین حاصل به عنوان عدد نهایی در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری

از تجزیه و تحلیل یک متغیره برای برآورد پارامترهای آماری مانند میانگین، انحراف معیار، دامنه تغییرات و ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی استفاده شد. هم چنین پس از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. سپس با استفاده از جدول تجزیه واریانس و واریانس‌های فنوتیپی و ژنتیکی قابلیت توارث عمومی صفات برآورد گردید و در نهایت هم بستگی صفات با یکدیگر محاسبه شد. به منظور تجزیه و تحلیل چند متغیره از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد و متغیرهای توجیه کننده تغییرات هر صفت کیفی مشخص شد. برای تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای اکسل (Excel) و اس.آ.اس (SAS) استفاده گردید.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌ها و پارامترهای آماری شامل برآورد میانگین، انحراف‌معیار، دامنه‌تغییرات و ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی صفات مرتبط به کیفیت دانه به ترتیب در جداول ۱ و۲ ارائه شده است. نتایج مقایسه میانگین صفات مرتبط با کیفیت دانه نشان داد که ژنوتیپ‌ها برای همه این صفات به جز صفت ارتفاع رسوب SDS اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (جدول۱). ژنوتیپ PI40100 از لحاظ تمامی صفات اندازه‌گیری شده مشتمل بر محتوای پروتئین، ارتفاع SDS، محتوای گلوتن‌تر، گلوتن خشک و سختی‌دانه به عنوان برترین رقم شناخته شد. سایر مطالعات انجام شده نیز حاکی از برتری کیفیت دانه این ژنوتیپ دارد که پایین بودن عملکرد دانه در این ژنوتیپ با توجه به هم بستگی منفی عملکرد دانه و محتوای پروتئین را توجیه کننده دانسته‌اند (۴ و ۱۲). صفات مرتبط با کیفیت دانه در نسل های F_2 و F_3 حاصل از تلاقی ژنوتیپ با کیفیت PI40100 (والد اول و مقاوم به شوری) با سایر ژنوتیپ‌ها (والد دوم و حساس به شوری) عمدتاً از الگوی والد دوم تبعیت نموده و از کیفیت دانه پست‌تری نسبت به این رقم برتر برخوردار بودند. ضرایب تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات از ضرایب تنوع ژنتیکی بیشتر بود، اگرچه برای برخی از آنها تفاوت جزیی مشاهده شد. صفات محتوای گلوتن خشک و گلوتن تر به ترتیب با ضرایب تنوع فنوتیپی ۲۳ و ۲۱/۲ دارای بیشترین تنوع بودند در حالی که صفات محتوای پروتئین و سختی‌دانه از تنوع پایینی برخوردار بودند (جدول۲). در این میان صفت ارتفاع رسوب SDS با ضریب تنوع فنوتیپی ۱۴/۸ درصد و ضریب تنوع ژنتیکی ۱۱/۶ درصد از تنوع متوسطی برخوردار بود. بدین ترتیب در میان ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد مطالعه تنوع قابل توجهی دیده می‌شود که می‌تواند در اهداف بهنژادی کیفیت ماکارونی به کار رود به ویژه در مورد صفات محتوای گلوتن و ارتفاع رسوب SDS که از صفات مهم در تعیین کیفیت بهینه ماکارونی هستند (۶). سیافی (۱۰) در بررسی گندم‌های دوروم برای صفت محتوای پروتئین تنوع پایینی را گزارش نمود. در حالی که ارزانی (۴) در مطالعه کیفیت دانه ۳۰۰ ژنوتیپ گندم دوروم بالاترین مقدار ضریب تنوع را برای محتوای پروتئین به دست آورد. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ مقاوم به شوری PI40100 با ۱۷/۸ درصد بیشترین مقدار پروتئین را داشت و ژنوتیپ‌های Oste/Gata و نسل PI40100 fh × Shova F3 با ۱۵ درصد پروتئین از کمترین میزان پروتئین برخوردار بودند (جدول۱). سختی دانه در کیفیت آرد نقش مهمی دارد و دانه‌های نشاسته‌ای که سختی کمتری دارند مقدار پروتئین کمتری نیز دارند و همان طور که درصد دانه‌های نشاسته‌ای بالا می‌رود گرانول‌های سمولینا نرم‌تر شده و صفات آسیاب شدن بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. دامنه تغییرات این صفت از ۸۱۸/۲ گرم بر میلی‌مترمربع در ژنوتیپ PI40100 تا ۶۰۸ گرم بر میلی‌متر مربع در نسل F2 تلاقی ۳۰۷×۳۲۲ متغیر بود (جدول۱). با توجه به این که ارتفاع رسوب SDS تعیین کننده کیفیت پروتئین است، می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ مقاوم به شوری PI40100 با ارتفاع رسوب SDS بالا، هم از نظر کیفیت پروتئین و هم از نظر کمیت پروتئین در حد مطلوبی قرار دارد.

جدول ۳ بر آورد قابلیت توارث عمومی صفات مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در بین صفات تحت بررسی دو صفت محتوای گلوتن‌خشک و گلوتن تر به ترتیب با ۹۰/۴ و ۸۶/۱ درصد بالاترین قابلیت توارث را داشتند و به طور اندکی تحت تأثیر محیط قرار گرفتند. قابل ذکر است که با توجه به عدم امکان تفکیک آثار متقابل ژنوتیپ با محیط از واریانس ژنتیکی به لحاظ یک ساله بودن اجرای آزمایش، ممکن است برآوردهای قابلیت توارث از دقت کمتری برخوردار باشد. قابلیت توارث محتوای پروتئین ۸۳/۵ درصد بود که در بین صفات کیفیت دانه بعد از محتوای گلوتن از قابلیت توارث بالایی برخوردار بود. این یافته با گزارش بلانکو (۸) در مورد قابلیت توارث محتوای پروتئین مطابقت دارد. در این مطالعه صفت سختی دانه از قابلیت توارث ۷۷/۳ درصد برخوردار بود. این نتایج با گزارش بل و همکاران (۷) در لاین‌های تریتیکاله

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های* صفات مرتبط با کیفیت دانه در گندم دوروم

ژنوتیپ‌ها	سختی دانه (گرم بر میلی مترمربع)	محتوای پروتیین (درصد)	ارتفاع رسوب SDS (میلی‌لیتر)	محتوای گلوتن تر (درصد)	محتوای گلوتن خشک (درصد)
شوا	۷۱۶/۵^{bc}	۱۶/۸ ^{ab}	۳۴/۵^{a}	۳۵^{bc}	۱۲/۲^{b}
Oste/Gata(۳۲۲)	۶۲۵/۵^{cd}	۱۵ ^{cd}	۳۰/۱^{a}	۲۴/۷^{d}	۸/۶^{c}
PI40100 (۳۱۰)	۸۱۸/۲^{a}	۱۷/۸^{a}	۳۵/۴^{a}	۴۳/۱^{a}	۱۶/۹^{a}
Dipper-6(۳۰۷)	۶۴۴ ^{cd}	۱۶/۷ ^{ab}	۲۹/۶^{a}	۲۹/۷ ^{cd}	۱۱/۷^{b}
F_2(۳۰۷×۳۲۲)	۶۰۸ ^{d}	۱۵/۱ ^{cd}	۳۰/۱^{a}	۳۷/۵^{b}	۱۲/۴^{b}
F_2(۳۱۰×۳۲۲)	۶۶۴^{bcd}	۱۶/۱^{bc}	۳۲^{a}	۲۴/۵^{d}	۸/۵^{c}
F_2(شوا×۳۱۰)	۷۵۵ ^{ab}	۱۶/۷^{ab}	۳۱/۸^{a}	۲۸/۴^{d}	۱۱/۳^{b}
F_3(۳۰۷×۳۲۲)	۶۲۵^{cd}	۱۶/۵^{b}	۳۰/۱^{a}	۲۸^{d}	۱۰/۷^{bc}
F_3(۳۱۰×۳۲۲)	۶۷۳/۳ ^{bcd}	۱۶/۷ ^{ab}	۳۰^{a}	۲۸/۸^{d}	۱۱/۱^{b}
F_3(شوا×۳۱۰)	۶۲۷/۵^{cd}	۱۵ ^{d}	۳۲^{a}	۲۴/۷^{d}	۸/۶^{c}

* : میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند. در هر ستون تفاوت میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند معنی‌دار نیست.

جدول ۲. پارامترهای آماری برآورد شده برای صفات مرتبط با کیفیت دانه در گندم دوروم

صفات	میانگین و انحراف استاندارد	دامنه تغییرات	ضریب تنوع ژنتیکی	ضریب تنوع فنوتیپی
سختی دانه (گرم بر میلی‌مترمربع)	۶۷۸/۲ ± ۴۴/۶	۵۷۳/۳ – ۹۵۸/۲	۹/۴	۱۰/۵
محتوای پروتیین (درصد)	۱۶/۳ ± ۰/۵۴	۱۴/۱ – ۱۸/۳	۵/۷	۷/۱
ارتفاع رسوب SDS (میلی‌لیتر)	۳۰/۶ ± ۴	۲۷/۴ – ۳۷/۳	۱۱/۶	۱۴/۸
محتوای گلوتن تر (درصد)	۳۰/۴ ± ۲/۷	۲۰/۷ – ۴۵	۲۰	۲۱/۲
محتوای گلوتن خشک (درصد)	۱۱/۲ ± ۱/۱	۷/۹ – ۱۸/۵	۲۲/۱	۲۳

جدول ۳. برآورد قابلیت توارث عمومی صفات مرتبط با کیفیت دانه در گندم دوروم

صفات	متشکله		واریانس	قابلیت توارث
	اجزای ژنتیکی	محیطی	فنوتیپی	عمومی(درصد)
سختی دانه	۳۳۹۳	۹۹۸	۴۳۹۱	۷۷/۳
محتوای پروتیین	۰/۷۶	۰/۱۵	۰/۹۱	۸۳/۵
ارتفاع رسوب SDS	۷/۴۶	۷/۸۸	۱۵/۳۴	۴۸/۶
محتوای گلوتن تر	۳۲/۸	۵/۲۷	۳۸/۱	۸۶/۱
محتوای گلوتن خشک	۵/۶۷	۰/۵۹	۶/۲۷	۹۰/۴

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

که قابلیت توارث ۷۳ درصد را برای سختی دانه گزارش کرده‌اند هم‌آهنگی دارد. در بین صفات مورد بررسی، ارتفاع رسوب SDS با ۴۸/۶ درصد از پایین‌ترین قابلیت توارث برخوردار بود. این مطلب نشان دهنده آن است که احتمالا صفت ارتفاع رسوب SDS تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. تفاوت قابل ملاحظهٔ بین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای این صفت نیز مؤید این مطلب است.

ضرایب هم بستگی بین صفات مرتبط با کیفیت دانه مورد مطالعه در جدول ۴ ارائه شده است. شاخص سختی دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای پروتئین، ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن خشک نشان داد. وجود رابطه مستقیم و معنی‌دار بین سختی دانه و محتوای پروتئین نشان دهنده این مطلب است که با کاهش سهم پروتئین در دانه، فضای خالی بین سلول‌های آندوسپرم زیاد شده و در نتیجه سختی دانه کاهش یافته است. محتوای پروتئین هم بستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای گلوتن تر و گلوتن‌خشک نشان داد. با توجه به این که محتوای گلوتن نشان دهنده کمیت پروتئین است هم‌بستگی مثبت بین محتوای پروتئین و محتوای گلوتن منطقی به نظر می‌رسد. این مطلب با گزارش گل‌آبادی و ارزانی (۲) که هم بستگی مثبت و بالایی را برای محتوای پروتئین و محتوای گلوتن به دست آوردند هم‌آهنگی دارد. در این بررسی ارتفاع رسوب SDS تنها با سختی دانه هم بستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. در واقع با افزایش سختی دانه، بخش‌های پروتئینی مؤثر بر کیفیت دانه افزایش یافته است. نتایج مشابهی توسط ارزانی (۴) گزارش شده است. ارتفاع رسوب SDS و محتوای پروتئین هم بستگی معنی‌داری نداشتند. به همین منوال کواکس و همکاران (۱۶) و آتران و همکاران (۶) در مطالعات جداگانه‌ای در گندم دوروم بین ارتفاع رسوب SDS و محتوای پروتئین هم بستگی غیر معنی‌دار گزارش کردند. در مورد هم‌بستگی بین مقدار رسوب SDS و محتوای پروتئین دانه در گندم دوروم گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد، به طوری که در برخی گزارش‌ها هم بستگی میان این دو صفت مثبت بوده است (۴ و ۱۵). این در حالی است که بوگینی (۹) در بررسی ۲۰ ژنوتیپ گندم دوروم بین این دو صفت هم بستگی منفی و معنی‌دار ۰/۴۱- را گزارش کرده است. محتوای گلوتن تر و گلوتن خشک بالاترین (r=۰/۹۵) هم بستگی مثبت و معنی‌دار را نشان دادند که قابل انتظار نیز می‌باشد. در گزارش ارزانی (۴) نیز بر ارتباط قوی بین این دو صفت تأکید شده است. در گزارش کواکس و همکاران (۱۶) نیز در گندم دوروم بین ارتفاع رسوب SDS و محتوای گلوتن هیچ هم بستگی مشاهده نشد. در حالی که بین محتوای پروتئین و گلوتن هم بستگی ۰/۸۲ به دست آمد.

برای پنج صفت کیفیت دانه اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم دوروم رگرسیون مرحله‌ای انجام شد تا متغیرهای توجیه کننده تغییرات هر صفت کیفی مشخص شود. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفات کیفی به طور جداگانه در جدول ۵ ارائه شده است. در این مطالعه وقتی که سختی دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات کیفی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند صفت محتوای گلوتن خشک وارد مدل رگرسیونی شد و توانست به تنهایی۶۷ درصد از تغییرات سختی دانه را توجیه کند. ضمن این که تجزیه هم بستگی‌ها نشان داد که این دو صفت هم بستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر دارند (جدول۴).

محتوای گلوتن خشک ۶۳/۸ درصد از تغییرات محتوای پروتئین را توجیه کرد. با توجه به این که محتوای گلوتن خشک وارد مدل رگرسیونی محتوای پروتئین شده است می‌توان به اهمیت این صفت در تعیین مقدار پروتئین پی برد ضمن این که این صفت با محتوای پروتئین هم بستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول۴). در مطالعه گل آبادی و ارزانی (۴) نیز بخش عمده‌ای از تغییرات محتوای پروتئین توسط گلوتن خشک توجیه شد. وقتی که صفت ارتفاع رسوب SDS به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات کیفی به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند در مرحله اول سختی دانه وارد مدل شد و توانست به تنهایی ۹۱/۸ درصد از تغییرات ارتفاع رسوب SDS را توجیه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

جدول ۴. ضرایب هم‌بستگی ساده صفات مرتبط با کیفیت دانه در گندم دوروم

صفات	سختی دانه	محتوای پروتیین	ارتفاع رسوب SDS	محتوای گلوتن تر	محتوای گلوتن خشک
سختی دانه	۱				
محتوای پروتیین	۰/۸۱**	۱			
ارتفاع رسوب SDS	۰/۷۹**	۰/۴۹	۱		
محتوای گلوتن تر	۰/۶	۰/۶۴*	۰/۵۵	۱	
محتوای گلوتن خشک	۰/۷۴*	۰/۶۸*	۰/۵۶	۰/۹۵**	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵. نتایج رگرسیون مرحله‌ای صفات مرتبط با کیفیت دانه در گندم دوروم

صفت تابع	صفت اضافه شده به مدل	عرض از مبداء	ضریب تبیین تجمعی
سختی دانه	گلوتن خشک X_1	۹/۰۸	۶۷/۰۱** $y = ۹/۰۸ + ۰/۰۱X_1$
محتوای پروتیین	گلوتن خشک X_1	۱۷/۴۲	۶۳/۸** $y = ۱۷/۴۲ + ۰/۰۲X_1$
ارتفاع رسوب SDS	سختی دانه X_1 گلوتن تـر X_2	۳/۸۹ ۲۸/۴۷	۹۱/۸۳** ۹۶/۱۸** $y=۲۸/۴۷ + ۲/۸X_1 - ۱/۸۴X_2$
محتوای گلوتن تر	گلوتن خشک X_1	۴/۶۷	۹۶/۱** $y = ۴/۶۷ + ۲/۲۸X_1$
محتوای گلوتن خشک	گلوتن تر X_1	-۱/۵۲	۹۶/۱** $y = -۱/۵۲ + ۰/۴۲X_1$

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

کند. در مرحله دوم گلوتن تر وارد مدل شد و فقط ۴/۳ درصد از تغییرات ارتفاع رسوب SDS را توجیه کرد و ضریب تبیین را به ۹۶/۱ افزایش داد. با توجه به این که در معادله رگرسیونی ارتفاع رسوب SDS صفت محتوای گلوتن تر وارد شد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گلوتن تر نسبت به گلوتن خشک تأثیر بیشتری بر کیفیت دارد. از طرف دیگر به دلیل این که سختی دانه وارد مدل رگرسیونی ارتفاع رسوب SDS شده است می‌توان به اهمیت این صفت در تعیین کیفیت پروتئین پی‌برد. ضمن این که این صفت با ارتفاع رسوب SDS هم بستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول۴). محتوای گلوتن خشک ۹۶/۱ درصد از تغییرات محتوای گلوتن تر را توجیه کرد و هنگامی که گلوتن خشک به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]

شد محتوای گلوتن تر با ضریب تبیین ۹۶/۱ وارد مدل گردید. در مطالعه کلانترزاده در گندم نان (۱۴) چنین نتیجه‌ای به دست آمد و گلوتن خشک ۹۵/۶ درصد از تغییرات گلوتن تر را توجیه کرد. ضمن این که به طور مشابهی برای محتوای گلوتن تر نسبت به گلوتن خشک همین ارتباط وجود داشت.

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این طرح از محل اعتبارات طرح ملی تحقیقات شورای پژوهش‌های علمی کشور (طرح شماره ۱۱۳۸) و دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است، که بدین وسیله از آنها تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. رجب‌زاده، ن. ۱۳۵۷. *تکنولوژی غلات*. جلد اول، علوم پایه، انتشارات پژوهشکده غله و نان ایران، تهران.

۲. گل‌آبادی، م. و ا. ارزانی. ۱۳۸۱. بررسی صفات کیفیت دانه، زیر واحدهای گلوتنین و روابط آنها در گندم دوروم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶ (۳) :۱۸۹-۲۰۳.

3. American Association of Cereal Chemists AACC. 1983. Approved Methods of the AACC. Method No. 38-10 & 46-12, AACC. St. Paul, MN, USA.
4. Arzani, A. 2002. Grain quality of durum wheat germplasm as affected by heat and drought stress at grain filling period. Wheat Inform. Serv. 94: 9-14.
5. Arzani, A. and S.S. Mirodjagh. 1999. Response of durum wheat cultivars to immature embryo culture, callus induction and *in vitro* salt stress. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 58: 67-72.
6. Autran, J.C., J. Abecassis and P. Feillet. 1986. Statistical evaluation of different technological and biochemical tests for quality assessment in durum wheats. Cereal Chem. 63: 390-394.
7. Behl, R.K., T. Sashi and K.S. Dhindsa. 1988. Grain quality attributes of some hexaploid triticale line. Wheat Inform. Serv. 58: 25-27.
8. Blanco, A., C. Giovanni, B. Laddomada, A. Sciancalepore, R. Simeone, K. M. Devos and M.D. Gale. 1996. Quantitative trait loci influencing grain protein content in tetraploid wheats. Plant Breed. 115: 310-316.
9. Boggini, G., M.A. Doust, P. Annicchiarico and L. Pecetti. 1997. Yielding ability, yield stability, and quality of exotic durum wheat germplasm in Sicily. Plant Breed. 116: 544-545.
10. Ciaffi, M., D. Lafiandra, T. Turchetta, S. Ravaglia, H. Bariana, R. Gupta and F. MacRitchie. 1995. Breadbaking potential of durum wheat lines expressing both X- and Y- type subunits at the *Glu- A1* locus. Cereal Chem. 72: 465-469.
11. Dick, J.W. and J.S. Quick. 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early generation durum wheat breeding lines. Cereal Chem. 60: 315-318.
12. Houshmand, S., A. Arzani, S.A.M. Maibody and M. Feizi. 2005. Evaluation of salt-. tolerant genotypes of durum wheat derived from *in vitro* and field experiments. Field Crops Res. 91: 345-354.
13. Joppa, L.R. and R.G. Cantrell. 1990. Chromosomal location of genes for grain protein content of wild tetraploid wheat. Crop Sci. 30: 1059-1064.
14. Joppa, L.R., G.A. Hareland and R.G. Cantrell. 1991. Quality characteristics of the Longdon durum –*dicoccoides* chromosome substitution lines. Crop Sci. 31: 1513-1517.
15. Kovacs, M.I.P., N.K. Howes, J.M. Clark and D. Leisle. 1998. Quality characteristics of durum wheat lines deriving high protein from a *Triticum dicocoides* (6b) substitution. Cereal Sci. 27: 47-51.
16. Kovacs, M.I.P., L.M. Postet, G. Butlert, S.M. Woods, D. L.leisle, J.S. Noll and G. Dahlke. 1997. Durum wheat quality: Comparison of chemical and rheological screening tests with sensory analysis. Cereal Sci. 25: 65-75.
17. Mansur, L.M., C.O. Qualset, D.D. Kasarda and R. Morris. 1990. Effects of ´Cheynne´ chromosome on milling and baking quality in ´Chinese spring´ wheat in relation to glutenin and gliadin storage proteins. Crop Sci. 30: 56-602.
18. Matsuo, R.R., J.W. Bradley and G.N. Irvin. 1972. Effect of protein content on the cooking quality of spaghetti. Cereal Chem. 49: 707-711.
19. Mckendry, A.L., P.B.E. Mcvetty and L.E. Evans. 1988. Inheritance of grain protein concentration, grain yield and related traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Genome 30: 857-864.
20. Peterson, C.J., R.A. Graybosch, P.S. Baenziger and A.W. Grombacher. 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. Crop Sci. 32: 98-103.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1384.9.3.10.2]