

بررسی توارث پذیری، تجزیه علیت و تحلیل عامل ها در ژنوتیپ های گندم پاییزه (*Triticum aestivum* L.)

مصطفی خدادادی^۱، حمید دهقانی^{۲*} و محمد حسین فتوکیان^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۲/۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۷

چکیده

با توجه به پایین بودن وراثت پذیری صفت عملکرد، برای انتخاب آن معمولاً از شاخص های مورفولوژیکی که دارای وراثت پذیری بالایی بوده و نیز همبستگی بالایی با عملکرد دارند استفاده می شود. به منظور بررسی روابط بین صفات و تعیین صفات موثر بر وزن دانه، ۳۶ ژنوتیپ گندم پاییزه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار مطالعه شدند. قبل از کشت بر اساس آزمون خاک کودهای مورد نیاز استفاده شدند. بین ژنوتیپ های گندم مورد مطالعه از نظر همه صفات به استثنای مدت زمان سبز شدن و مدت زمان خوشه رفتن تفاوت معنی دار وجود داشت. بیشترین وراثت پذیری عمومی در عرض برگ پرچم و فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه و کمترین وراثت پذیری عمومی در مدت زمان سبز شدن و طول برگ پرچم برآورد شد. وزن هزار دانه با مدت زمان سبز شدن و عرض برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی دار و با ارتفاع بوته در زمان خوشه رفتن و ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی دار نشان داد. پس از تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام، صفات ارتفاع بوته در زمان خوشه رفتن، عرض برگ پرچم، طول خوشه و طول برگ پرچم وارد مدل شدند و در تجزیه علیت برای وزن هزار دانه استفاده شدند. طول برگ پرچم بیشترین اثر منفی مستقیم را بر روی وزن هزار دانه داشت. در تحلیل عاملی در مجموع سه عامل شناسایی شد که شامل عامل های موثر در عملکرد، فتوسنتز و طول دوره رسیدگی بودند. نتایج نشان داد که صفات عرض برگ پرچم و ارتفاع در زمان خوشه رفتن می توانند به عنوان شاخص های انتخاب برای وزن هزار دانه مورد استفاده قرار گیرند.

واژه های کلیدی: گندم *Triticum aestivum*، همبستگی، رگرسیون چندگانه، تجزیه علیت، تجزیه به عامل ها

* نویسنده مسئول

مقدمه

گندم یکی از غلات و منابع غذایی مهم در ایران و بسیاری از کشورها است (۱۵)، لذا افزایش عملکرد این گیاه نقش موثری در تامین غذای بشر خواهد داشت. عملکرد دانه یک صفت کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و وراثت‌پذیری این صفت به دلیل اثر متقابل محیط و ژنوتیپ پایین است لذا انتخاب بر اساس عملکرد دانه به ویژه در نسل‌های اولیه جهت بهبود آن ممکن است چندان موثر نباشد (۲۲ و ۳۰). با توجه به این که صفات مورفولوژیک به سادگی قابل اندازه‌گیری بوده و دارای توارث‌پذیری بالایی هستند انتخاب بر اساس این صفات برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد مناسب خواهد بود (۳۹). گزارش گردید که برآورد کردن وراثت‌پذیری برای شروع یک برنامه اصلاحی کارآمد ضروری می‌باشد (۲۵) و همچنین چون میانگین دو یا چند اندازه‌گیری وراثت‌پذیری بالاتری از یک اندازه‌گیری دارد و معیار خوبی از ارزش زادآوری فرد است (۹) لذا بهتر است در اجرای آزمایش نمونه برداری انجام شود و از میانگین نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردد. با توجه به این که انتخاب مستقیم برای شاخص‌های مختلف ممکن است گمراه‌کننده باشد لذا انتخاب غیر مستقیم با استفاده از شاخص‌های مرتبط و دارای وراثت‌پذیری بالا ممکن است کارایی بالاتری از انتخاب مستقیم داشته باشد (۳۶). پیشنهاد شده است که تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آنها به عنوان معیارهای انتخاب برای عملکرد دانه کمک می‌کند. با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان اثر صفات غیر موثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نمود و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند انتخاب کرد (۱۰). همچنین ذکر شده که برای شناخت بهتر روابط بین صفات در گیاه، انجام تجزیه علیت یک گام منطقی است (۲۱) به طوری که تجزیه علیت اجزاء تشکیل دهنده ضریب همبستگی را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم

تقسیم می‌کند و روابط بین صفات را به صورت ملموس‌تری نمایش می‌دهد (۲۹). با توجه به این که بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی‌های منفی وجود دارد و بین صفات روابط پیچیده‌ای حاکم است لازم است علاوه بر همبستگی ساده از روش‌های آماری چند متغیره برای بررسی روابط بین صفات استفاده شود که تجزیه به عامل‌ها یکی از این روش‌های موثر می‌باشد (۱۴). این روش به طور موثری برای درک روابط و ساختار اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی گیاهان زراعی به کار گرفته شده است (۱۳ و ۳۸). در مطالعه‌ای بر روی ۲۹۸ رقم بومی گندم با استفاده از ۱۲ صفت کمی مشخص شد که زمان خوشه رفتن با رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع گیاه و تعداد سنبلیچه در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌دار ولی با وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه همبستگی منفی دارد. همچنین دریافتند که میزان کلروفیل همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول خوشه دارد (۳۲). در یک مطالعه تجزیه علیت معلوم شد که صفات ارتفاع گیاه و وزن دانه خوشه اثر مستقیم و مثبت و زمان خوشه رفتن اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دارند و این صفات ممکن است در انتخاب ژنوتیپ‌ها برای بهبود عملکرد مفید باشند (۱۱). همچنین نتایج حاصل از تجزیه ضرایب نشان داد که در ارقام پابلند و متوسط بهبود صفات عملکرد بوته و تعداد ساقه بارور در هر گیاه مهمتر از عملکرد در هر خوشه و وزن هزار دانه است ولی در ارقام پاکوتاه صفات وزن دانه در هر گیاه و وزن هزار دانه مهمتر می‌باشند (۱۸). هدف این تحقیق بررسی و تعیین صفات موثر در بهبود عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش سی و شش رقم گندم پاییزه (جدول ۱) از موسسات تحقیقاتی کشاورزی کرج و آذربایجان شرقی تهیه گردید و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۸۶ به روش جوی و پشته‌ای در خطوطی به طول ۱/۵ متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر

در تجزیه به عامل‌ها برای استخراج عامل‌ها از روش مولفه‌های اصلی و برای دوران عامل‌ها از روش واریانس با استاندارد کردن کایزر استفاده گردید (۸). همچنین با توجه به این که مقیاس اندازه‌گیری صفات متفاوت بود، برای تجزیه عاملی از ماتریس همبستگی استفاده شد (۵). برای آزمون نرمال بودن داده‌ها، محاسبه همبستگی فنوتیپی و همبستگی ناقص بین صفات، تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام و تجزیه به عامل‌ها از نرم‌افزار ، برای محاسبه ضرایب علیت از نرم‌افزار و برای سایر محاسبات از نرم‌افزار استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از لحاظ همه صفات به استثنای مدت زمان سبز شدن و مدت زمان خوشه رفتن تفاوت معنی‌دار وجود دارد. عرض برگ پرچم و فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه به ترتیب با ۰/۹۱ و ۰/۸۸ بیشترین وراثت‌پذیری را نشان دادند. بنابراین تاثیر عوامل محیطی بر روی این صفات کم بوده و تعداد کمتری ژن بیان شدن این صفات را کنترل می‌کنند. کمترین وراثت‌پذیری برای صفات مدت

و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. در مرحله شخم زدن کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به ترتیب به میزان ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار و در مرحله داشت کود سرک نیتروژن در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن و در هر مرحله به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. برای اندازه‌گیری صفات در ابتدا از هر کرت ۵ بوته به صورت تصادف انتخاب و شماره‌گذاری شدند و همه صفات بر روی همان بوته‌ها در طول دوره اجرای آزمایش اندازه‌گیری شدند. صفات مدت زمان سبز شدن، مدت زمان پنجه زدن و مدت زمان خوشه رفتن در هنگام ۵۰٪ بروز این صفات در هر کرت اندازه‌گیری شدند. صفات طول برگ پرچم (غلاف تا نوک برگ پرچم)، عرض برگ پرچم (پهن‌ترین قسمت) طول خوشه (بدون احتساب ریشک) و ارتفاع بوته (طوقه تا انتهای خوشه) و بر حسب سانتی متر اندازه‌گیری شدند. همچنین برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ پرچم از دستگاه کلروفیل‌متر مدل استفاده گردید. برای تجزیه آماری داده‌ها از میانگین ۵ نمونه استفاده شد. برای محاسبه وراثت‌پذیری عمومی از فرمول (۱) استفاده شد (۳).

فرمول (۱): ——— =

و به ترتیب واریانس ژنتیکی و فنوتیپی

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های گندم پاییزه مورد مطالعه

شماره	رقم	شماره	رقم	شماره	لاین	شماره	لاین
۱	گاسپارد	۱۱	کرج ۲	۲۰	۲۸		
۲	شهریار	۱۲	الوند	۲۱	۲۹		
۳	بزوستایا	۱۳	دیهم	۲۲	۳۰		
۴	عدل	۱۴	بیستون	۲۳	۳۱		
۵	نوید	۱۵	سبلان	۲۴	۳۲		
۶		۱۶	شاهپسند	۲۵	۳۳		
۷	کرج ۱	۱۷	زرین	۲۶	۳۴		
۸	سرداری	۱۸	کرج ۳	۲۷	۳۵		
۹	توس	۱۹	امید		۳۶		
۱۰	الموت						

معنی‌داری وجود دارد (۱۲، ۳۱ و ۳۳). برخلاف این آزمایش خالق و همکاران (۲۰۰۴)، کاشف و خالق (۲۰۰۴) و گل‌آبادی و ارزانی (۱۳۸۲) به ترتیب همبستگی غیر معنی‌دار و معنی‌دار منفی بین طول خوشه و وزن هزار دانه گزارش کردند. قبلاً گزارش شده بود که بین زمان خوشه رفتن و وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد ولی در این آزمایش این دو صفت تقریباً مستقل هستند (۳۲). بین تعداد ساقه و تعداد ساقه بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که قبلاً نیز این رابطه توسط محمدی و همکاران (۱۳۸۱) مثبت و معنی‌دار گزارش شده بود. اما همین محققین همبستگی منفی بین تعداد ساقه بارور و طول خوشه گزارش کرده بودند به طوری که در این آزمایش این رابطه تقریباً صفر بود. قبلاً نتیجه مشابه با این آزمایش در مورد همبستگی بین تعداد ساقه و وزن هزار دانه و نتیجه مخالف در مورد همبستگی بین تعداد ساقه و طول خوشه گزارش شده بود (۲۳). مشابه نتایج این آزمایش، کهریزی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کرده‌اند که رابطه مثبتی بین طول برگ پرچم و طول خوشه وجود دارد. همچنین برخلاف نتایج این آزمایش شهید و همکاران (۲۰۰۵) همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین طول خوشه و محتوای کلروفیل گزارش نموده‌اند. تغییرات زیادی بین مقادیر ضرایب همبستگی ناقص و همبستگی ساده بین وزن هزار دانه با سایر صفات وجود داشت و در برخی موارد با تغییر علامت همراه بود. علت این امر آن است که صفات می‌توانند از طریق صفات دیگر نیز بر همدیگر تأثیرگذار باشند و چون در محاسبه همبستگی ساده دو صفت از اثرات غیر مستقیم روابط بین صفات چشم پوشی می‌شود، درک صحیحی از رابطه بین دو متغیر به دست نمی‌دهد بنابراین برای نتیجه‌گیری بهتر است از همبستگی ناقص استفاده گردد.

برای تعیین صفاتی که به طور موثر تغییرات وزن هزار دانه را کنترل می‌کنند تجزیه رگرسیون چندگانه و به روش گام به گام انجام شد که این روش گزینش صفات برای تجزیه ضرایب علیت قبلاً توسط گل پرور (۲۰۰۲) در گندم

زمان سبز شدن (۰/۲۸) و طول برگ پرچم (۰/۳۸) مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر زیاد عوامل محیطی و کنترل این صفات توسط تعداد زیادی ژن است (جدول ۲). درحالی که در مطالعه دیگر بر روی گندم ارتفاع گیاه بیشترین (۰/۹۲) و تعداد ساقه بارور در هر گیاه کمترین (۰/۴۰) وراثت‌پذیری عمومی بالایی را نشان داده است (۲۱). مقدار وراثت‌پذیری طول خوشه برابر با ۰/۸۶ بود که کاشف و خالق (۲۰۰۴) مقدار وراثت‌پذیری را برای این صفت برابر ۰/۸۷ برآورد کردند که با نتایج این مطالعه کاملاً تطابق دارد همچنین هیانگ و همکارانش (۱۹۸۹) وراثت‌پذیری بالایی برای طول خوشه برآورد کردند ولی برخلاف نتایج این مطالعه نابی و همکاران (۱۹۹۸) و جدینسکی (۲۰۰۱) مقدار وراثت‌پذیری طول خوشه را خیلی پایین برآورد نمودند. میزان وراثت‌پذیری تعداد ساقه بارور در این آزمایش متوسط بود درحالی که در آزمایش‌های پال و گرگ (۱۹۹۲) و محمود و شهید (۱۹۹۳) وراثت‌پذیری بالایی برای تعداد ساقه بارور گزارش شده است. میزان وراثت‌پذیری برای وزن هزار دانه در این آزمایش ۰/۷۲ بود در حالی که نتایج حاصل از آزمایش حیدری و همکاران (۱۳۸۶) این مقدار برابر ۰/۹۳ برآورد شد. علت تفاوت در نتایج می‌تواند به دلیل اختلاف جوامع مورد مطالعه از لحاظ ساختار ژنتیکی و فراوانی آلل‌ها باشد و به همین دلیل است که در مطالعات اصلاحی ژنوتیپ به عنوان یک فاکتور ثابت در نظر گرفته می‌شود. میزان وراثت‌پذیری برای صفت کلروفیل برگ پرچم در طی مراحل تکامل دانه روند صعودی نشان داد که می‌تواند به دلیل پایدار شدن شرایط محیطی و کاهش اثر واریانس محیطی از جزء واریانس بین فردی باشد (۹).

نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که وزن هزار دانه با صفات مدت زمان سبز شدن و عرض برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات ارتفاع در زمان خوشه رفتن و ارتفاع همبستگی منفی و معنی‌دار دارد (جدول ۳). نتایج برخی مطالعات پیشین نیز نشان داده بود که در گندم بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، تعداد ساقه بارور، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه همبستگی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	میانگین مربعات															
	درجه آزادی	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	وزن هزار دانه	طول خوشه	فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه	ارتفاع بوته	تعداد ساقه بارور	تعداد کل ساقه	مدت زمان پنبه زدن	مدت زمان سبز شدن	مدت زمان خوشه رفتن	ارتفاع در زمان خوشه رفتن	کلروفیل برگ پرچم در مرحله شیری شدن دانه	کلروفیل برگ پرچم در مرحله خمیری شدن دانه	کلروفیل برگ پرچم در مرحله سفت شدن دانه
تکرار	۲	۰/۳	۲/۳۷	۱/۳	۲/۱۹	۱/۲۹	۱/۱۴	۶/۰۸	۲/۸۷	۰/۱۷	۲۵/۵	۰/۳۲	۴/۴۰	۰/۳۸	۱/۲۶	۱/۲۵
ژنوتیپ	۳۵	۱/۶۳	۱۰/۱	۳/۶	۷	۸/۵	۵	۲/۱	۲/۲	۲/۱	۱/۴	۰/۷۲	۵/۷	۱/۸	۲/۷	۲/۸
خطای آزمایشی	۷۰	۳/۳	۰/۰۰۸	۲۷/۵	۰/۴	۴/۲	۳۰/۹	۰/۰۴۷	۰/۲۹	۴/۴۳	۵/۱۹	۱/۶۸	۲۴/۶	۶/۴۲	۴۰/۳	۷۶/۶۸
ضریب تغییرات ()	۱۰/۵	۶/۴	۱۴	۷	۳۱/۱	۷	۱۹/۶	۲	۲۷/۵	۱۰/۵	۲/۴	۸/۷	۲۳/۲	۱۶/۶	۱۹	
وراثت‌پذیری	۰/۳۸	۰/۹۱	۰/۷۲	۰/۸۶	۰/۱۸۸	۰/۱۸۰	۰/۱۵۳	۰/۱۵۶	۰/۱۵۱	۰/۲۸	۰/۳۹	۰/۱۷۳	۰/۴۴	۰/۶۳	۰/۶۵	
میانگین	۱۷/۲۷	۱/۴۵	۳۸/۱۳	۹/۴۷	۶/۶۴	۷۵/۷	۱/۱۱	۲/۰۳	۱۰/۷	۲۱/۵	۱۶۷	۵۷/۱۵	۳۴/۲۴	۳۹/۲۱	۳۵/۷۳	

، و به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات و ضرایب همبستگی ناقص بین وزن هزار دانه و سایر صفات

صفات	همبستگی ناقص وزن هزار دانه با سایر صفات	وزن هزار دانه (۱)	طول برگ پرچم (۲)	عرض برگ پرچم (۳)	طول خوشه (۴)	فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه (۵)	ارتفاع بوته (۶)	تعداد ساقه بارور (۷)	تعداد کل ساقه (۸)	مدت زمان پنبه زدن (روز) (۹)	مدت زمان سبز شدن (روز) (۱۰)	مدت زمان خوشه رفتن (روز) (۱۱)	ارتفاع در زمان خوشه رفتن (۱۲)	کلروفیل برگ پرچم در مرحله سفت شدن دانه (۱۴)	کلروفیل برگ پرچم در مرحله خمیری شدن دانه (۱۵)
۱۵	-۰/۰۹	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۰۷	-۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۱۱	-۰/۱۲	۰/۱۶	-۰/۳۳*	-۰/۲۴	-۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۳۷*	۱
۱۴	-۰/۱۶	-۰/۱۳	-۰/۱۴	۰/۰۵	-۰/۲۷	-۰/۱	-۰/۱۸	-۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۷	-۰/۰۳	۰/۵*	
۱۳	۰/۰۳	۰/۲۶	-۰/۱۵	۰/۲۴	-۰/۰۹	۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۰۶	۰/۳۱	-۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۱۲	-۰/۲۷		
۱۲	-۰/۳۶	-۰/۵۷**	۰/۰۴	-۰/۱	۰/۲	-۰/۴۱**	۰/۵۳**	-۰/۰۳	-۰/۱۴	-۰/۱۶	-۰/۴۲**	۰/۰۵			
۱۱	۰/۲۱	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۳	-۰/۳۶*	-۰/۳۶*	-۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۵	-۰/۰۷				
۱۰	۰/۰۴	۰/۴۱**	-۰/۱۹	۰/۳۶*	-۰/۰۷	۰/۰۶	-۰/۳۵*	-۰/۲۱	-۰/۲۲	۰/۴**					
۹	-۰/۲۴	۰/۰۶	-۰/۲۱	۰/۲	-۰/۳۲	-۰/۱۵	-۰/۴۳**	-۰/۲۴	-۰/۲۸						
۸	-۰/۱۰	-۰/۱۵	۰/۱۱	-۰/۵۲**	-۰/۱	۰/۲	۰/۱۱	۰/۶۳**							
۷	۰/۲۸	-۰/۲۱	۰/۱۱	-۰/۷۲**	-۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۲۱								
۶	-۰/۱۳	-۰/۴۷**	۰/۲۹	-۰/۴۵**	۰/۲۳	۰/۴۱**									
۵	۰/۲۶	۰/۰۳	۰/۲۸	-۰/۳۱	-۰/۱۴										
۴	۰/۵۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۱۸											
۳	۰/۴۶	۰/۵۲**	-۰/۰۸												
۲	-۰/۵۵	-۰/۲۱													

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

منفی (۰/۱۳- و ۰/۳۷-) بود. اثر کل این صفت بر روی وزن هزار دانه قوی و منفی (۰/۵۷-) بود (جدول ۴). با توجه به نتایج به دست آمده توصیه می‌شود که از عرض برگ برای انتخاب صفت عملکرد استفاده شود. در مطالعه‌ای معلوم شد که صفات ارتفاع گیاه و وزن دانه در خوشه اثر مستقیم و مثبت و زمان خوشه رفتن اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دارند و این صفات ممکن است در انتخاب ژنوتیپ‌ها برای بهبود عملکرد مفید باشند (۱۱). در مطالعه‌ای دیگر نتایج حاصل از تجزیه ضرایب نشان داد که در ارقام پابلند و متوسط بهبود صفات عملکرد بوته و تعداد خوشه در هر گیاه مهمتر از عملکرد در هر خوشه و وزن هزار دانه است ولی در ارقام پاکوتاه صفات وزن دانه در هر گیاه و وزن هزار دانه مهمتر می‌باشند (۱۸).

برای درک بیشتر ساختار داده‌ها از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. مقدار^۱ برابر ۰/۵ محاسبه گردید و نیز آماره χ^2 (برابر ۲۶۲/۶۶) در آزمون اسفیریسیتی بارتلت و با درجه آزادی ۱۰۵ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که هر دو نشان دهنده مطلوب بودن تجزیه به عامل‌ها است. با توجه به معیار مقدار ویژه بیشتر از یک و این که تعداد فاکتورها کمتر از ۲/۱+ (تعداد صفات) باشد (۳۷)، تعداد ۶ عامل انتخاب شد که در مجموع ۸۱/۱۲ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. لذا با وجود این که در اکثر موارد ضریب عامل‌ها کمتر از ۰/۵ است ولی با توجه به موارد فوق‌الذکر نتایج به دست آمده قابل استناد خواهد بود. در توافق با نتایج این آزمایش در مطالعه‌ای بر روی صفات مرتبط با عملکرد دانه گندم مشخص شد که پنج مولفه اول ۸۰/۴ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند (۱). فراهانی و ارزانی (۱۳۸۷) نیز نتایج تقریباً مشابهی در تجزیه به عامل‌ها با استفاده از ۱۳ صفت بر روی ارقام گندم به دست آوردند به طوری که چهار عامل اول ۷۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌نمود ولی زکی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود بر روی ۷۰ لاین گندم پس از تجزیه به عامل‌ها مشاهده نمود که سه عامل اول ۹۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند و نتایج مشابه با آزمایش

استفاده شده بود و صفات عملکرد دانه خوشه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت گیاه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه وارد مدل رگرسیونی شدند. با توجه به مقادیر عامل تورم واریانس که تقریباً برابر یک است، مدل رگرسیونی دارای مشکل هم خطی چندگانه نیست. پس از تجزیه رگرسیون چندگانه صفات ارتفاع در زمان خوشه رفتن، عرض برگ پرچم، طول خوشه و طول برگ پرچم وارد مدل شدند و به ترتیب ۳۲/۴، ۲۳/۳، ۹/۹ و ۷/۶ درصد و در مجموع ۷۳/۳ درصد از تغییرات مدل را توجیه نمودند.

در نهایت برای درک بهتر رابطه بین وزن هزار دانه و صفات گزینش شده توسط مدل رگرسیونی به روش گام به گام، تجزیه علیت انجام شد. اثر مستقیم طول برگ پرچم متوسط و منفی (۰/۲۹۶-) و اثر غیر مستقیم این صفت از طریق عرض برگ پرچم منفی و اندک (۰/۳۱-) بود. اثر غیر مستقیم از طریق طول خوشه برعکس اثر عرض برگ پرچم بود. همچنین این صفت از طریق ارتفاع در زمان خوشه رفتن تاثیر اندک و منفی (۰/۲۶-) بر روی وزن هزار دانه داشت. اثر کل طول برگ پرچم متوسط و منفی (۰/۲۱۵-) بود (جدول ۴). اثر مستقیم عرض برگ پرچم بر روی وزن هزار دانه اندک و مثبت (۰/۲۳) بود و اثر غیرمستقیم این صفت از طریق طول برگ پرچم مثبت و قوی (۰/۳۷۵) و از طریق طول خوشه و ارتفاع در زمان خوشه رفتن اندک و مثبت (۰/۰۷۷ و ۰/۰۵۹) بود. همچنین اثر کل این صفت قوی و مثبت (۰/۵۳۶) بود. اثر مستقیم طول خوشه اندک و مثبت (۰/۰۶۶) بود و اثر غیرمستقیم طول خوشه از طریق طول برگ پرچم قوی و مثبت (۰/۴۳۳)، از طریق عرض برگ پرچم اندک و منفی (۰/۰۹۴-)، از طریق ارتفاع در زمان خوشه رفتن متوسط و منفی (۰/۱۲۵-) بود. اثر کل این صفت بر روی وزن هزار دانه متوسط (۰/۲۸۲) و مثبت بود. اثر مستقیم صفت ارتفاع در زمان خوشه رفتن اندک و مثبت (۰/۰۸۸) بود و اثر غیر مستقیم آن از طریق طول برگ پرچم قوی (۰/۶۰۹-) و منفی، از طریق عرض برگ پرچم و طول خوشه اندک و

عنوان عامل موثر در طول دوره رسیدگی در نظر گرفت به‌طوری که یکی از شاخص‌های زودرسی زمان خوشه رفتن می‌باشد و طولانی بودن این دوره زمانی دلیل دیررسی ژنوتیپ‌ها خواهد بود با این وجود با توجه به جدول ۳ در ژنوتیپ‌های که دیرتر به خوشه می‌روند فاصله بین غلاف برگ پرچم تا خوشه نسبت به ژنوتیپ‌های که زودتر به خوشه می‌روند کمتر است. عامل پنجم ۱۰/۱۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. این عامل شامل وزن هزار دانه (۰/۳۱۲) و طول خوشه (۰/۴۷۶) با ضریب مثبت و صفت مدت زمان پنجه زدن با ضریب منفی (۰/۳۸۶) است. با توجه به این که وزن هزار دانه و طول خوشه از اجزای مهم برای عملکرد می‌باشند می‌توان این عامل را مانند عامل اول به عنوان عامل موثر در عملکرد مطرح نمود. چون هر چه طول دوره پنجه زنی زیاد باشد از طول مراحل زایشی رشد گیاه کاهش می‌یابد و در نهایت تاثیر منفی بر عملکرد گیاه می‌گذارد. عامل ششم ۷/۵۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند و مانند عامل چهارم شامل صفات فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه (۰/۳۸) و مدت زمان خوشه رفتن (۰/۳۰۲) بعلاوه صفت طول برگ پرچم (۰/۶۹۴) با ضریب مثبت است. این عامل را می‌توان زمان رسیدگی و مشخصات برگ پرچم نام‌گذاری نمود. فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه و مدت زمان خوشه رفتن با صفت طول برگ پرچم همبستگی مثبتی داشتند (جدول ۳) و می‌توان دریافت که هر چه گیاه زمان و انرژی زیادی برای گسترش برگ پرچم صرف می‌کند از طول دوره پس از خوشه دهی کاهش می‌یابد. با افزایش طول برگ پرچم سطح برگ پرچم نیز افزایش می‌یابد و گیاه کارخانه بزرگ‌تری برای فتوسنتز دارد ولی باید توجه کرد که هرچه طول برگ پرچم زیاد می‌شود برگ حالت افتاده به خود می‌گیرد و میزان انرژی خورشیدی جذب شده کاهش خواهد یافت (۳۴).

ایشان توسط گوپتا و همکاران (۱۹۹۹) و محمدی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نیز شده است.

عامل اول که ۲۳/۴۴ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند شامل صفت وزن هزار دانه با ضریب مثبت (۰/۳۳۱) و صفت ارتفاع در زمان خوشه رفتن دارای ضریب منفی (۰/۳۸۳-) بوده است (جدول ۵). این صفات را می‌توان به عنوان عامل موثر در عملکرد در نظر گرفت به طوری که وزن هزار دانه از اجزای مهم عملکرد می‌باشد و با توجه به آبی بودن ژنوتیپ‌ها تاثیر منفی ارتفاع بوته در زمان خوشه رفتن بر روی عامل عملکرد منطقی است. نتایج تحقیق سالم و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان داد که بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه در گندم رابطه منفی وجود. عامل دوم که ۱۵/۱۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد شامل تعداد ساقه بارور (۰/۴۱۶) و تعداد کل ساقه (۰/۳۸۸) با ضرایب مثبت است. این صفات را نیز می‌توان به عنوان عامل اجزای عملکرد در نظر گرفت. به طوری که در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اکثر ساقه‌ها بارور بودند بنابراین تعداد کل ساقه مانند تعداد ساقه بارور دارای ضریب مثبت بود (جدول ۴). عامل سوم که ۱۲/۸۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نموده است شامل صفات کلروفیل برگ پرچم در مرحله شیری بودن دانه (۰/۳۸۳)، کلروفیل برگ پرچم در مرحله خمیری شدن دانه (۰/۳۳۱) و کلروفیل برگ پرچم در مرحله سفت شدن دانه (۰/۴۱۴) است. این صفات را می‌توان به عنوان عامل فتوسنتز در نظر گرفت. ثابت شده است که میزان کلروفیل تاثیر مثبتی بر روی میزان فتوسنتز دارد (۳۵) که نتایج تحقیق حاضر نیز آن را تایید می‌کند. عامل چهارم ۱۱/۹۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند و شامل صفات مدت زمان خوشه رفتن با ضریب مثبت (۰/۵۰۷) و فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه با ضریب منفی (۰/۳۸-) است. این عامل را می‌توان به

جدول ۴- ضرایب علیت بر اساس ضرایب همبستگی ساده

صفات	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	طول خوشه	ارتفاع در زمان خوشه رفتن	اثر کل
طول برگ پرچم	-۰/۲۹۶	-۰/۰۳۱	۰/۱۳۷	-۰/۰۲۶	-۰/۲۱۵
عرض برگ پرچم	۰/۳۷۵	۰/۰۲۳	۰/۰۷۷	۰/۰۵۹	۰/۵۳۶
طول خوشه	۰/۴۳۳	-۰/۰۹۴	۰/۰۶۶	-۰/۱۲۵	۰/۲۸۲
ارتفاع در زمان خوشه رفتن	-۰/۰۶۰۹	-۰/۰۱۳	-۰/۰۳۷	۰/۰۸۸	-۰/۵۷

اثر باقیمانده برابر ۰/۵۱۵ است.

اعداد روی قطر جدول اثرات مستقیم و خارج از قطر اثرات غیر مستقیم صفات بر روی وزن هزار دانه هستند

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
طول برگ پرچم	-۰/۰۰۵	-۰/۰۵۸	-۰/۰۱۸	۰/۱۱۶	۰/۰۱۸	۰/۶۹۴
عرض برگ پرچم	۰/۰۶۸	-۰/۲۸۹	۰/۰۸۴	۰/۰۹۹	۰/۱۳۷	۰/۰۴۷
وزن هزار دانه	۰/۳۳۱	۰/۰۱	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۳۱۲	-۰/۱۲۵
وزن* هزار دانه	۰/۸۰۱	-۰/۲۰۶	۰/۰۳۲	۰/۰۸	۰/۴۱۵	-۰/۱۶۸
طول خوشه	۰/۰۲۷	-۰/۰۴۷	-۰/۰۵۵	۰/۰۸۹	۰/۴۷۶	۰/۰۶۶
فاصله غلاف برگ پرچم تا خوشه	۰/۱۵۹	-۰/۰۳۱	۰/۰۶۴	-۰/۳۸	-۰/۱۳۶	۰/۳۸
ارتفاع بوته	-۰/۱۹۴	-۰/۰۶۹	۰/۰۰۹	-۰/۲۶۵	۰/۰۴۷	۰/۱۴۲
تعداد ساقه بارور	۰/۰۵۴	۰/۴۱۶	-۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۵۱	-۰/۱۱۵
تعداد کل ساقه	۰/۰۹۲	۰/۳۸۸	۰/۰۹۴	۰/۱۱۳	۰/۰۵۸	۰/۰۰۹
مدت زمان پنجه زدن	۰/۰۳۴	-۰/۰۹۳	-۰/۱۲۹	۰/۱۲۱	-۰/۳۸۶	۰/۰۹۶
مدت زمان سبز شدن	۰/۲۲۷	-۰/۰۹۱	-۰/۰۶۱	-۰/۰۸۶	-۰/۱۳۱	۰/۰۲۴
مدت زمان خوشه رفتن	-۰/۰۱۸	۰/۰۶۵	۰/۰۴۳	۰/۰۵۷	-۰/۰۳۴	۰/۳۰۲
ارتفاع در زمان خوشه رفتن	-۰/۳۸۳	-۰/۱۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۸۳	۰/۰۵۶	-۰/۱۱۷
کلروفیل برگ پرچم در مرحله شیری بودن دانه	۰/۱۰۷	۰/۰۴۷	۰/۳۸۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۶	۰/۰۱۶
کلروفیل برگ پرچم در مرحله خمیری شدن دانه	-۰/۰۹۳	-۰/۰۵۴	۰/۳۳۱	۰/۰۶۹	-۰/۲۴	۰/۰۴۸
کلروفیل برگ پرچم در مرحله سفت شدن دانه	-۰/۰۹۷	-۰/۰۵۸	۰/۴۱۴	-۰/۰۸۹	۰/۰۹۸	-۰/۰۳۷

*ردیف مربوط به همبستگی متغیر وزن هزار دانه با عامل‌ها

زیر ضرایب صفات موثر در هر یک از عامل‌ها خط کشیده شده است

نتیجه‌گیری کلی

می‌توان از عرض برگ پرچم به عنوان شاخص غیر مستقیم انتخاب برای عملکرد استفاده نمود. همچنین چون صفات عرض برگ پرچم، ارتفاع در زمان خوشه رفتن دارای همبستگی معنی‌داری با وزن هزار دانه بوده‌اند و به همراه صفات طول خوشه و طول برگ پرچم به طور معنی‌داری تغییرات وزن هزار دانه را توجیه می‌کنند، از آنها می‌توان به عنوان شاخص‌های انتخاب برای وزن هزار دانه در جامعه مورد مطالعه استفاده کرد. در تحلیل عامل‌ها به طور کلی سه عامل شناسایی شد که شامل عامل موثر در عملکرد،

با توجه به این که در بین ارقام مورد مطالعه به جز دو صفت از لحاظ همه صفات تفاوت معنی‌داری وجود داشت بنابراین جامعه گیاهی انتخاب شده تنوع مطلوبی را دارا می‌باشد و می‌تواند به عنوان جامعه پایه برای اهداف اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. چون صفت عرض برگ پرچم دارای وراثت‌پذیری عمومی بالایی بوده و دارای همبستگی معنی‌داری با وزن هزار دانه بود و همچنین اثر کل مثبت و بالایی بر روی وزن هزار دانه داشت، لذا

و با افزایش فتوستتز عملکرد افزایش خواهد یافت. بنابراین اگر طول دوره رسیدگی تحت شرایط نامساعد محیطی به عامل مضر تبدیل نشود نتیجه این سه عامل به دست آوردن عملکرد مطلوب خواهد بود.

فتوستتز و طول دوره رسیدگی می‌شوند. با عمیق‌تر شدن در این سه عامل می‌توان دریافت که رابطه مستقیمی بین آنها برقرار است به طوری که با افزایش طول دوره رسیدگی گیاه مدت زمان بیشتری برای فتوستتز کردن در اختیار دارد

منابع فارسی

۱- حیدری، ب.، ق. ا. سعیدی، و ب. ا. س. طباطبایی، ۱۳۸۶. تجزیه به عامل‌ها برای صفات کمی و بررسی ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴۲.

۲- زکی زاده، م.، م. اسماعیل زاده و د. کهریزی، ۱۳۸۹. بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مختلف و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum*) سنبله بلند با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۲ شماره ۱.

۳- فارسی، م. و آ. باقری، ۱۳۸۵. اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴- فراهانی، ا. و ا. ارزانی، ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با تجزیه و تحلیل آماری چندمتغیره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۱ شماره ۴.

۵- فرشادفر، ی. ۱۳۸۴. اصول و مبانی آمار چند متغیره (ویرایش دوم). انتشارات طاق بستان کرمانشاه.

۶- گل آبادی، م. و ا. ارزانی، ۱۳۸۲. بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه عامل‌ها برای ویژگی‌های زراعی در گندم دوروم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. جلد ۷ شماره ۱.

۷- محمدی، م.، م. ر. قنادها، و ع. طالعی، ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های گندم نان ایران با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. نهال و بذر. جلد ۱۸ شماره ۳.

۸- مقدم، م.، س. آ. محمدی، و م. آقایی سررزه، مقدمه‌ای بر روش‌های آماری چند متغیره (ویرایش سوم) (ترجمه). ۱۳۸۸، انتشارات پریور تبریز.

۹- ولیزاده، م. و م. مقدم، مقدمه‌ای بر ژنتیک کمی (ترجمه). ۱۳۸۶، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

منابع لاتین

Triticum aestivum

Vigna radiate

triticum

aestivum

Triticum turgidum

Triticum aestivum

Triticum aestivum

Cicer arietinum

Capsicum annuum

aestivum

Triticum

Hordeum vulgare

**Study of heritability, path and factor analysis
in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes**

Abstract

≤

Keywords: *Triticum aestivum*