نشریه زراعت

شماره ۱۰۴، پائیز ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

مطالعه تنوع ژنتیکی و روابط صفات مهم زراعی بخشی از توده گندم‌های کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران

• امیرحسن پوردانش، آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات
• یوسف ارشد، استاد یارپژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر (نویسنده مسئول)
• شاهین واعظی، استاد یارپژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر
• ورهرام رشیدی، استایاردانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۳۰۸۱۵۶
پست الکترونیک نویسنده مسئول: Svaezi2003@yahoo.com

چکیده:

دراین مطالعه ۵۱۲ نمونه گندم همراه با سه رقم روشن، کویر و ماهوتی (به عنوان شاهد) در قالب طرح آگمنت در۱۶ بلوک که هر بلوک شامل ۳۵ نمونه ژنتیکی بود، در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ی پژوهشی بانک ژن گیاهی ملی ایران کشت گردید. صفات مهم زراعی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی مانند: درصد سبزکردن، تعداد روز تا خوشه‌دهی، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن کامل، تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل، تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پر شدن دانه)، ارتفاع بوته، طول خوشه، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه، تراکم خوشه، ریشک‌دار بودن خوشه، رنگ گلوم، کرک‌دار بودن گلوم، تعداد سنبلچه در خوشه، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه، وزن دانه پنج خوشه و وزن دانه گیاهان هر کرت، طبق دستورالعمل IPGRI (مؤسسه بین المللی ذخایر توارثی گیاهی) ارزیابی گردید. نتایج آمار توصیفی برای صفات کمی بیشترین ضریب تغییرات (CV) را به ترتیب در صفات وزن دانه گیاهان هر کرت (۳۰درصد= CV) و وزن دانه پنج خوشه (۲۳درصد=CV) نشان داد. کمترین ضریب تغییرات در صفات فنولوژیکی مانند: تعداد روز تا رسیدن کامل (۲درصد=CV)، تعداد روز تا گلدهی (۳درصد=CV) و تعداد روز تا خوشه‌دهی (۳درصد=CV) مشاهده شد. نتایج شاخص شانون برای صفات کیفی نشان داد که حداکثر تنوع مربوط به صفت ریشک‌دار بودن خوشه (H'=۰/۹۲) و حداقل تنوع مربوط به صفت کرک‌دار بودن گلوم (H'=۰/۳۷) بود. نتایج تجزیه همبستگی نیز نشان داد که بیشترین ضرایب همبستگی صفت وزن دانه گیاهان هر کرت با ارتفاع بوته (r=۰/۲۳) و وزن صد دانه (r=۰/۲۳**) مشاهده شد. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد، صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه در مجموع ۹۵/۲ درصد از تغییرات وزن دانه پنج خوشه را توجیه می‌نمایند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که اثر مستقیم تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه بر روی وزن دانه پنج خوشه به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۶۶ بود. تجزیه به عامل‌ها براساس مؤلفه‌های اصلی و با چرخش وریماکس ۵ عامل پنهانی را شناسایی کرد که در مجموع ۷۴/۱ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه نمودند. تجزیه کلاستر به روشWARD منابع ژنتیکی ۲۱ کشور را در سه خوشه، گروه‌بندی کرد. با توجه به تنوع ژنتیکی موجود در صفات مورد بررسی می‌توان از این پتانسیل ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.**

کلمات کلیدی: گندم، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیکی

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 76-86

The study of genetic diversity and relationships of major agronomical traits for several wheat accessions of National Plant Gene Bank of Iran

By:

- *A. Hasan Pour Danesh, M.Sc. of Plant Breeding*
- *Y. Arshad, (Corresponding Author; Tel: 09123308156), Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute*
- *S. Vaezi, Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute*
- *V. Rashidi , Assistant Professor of Tabriz Branch, Islamic Azad University*

Received: February 2011 **Accepted: October 2013**

In this study 512 wheat accessions and three cultivars, named Kavir, Roshan, Mahooti (as check varieties) were evaluated in a field experiment of National Plant Gene Bank of Iran (NPGBI) during 2009-2010, using augmented design in 16 block, in which each block contained 35 samples. Agronomical, morphological and phenological characters such as germination percentage, days to heading, days to flowering, days to maturity, days from heading to maturity, days from flowering to maturity (duration of grain filling), plant height, spike length, stem thickness, number of nodes, spike density, awn of spike, glume color, glume hairiness, number of spikelets/spike, number of flowers/spikelet, number of seeds/spike, hundred seeds weight, seed weight of 5 spikes and seed weight/ plot were evaluated according to IPGRI descriptors. Results of descriptive statistics for quantitative traits revealed the most value of coefficient of variation (CV) on seed weight / plot (30%) and seed weight of 5 spikes (23%), respectively. Minimum value of CV was detected for phenological traits such as days to maturity (2%), days to heading (3%) and days to flowering (3%), respectively. Results of Shannon index for qualitative traits revealed the most variation on awnletted of spike (H0.92=') and minimum variation was observed on glume hairiness (H0.37='). The strongest correlation with seed weight/ plot were observed with plant height (r = 0.23**) and hundred seed weight (r = 0.23**), respectively. Number of seeds/spike and hundred seed weight, explained 95.2 percentage variation of seed weight on 5 spikes in stepwise regression analysis. Path analysis revealed that direct effects of seed number /spike and hundred seed weight on seed weight on 5 spikes were 0.77 and 0.66, respectively. Factor analysis according to principal components analysis and varimax rotation revealed that overall 74.1% of total variation could be explained by 5 factors. Cluster analysis by Ward method grouped the germplasms from 21 countries in three clusters.

key Words: wheat, genetic diversity, morphological traits.

مقدمه

گندم گسترده‌ترین محصول زراعی در جهان، هم از نظر سطح زیر کشت و هم ازنظر مصرف است. این گیاه غذای اصلی حدود ۳۵ درصد از جمعیت دنیا را تشکیل می‌دهد (Rajaram, 2000). بر اساس آخرین اطلاعات میزان تولید جهانی گندم در سال ۲۰۱۰-۲۰۰۹ بالغ بر ۶۷۴ میلیون تن برآورد گردید؛ که در مقایسه با ۶۸۲ میلیون تن تولیدی سال ۲۰۰۹-۲۰۰۸ رتبه‌ی دوم را طی ۱۰ سال اخیر دارد (FAO, 2010). متخصصین پیش بینی می‌کنند که تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضا برای گندم ۴۰ درصد افزایش پیدا کند (Braun *et.al*, 1998 and Rejesus *et al.*, 1996). با توجه به افزایش روز افزون جمعیت جهان از یک طرف و محدودیت افزایش سطح کشت محصولات کشاورزی از طرف دیگر، بشر در تأمین غذای خود با مشکلات جدی روبرو است و رفع چنین مشکلی مستلزم افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح می‌باشد. افزایش عملکرد در واحد سطح عمدتاً متکی بر اصلاح نباتات است (Metakovsky and Branlard, 1998). تنوع ژنتیکی بنیان اصلاح نباتات است و از اجزای مهم پایداری نظام‌های بیولوژیکی می‌باشد و بررسی آن از اهمیت خاصی برخوردار است (Mohammadi and Prasanna , 2003). دانش تنوع ژنتیکی عوامل ژنتیکی مهم همراه با مدیریت صحیح ژرم پلاسم را می‌توان در انتخاب ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان مختلف و حفاظت منابع ژنتیکی استفاده کرد (Zarkti *et al.*, 2010). در اصلاح گیاهان، درک و فهم روابط میان صفات بسیار مهم است. هنگامی که شمار متغیر مستقل مؤثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، ضرایب همبستگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند روابط متغیرها را توجیه کنند (Ario *et al.*, 1986). با استفاده از روش تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات صفت وابسته را توجیه می‌کنند، مورد بررسی قرار داد (Agrama, 1996)؛ در روش تجزیه علیت نیز ضرایب همبستگی بین صفات مستقل به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را بر روی صفت وابسته اندازه گیری می‌کنند، تفکیک می‌شود (Farshadafar, 2005). طی تحقیقی که به منظور بررسی روابط بین عملکرد و اجزاءِ عملکرد در گندم‌های بومی غرب کشور انجام شد، ۴۶۷ مورفوتیپ از کلکسیون غلات دانشکده کشاورزی تهران انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، سرعت رشد رویشی

و تعداد روز تا خوشه‌دهی در مجموع ۹۹/۱۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مربوط به سرعت رشد رویشی و شاخص برداشت بود که نشان دهنده اهمیت این صفات در عملکرد دانه می‌باشد (Bahram nejad, and Taleei, 2000). نورمند مؤید نیز با انجام همبستگی فنوتیپی، ژنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بر روی ۲۰ لاین گندم نان در شرایط آبی و دیم بیان نمود که برای افزایش عملکرد دانه بایستی به ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را افزایش داد و برای افزایش عملکرد در شرایط بدون تنش از بین اجزاءِ عملکرد دانه بایستی به ترتیب تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزاردانه افزایش یابد (moayyed Nourmand, ۱۹۹۶). استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره برای طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم و تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری الزامی می‌باشد. (Mohammadi and Prasanna , 2003). یکی‌از روش‌های تجزیه و تحلیل چند متغیره، تجزیه به عامل‌ها است که حالتی تعمیم یافته از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است و برخلاف آن، بر مبنای یک مدل نسبتاً ویژه‌ی آماری استوار است (Farshadafar, ۲۰۰۵). در این روش هدف اصلی توضیح رابطه کوواریانس بین متغیرها از طریق تعداد کمیت تصادفی غیر قابل مشاهده تحت عنوان عامل‌ها و در عین حال کاهش حجم داده‌ها است. در چنین شرایطی، عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن همبستگی بین صفات می‌شوند، شناسایی گردیده و براساس آن‌ها متغیرها به گروه‌هایی با همبستگی درون گروهی بالا دسته‌بندی می‌شوند.

هر گروه دارای ساختار معینی است که توسط عامل غیر قابل مشاهده توضیح داده می‌شوند که این عامل سبب همبستگی بالا بین این مشاهدات شده است (Zarei, 2009). دریانی و همکاران (۲۰۱۰) با انجام تجزیه به عامل‌ها براساس مؤلفه‌های اصلی، ۵ عامل را شناسایی نمودند که این عامل‌ها در مجموع ۸۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول (عملکرد) با ۳۵ درصد بیشترین سهم را در توجیه تغییرات داده‌ها بر عهده داشت (Daryani *et al.*, 2010). 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 بر اساس شباهت آنها از نظر تعدادی از صفات گروه‌بندی می‌نمایند (Farshadafar, ۲۰۰۵). در این حالت افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، نزدیک به هم بوده و افراد گروه‌های دورتر، تفاوت بیشتری از هم خواهند داشت (Romesburg, 1990).

فانگ و همکاران (۱۹۹۶) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ۱۲۰ واریته گندم دورم بهاره را براساس صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه‌ی یک سنبله، به ۵ گروه تقسیم کردند (Fang *et al.*, 1996). ناروئی‌راد و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه بر روی توده‌های بومی گندم سیستان و بلوچستان با انجام تجزیه خوشه‌ای، ۱۰۳ توده گندم را به ۷ گروه تقسیم نمودند (Rad Naruee, *et al.*, 2006). تحقیق حاضر به منظور مطالعه‌ی میزان سطح تنوع ژنتیکی بخشی از کلکسیون گندم بانک ژن گیاهی ملی ایران مشتمل بر توده‌های بومی و وارداتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ درمزرعه‌ی پژوهشی بانک ژن گیاهی ملی ایران، ۵۱۲ توده گندم از نمونه‌های بومی ایرانی و نمونه‌های متعلق به ۲۱ کشور (جدول ۱) به همراه سه رقم روشن، کویر و ماهوتی (به عنوان شاهد) در۱۶ بلوک که هر بلوک شامل ۳۲ نمونه همراه با سه رقم مذکور بود به صورت آگمنت کشت شدند. عملیات تهیه زمین شامل: شخم، دیسک و کوددهی مطابق روال منطقه انجام گرفت. کلیه عملیات داشت از قبیل: آبیاری و وجین برای تمام سطح آزمایش به‌طور یکنواخت انجام شد. هر نمونه به صورت یک خط ۲/۵ متری به فاصله ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار داشتند. صفات مهم زراعی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی مانند: درصد سبزکردن، تعداد روز تا خوشه‌دهی، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن کامل، تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل، طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول خوشه، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه، تراکم خوشه، ریشک‌دار بودن خوشه، رنگ گلوم، کرک‌دار بودن گلوم، تعداد سنبلچه در خوشه، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه، وزن دانه پنج خوشه و وزن دانه گیاهان هر کرت، طبق دستورالعمل IPGRI (مؤسسه بین المللی ذخایر توارثی گیاهی)، (Anonymus, 1985) ارزیابی گردید.

تجزیه داده‌ها طبق روش آگمنت که در آن: B>(10/C-1)+1 و dfe>10 باشد (B، C و dfe به ترتیب تعداد بلوک، تعداد ارقام شاهد و درجه آزادی خطا هستند)، انجام شد. با انجام تجزیه واریانس شاهدها برای صفاتی که بلوک‌های آن‌ها معنی‌دار شدند، ضرایب تصحیح هر بلوک طبق فرمول: $R_i=X_i - X$.. (که در آن X_i، میانگین بلوک i اُم و X...، میانگین کل جامعه است) محاسبه و تصحیحات لازم اعمال گردید (Petersen, 1985).

جدول ۱- اختصار کشورها و تعداد نمونه‌های گندم ۲۱ کشور مورد بررسی

کشور	اختصار	تعداد نمونه
ایران	IRN	۵۴
ترکیه	TUR	۱۶۴
اسپانیا	ESP	۳
پرو	PER	۶
آفریقای مرکزی	CAF	۶
پرتغال	PRT	۲۳
آرژانتین	ARG	۱۷
کره‌جنوبی	KOR	۲۳
آلمان	GER	۵
روسیه	RUS	۴
بلژیک	BEL	۳
مصر	EGY	۶
ژاپن	JPN	۸
اتریش	AUS	۷۳
هندوستان	IND	۳۷
افغانستان	AFG	۴۹
چین	CHN	۳
ایتالیا	ITA	۱۴
فرانسه	FRA	۷
الجزایر	DZA	۳
مکزیک	MEX	۴

پارامترهای آمار توصیفی شامل: میانگین، واریانس، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات برای بررسی میزان تنوع صفات کمی محاسبه شد.
جهت تعیین میزان تنوع در میان صفات کیفی از شاخص شانون: $H'= -\sum (Xi/n)* Ln (Xi/n$ (که در آن Xi، فراوانی حالت iاُم و n، تعداد کل نمونه‌ها است) استفاده شد (Shannon, 1986) و جهت تعیین شاخص شانون نسبی یا استاندارد از فرمول: $H' = SLDc / Ln\ n$ (که در آن H'، شاخص شانون و n، تعداد کل حالات توصیفی است) استفاده شد (Henink and Zeven, 1991). با برآورد این شاخص امکان مقایسه‌ی شاخص تنوع کیفی برای صفات مختلف به وجود می‌آید.
ضرایب همبستگی ساده فنوتیپی بین صفات کمی و کیفی، با استفاده از روش اسپیرمن محاسبه شد (Meybodi Mohammad Mir and ,Rezai, ۲۰۱۰).با استفاده از روش تجزیه رگرسیون گام به گام صفاتی که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات صفت وابسته را توجیه می‌کنند، شناسایی شدند (Agrama, 1996). برای صفاتی که در مدل تبیین تجزیه رگرسیون گام به گام باقی ماندند، تجزیه علیت انجام گرفت. از تجزیه علّیت به منظور یافتن روابط مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف با تغییرات صفت وزن دانه پنج خوشه استفاده شد و البته پیش از آن با تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مهمی که بر تغییرات صفت وزن دانه پنج خوشه مؤثر هستند شناسایی گردید. زیرا هنگامی که شمار صفات متغیر مستقل مؤثر بر صفت وابسته زیاد می‌شود، ضرایب همبستگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند روابط متغیرها را توجیه کنند (Ario *et al.*, 1986).
در تجزیه به عامل‌ها استخراج عوامل از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و روش چرخش عاملی وریماکس (حداکثر واریانس) با روش استاندارد کردن کایزر صورت گرفت (Moghaddam *et al.*, 1994).
تجزیه‌خوشه‌ای به روش Ward و با محاسبه‌ی فواصل اقلیدسی، جهت گروه‌بندی صفات ارزیابی شده و تعیین فاصله منابع ژنتیکی ۲۱ کشور مورد بررسی انجام شد (Farshadafar,2005). با استفاده از نرم افزارهای (SAS SAS Institute, 2003 9.1)، (SPSS 16) (SPSS Inc, 2007) و Path تجزیه‌های آماری بر روی داده‌ها انجام گردید.

نتایج و بحث

ابتدا تجزیه داده‌ها بر اساس روش آگمنت انجام شد. تجزیه واریانس برای بلوک‌ها برای اکثر صفات به‌جز صفات ارتفاع بوته و تعداد گره در ساقه معنی‌دار نبود؛ بنابراین برای دو صفت مذکور ضرایب تصحیح برای هر بلوک محاسبه و تصحیحات لازم برای داده‌های هر بلوک انجام شد (نتایج نشان داده نشده است).

آمار توصیفی صفات مورد مطالعه

با توجه به نتایج آمار توصیفی برای صفات کمی (جدول۲)، صفات وزن دانه گیاهان هر کرت (۳۰درصد =CV)، وزن دانه پنج خوشه (۲۳درصد =CV) و طول خوشه (۲۰درصد =CV) دارای بیشترین تنوع نسبت به سایر صفات و صفات تعداد روز تا رسیدن کامل (۲درصدCV)، تعداد روز تا گلدهی (۳درصد =CV)، تعداد روز تا خوشه‌دهی (۳درصد =CV) دارای کمترین تنوع نسبت به سایر صفات بودند. به‌طور کلی دامنه تغییرات در صفات وزن دانه گیاهان هر کرت، وزن دانه پنج خوشه و طول خوشه در نمونه‌های مورد بررسی زیاد بوده و تنوع وسیعی از لحاظ صفات مورد بررسی در بین جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده گردید؛ لذا این صفات می‌توانند مورد توجه به‌نژادگران قرار گیرند. ناروئی‌راد و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه بر روی توده‌های بومی گندم سیستان و بلوچستان، بیشترین ضریب تغییرات را در صفات عملکرد بوته و تعداد دانه در سنبله و کمترین ضریب تغییرات را در صفات تعداد روز تا برداشت، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا خوشه‌دهی مشاهده نمودند که با نتایج حاصل مطابقت دارد (Rad Naruee, 2006 *et al.*).

جدول ۲- آمار توصیفی شامل میانگین، واریانس، حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات صفات کمی

صفت	میانگین	واریانس	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (درصد)
درصد سبزکردن	۰/۹۷ ±۰/۰۰۳۷	۰/۰۱	۰/۳۰	۱	۹
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۱۷۹/۸۵ ±۰/۲۷	۳۸/۰۸	۱۶۷	۱۹۷	۳
تعداد روز تا گلدهی	۱۸۶/۷۱±۰/۲۴	۳۰/۲۵	۱۷۳	۲۰۲	۳
تعداد روز تا رسیدن کامل	۲۳۳ ±۰/۱۷	۱۴/۷۹	۲۱۹	۲۳۹	۲
تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل	۵۳/۱۶ ±۰/۲۸	۳۹/۰۶	۳۸	۶۹	۱۲
تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پُرشدن دانه)	۴۶/۲۹ ±۰/۲۵	۳۲/۱۰	۳۲	۶۳	۱۲
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۱۰۷/۵۲۵ ±۰/۵۲	۱۴۰/۳۷	۷۴/۲۱	۱۴۲/۸۷	۱۱
طول خوشه (سانتیمتر)	۹/۶۶ ±۰/۰۹	۳/۷۸	۴/۶۰	۱۵/۶۰	۲۰
قطر ساقه (میلیمتر)	۳/۹۵ ±۰/۰۲	۰/۲۷	۳/۱۰	۵/۶۰	۱۳
تعداد گره در ساقه	۳/۵۵ ±۰/۰۳	۰/۴۴	۲/۳۳	۵/۳۳	۱۹
تعداد سنبلچه در خوشه	۱۶/۸۵ ±۰/۰۸	۳/۲۸	۹/۶	۲۴/۸۰	۱۱
تعداد گلچه در سنبلچه	۲/۹۹ ±۰/۰۲	۰/۲۰	۲	۴/۸۰	۱۵
تعداد دانه در خوشه	۳۸/۶۱ ±۰/۳۳	۵۶/۰۱	۱۸/۲	۷۰/۲۰	۱۹
وزن صد دانه (گرم)	۳/۸۴ ±۰/۰۳	۰/۳۶	۱/۳۲	۵/۷۳	۱۶
وزن دانه پنج خوشه (گرم)	۷/۱۸ ±۰/۰۷	۲/۶۷	۲/۳۱	۱۴/۰۲	۲۳
وزن دانه گیاهان هر کرت (گرم)	۳۰۱/۰۴ ±۴/۰۵	۸۳۸۹/۱۷	۶۷	۵۸۷	۳۰

جدول ۳- شاخص شانون و شاخص نسبی شانون برای بررسی میزان تنوع صفات کیفی

صفت	کد حالات	حالات توصیفی	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	شاخص شانون	شاخص نسبی شانون
تراکم خوشه					۰/۵۶	۰/۴۱
	۳	متراکم	۴۲۴	۰/۸۳		
	۵	متوسط	۷۰	۰/۱۴		
	۷	فشرده	۱۵	۰/۰۳		
	۹	بسیار فشرده	۳	۰/۰۱		
ریشک‌دار بودن خوشه					۰/۹۲	۰/۸۴
	۰	بدون ریشک	۱۶۵	۰/۳۲		
	۳	ریشک کوتاه	۵۳	۰/۱۰		
	۷	بدون ریشک	۲۹۴	۰/۵۷		
رنگ گلوم					۰/۹۱	۰/۸۳
	۱	سفید	۲۸۵	۰/۵۶		
	۲	قرمز مایل به قهوه ای ارغوانی تا سیاه	۱۸۰	۰/۳۵		
	۳		۴۷	۰/۰۹		
کرک‌دار بودن گلوم					۰/۳۷	۰/۳۴
	۰	بدون کرک	۴۶۴	۰/۹۱		
	۳	کرک کم	۳۵	۰/۰۷		
	۷	کرک زیاد	۱۳	۰/۰۳		

با توجه به نتایج شاخص شانون برای صفات کیفی چه براساس شاخص مطلق و چه براساس شاخص شانون نسبی (استاندارد) (جدول۳)، بیشترین تنوع برای صفت ریشک‌دار بودن خوشه (H'=۰/۹۱۸) و کمترین تنوع برای صفت کرک‌دار بودن گلوم (H'=۰/۳۶۸) مشاهده گردید. در مطالعه‌ای که توسط طاهرنژاد و همکاران (۲۰۰۸) بر روی ۲۸ توده گندم وحشی (*A.tauschii*) انجام شد، بیشترین تنوع برای صفت شکنندگی محور سنبله و کمترین تنوع برای صفت بافت دانه مشاهده شد (Taher nejad *et al.*, 2008)؛ که تا حدودی با نتایج حاصل مطابقت دارد.

همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده

تجزیه همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه، به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آنها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند (Agrama, 1996). نتایج ضرایب همبستگی دوبدوی صفات ارزیابی شده در جدول ۴ ارائه گردیده است.

نتایج نشان داد که ضریب همبستگی صفت وزن دانه گیاهان هر کرت با صفات تعداد روز تا رسیدن کامل (r= -۰/۱۱*)، تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پُرشدن دانه) (r=-۰/۱۰*)، تعداد سنبلچه در خوشه (r= -۰/۰۹۰۶*) و تعداد دانه در خوشه (r=-۰/۱۰*) در جهت منفی و در سطح احتمال پنج درصد و با صفت تعداد گلچه در سنبلچه در جهت منفی (r=-۰/۱۷**)، درصد سبزکردن (r= ۰/۱۴**)، ارتفاع بوته (r=۰/۲۳**)، تعداد گره در ساقه (r=۰/۱۲**)، تراکم خوشه (r=۰/۱۲**)، ریشک‌دار بودن (r=۰/۲**)، رنگ گلوم (r=۰/۱۳**)، کرک‌دار بودن گلوم (r=۰/۱۲**) و وزن صد دانه (r=۰/۲۳**) در جهت مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بودند و این معنی دار بودن حتی با وجود ضرایبی کمتر از ۱ به دلیل زیاد بودن نمونه‌ها بود. بیشترین ضرایب همبستگی وزن دانه گیاهان هرکرت با صفات ارتفاع بوته (r=۰/۲۳**) و وزن صد دانه (r=۰/۲۳**) و کمترین ضرایب همبستگی معنی‌دار وزن دانه گیاهان هرکرت با صفت تعداد سنبلچه در خوشه (r=-۰/۰۹۰۶*) بود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، صفات ارتفاع بوته و وزن صد دانه در افزایش وزن دانه گیاهان هر کرت مؤثر بوده و در واقع این دو جزء، تأثیر بیشتری بر وزن دانه گیاهان هر کرت دارند.

همبستگی منفی و معنی‌دار بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه و همین‌طور همبستگی بالایی بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه در تحقیقات مورال و همکاران (۲۰۰۳) بر روی گیاه گندم گزارش شده است (Moral *et al.*, 2003)؛ دلیل این رابطه می‌تواند رقابت گلچه‌ها برای مواد فتوسنتزی جاری باشد که موجب کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد. همچنین محمدی و همکاران (۲۰۰۲)، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته مشاهده نمودند (Mohammadi *et al.*, 2002)؛ که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

ضرایب همبستگی صفت وزن دانه پنج خوشه که به صورت یک صفت کمی و جزئی از عملکرد در نظر گرفته شده است، با صفت تراکم خوشه (r=۰/۱*) در جهت مثبت و در سطح احتمال پنج درصد، با صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی (r=۰/۱۸**)، تعداد روز تا گلدهی (r=۰/۲**)، تعداد

روز تا رسیدن کامل (r=۰/۱۷**)، ارتفاع بوته (r=۰/۱۸**)، طول خوشه (r=۰/۱۹**)، قطر ساقه (r=۰/۲۵**)، تعداد گره در ساقه (r=۰/۱۳**)، تعداد سنبلچه در خوشه (r=۰/۴۹**)، تعداد گلچه در سنبلچه (r=۰/۴۶**)، تعداد دانه در خوشه (r=۰/۶۹**) و وزن صد دانه (r=۰/۵۶**) در جهت مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. بیشترین ضرایب همبستگی وزن دانه پنج خوشه با صفات تعداد دانه در خوشه (r=۰/۶۹**) و وزن صد دانه (r=۰/۵۶**) و کمترین ضرایب همبستگی معنی‌دار وزن دانه پنج خوشه با صفت تراکم خوشه (r=۰/۱*) بود.

همبستگی‌منفی بین وزن صد دانه و تعداد دانه در خوشه (r=-۰/۱۳**) که از اجزاءِ عملکرد می‌باشند، به دلیل برقراری توازن و ایفای نقش جبرانی بین اجزاءِ عملکرد بوده و در رابطه با فعالیت‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی در طی مراحل رشد و نمو می‌باشد.

نتایج ضریب همبستگی نشان داد در شرایط کرج نمونه‌هایی که دارای ارتفاع بوته‌بلندتر، طول خوشه بیشتر، قطر ساقه ضخیم‌تر، تعداد گره بیشتر، تعداد سنبلچه در خوشه بیشتر، تعداد گلچه در سنبلچه بیشتر، تعداد دانه در خوشه بیشتر، وزن صد دانه بیشتر و دیررس‌تر بودند، نسبت به سایر نمونه‌های ژنتیکی از وزن دانه پنج خوشه بیشتری برخوردار بودند.

در تحقیقی که ارشد و سلطانی (۲۰۰۶)در کرج برای ۱۰۲۴ نمونه گندم انجام دادند، ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار را بین صفت وزن دانه پنج خوشه با صفات تراکم خوشه (r=۰/۰۸۸**)، وزن صد دانه (r=۰/۶۴۰**)، ارتفاع بوته (r=۰/۱۵۶**)، تعداد سنبلچه در خوشه (r=۰/۴۲۸**)، تعداد گلچه در سنبلچه (r=۰/۵۹۸**) و تعداد دانه در خوشه (r=۰/۷۵۲**) مشاهده نمودند (Soltani and Arshad, ۲۰۰۶)؛ که با نتایج حاصل تطابق دارد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده به روش اسپیرمن

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱ درصد سبزکردن	۱									
۲ تعداد روز تا خوشه‌دهی	-۰/۰۳ ns	۱								
۳ تعداد روز تا گلدهی	-۰/۰۲ ns	۰/۹۸**	۱							
۴ تعداد روز تا رسیدن کامل	۰/۱۲**	۰/۲۴**	۰/۲۶**	۱						
۵ تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل	۰/۰۸۶۵ ns	-۰/۸۱**	-۰/۷۸**	۰/۳۲**	۱					
۶ تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پُرشدن دانه)	۰/۰۸ ns	-۰/۷۶**	-۰/۷۶**	۰/۳۷**	۰/۹۸**	۱				
۷ ارتفاع بوته	۰/۰۳ ns	۰/۳۵**	۰/۳۴**	-۰/۰۷ ns	-۰/۳۷**	-۰/۳۷**	۱			
۸ طول خوشه	۰/۰۰۲۴ ns	۰/۲۰**	۰/۱۸**	۰/۱۲**	-۰/۱۴**	-۰/۱۲**	۰/۲۰**	۱		
۹ قطر ساقه	۰/۰۲ ns	۰/۲۶**	۰/۲۷**	۰/۱۲**	-۰/۲۲**	-۰/۲۲**	۰/۱۳**	۰/۰۶ ns	۱	
۱۰ تعداد گره در ساقه	-۰/۰۸ ns	۰/۲۹**	۰/۲۷**	-۰/۱۵**	-۰/۳۷**	-۰/۳۶**	۰/۴۰**	۰/۱۲**	۰/۰۶ ns	۱
۱۱ تعداد سنبلچه در خوشه	-۰/۰۲ ns	۰/۱۹**	۰/۲۰**	۰/۰۴ ns	-۰/۱۷**	-۰/۱۷**	۰/۲۴**	۰/۲۶**	۰/۱۸**	۰/۱۵**
۱۲ تعداد گلچه در سنبلچه	-۰/۰۷ ns	-۰/۲۳**	-۰/۲۱**	۰/۰۴ ns	۰/۲۶**	۰/۲۴**	-۰/۱۹**	-۰/۰۵ns	۰/۰۷ ns	-۰/۰۸ ns
۱۳ تعداد دانه در خوشه	-۰/۱۱*	۰/۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۴۰ns	-۰/۰۱ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۸ ns	۰/۲۰**	۰/۰۶ ns
۱۴ وزن صد دانه	۰/۱۱*	۰/۲۱**	۰/۲۲**	۰/۲۱**	-۰/۰۸ ns	-۰/۰۸ ns	۰/۱۶**	۰/۱۹**	۰/۰۸۹۲*	۰/۱۰*
۱۵ وزن دانه پنج خوشه	-۰/۰۱ ns	۰/۱۸**	۰/۲۰**	۰/۱۷**	-۰/۰۷ ns	-۰/۰۷ ns	۰/۱۸**	۰/۱۹**	۰/۲۵**	۰/۱۳**
۱۶ وزن دانه گیاهان هر کرت	۰/۱۴**	۰/۰۵ ns	۰/۰۸ ns	-۰/۱۱*	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۰*	۰/۲۳**	-۰/۰۷ ns	-۰/۰۸ ns	۰/۱۲**
صفات	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶				
۱۱ تعداد سنبلچه در خوشه	۱									
۱۲ تعداد گلچه در سنبلچه	۰/۱۷**	۱								
۱۳ تعداد دانه در خوشه	۰/۶۰**	۰/۶۸**	۱							
۱۴ وزن صد دانه	ns-۰/۰۲	-۰/۱۳**	-۰/۱۳**	۱						
۱۵ وزن دانه پنج خوشه	۰/۴۹**	۰/۴۶**	۰/۶۹**	۰/۵۶**	۱					
۱۶ وزن دانه گیاهان هر کرت	-۰/۰۹۰۶*	-۰/۱۷**	-۰/۱۰*	۰/۲۳**	۰/۰۶ns	۱				

ns= غیر معنی‌دار است.

*و**= به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار است.

رگرسیون گام به گام

بر اساس نتایج حاصل، هنگامی که صفت وزن دانه گیاهان هر کرت به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل درنظر گرفته شدند، ضریب تبیین ۶ صفت وارد شده در مدل در مجموع ۱۸/۵ از تغییرات را توجیه کرد که غیر منطقی به نظر رسید. این ضریب تبیین پایین ناشی از واریانس داخل جمعیت‌ها علاوه بر واریانس بین جمعیت‌های مورد بررسی بود. بدین جهت صفت وزن دانه پنج خوشه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام سهم صفاتی که بیشترین تأثیر را در وزن دانه پنج خوشه داشتند، مشخص گردید (جدول ۵). ابتدا صفت تعداد دانه در خوشه وارد مدل شد و ۵۱/۸ درصد از تغییرات وزن دانه پنج خوشه را توجیه کرد. پس از آن صفت وزن صد دانه وارد مدل گردید؛ این دو صفت در مجموع ۹۵/۲ درصد از تغییرات وزن دانه پنج خوشه را توجیه کردند. اگر وزن دانه پنج خوشه را Y، تعداد دانه در خوشه را X_1 و وزن صد دانه را X_2 در نظر بگیریم، معادله کلی رگرسیون گام به گام به صورت: $Y= -45/6+17/0X_1+81/1X_2$ خواهد بود. نتایج ضرایب رگرسیون گام به گام صفات ارزیابی شده برروی وزن دانه پنج خوشه با نتایج ضرایب همبستگی مطابقت دارد؛ به طوریکه بیشترین ضرایب همبستگی با وزن دانه پنج خوشه با صفات تعداد دانه در خوشه (r=۰/۶۹**) و وزن صد دانه (r=۰/۵۶**) بود. خزایی (۲۰۰۴) با انجام تجزیه رگرسیون گام به گام صفات ارزیابی شده برروی وزن دانه پنج خوشه گندم گزارش نمود، صفات تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور در مجموع ۹۲/۲ درصد از تغییرات وزن دانه پنج خوشه را توجیه نمودند (Khazaei, 2004)، که با نتایج به دست آمده در این بررسی مطابقت دارد. با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام و نتایج همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده، جهت افزایش وزن دانه پنج خوشه که جزئی از عملکرد گندم محسوب می‌گردد، می‌توان گزینش را بر اساس صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه انجام داد.

تجزیه علیت صفات وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام

نتایج تجزیه علیت (جدول ۶، شکل ۱) برای صفات وارد شده در رگرسیون گام به گام، نشان داد صفت تعداد دانه در خوشه اثر مستقیم بالاتری (۰/۷۷) نسبت به وزن صد دانه (۰/۶۶) داشت. منفی بودن ناچیز اثر غیر مستقیم تعداد دانه در خوشه از طریق وزن صد دانه (۰/۰۹-) نشان می‌دهد که هرچند افزایش تعداد دانه در خوشه به صورت مستقیم باعث افزایش وزن دانه پنج خوشه شده است؛ اما از طریق کاهش وزن صد دانه می‌تواند باعث کاهش ناچیز وزن دانه پنج خوشه گردد. منفی بودن ناچیز اثر غیرمستقیم وزن صد دانه از طریق تعداد دانه در خوشه (۰/۱-) نیز نشان می‌دهد که هرچند افزایش وزن صد دانه به صورت مستقیم باعث افزایش وزن دانه پنج خوشه شده است؛ اما از طریق کاهش تعداد دانه در خوشه می‌تواند باعث کاهش ناچیز وزن دانه پنج خوشه گردد. این اثرات منفی و ناچیز دو صفت بر روی یکدیگر ناشی از ضریب همبستگی منفی و معنی دار بین آنها (r=-۰/۱۳**) می‌باشد. اما از آنجایی که ضریب همبستگی بین تعداد دانه در خوشه با وزن دانه پنج خوشه (r=۰/۶۹) و وزن صد دانه با وزن دانه پنج خوشه (r=۰/۵۶) تقریباً مساوی اثر مستقیم این صفات بر روی وزن دانه پنج خوشه است؛ بنابراین انتخاب مستقیم از طریق این صفات می‌تواند بر روی افزایش وزن دانه پنج خوشه مؤثر و کارا باشد. خزایی (۲۰۰۴) با انجام تجزیه علیت برای صفات وارد شده در رگرسیون گام به گام گزارش نمود، صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه اثر مستقیم بالایی را بر وزن دانه پنج خوشه گندم داشتند (Khazaei, 2004)؛ که نتایج حاصل را تأیید می‌نماید. نتایج به دست آمده از تحقیق مسعودی و همکاران (۲۰۰۸) بر روی گیاه سویا با استفاده از تجزیه علیت نشان داد که به ترتیب دو صفت تعداد دانه در یک بوته و وزن صد دانه، دارای بیشترین اثرات مستقیم مثبت روی عملکرد دانه در بوته می‌باشند (Masoudi *et al.*, 2008)؛ نتیجه‌ی این تحقیق با تحقیق انجام شده مطابقت داشته و نشان می‌دهد که این صفات علاوه بر گندم، در گیاهان دیگر هم می‌توانند به عنوان صفات مهم در ارزیابی و بهبود عملکرد در نظر گرفته شوند.

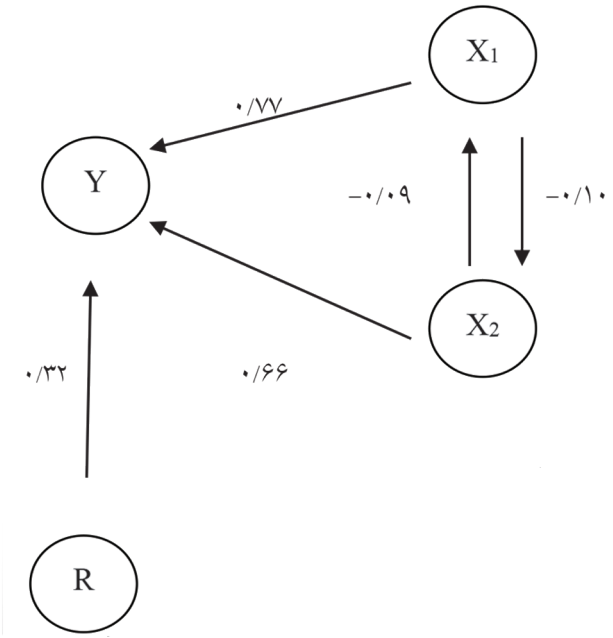
جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام به گام صفات ارزیابی شده بر روی وزن دانه پنج خوشه

مرحله	صفات	عرض از مبداء (α)	ضرایب رگرسیون		ضریب تبیین تجمعی (درصد)
			(X_1)	(X_2)	
۱	تعداد دانه در خوشه (X_1)	۱/۱۱	۰/۱۶		۵۱/۸
۲	وزن صد دانه (X_2)	-۶/۴۵	۰/۱۷	۱/۸۱	۹۵/۲
	مدل نهایی		$Y= -6/45 + 0/17X_1 + 1/81X_2$		

جدول ۶- اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام از طریق تجزیه علیت

صفت	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق		همبستگی ساده با وزن دانه پنج خوشه
		تعداد دانه در خوشه	وزن صد دانه	
تعداد دانه در خوشه	۰/۷۷	-	-۰/۰۹	۰/۶۹
وزن صد دانه	۰/۶۶	-۰/۱۰	-	۰/۵۶

اثر باقیمانده = ۰/۳۲



شکل۱- نمودار صفات وارد شده در معادله‌ی رگرسیون گام به گام: که در آن Y، وزن دانه پنج خوشه؛ X_1، تعداد دانه در خوشه؛ X_2، وزن صد دانه و R اثر باقیمانده (در واقع اثرات فاکتورهای ناشناخته ای هستند که بر روی صفت وزن دانه پنج خوشه اثر گذاشته‌اند) هستند.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها بدون در نظر گرفتن عملکرد (وزن دانه گیاهان هر کرت) (جدول ۷) بر مبنای مقادیر ویژه‌ی بزرگ‌تر از یک، با در نظر گرفتن ۵ عامل انجام گرفت. این عوامل در کل ۷۴/۱ درصد تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرند. معیار انتخاب تعداد عامل‌ها براساس تعداد ریشه‌های راکد بزرگ‌تر از یک بوده و از آنجایی‌که تعداد متغیرهای مورد استفاده در تجزیه به عامل‌ها برابر ۱۹ می‌باشد، بر اساس فرمول $F< (P+1)/2$ (که در آن P و F به ترتیب نشان دهنده‌ی تعداد متغیرها و عامل‌ها است) انتخاب ۵ عامل با اصول ارائه شده نیز مطابقت دارد. اختصاص صفات به عوامل مختلف براساس مقادیر ضریب عاملی بعد از انجام چرخش عامل‌ها صورت گرفته است. به این ترتیب که ضریب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ صرف‌نظر از علامت مربوطه، به‌عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شدند (Khazaei, 2004).

عامل اول که بیشترین سهم از تغییرات داده‌ها را نشان داده است (۲۹/۱درصد) دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت با صفات تعداد روز تا خوشه‌دهی (۰/۹۳) و تعداد روز تا گلدهی (۰/۹۳) و ضرایب عاملی بزرگ و منفی با صفات تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل (۰/۹-) و تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پُرشدن دانه) (۰/۸۹-) می‌باشد. در واقع این عامل بیانگر خصوصیات فنولوژیکی است. عامل دوم که ۱۸/۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت با صفات تعداد دانه در خوشه (۰/۹۵)، تعداد گلچه در سنبلچه (۰/۸)، وزن دانه پنج خوشه (۰/۷۸) و تعداد سنبلچه در خوشه (۰/۶۲) می‌باشد. این عامل بیانگر خصوصیات عملکرد دانه است. عامل سوم ۱۱/۴درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود و دارای ضریب عاملی بزرگ و مثبت با صفات طول خوشه (۰/۷۶)، ارتفاع بوته (۰/۵۹) و تعداد سنبلچه در خوشه (۰/۵۲) بود. عامل چهارم ۸/۵ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود و دارای ضریب عاملی بزرگ و مثبت با صفت تعداد روز تا رسیدن کامل (۰/۹) بود. عامل پنجم با توجیه ۶/۸ از تغییرات داده‌ها، دارای ضریب عاملی بزرگ و مثبت با صفات وزن صددانه (۰/۹۴) و وزن دانه پنج خوشه (۰/۵۷) بود.

از نظر وارد نمودن یا ننمودن عملکرد در تجزیه به عامل‌ها بین صاحب‌نظران اختلاف عقیده وجود دارد (Walton, 1971)؛ به‌عنوان نمونه دامانیا و جکسون (Damania and Jackson, 1986) در تجزیه به عامل‌ها عملکرد را دخالت ندادند. در حالی‌که اغلب محققان بر وارد نمودن عملکرد به انضمام دیگر صفات در تجزیه به عامل‌ها تأکید داشتند (Bramel *et al.*, 1984; Selier and Stafford, 1985). سرخی لَه‌لو و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی رابطه‌ی عملکرد دانه با صفات کمی از طریق روش تجزیه به عامل‌ها در گندم اظهار داشتند که تغییرات حاصل از وارد نمودن یا ننمودن عملکرد در نتایج تجزیه قابل توجه نبوده و تأثیر زیادی در عامل‌های به‌دست آمده نداشته است (Sorkhi Laleloo *et al.*, 1998). با این وجود به نظر می‌رسد چون گزینش بر مبنای خود عملکرد بازدهی کمتری می‌تواند داشته باشد، لذا بر اساس مقادیر عاملی ژنوتیپ‌ها در تجزیه، بدون در نظر گرفتن عملکرد این امکان فراهم خواهد شد که ژنوتیپ‌های مطلوب از جهت شاخص‌های گزینشی انتخاب شوند (Khazaei, 2004).

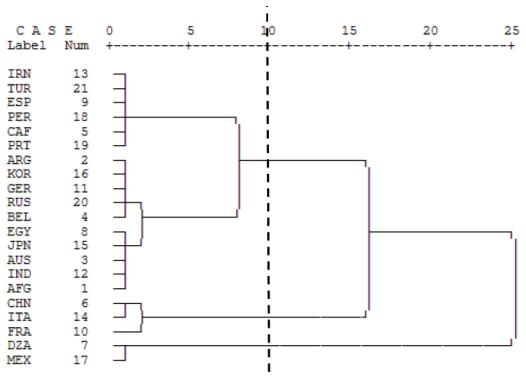
محمدی و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های بومی گندم نان ایران با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، ۲۱ صفت مورد مطالعه را به شش عامل مشترک کاهش دادند. عامل اول با واریانس ۱۷/۴ درصد به عنوان تولید و توزیع عملکرد اقتصادی، عامل دوم با واریانس ۱۵/۲ درصد با نام تولید ماده خشک، عامل سوم با واریانس ۱۰/۳ درصد به عنوان عامل مؤثر بر پنجه‌دهی، عامل چهارم با واریانس ۸/۲ درصد با نام باروری، عامل پنجم با واریانس ۶/۹ درصد با نام عوامل مؤثر بر ارتفاع گیاه و عامل ششم با واریانس ۵/۹ درصد به عنوان طول دوره رشد قبل از گلدهی بیان نموده است (Mohammadi *et al.*, 2002).

تجزیه خوشه‌ای

نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش Ward جهت تعیین فاصله نمونه‌های ژنتیکی ۲۱ کشور با استفاده از داده‌های صفات ارزیابی شده در شکل۲ ارائه گردیده است. نمونه‌های ژنتیکی ۲۱ کشور با در نظر گرفتن خط برش در ۱۰ واحد فاصله، سه خوشه نشان داد، در خوشه اول کشورهای ایران، ترکیه، اسپانیا، پرو، آفریقای مرکزی، پرتغال، آرژانتین، کره‌جنوبی، آلمان، روسیه، بلژیک، مصر، ژاپن، اتریش، هندوستان و افغانستان و در خوشه دوم کشورهای چین، ایتالیا و فرانسه و در خوشه سوم کشورهای الجزایر و مکزیک قرار گرفتند. در گروه اول منابع ژنتیکی کشورهای ایران، ترکیه، اسپانیا، پرو، آفریقای مرکزی و پرتغال نسبت به نمونه‌های دیگر کشورها، نمونه‌های ژنتیکی کشورهای آرژانتین، کره‌جنوبی، آلمان، روسیه و بلژیک نسبت به نمونه‌های سایر کشورها و نمونه‌های گندم کشورهای مصر، ژاپن، اتریش، هندوستان و افغانستان نسبت به نمونه‌های دیگر کشورها قرابت بیشتری با یکدیگر داشتند. در گروه دوم نمونه‌های‌ژنتیکی کشورهای چین و ایتالیا نسبت به نمونه‌های فرانسه شباهت بیشتری با یکدیگر داشتند. این شباهت‌ها بین کشورهای مختلف ممکن است به‌علت تبادل مواد ژنتیکی بین تولیدکنندگان ژرم‌پلاسم آن‌ها باشد. بیشترین وزن دانه گیاهان هر

جدول ۷- ضرایب عاملی، میزان اشتراک، درصد واریانس نسبی و درصد واریانس تجمعی صفات مورد بررسی

صفت	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	میزان اشتراک
درصد سبزکردن	۰/۰۱	-۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۱۵
تعداد روز تا خوشه‌دهی	۰/۹۳	-۰/۰۰۳	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۹۶
تعداد روز تا گلدهی	۰/۹۳	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۹۶
تعداد روز تا رسیدن کامل	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۹	۰/۲	۰/۸۵
تعداد روز از خوشه‌دهی تا رسیدن کامل	-۰/۹	۰/۰۳	-۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۰۰۳	۰/۹۶
تعداد روز از گلدهی تا رسیدن کامل (طول دوره پُرشدن دانه)	-۰/۸۹	۰/۰۲	-۰/۱۱	۰/۳۹	-۰/۰۰۰۳	۰/۹۶
ارتفاع بوته	۰/۳۴	-۰/۰۴	۰/۵۹	-۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۵۷
طول خوشه	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۷۶	۰/۲۲	۰/۰۰۴	۰/۶۳
قطر ساقه	۰/۳۹	۰/۳۳	-۰/۰۳	۰/۲۷	-۰/۰۷	۰/۳۴
تعداد گره در ساقه	۰/۲۳	-۰/۰۲	۰/۴۸	-۰/۴۲	۰/۱۷	۰/۴۹
تعداد سنبلچه در خوشه	۰/۱۸	۰/۶۲	۰/۵۲	۰/۰۶	-۰/۱۵	۰/۷۱
تعداد گلچه در سنبلچه	-۰/۲۳	۰/۸	-۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۰/۷۵
تعداد دانه در خوشه	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۱۳	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۹۲
وزن صد دانه	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۹۴	۰/۹
وزن دانه پنج خوشه	۰/۱	۰/۷۸	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۵۷	۰/۹۶
درصد واریانس نسبی	۲۹/۱	۱۸/۳	۱۱/۴	۸/۵	۶/۸	
درصد واریانس تجمعی	۲۹/۱	۴۷/۴	۵۸/۸	۶۷/۳	۷۴/۱	



شکل ۲- دندروگرام تعیین فاصله ۵۱۲ نمونه گندم ۲۱ کشور مورد بررسی به روش Ward

کرت در نمونه‌های گندم کشورهای متعلق به گروه سوم و بیشترین وزن دانه پنج خوشه در نمونه‌های گندم کشورهای متعلق به گروه دوم مشاهده شد (نتایج نشان داده نشده است).

ارشد و سلطانی (۲۰۰۶) در سال زراعی جهت تعیین فاصله ۵۱۲ نمونه گندم جمع آوری شده از ۲۳ کشور، با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای، منابع ژنتیکی این کشورها را در ۴ گروه قرار دادند و کشور ایران در گروه اول به همراه منابع ژنتیکی کشورهای افغانستان، هندوستان، فرانسه، آمریکا و چین قرار گرفت. منابع ژنتیکی کشورهای ایتالیا، روسیه، اسپانیا، پرتغال و ترکیه، هلند، تونس و چک در گروه دوم قرار گرفتند. در گروه سوم نمونه‌های کشورهای آرژانتین، فنلاند، استرالیا و کانادا و در گروه آخر نمونه‌های کشورهای اورگوئه و مکزیک جای گرفتند. کشورهای بلژیک، رومانی و ژاپن بصورت انفرادی قرار داشتند (Arshad and Soltani, 2006).

نتیجه‌گیری کلی

منابع ژنتیکی مورد بررسی از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای آن از تنوع بسیار بالایی برخوردار بودند و می‌توان از این پتانسیل ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

با سپاس از ریاست محترم مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج که با تأمین بودجه، امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند.

منابع مورد استفاده

1. Agrama, H.A. (1996). Sequential path analysis of grain yields its components in maize. *Plant Breeding*. 115: 343-346.
2. Anonymous. (1985). Descriptors for wheat (Revised). International Board for Plant Genetic. Resources. Press, Rome , Italy .
3. Ario, O.J., Pkenova, M.E. and Fatokun, C.A. (1986). Plant character correlations and path analysis of pod yield in okra. Euphytica 36: 677-686.
4. Arshad, Y. and Soltani, A. (2006). Effects of drought stress on wheat accessions in gene banks. the final report. registration number 85.1239 Agricultural Information and Documentation Centre. pp:80. (In Persian).
5. Bahram nejad, B. and Taleei, A.R. (2000). Study and determine the correlation between yield and agronomic, morphological and physiological traits by path analysis method in morphotypes of wheat. Proceedings of the Sixth Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. pp: 85-86. (In Persian).
6. Bramel, P.J., Hinz, P.N., Green, D.E. and Shibles, R.M. (1984). Use of Principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. Euphytica 33: 387-400.
7. Braun, H.J., Ekiz, H., Eser, V., Keser, M., Ketata, H., Marcucci, G., Margounov, A.I. and Zencirei, N. (1998). Breeding priorities of winter wheat programs. In: Braun, H.J., Altau, F., Kronstad, W.E., Beniwal, S.P.S. and McNaB, A. (eds): Wheat: prospects for Global Improvement proc 5th Int. wheat conf. Ankara. Turkey. Academic publishers. Dordecht. pp: 553-560.
8. Damania, A.B. and Jackson, M.T. (1986). An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bheri River Valley Neapal, Rachis. Vol. 5.
9. Daryani, A., Ahari zad, S., Tari nejad, A.R., Farah vash, F. and Noroozi, M. (2010). Category advanced bread wheat lines using multivariate statistical analysis. Eleventh Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran, Tehran. martyr Beheshti University. (In Persian).
10. Fang, X.W., Xiong, E.H. and Zhu, W. (1996). Cluster analysis of elit wheat germplasm. Jiangsu Agric . Science 4, pp: 14-16.
11. FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the united nation quarterly bulletin of statistic. Rom, Italy.
12. Farshadafar, E. (2005). *Principles and multivariate statistical methods* (second edition). Kermanshah,Publications Taq Bostan. pp: 734. (In Persian).
13. Henink, S. and Zeven, A.C. (1991). The interprtation of Nei and Shannnon-Weaver within population Variation indices. Euphitica 51: 235-24.
14. Khazaei, A. (2004), Investigation on the relationships between important agronomic and phenological traits of wheat accessions of National Plant Gene Bank of Iran in salt stress conditions . Thesis (M.Sc.), Islamic Azad University Karaj Branch. (In Persian).
15. Masoudi, B., Bi hamta, M.R., Babaei, H.R. And Paighambari, S.A. (2008). Evaluation of relationship between grain yield and biological yield with some agronomic traits in soybean by the path analysis, *Journal of Crop Science*. Vol, 39. No,1.pp: 77-87. (In Persian).
16. Metakovsky, E.V. and Branlard, G. (1998). Genetic diversity of French common wheat germpelasm based on gliadin alleles. Theor Appl, Genet,96:209-218.
17. Moghaddam, M., Mohammadi Shooti, A. and Aghaei Sarbarzeh. M. (1994). Introduction to multivariate statistical methods. leading science publications. (In Persian).
18. Mohammadi, M., Ghannadha, M.R. and Taleei, A.R. (2002). Study of genetic diversity of indigenous wheat lines of Iran using multivariate statistical methods. the Seventh Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran, Karaj. p: 721. (In Persian).
19. Mohammadi, S.A. and Prasanna, B.M. (2003) Analysis of genetic diversity in cropplants- Salient statistical tools and considerations. Crop Sci, 43: 1235-1248.
20. Moral, G.L., Rharrabti, Y., Villegas, D. and Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its Components in Durum Wheat under Mediterranean Conditions: An Ontogenic Approach. Agron. J., 95: 266-274.
21. Naruee Rad, M.R., Farzanjoo, M., Fanaei, H.R., Arjmandi nejad, A.R., Ghasemi, A. and Pol shekan Pahlavan, M.R. (2006) Evaluation of genetic diversity and factor analysis for morphological traits of Sistan and Baluchestan landraces accessions of wheat, *Journal of Construction Research in Agriculture and Horticulture*. No, 73. pp: 50-57. (In Persian).
22. Nourmand moayyed, F. (1996). To determine the best indices of drought resistance in bread wheat. Thesis (M.Sc.), Plant Breeding Department, University Tehran. (In Persian).
23. Petersen, G. (1985). Augmented Design for Preliminary Yield Trials (Revised). RACHIS Vol, 4. USA, pp:27-31.
24. Rajaram, S. (2000). International wheat breeding past & present achievements & future direction. Oregan state univ. Extension service, Special Report. pp: 1017.
25. Rejesus, M., Van Ginkel, M. and Smale, M. (1996). Wheat breeders perspectives of genetic diversity and germplasm use, Wheat Special Report 4, Mexicop D.F. CIMMYT.
26. Rezai, A.M. and Mir mohammad Meybodi, A.M. (2010). *Statistics and Probability (Use in Agriculture)*, industrial Jihad unit of University Isfahan, pp: 602. (In Persian).
27. Romesburg, H.C. (1990). Cluster analysis for researches, R.K. Publishing

Company, Malabar, Florida. pp: 9 -25.

28. SAS Institute. (2003) The SAS system for windows. Release 9.1, SAS Inst. Cary, NC.
29. Selier, G.L. and Stafford, R.E. (1985). Factor analysis of components of yield in guar. Crop Sci. 25: 905-908.
30. Shannon, M.C (1986). New insights in plant breeding efforts for improved Salt tolerance. Hort, Tecnol. 6: 96-99.
31. Sorkhi Laleloo, B., Yazdi Samadi, B. and Attari, A. (1998). Evaluation of genetic diversity in Iranian bread wheat collection with morphological traits and geographic and climatic classification. *Journal of Agricultural Science*, Vol, 29. No,4. pp: 639-657. (In Persian).
32. SPSS Inc. (2007). SPSS for windows. Release 16, Standard.
33. Taher nejad, Z., Aghaei, M.J., Zahravi, M., Zamani, M.J., Solooki, M.J. and Emam Jomeeh, A.A. (2008). Evaluation of genetic diversity of Iranian accessions of Aegilops tauschii using morphological traits. Journal of Construction Research in Agriculture and Horticulture. No, 79. pp: 125-132. (In Persian).
34. Zarei, S. (2009). Evaluation of genetic diversity of agronomic and morpho- physiological traits related tolerance to drought stress in indigenous wheat's of Iran. Thesis (M.Sc.), Department of Plant Breeding, Islamic Azad University Tehran Science and Research Branch. (In Persian).
35. Zarkti, H., Ouabbou, H., Hilali, A. and Udupa, S.M. (2010). Detection of genetic diversity in Moroccan durum wheat accessions using agro-morphological traits and microsatellite markers, *African Journal of Agricultural Research* Vol, 5(14), pp: 1837-1844.