مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٦
صفحات ۹۹-۸۷

بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم نان با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

Evaluation of relationship between grain yield and yield components in bread wheat cultivars using multivariate statistical methods

حسین‌علی فلاحی[۱]، عاطفه کاویانی چراتی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی روابط بین عملکرد و اجزای آن در گندم نان، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی ۱۰ ژنوتیپ گندم نان (مروارید، N-87-4، N-87-9، N-86-6، N-86-8، N-80-19، N-86-5، N-85-5، کوهدشت و لاین ۱۷) اجرا شد. در این آزمایش ۷ صفت مورفولوژیک اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها برای همه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های N-85-5 و لاین ۱۷ به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. از میان تمامی صفات مورد آزمایش تعداد سنبله بارور بالاترین میزان همبستگی (۰/۹۹۹) را با عملکرد دانه داشت. با استفاده از رگرسیون گام به گام صفت تعداد سنبله بارور به‌عنوان صفت تأثیرگذار وارد مدل شد که ۹۹/۸ ٪ از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد. در ادامه برای یافتن روابط علّی صفات، تجزیه علیت برای عملکرد دانه انجام شد که تنها اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به صفت تعداد سنبله بارور بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش وارد نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو گروه طبقه‌بندی شدند و گروه دوم از نظر میانگین عملکرد دانه بیش‌ترین مقدار (٤۳۹۷/٦٦ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت ژنوتیپ N-85-5 دارای بالاترین عملکرد دانه بود و صفت تعداد سنبله بارور به‌عنوان صفت مؤثر بر افزایش عملکرد دانه شناسایی شد.**

کلمات کلیدی: عملکرد گندم، تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام و همبستگی صفات

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس، ایران
*- مکاتبه کننده E- mail: Atefe_kaviani@yahoo.com

مقدمه

در میان غلات گندم از مهم‌ترین گیاهان زراعی بوده که رشد فزاینده جمعیت نیز بر ضرورت افزایش تولید آن افزوده است و از این لحاظ این گیاه دارای ارزش راهبردی ویژه در دنیا می‌باشد (آنت و همکاران، ۱۳۹۲). گندم (*Triticum aestivum* L.) در سراسر جهان به‌عنوان حیاتی‌ترین محصول کشاورزی مطرح می‌باشد. اگرچه به‌دلیل تفاوت‌های فرهنگی و اقتصادی میزان استفاده از گندم در کشورهای مختلف متفاوت است اما به هر حال اصل استفاده از گندم به‌عنوان یک ماده اصلی غذایی در تمام جهان برقرار است (پورجهرمی، ۱۳۸۶). فیزیولوژیست‌های گیاهی معتقدند که برای بازدهی بیش‌تر در اصلاح ارقام سازگار و برتر باید شاخص‌هایی را که در پایداری و بهبود عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف مؤثرند، شناخت و از آن‌ها به‌عنوان معیارهای انتخاب برای دستیابی به عملکرد دانه استفاده کرد. از طرف دیگر بررسی شاخص‌های رشدی و شناخت مبانی مورفولوژیکی- فیزیولوژیکی اختلاف عملکرد دانه و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و ارتباط آن‌ها با یکدیگر در گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا با توجه به اهمیت شناخت چگونگی شکل‌گیری عملکرد و لزوم شناسایی محدودیت‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سهیم در عملکرد ارقام می‌بایست، در یک محیط و اقلیم خاص مورد مطالعه قرار گیرد (کمیلی و همکاران، ۱۳۸۵ ;Ladent, 2003). عملکرد دانه صفتی پیچیده است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. بهبود این صفت می‌تواند بر اساس گزینش غیرمستقیم برای اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مرتبط با آن در نسل‌های در حال تفرق انجام گیرد (Chandra *et al.*, 2004). صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و توارث‌پذیری نسبتاً بالایی دارند، پس انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (Yap and Harvey, 1972). کنترل بهتر اثرات محیط در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود عملکرد می‌تواند از طریق انتخاب غیرمستقیم برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر به تغییرات محیط حساس باشند، صورت گیرد (Dawari, 1991). تعیین همبستگی بین صفات مختلف به‌ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط علت معلولی آن‌ها، به‌نژادگران را قادر می‌سازد که مناسب‌ترین ترکیب اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌شود، انتخاب نمایند (سرمدنیا، ۱۳۸۵؛ کوچکی، ۱۳۸۰). با کمک رگرسیون گام به گام می‌توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم اثر را در مدل رگرسیون بر روی عملکرد را حذف نمود و تنها صفاتی را که درصد قابل توجهی از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد (فیاض و طالبی، ۱۳۹۲). در روش تجزیه علیت نیز ضرایب همبستگی بین صفات مستقل به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را بر روی صفت وابسته اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌شود (فرشادفر، ۱۳۸۴). تجزیه کلاستر می‌تواند برای شناسایی صفات براساس تشابه و عدم تشابه به گروه‌ها و زیرگروه‌ها طبقه‌بندی شوند، استفاده می‌گردد. این تکنیک برای انتخاب در برنامه‌های اصلاح نباتات مفید است (El-Deeb, 1999). بسیاری از گزارش‌ها حاکی از آن است که محصول دانه وقتی به حداکثر می‌رسد که تعداد سنبله در واحد سطح به تعداد معینی برسد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). آگویلار و هانت (Aguliar and hunt, 1991) در رابطه با تعداد سنبله بارور در متر مربع گزارش کردند که این صفت یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد و هر عاملی که باعث افزایش آن شود (مثل تراکم) میزان عملکرد نهایی دانه را خواهد افزود.

جعفری حقیقی (۱۳۸۸) در پژوهشی که به‌منظور تعیین رابطه بین عملکرد و اجزاء آن در تراکم‌های مختلف گندم نان انجام دادند مشاهده کردند که همبستگی ساده اجزاء به غیر از وزن هزار دانه با عملکرد دانه مثبت بود که در این میان تعداد سنبله در متر مربع بالاترین میزان همبستگی ساده را با عملکرد داشت.

اقدم و همکاران (۱۳۹۰) تحقیقی که به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در ۱۸۰ لاین نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار انجام دادند بیان نمودند که در تجزیه علیت صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع با اثر مستقیم مثبت روی عملکرد دانه حدود ۹۳/۲ ٪ تغییرات این صفت را تبیین کردند.

عظیمی و همکاران (۱۳۹۱) به‌منظور ارزیابی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم نان بهاره، بر اساس عملکرد دانه و خصوصیات مهم زراعی،۵۰ ژنوتیپ گندم نان را مورد بررسی قرار دادند. در شرایط تنش خشکی محاسبه ضرایب همبستگی ساده بیانگر این بود که بیش‌ترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه مربوط به صفت عملکرد بیولوژیک و در آزمایش بدون تنش مربوط به صفت تعداد سنبله در متر مربع بوده است.

این پژوهش با هدف بررسی روابط بین صفات و شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و تعیین نقش و میزان نسبی هر یک از آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره و همچنین معرفی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد آزمایشی با استفاده از ۱۰ ژنوتیپ گندم نان شامل: مروارید، N-87-4، N-87-9، N-86-6، N-86-8، N-80-19، N-86-5، N-85-5، کوهدشت و لاین ۱۷ در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در سه کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد و در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. متوسط بارندگی ده ساله در ایستگاه گنبد کاووس ۴۵۳ میلی‌متر بوده و اکثر نزولات جوی به‌صورت باران و در فصول زمستان و بهار صورت می‌گیرد. آب و هوای منطقه بر اساس نقشه اقلیم حیاتی مدیترانه جزء منطقه آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک است. ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش هر کرت شامل ۶ ردیف کشت ۶ متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت از زمین مورد نظر نمونه‌گیری خاک صورت گرفته و مصرف کود بر اساس تجزیه خاک در توصیه‌های لازم انجام شد. صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری و یاداشت‌برداری شدند. تجزیه‌های آماری انجام شده بر روی داده‌های حاصل از آزمایش عبارت از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بود همچنین برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و با استفاده از فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله انجام گرفت. برای آنالیز داده‌ها به‌منظور به‌دست آوردن تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ و برای بررسی رگرسیون، همبستگی و تجزیه کلاستر بین صفات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شده است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ‌های مختلف در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند که نشان‌دهنده تنوع کافی در مواد مورد استفاده می‌باشد. همچنین از میان صفات مورد ارزیابی بالاترین ضریب تغییرات مربوط به صفت عملکرد بیولوژیک (۵/۲۸) و کم‌ترین ضریب تغییرات مربوط به صفت ارتفاع بوته (۱/۴۰) بود. نواب‌پور و کاظمی (۱۳۹۲) در تحقیقی نشان دادند بین ارقام از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در بوته و وزن سنبله در بوته تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

مقایسه میانگین

مقایسه میانگین بین صفات (جدول ۲) نشان داد که بیش‌ترین مقدار طول سنبله مربوط به ژنوتیپ N-87-4 (۹/۸۹) و کم‌ترین آن مربوط به ژنوتیپ N-85-5 (۷/۰۵) بود. برای صفت ارتفاع بوته بیش‌ترین مقدار (۸۸/۲۲) مربوط به ژنوتیپ مروارید و کم‌ترین مقدار (۷۳/۳۴) مربوط به ژنوتیپ N-87-4 بود. بالاترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ N-86-5 (۴۵/۷۰) و پایین‌ترین آن مربوط به ژنوتیپ N-80-19 (۳۵/۶۳) به‌دست آمد. بیش‌ترین مقدار تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ N-86-6 (۴۴/۵۵) و کم‌ترین آن در ژنوتیپ N-86-5 (۳۴/۵۵) مشاهده شد. برای صفت تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه بیش‌ترین مقدار به ترتیب (۵۳۱) و (۵۵۱۰) به ژنوتیپ N-85-5 و کم‌ترین مقدار (۲۷۱/۴۴) و (۳۰۵۵) به ژنوتیپ لاین ۱۷ تعلق داشت. در نهایت بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک را ژنوتیپ مروارید (۱۳۴۱۶/۴) و کم‌ترین مقدار را ژنوتیپ لاین ۱۷ (۹۳۶۶/۶) دارا بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات زراعی گندم

Table 1- Analysis of variance results for wheat agronomic traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (Mean Squares)						
		طول سنبله Spike length	ارتفاع بوته Plant hight	وزن هزار دانه 1000 grain weight	تعداد دانه در سنبله Grains/spike	تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
بلوک Block	2	0.23	3.51	1.04	0.73	168.98	7037.59	1263194.53
ژنوتیپ Genotyp	9	2.35**	73.89**	32.06**	36.72**	18300.50**	1715246.76**	4503699.55**
خطا Error	18	0.13	1.25	1.18	1.35	248.40	18189.02	387114.26
ضریب تغییرات C.V%	-	4.23	1.40	2.70	2.95	4.11	3.33	5.28

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ** significant at 1% probability level

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم

Table 2- Mean comparison of the studied traits in wheat genotypes

ژنوتیپ Genotype	میانگین Mean						
	طول سنبله Spike length (cm)	ارتفاع بوته Plant hight (cm)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (gr)	تعداد دانه در سنبله Grains/spike	تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)
1	7.77e	88.22a	41.23c	41.65bc	291.11f	3137.8g	13416.4a
2	9.89a	73.34h	44.05ab	37.96d	400.44c	4204.4d	13149.7a
3	8.58cd	75.85fg	42.95bc	38.05d	325c	3450f	11122.2c
4	8.05cd	79.47cd	37.60d	44.55a	369.33d	3893.3e	11266.6c
5	8.92c	83.99b	38.55d	42.82ab	425.39bc	4453.9bc	12722.2ab
6	8.67cd	78.45de	35.63e	40.60c	416.44c	4364.4cd	11000c
7	9.75a	85.87b	45.70a	34.55e	448.22b	4682.2b	11966.4bc
8	7.05f	80.62c	41.13c	33.43e	531a	5510a	12566.6ab
9	9.26ab	77.50fe	38.55d	40.20c	350.06de	3700.6e	11244.4c
10	9.10bc	74.22hg	37.26de	40.75c	271.44f	3055g	9366.6d

ضریب همبستگی

همبستگی فنوتیپی برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام گرفت همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود تعداد سنبله بارور همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۹۹۹**) با عملکرد دانه دارد که می‌توان چنین استنباط نمود که ژنوتیپ‌های با تعداد سنبله بارور بالا دارای عملکرد دانه بالاتری هستند. ارتباط مثبت و معنی‌دار بین تعداد سنبله با عملکرد دانه توسط سایر محققین نیز گزارش شده (Elhani *et al.*, 2007; Okuyama *et al.*, 2004; Singh, 2002) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد و آن را از مهم‌ترین صفات افزایش عملکرد دانسته و به‌عنوان معیار مهم انتخاب، هم در شرایط خشک و هم مرطوب معرفی نموده‌اند (Dofing *et al.*, 1992; Garcia Del Moral *et al.*, 1991). همچنین صفت تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۶۷۰**) را با وزن هزار دانه دارد که ژنوتیپ‌های با تعداد دانه در سنبله بیشتر دارای وزن هزار دانه بالاتری می‌باشند. فگم و همکاران (Fagam *et al.*, 2007) نیز به تأثیر مستقیم و مثبت تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر عملکرد دانه اشاره دارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نقدی پور و همکاران (۱۳۹۰)، لیلاه و الخاطیب (Leilah and Al-Khateeb, 2005) در بررسی روابط بین صفات در گندم بین عملکرد دانه با ارتفاع، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار تحت شرایط تنش خشکی گزارش نمودند. ویلگاس و همکاران (Villegas *et al.*, 2007) و اکویاما و همکاران (Okuyama *et al.*, 2004) بیش‌ترین همبستگی عملکرد دانه در گندم را با تعداد دانه در واحد سطح دانستند و گزینش برای افزایش تعداد سنبله در متر مربع و همچنین افزایش تعداد دانه در سنبله را از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد دانه عنوان کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد.

تجزیه رگرسیون گام به گام

به‌منظور مطالعه دقیق‌تر اثر صفات بر عملکرد دانه تجزیه رگرسیون گام به گام در مورد ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجام شد این تجزیه به این صورت انجام گرفت که صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه رگرسیون گام

به گام (جدول ۴) نشان داد که صفت تعداد سنبله بارور به‌عنوان اثرگذارترین صفت روی عملکرد دانه بود و ۹۹/۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. افیونی و محلوجی (۱۳۸۵) با انجام تجزیه رگرسیون مرحله‌ای در ۴۲ لاین و رقم گندم نان اظهار داشتند که دوره پر شدن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته زودتر از بقیه صفات به مدل رگرسیون وارد شده و مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه بودند که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد.

تجزیه علیت

جهت تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون گام به گام، اقدام به تجزیه علیت برای عملکرد دانه با استفاده از متغیر وارد شده در مدل رگرسیون گردید. بر مبنای این تجزیه تنها صفت تعداد سنبله بارور اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه داشت (جدول ۵). دل بلانکو و همکاران (Del Blanco *et al.*, 2001) و اهدایی و واینس (Ehdaie and Waines, 1989) با استفاده از تجزیه علیت عملکرد دانه در گندم نان نشان دادند که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت از اثر مستقیم و بالایی بر عملکرد دانه برخوردارند. آلی و ال بانا (Aly and El-Bana, 1994) نیز در تجزیه علیت برای اجزای عملکرد گندم نان و در سطوح مختلف کود نیتروژون نشان دادند که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، ۹۸/۹ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نموده و بیش‌ترین میزان اثر مستقیم را به تعداد سنبله در متر مربع مرتبط دانستند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در مطالعاتی توسط نصری و همکاران (Nasri *et al.*, 2014) بر روی ارقام گندم نان صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن سنبله و تعداد سنبله بارور دارای بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه بود.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده صفات مهم زراعی در ژنوتیپ‌های گندم

Table 3- Simple correlation coefficients agronomic important traits in wheat genotype

صفات Trait	طول سنبله Spike length	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد دانه در سنبله Grains/spike	تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
وزن هزاردانه 1000 grain weight	0.263^{ns}	1				
تعداد دانه در سنبله Grains/spike	0.018^{ns}	0.670^{*}	1			
تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	0.175^{ns}	0.219^{ns}	-0.575^{ns}	1		
عملکرد دانه Grain yield	0.175^{ns}	0.209^{ns}	-0.584^{ns}	0.999^{**}	1	
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.165^{ns}	0.505^{ns}	-0.182^{ns}	0.404^{ns}	0.382^{ns}	1
ارتفاع بوته Plant hight	-0.312^{ns}	0.188^{ns}	0.006^{ns}	0.199^{ns}	0.190^{ns}	0.533^{ns}

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

*, ** and ns significant at 5 and 1% probability level and not-significant, respectively

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام ژنوتیپ‌های گندم

Table 4- Results of stepwise regression analysis in wheat genotypes

متغیر اضافه شده به مدل Variables into the model	1
مقدار ثابت Constant	342.967**
تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	9.670**
ضریب تبیین Coefficient of determination	0.998

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

**significant at 1% probability level

جدول ۵- نتایج تجزیه علیت صفات در ژنوتیپ‌های گندم

Table 5- Results of path analysis in wheat genotypes

صفت Traits	تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	همبستگی با عملکرد دانه Correlation with grain yield
تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	0.999	0.999**

تجزیه خوشه‌ای

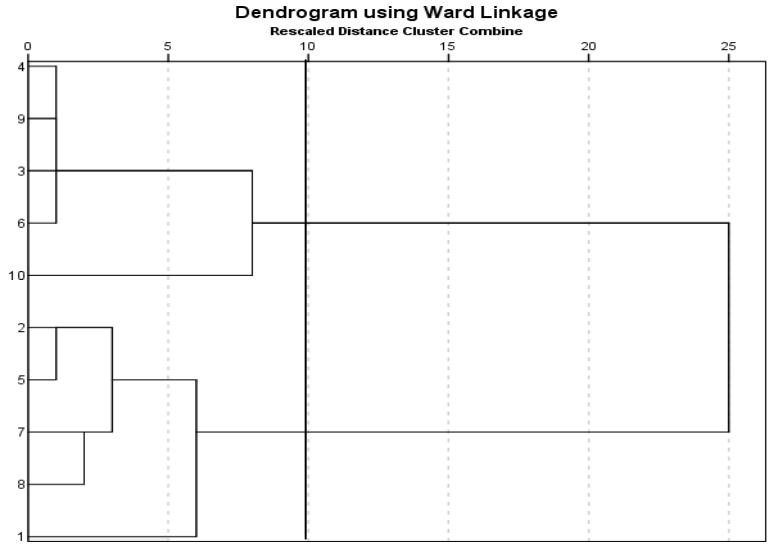
تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری برای بررسی تنوع ژنتیکی در بین واریته‌های مختلف می‌باشد که از آن برای گروه‌بندی صفات و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده می‌شود. محققین با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را براساس شباهت آن‌ها از نظر تعدادی از صفات گروه‌بندی می‌نمایند، در این حالت افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، نزدیک به هم بوده و افراد گروه‌های دورتر، تفاوت بیشتری با هم خواهند داشت (Romesborg, 1990). به‌منظور تعیین روابط بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم ward بر مبنای مربع اقلیدسی به‌عنوان معیار فاصله نشان داد که ژنوتیپ‌های گندم در این آزمایش به دو گروه اصلی طبقه‌بندی شدند (شکل ۲). برای مشخص شدن اهمیت گروه‌ها از نظر صفات مورد بررسی، میانگین هر گروه برای هر صفت و مقدار اختلاف آن از میانگین جامعه اصلی در همان صفت محاسبه شد (جدول ۶). در این جدول انحراف استاندارد شده میانگین هر گروه از میانگین کل برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارائه شد.گروه ۱ از لحاظ صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای ارزش میانگین بیشتر از میانگین کل جمعیت بود در حالی که میانگین این گروه از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نسبت به میانگین کل پایین‌تر بود. گروه دوم برای صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک میانگین بیشتر از میانگین کل داشت و از لحاظ صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله پایین‌تر از میانگین کل بود. گروه دوم به‌دلیل عملکرد بالا بهترین گروه معرفی می‌شود و ژنوتیپ‌های این گروه در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار می‌گیرند. پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al.*, 2012) در بررسی صفات

مؤثر بر عملکرد دانه ۶۰ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از روش‌های آماری مختلف گزارش نمودند در تجزیه کلاستر بر اساس صفات، صفات در سه کلاستر گروه‌بندی شدند که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد.

جدول ۶- انحراف استاندارد شده میانگین هر گروه از میانگین کل برای صفات مورد بررسی

Table 6- Average standard deviation for each group of average total for the traits

صفت Traits	گروه 1(group)		گروه 2 (group)		میانگین کل Total Mean
	مقدار میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	مقدار میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	
طول سنبله Spike length	8.73	-0.03	8.68	0.03	8.71
ارتفاع بوته Plant hight	77.10	2.65	82.41	-2.65	79.76
وزن هزاردانه 1000 grain weight	38.40	1.87	42.13	-1.87	40.27
تعداد دانه در سنبله Grains/spike	40.83	-1.37	38.08	1.37	39.46
تعداد سنبله بارور Number of fertile spike	346.46	36.39	419.23	-36.39	382.84
عملکرد دانه Grain yield	3692.67	352.50	4397.66	-352.50	4045.16
عملکرد بیولوژیک Biological yield	10799.98	982.15	12764.28	-982.15	11782.13



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم

Figure 1. The dendrogram of cluster analysis wheat genotypes

نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر از ۱۰ ژنوتیپ مورد مطالعه ژنوتیپ شماره ۸ به‌دلیل تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه بالا به‌عنوان ژنوتیپ مناسب شناسایی شد بنابراین برای گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول می‌توان از این ژنوتیپ استفاده کرد همچنین نتایج حاصل از همبستگی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت این نکته را مشخص می‌سازد که تعداد سنبله بارور از جمله صفت مهم و تأثیرگذار بر عملکرد می‌باشد و اصلاح در جهت افزایش این صفت قادر است عملکرد را به نحو مطلوبی افزایش دهد.

فهرست منابع

References

افیونی، د.، و م. محلوجی. ۱۳۸۵. تجزیه همبستگی برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های گندم (*Tritticum aestivum* L) در تنش شوری. مجله نهال و بذر. جلد ۲۲. شماره ۲: ۱۹۷-۱۸۶.

آنت، ز.، م. اسماعیل‌زاده مقدم.، ع. کاشانی.، و ف. مرادی. ۱۳۹۲. روند تغییرات عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیکی در ارقام گندم نان بهاره معرفی شده در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۳۰ در ایران. مجله به‌زراعی نهال و بذر. جلد ۴، شماره ۲: ۴۸۳-۴۶۱.

پورجهرمی، م. ا. ۱۳۸٦. واکنش دو رقم گندم نان به تعدیل اندازه منبع: برهم‌کنش رقم و تراکم در دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۲۵ ص.

جعفری حقیقی، ب. ۱۳۸۸. بررسی رابطه بین عملکرد دانه و اجزاء آن در مناسب‌ترین تراکم در ارقام گندم با استفاده از تجزیه علیت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ۲، شماره ۱: ۲۵-۱۵.

سرمدنیا، غ.، و ع. کوچکی. ۱۳۸۵. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۲۰ ص.

عظیمی، م.، م. خدارحمی.، و م. ر. جلال کمالی. ۱۳۹۱. بررسی عملکرد دانه و برخی صفات مهم زراعی در ژنوتیپ‌های گندم نان بهاره در شرایط تنش خشکی انتهایی و بدون تنش. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۱، شماره ۸: ۱۹۳-۱۷۵.

فرشادفر، ع. ۱۳۸٤. اصول و روش‌های آماری چند متغیره (ویرایش دوم). انتشارات طاق بستان کرمانشاه. ۷۳۴ ص.

فیاض، ف.، و ر. طالبی. ۱۳۹۲. تجزیه آماری عملکرد گندم نان تحت شرایط آبی و دیم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۹، شماره ۴: ۷۱-۵۷.

کمیلی، ح.، ح. راشد محصل.، م. قدسی.، و ا. زارع فیض‌آباد. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جدید گندم در شرایط تنش رطوبتی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۴: ۳۱۰-۳۰۱.

کوچکی، ع.، ح. راشد محصل.، م. نصیری.، و ر. حیدرآبادی. ۱۳۸۰. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات آستان قدس مشهد، ۱۸۱ ص.

محمدی اقدم، م. ع.، ص. نصراله‌زاده.، و س. ا. محمدی. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در جمعیت لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی ارقام زاگرس و نورستار. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۴، شماره ۲۱: ۴۰-۳۰.

نقدی پور، ا.، م. خدارحمی.، ع. پورشهبازی.، و م. اسماعیل‌زاده. ۱۳۹۰. تجزیه به عامل‌ها برای عملکرد دانه و سایر خصوصیات گندم دوروم. جلد ۷، شماره ۱: ۹۶-۸۴.

نواب‌پور، س.، و گ. کاظمی. ۱۳۹۲. مقایسه ارقام مختلف گندم و بررسی روابط بین صفات با استفاده از روش‌های آماری یک و چند متغیره. مجله تولید گیاهان زراعی. جلد ۶، شماره ۱: ۲۰۳-۱۹۱.

نورمحمدی، ق.، ع. سیادت.، و ع. کاشانی. ۱۳۷٦. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ ص.

Aguliar, I. M., and L. A. Hunt. 1991. Grain yield vs. spike number in winter wheat in a humid continental climate. Corp science. 31:360-363.

Aly, R. M., and A. Y. A. El-Bana. 1994. Grain yield analysis for nine wheat cultivars grown in newly cultivated sandy soil under different N fertilization levels. Zagazing Journal of Agriculture Research. 21: 67-77.

Chandra, D., M. A. Islam., and N. C. D. Barma. 2004. Variability and interrelationship of nine quantitative characters in F5 bulks of five wheat crosses. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6:1040-1045.

Dawari, N. H., and O. P. Luthra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Agriculture Research. 25:515-518.

Del Blanco, I. A., S. Rajaram., and W. E. Kronstad. 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Corp Science. 41:670-676.

Dofing S. M., and C. W. Knight. 1992. Alternative model for analysis of small-grain yield. Corp Science. 32:487-489.

Ehdaie, B., and G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path-analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. Euphetica. 41:183-190.

El- Deeb, A. A., and N. A. Mohamed. 1999. Factor and cluster analysis for some quantitative characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). The Annual Conference ISSR, Cairo University, 4–6 December.Vol 34, part (II).

Elhani, S., V. Mortas., Y. Rharrabti., C. Royo., and L. F. Garcia Del Moral. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. *var durum*) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. Field Crops Research. 103:25-35.

Fagam, A. S., A. M. Bununu., and U. M. Buba. 2007. Path Coefficient Analysis of the Components of Grain Yield in Wheat (*Triticumaestivum* L.). International Journal of Natural and Applied Sciences. 2:310-316.

Garcia Del Moral, L. F., J. M. Ramos., M. B. Garcia Del Moral., and P. Jimenez-Tejada. 1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path coefficient analysis. Corp Science. 31:1179-1185.

Ladent, J. F. 2003. Morphology and yield in winter wheat grown in high yielding condition. Crop Sciences. 42:1107-1120.

Leilah, A. A., and S. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments. 61:483-496.

Nasri, R., A. Kashani., F. Paknejad., S. Vazan., and M. Barary. 2014. Correlation, path analysis and stepwise regression in yield and yield component in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the temperate climate of Ilam province, Iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences. 4: 188-198.

Okuyama, L. A., L. C. Fedrizzi., and J. F. Barbosa. 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. Ciencia Rural., 34:1701-1708.

Pirdashti, H., A. Ahmadpour., F. Shafaati., S. Hosseini., A. Shasavari., and A. Arab. 2012. Evaluation of most effective variables based on statistically analysis on different wheat genotypes. International Journal of Agriculture: Research and Review. 2 (4):381-388.

Rezai, A. M. 1996. Concepts of Probability and Statistics, Mashhad. 430 p.

Romesborg, H. C. 1990. Cluster analysis for researches, R. K. Publishing Company, Malabar, Florida. 9-25 P.

Singh, S. P., and V. K. Diwivedi. 2002. Character association and path analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agricultural Science Digest. 22:225-547.

Villegas, D. L., F. Garcia Del Moral., Y. Rharrabti., V. Marto., and C. Royo. 2007. Morphological traits above the flag leaf node as indicators of drought susceptibility index in durum wheat. Journal of Agronomy and Crop Science. 193:103-116.

Yap, T. C., and B. L. Harvey. 1972. Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). Corp Science. 12:283-286.

Evaluation of relationship between grain yield and yield components in bread wheat cultivars using multivariate statistical methods

H. A. Fallahi[1], A. Kaviani Chrati [*2]

Received date: 19 April 2017
Accepted date: 6 July 2017

Abstract

In order to investigate relationship between yield and its components in bread wheat, tested during 2011-2012 were conducted in Agricultural Research Station of Gonbad in a randomized complete block design with three replications whit 10 bread wheat genotypes (Morvarid, N-87-4, N-87-9, N-86-6, N-86-8, N-80-19, N-86-5, N-85-5, Kohdasht, Line 17). In this experiment, were measured 7 morphological traits. Analysis of variance genotypes for all traits was significant at 1% probability level. N-85-5 and Line 17 genotypes produced the highest and the lowest grain yield, respectively. Among all tested traits, the number of fertile spike had the highest correlation (0.999 **) with grain yield. Using stepwise regression, the number of fertile spikes entered the model as an effective attribute, justifying 99.8 percent of the data variation. In order to find the causal relationships, the path analysis was performed for grain yield. The direct effect on the grain yield was related to the number of fertile spike traits. The results of cluster analysis by ward method showed that the studied genotypes were classified in two groups and the second group in terms of grain yield was the most (397.66). According to the results, it can be said that N-85-5 genotype had the highest grain yield and trait number of fertile spike was identified as an effective trait for increasing grain yield.

Keywords: Path analysis, Stepwise regression, Traits correlation, Wheat yield

1. Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

2. Graduate M.Sc in agricultural biotechnology Gonbade kavos University, Iran

*- Corresponding author: Atefe_kaviani@yahoo.com