

## تجزیه به عامل‌ها برای عملکرد دانه و سایر خصوصیات گندم

- مجید طوسی مجرد، کارشناس ارشد اصلاح نباتات
- محمدرضا قنادها، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- منوچهر خدارحمی، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (بخش غلات)
- سعید شهابی، کارشناس ارشد اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۸۴

Email: m-t-mojarrad@yahoo.com

### چکیده

به منظور ارزیابی پتانسیل عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی و بررسی ارتباط برخی از صفات کمی با عملکرد دانه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر جهت استفاده در برنامه‌های به نژادی در آینده، ۲۴۵ ژنوتیپ دریافتی از سمیت مکزیک به همراه شاهد‌ها در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ به صورت آزمایش آگمنت در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که از نظر کلیه صفات به ویژه عملکرد دانه، تنوع قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد. با انجام تجزیه به عامل‌ها بر اساس استخراج ریشه‌های راکد، از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۵ عامل در مجموع ۶۷/۷۰۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. نتایج حاصل از بررسی ضرایب عاملی، نشانگر اهمیت صفات طول پدانکل، طول بیرون آمدگی پدانکل، ارتفاع و صفات مربوط به زودرسی (تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدن) در گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب برای شرایط خشکی می‌باشد.

کلمات کلیدی: گندم نان، تجزیه به عامل‌ها، خشکی

Pajouhsh & Sazandegi No 66 pp: 9-16

### Factor analysis for grain yield and other attributes in bread wheat

By: M.Tousi Mojarad, M. S. C Agriculture M. R. Ghannadha, Prof., Agriculture College, Tehran University, Karaj, Iran

M. Khodarahmi, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran, S. Shahabi, M. S. C Agriculture College.

In order to evaluate grain yield potential in bread wheat genotypes in drought condition, study of relationship between quantitative traits with grain yield and selection of best genotypes for breeding program in near future, 245 genotypes received from CIMMYT (Mexico) with five control genotypes were evaluated in an agment experiment in seed and plant improvement institute Karaj in 2002- 2003. Results of data analysis showed significant differences between genotypes for most of traits. Based on factor analysis via principle component basis eigen values five factors explain 67.70 % of data total variance. Also factor analysis showed length of peduncle, extrusion peduncle length, height and relevant traits to early maturity (heading and dayes to maturity) were important for selection of appropriate genotypes in drought condition.

**Keyword:** Bread wheat, Factor analysis, Drought

## مقدمه

به ویژه در مورد همبستگی ارتفاع بوته و زمان ظهور سنبله نتایج متفاوتی (بسته به نوع رقم و نیز سیستم کاشت مورد استفاده) دیده شده است (۳). Bahatt اظهار داشته است که عملکرد دانه همبستگی مثبت ومعنی‌داری با ارتفاع بوته وهمبستگی منفی با زمان ظهور سنبله دارد (۵). Abaye و همکاران با بررسی چند ساله ۵۰ رقم از گندم‌های دوروم‌ایالت ویرجینیا، به این نتیجه رسیدند که در سالهایی که بارندگی محدود بوده است و گیاهان با آب وهوای خشک روبرو بوده‌اند، این ارقام دارای پروتئین دانه بیشتری بوده‌اند (۲). Renold و همکاران با بررسی گندم‌های مختلف در سیمیت به این نتیجه رسیدند که کلا در گندم یک رابطه خطی بین تنش و عملکرد دانه وجود دارد (۲۹). Nachit و همکاران در آزمایشی که بر روی ۲۱۰ لاین اصلاح شده در شرایط تنش خشکی انجام دادند دریافتند که در این شرایط عملکرد دانه همبستگی بالایی با زودرسی، مکانیزم لوله‌ای شدن برگ، تعداد پنجه بارور، طول پدانکل و تعداد بذر در سنبله دارد (۳۶). روستایی و همکاران (۳) در آزمایشی که بر روی ۶۵۰ لاین بومی در شرایط تنش خشکی انجام دادند دریافتند که اجزای عملکرد بیشتر با خصوصیات سنبله مرتبط بوده و دارای ضرایب بزرگ مثبت برای تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه بارور در سنبله می‌باشد.

از آنجایی که بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی‌های منفی وجود دارد و با توجه به ارتباط‌های پیچیده صفات با همدیگر قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چند متغیره، جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات، بهره برد. در این بین تجزیه به عامل‌ها یک روش آماری موثر در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری قطعی از داده‌هایی است که همبستگی بالایی را بین متغیرهای اولیه نشان می‌دهند (۱۱، ۱۸). این روش به طور موثری برای درک روابط و ساختار اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی گیاهان زراعی به کار گرفته شده است (۵، ۹، ۱۶، ۳۸، ۳۸). Walton از روش تجزیه به عامل‌ها برای مطالعه خصوصیات گیاهی و تعیین معیار گزینش مناسب برای افزایش عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی استفاده نمود (۳۸، ۳۹).

روستایی و همکاران (۳) در آزمایشی که بر روی ۶۵۰ لاین بومی در شرایط تنش خشکی انجام دادند نشان دادند که در تجزیه به عامل‌ها پنج عامل وارد مدل شده و ۵۷ / ۶۵ درصد از تغییرات را توجیه نموده است. آن‌ها عامل اول را مؤثر بر اجزای عملکرد، عامل دوم را مؤثر بر وزن دانه، عامل سوم را مؤثر بر عملکرد و شاخص برداشت، عامل چهارم را مؤثر بر طول ریشک و تعداد روز تا رسیدن و عامل پنجم را مؤثر بر تعداد دانه در سنبله و قطر ساقه نام گذاری نمودند. Gupta و همکاران ۱۷ صفت از ۴۰ لاین نسل‌های پیشرفته گندم را به همراه ۱۱ شاهد در طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار دادند، تجزیه به عامل‌ها، ۱۵ صفت مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه را به ۵ عامل اصلی رسیدگی، خصوصیات سنبله، خصوصیات دانه، کیفیت پروتئین و پنجه زنی کاهش داد (۲۱). Dawari و Luthra در مطالعات خود بر روی ارقام گندم نان نشان دادند که صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در هر گیاه و طول سنبله از اجزاء مهم عملکرد بوده و انتخاب بر اساس آن‌ها می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد (۲۰).

تولیدغذای جهان عمدتاً به وسیله استرس‌های محیطی و عوامل بیماری‌زا محدود شده است که در میان انواع استرس‌ها، خشکی دارای اهمیت به‌سزائی می‌باشد. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از اراضی زیر کشت گندم در ایران در مناطق خشک ونیمه خشک قرار گرفته است. و در این مناطق میزان بارندگی کم وتوزیع بارندگی از سالی به سال دیگر متغیر است. وبا توجه به روند سریع افزایش جمعیت وتقاضای روز افزون جامعه برای تامین منابع غذایی به ویژه نان، ارزیابی لاین‌های مختلف جهت شناخت ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی برای بالا بردن میزان محصول برداشتی در واحد سطح بیش از پیش احساس می‌شود. تحقق چنین هدفی نیازمند توجه واهتمام جدی نسبت به انجام تحقیقات گسترده به نژادی در جهت افزایش مقاومت وتحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی از جمله خشکی می‌باشد. تنوع طبیعی گیاهی از ابتدایی‌ترین و ارزشمندترین ابزار مورد استفاده در اصلاح نباتات می‌باشد (۲۲، ۲۷، ۲۸، ۳۴، ۳۵). به نژادگران گندم علاقمند به دستیابی ژنوتیپ‌هایی هستند که از لحاظ صفت عملکرد دانه و سایر صفات زراعی مطلوب باشند. برای رسیدن به این هدف، به نژادگر می‌تواند در نسل‌های اولیه اقدام به انتخاب نماید و یا انتخاب را تا رسیدن ژنوتیپ به نسل‌های پیشرفته به تاخیر اندازد (۷، ۳۱). عملکرد دانه، صفتی کمی بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. همچنین وراثت پذیری این صفت به دلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط پایین بوده، بنابراین انتخاب بر اساس عملکرد دانه در جهت بهبود آن ممکن است چندان مؤثر نباشد (۳۰). به ویژه در نسل‌های اولیه که تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد بوده و ارزیابی ژنوتیپ‌ها به صورت آزمایشات تکراردار صورت نمی‌گیرد بازده ژنتیکی<sup>۱</sup> مطلوبی ندارد (۲۳). صفات مورفولوژیک به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و توارث پذیری نسبتاً بالایی دارند، پس انتخاب بر اساس این صفات ممکن است راه مطمئن وسریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (۴۲). کنترل بهتر اثرات محیط در بر نامه‌های اصلاحی به منظور بهبود عملکرد می‌تواند از طریق انتخاب غیر مستقیم<sup>۲</sup> برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر به تغییرات محیط حساس باشند، صورت گیرد (۲۰). دونالد با توصیف تیپ‌های مطلوب گندم، معیارهای مناسب برای گزینش در مورد گندم را مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت که در برنامه افزایش عملکرد تعیین یک معیار گزینش اهمیت و ضرورت زیاد دارد (۳۳). نکته مهم در اینجاست که وجود اثر متقابل شدید بین ژنوتیپ و محیط باعث شده نتایج حاصل از بررسی‌های انجام گرفته در شرایط محیطی مختلف، یکسان نباشد. از آنجاییکه یک معیار گزینش مطلوب باید وراثت پذیری بالایی داشته باشد، قابلیت توارث ژنتیکی پایین عملکرد دانه باعث می‌شود که انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد دانه چندان مؤثر نباشد. لذا انتخاب در جهت افزایش عملکرد دانه باید از طریق اجزای عملکرد انجام گیرد (۴۰). تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند (۱۴). بر اساس گزارش‌های متعدد، در گندم بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور یا سنبله در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله، طول سنبله همبستگی معنی‌داری مشاهده شده است (۷، ۱۵، ۱۷، ۲۴، ۲۵، ۳۳، ۳۶، ۳۷).

دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل وجین علف‌های هرز و استفاده از علف کش توفوردی<sup>۳</sup> برای از بین بردن علف‌های هرز پهن برگ انجام گرفت. در این آزمایش صفات مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک مانند تعداد روز تا سنبله دهی، تعداد روز تا رسیدن کامل، طول سنبله، طول پدانکل، طول بیرون آمدگی پدانکل، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن ۲۰ سنبله رسیده و وزن ۲۰ ساقه به جز سنبله در مرحله رسیدن، اندازه‌گیری شد. یادداشت برداری‌های مذکور بر روی ۲۰ ساقه اصلی هر کرت انجام گرفت و سطح برداشت برای عملکرد دانه نیز ۱/۲ متر مربع بود. در این آزمایش کلیه محاسبات و تجزیه‌های آماری از قبیل تجزیه همبستگی و تجزیه به عامل‌ها از طریق نرم افزارهای SPSS، Excel انجام پذیرفت. و تجزیه به عامل‌ها با روش چرخش عاملی و ریماکس با روش استاندارد کردن کایزر (۶، ۱۱) صورت گرفت.

### نتایج و بحث

جدول ۱- میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی صفات را نشان می‌دهد. از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی، تنوع زیادی در بین بیشتر ارقام گندم مورد بررسی مشاهده گردید. بیشترین درصد تغییرات فنوتیپی، مربوط به طول بیرون آمدگی پدانکل بود، از نظر تعداد روز تا رسیدن بین زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ژنوتیپ ۹ روز اختلاف وجود داشت که کمترین درصد تنوع محاسبه شده بین صفات را دارا بود. میانگین عملکرد ۵۳۸۶ کیلوگرم در هکتار با دامنه تغییرات بسیار بالا محاسبه گردید. از آنجایی که ضرایب همبستگی ممکن است اطلاعات کاملی از ارتباط

با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از اراضی زیر کشت گندم در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است هدف از این تحقیق به کارگیری روش آماری تجزیه به عامل‌ها بر روی داده‌های حاصل، جهت بررسی ساختار پیچیده صفات و تعیین اهمیت نسبی صفات مورد بررسی در ارتباط با عملکرد، برای شناخت ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، جهت استفاده در برنامه‌های به نژادی در آینده، برای بالا بردن میزان عملکرد در واحد سطح در شرایط خشکی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در این آزمایش برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم تر نسبت به تنش خشکی بر اساس ارزیابی پتانسل عملکرد ژنوتیپ‌ها، جهت استفاده در آزمایشات پیشرفته‌تر خشکی، تعداد ۲۴۵ ژنوتیپ دریافتی از مرکز سیمیت مکزیک با ژنوتیپ‌های شاهد کویر، زاگرس، بک کراس بهاره روشن، دابل کراس شاهی و Vee / Nac در یک آزمایش آگمنت در سال زراعی ۱۳۸۱-۸۲ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمایش برای اعمال تنش خشکی بعد از مرحله ظهور سنبله آبیاری دیگری صورت نگرفت. این مزرعه در ارتفاع ۱۳۱۰ متر از سطح دریا قرار داشته و در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی واقع شده است. هر ژنوتیپ روی یک پشته به طول ۲ متر با فاصله خطوط ۳۰ سانتیمتر بر اساس تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع، در پاییز سال ۱۳۸۱ کشت گردید. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه متخصصین مربوطه ۶۰ کیلوگرم ازت و ۳۰ کیلوگرم فسفر بود. در طول

جدول ۱- حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار، درصد تغییرات فنوتیپی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گندم

صفات	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	درصد تغییرات فنوتیپی
Triats	Mean	Min	Max	Standard error	Coefficient of variation (%)
تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)	۱۲۸/۷۳	۱۲۳	۱۳۹	۳/۵۹	۲/۷۹۴
تعداد روز تا رسیدن (Maturity)	۱۷۱/۷	۱۶۷	۱۷۶	۲/۱۴	۱/۲۵
طول سنبله (Spike length)	۱۰/۵۷	۷	۱۳/۸	۱/۲۹۳	۱۲/۲۲۳
طول پدانکل (Peduncle length)	۳۴/۷۴	۲۴/۳۳	۴۹/۸۴	۳/۹۸	۱۱/۴۵۸
طول بیرون آمدگی پدانکل (Extrusion peduncle length)	۱۵/۲۳۶	۸/۱۳	۲۸/۳۶	۳/۴۶	۲۲/۷۱۸
عملکرد دانه (Grain yield)	۵۳۸۶	۲۸۳۳	۸۵۰۰	۱۰۸/۸۷	۱۶/۸۴۳
ارتفاع (Height)	۱۰۰/۵۸	۸۰	۱۳۳	۹/۶۴	۹/۵۹۳
وزن ۲۰ سنبله (20 Spike weight)	۵۷/۵۱۸	۳۲/۴	۱۰۲	۹/۹۹	۱۳/۳۷۷
وزن ۲۰ ساقه بجز سنبله (20 Stem weight Without spike)	۴۸/۳۶۷	۲۸/۳	۶۵/۴	۶/۷۳۴	۱۳/۹۹۲

که ژنوتیپ‌های برخوردار از مقادیر بالای عامل دوم بدون در نظر گرفتن خصوصیات دیگر دارای سنبله‌های بلند و بارور با تعداد دانه بیشتر در سنبله خواهد بود. اجزای سنبله (طول، تعداد سنبله‌چ، تعداد گلچه بارور، تعداد دانه) بر روی عملکرد تاثیر بسیار زیادی دارند. در صورت وجود رطوبت و مواد غذایی مناسب و قابل دسترس، ژنوتیپ‌هایی که دارای طول سنبله زیاد، تعداد سنبله‌چ و تعداد گلچه بارور و تعداد دانه در سنبله در آن‌ها بیشتر باشد، عملکرد دانه زیادی را تولید خواهند نمود. تنش خشکی به ویژه تنش خشکی آخر فصل همواره یکی از عوامل اصلی کاهش تولید محصول گندم بوده است. لذا در اکثر مواقع به علت میزان کم بارندگی یا توزیع نامناسب آن، رطوبت مناسب برای پر کردن دانه وجود نداشته و در اغلب مواقع به علت افزایش دما، بذور چروکیده و در نهایت کاهش محصول اتفاق می‌افتد. روستایی (۱) نشان داده است که انتخاب و گزینش لاین‌هایی با اندازه متوسط برای طول سنبله ولی وزن هزار دانه بالا می‌تواند در افزایش عملکرد دانه مؤثر باشد. شاید یکی از عوامل بسیار مهم در کاهش تولید گندم در شرایط تنش خشکی ناشی از عدم وجود دستورالعمل‌های علمی و فنی به زراعی در سال‌های گذشته و یا عدم به کارگیری این یافته‌ها در سال‌های اخیر باشد، به طوریکه بر اساس بررسی به عمل آمده در موسسه تحقیقات کشاورزی، کاهش شدید محصول گندم طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۷ تنها مربوط به کاهش میزان بارندگی نبوده، بلکه میزان استفاده از میزان بذر بیشتر در واحد سطح، فاصله خطوط کاشت بیشتر، عدم تنظیم صحیح وسایل کاشت در مورد کاشت یکنواخت بذر در واحد سطح، عدم تهیه اصولی بستر بذر و در نهایت مصرف بی رویه کودهای ازته از عواملی بودند که اثرات تنش خشکی را تشدید نمود (۳). با توجه به نتایج بدست آمده در مورد تنوع ژنتیکی مناسب در بین گندم‌ها از نظر خصوصیات سنبله (طول، تعداد سنبله‌چ، تعداد گلچه بارور و تعداد دانه بیشتر) می‌توان از این صفات در برنامه‌های به نژادی گندم استفاده کرد و نسبت به گزینش لاین‌های متحمل به خشکی اقدام نمود. عامل سوم همانند عامل دوم مربوط به خصوصیات سنبله و کاه و کلش است و دارای ضرایب بزرگ مثبت با طول سنبله، وزن سنبله رسیده و وزن کاه و کلش است. عامل چهارم دارای ضرایب بزرگ مثبت با عملکرد و طول سنبله و ضریب منفی با زمان سنبله دهی است. فاکتورهای مذکور را گل‌پرور (۸) در عامل چهارم ذکر نموده است و صفت عملکرد را بهرام نژاد (۴) در عامل اول، Yildirim و همکاران (۴۳) در عامل پنجم معرفی نمودند. از آنجایی که اجزاء عملکرد به طور پی در پی تشکیل یافته و توسعه می‌یابند تغییرات آن‌ها ناشی از واکنش نسبت به محدودیت یا نوسانات مواد حاصل از فتوسنتز و متابولیک است. بطوری که جزء عملکردی که تشکیل می‌شود فقط تا زمان تشکیل جزء بعدی توسعه می‌یابد زیرا، پتانسیل ژنتیکی به خاطر محدودیت مواد متابولیکی برای توسعه مداوم هر دو جزئی کافی نیست (۱۳).

بر مبنای ضرایب عاملی محاسبه شده برای صفات مختلف می‌توان دریافت که مقادیر این عامل ژنوتیپ‌هایی را در بر دارند که در کنار عملکرد بالا، طول سنبله بلندتر و تعداد روز تا ظهور سنبله کوتاه تری دارند. همانطوری که در جدول ۱- ملاحظه می‌شود، از نظر تعداد روز تا ظهور سنبله دامنه تغییرات مشاهده شده در مقایسه با تعداد روز تا رسیدن، ۷ روز بیشتر است، بنابراین با توجه به قرار گرفتن تعداد روز تا ظهور سنبله با عملکرد در عامل چهارم اهمیت نسبی آن در مقایسه

بین صفات مختلف را ارائه نکنند و با توجه به مزایای متعدد تجزیه‌های آماری چند متغیره برای درک عمیق ساختار داده‌ها، از تجزیه به عامل‌ها استفاده گردید. جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه از نظر وارد نمودن یا نمودن عملکرد دانه در تجزیه به عامل‌ها بین صاحب نظران اختلاف عقیده وجود دارد (۳۸)، بنابراین به منظور مقایسه دو نظر ارائه شده در دو حالت، تجزیه به عامل‌ها برای داده‌های موجود انجام گرفت. به عنوان نمونه Damania و Jackson در تجزیه به عامل‌ها عملکرد دانه را دخالت ندادند (۱۹). در حالی که اغلب محققان بر وارد نمودن عملکرد به انضمام دیگر صفات در تجزیه به عامل‌ها تاکید داشته‌اند (۱۶، ۳۲). همانطور که در جدول ۳- مشاهده می‌شود، بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از یک در هر دو حالت تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن ۵ عامل انجام گرفت. این عوامل در کل ۶۷/۷۰۳ درصد (کلیه صفات) و ۷۴۷/۷۵ درصد (بدون عملکرد) تغییرات داده‌ها را در بر گرفتند. لازم به یادآوری است که مقادیر  $KMO^4$  به دست آمده و نیز معنی‌دار بودن آزمون اسفربسیستی بارتلت<sup>۵</sup> بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها می‌باشد. معیار انتخاب تعداد عامل‌ها بر اساس تعداد ریشه‌های بزرگتر از یک بوده و از آنجاییکه تعداد متغیرهای اولیه مورد استفاده در تجزیه به عامل‌ها برابر نه می‌باشد بر اساس فرمول  $F < (P+1)/2$ ، (که در آن F، P به ترتیب نشان دهنده تعداد متغیرها و عامل‌ها است) انتخاب پنج عامل با اصول ارائه شده نیز مطابقت دارد. اختصاص صفات به عوامل مختلف بر اساس مقادیر ضرایب عاملی بعد از انجام چرخش عامل‌ها صورت گرفته است. به این ترتیب که ضرایب عاملی بزرگتر از نیم صرف نظر از علامت مربوطه، به عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شده‌اند (۱۱). عامل اول که بیشترین حجم (۲۲/۵۴۷ درصد) از تغییرات داده‌ها را در بر گرفت دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای طول بیرون آمدگی پدانکل، طول پدانکل و ارتفاع بوته می‌باشد که می‌توان آن را عامل مؤثر بر ارتفاع نام گذاری نمود. فاکتورهای مذکور را گل‌پرور (۸) در عامل چهارم، محمدی (۱۰) در عامل پنجم، Damania و Jackson (۱۹) در عامل سوم، Xiao and Pei (۴۱) و Yildirim و همکاران (۴۳) همانند این آزمایش در عامل اول به عنوان عامل مؤثر بر ارتفاع معرفی نمودند. ارزیابی ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نشان داده است که ارقامی با ارتفاع بیشتر، از زودرسی و عملکرد بالاتری برخوردارند (۳). همچنین گزینش ارقام با بلند مقاوم به ورس با ارتفاع بوته (۷۵ تا ۱۰۰ سانتیمتر) در شرایط خشکی بدلائیل زیر می‌تواند مفید واقع شود (۳): ۱- مواد فتوسنتزی بیشتری می‌تواند در ساقه ذخیره گردد ۲- برداشت مکانیزه آن‌ها به ویژه در شرایط تنش خشکی که با عث پاکوتاهی شدید می‌شود به راحتی امکان پذیر است. ۳- کاه و کلش باقی مانده در خاک می‌تواند در نگهداری نژولات آسمانی در سطح مزرعه طی فصل پاییز وزمستان برای حفظ و ذخیره رطوبت مؤثر باشد. عامل دوم که (۱۱/۳۲۵ درصد) از تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای وزن سنبله رسیده و طول سنبله بود که می‌توان آن را به عنوان عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله نام‌گذاری نمود. فاکتورهای مذکور را محمدی (۱۰) در عامل دوم، گل‌پرور (۸)، Damania و Jackson (۱۹) در عامل سوم به عنوان عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله معرفی نمودند. همچنین روستایی (۳) و Yildirim و همکاران (۴۳) صفت طول سنبله را در عامل دوم ذکر نمودند. این ضرایب نشانگر آن است

جدول ۲- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات

	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
(۱) تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)	۰/۳۱۶**	-۰/۱۱۴	-۰/۱۴	-۰/۲۵۳**	-۰/۳۰۵**	۰/۰۱۲	-۰/۱۰۸	-۰/۰۰۹
(۲) (Maturity) تعداد روز تا رسیدن	۰/۱۲۹	۰/۰۷۶	-۰/۰۲۷	۰/۰۵۹	۰/۱۷۷**	۰/۰۹۱	۰/۱۸۶**	
(۳) (Spike length) طول سنبله		۰/۰۶۱	-۰/۰۳۱	۰/۲۱۷**	۰/۰۸۹	۰/۴۵۴**	۰/۴۹۴**	
(۴) (Peduncle length) طول پدانکل			۰/۹۱۱**	۰/۰۴۳	۰/۶۵۶**	۰/۰۸۹	۰/۳۶۴**	
(۵) (Extrusion peduncle length) طول بیرون آمدگی پدانکل				۰/۱۶۱*	۰/۵۳۱**	۰/۰۷	۰/۲۱۹**	
(۶) (Grain yield) عملکرد دانه					-۰/۰۲۶	۰/۱۹۲**	۰/۱۲۲	
(۷) (Height) ارتفاع						۰/۰۴۷	۰/۴۶۷**	
(۸) (20 spike weight) وزن ۲۰ سنبله رسیده							۰/۴۴۳**	
(۹) (20 stem weight without spike) وزن ۲۰ ساقه بجز سنبله								

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۳- ریشه‌های ویژه در تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات و با حذف عملکرد دانه

درصد واریانس تجمعی Cumulative %		درصد واریانس % of Variance		ریشه راکد Eigen values		عامل‌ها Component
با عملکرد With yield	بدون عملکرد Without yield	با عملکرد With yield	بدون عملکرد Without yield	با عملکرد With yield	بدون عملکرد Without yield	
۲۲/۵۷۴	۲۵/۰۶۶	۲۲/۵۷۴	۲۵/۰۶۶	۲/۰۳۲	۲/۰۰۵	۱
۳۳/۸۹۹	۳۷/۸۱۸	۱۱/۳۲۵	۱۲/۷۵۲	۱/۰۱۹	۱/۰۲۰	۲
۴۵/۱۸۶	۵۰/۵۵۶	۱۱/۲۸۷	۱۲/۷۳۸	۱/۰۱۶	۱/۰۱۹	۳
۵۶/۴۴۶	۶۳/۱۸۰	۱۱/۲۶۰	۱۲/۶۲۴	۱/۰۱۳	۱/۰۱۰	۴
۶۷/۷۰۳	۷۵/۷۴۷	۱۱/۲۵۷	۱۲/۵۶۷	۱/۰۱۳	۱/۰۰۵	۵

کردن دانه بهره برداری کند. اساساً همبستگی بالایی بین تعداد روز تا رسیدن و تعداد روز تا ظهور سنبله باید وجود داشته باشد که این نکته در عامل پنجم به خوبی دیده می‌شود. بنابراین این عوامل را در کل می‌توان با مراحل رشدی مرتبط دانست. آمار بلند مدت هوا شناسی نشان می‌دهد که در اکثر سال‌ها در اواخر دوره رشد کمبود بارندگی موجب تنش خشکی شده و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد. از آنجاییکه دوره آخر رشد گیاه مصادف با وارد شدن از مرحله رویشی به زایشی است لذا اهمیت گزینش ژنوتیپ‌هایی که بتوانند در چنین

با تعداد روز تا رسیدن بیشتر مشخص می‌شود. عامل پنجم دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای زمان رسیدن و زمان سنبله دهی می‌باشد که می‌توان آن را به عنوان عامل مؤثر بر خصوصیات رسیدگی گیاه معرفی نمود که فاکتورهای مذکور را گل پرور (۸) در عامل پنجم، محمدی (۱۰) در عامل ششم، Yildirim و همکاران (۴۳) و Damania و Jackson (۱۹) در عامل اول معرفی نمودند. ظهور زودتر ساقه و سنبله فرصت زیادتری را برای پر شدن دانه در اختیار بوته قرار می‌دهد، تا از رطوبت موجود قبل از وقوع تنش شدید خشکی و افزایش دما برای پر

جدول ۴- نتایج تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات

متغیر (Variable)	۱	۲	۳	۴	۵
طول بیرون آمدگی پدانکل (Extrusion peduncle length)	۰/۹۶۱	۰/۰۳	-۰/۰۴۶	-۰/۰۹۷	-۰/۰۳۱۷
طول پدانکل (Peduncle length)	۰/۹۳۶	۰/۰۲	۰/۰۳۴۱	-۰/۰۱۹	۰/۰۴۴
وزن ۲۰ سنبله رسیده (20 spike weight)	۰/۰۳۴	۰/۰۹۵	۰/۰۲۰۸	۰/۰۸۳	۰/۰۳۷
طول سنبله (Spike length)	-۰/۰۲	۰/۰۲۱۶	۰/۰۹۴۳	۰/۱	۰/۰۵۹
عملکرد دانه (Grain yield)	۰/۰۵۴	۰/۰۷۸	۰/۰۹	۰/۰۹۷۸	۰/۰۳۸
تعداد روز تا رسیدن (Maturity)	۰/۰۹۹	۰/۰۳۶	۰/۰۵۵	۰/۰۳۸۱	۰/۰۹۷۹
تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)	-۰/۱۲۳	-۰/۰۴۵۶	۰/۰۵۲	-۰/۰۱۵۷	۰/۰۱۷۲
وزن ۲۰ ساقه بجز سنبله (20 stem without except spike)	۰/۰۱۶۹	۰/۰۲۲۵	۰/۰۲۵۶	۰/۰۴۵۳	۰/۰۸۴
ارتفاع (Height)	۰/۰۴۲۹	-۰/۰۰۹	۰/۰۳	-۰/۰۳۷	۰/۰۹۴

حالی که بهرام نژاد (۴) با انجام تجزیه به عامل‌ها با عملکرد دانه و بدون عملکرد دانه گزارش نمود که در حالت دوم (حذف عملکرد دانه) همان تعداد از عامل‌ها تغییرات کمتری را توجیه می‌کنند. با مراجعه به جدول ۳- که ضرایب عاملی مربوط به صفات را در تجزیه به عامل‌ها بدون در نظر گرفتن عملکرد نشان می‌دهد می‌توان دریافت نتایج حاصله تا حدود زیادی با نتایج مذکور مغایرت دارد و زمانی که تجزیه به عامل‌ها را بدون عملکرد دانه محاسبه گردید درصد بیشتری از تغییرات توجیه گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد چون گزینش بر مبنای خود عملکرد می‌تواند بازدهی کمتری داشته باشد لذا بر اساس مقادیر عاملی ژنوتیپ‌ها در تجزیه به عامل‌ها، بدون در نظر گرفتن عملکرد این امکان فراهم خواهد شد که ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ شاخص‌های گزینشی مورد نظر انتخاب گردد. در این صورت محاسبه ضرایب همبستگی ساده عامل‌ها با عملکرد دانه که در جدول ۶- منعکس می‌باشد بیانگر آن است که عامل چهارم همبستگی معنی‌داری با عملکرد نشان می‌دهند.

### پاورقی‌ها

- 1 - Genetic gain
- 2 - Indirect selection
- 3 - 2 - 4 - D
- 4 - Kaiser - Meyer - Olkin - Measure of sampling adequacy
- 5 - Bartlett's test of sphericity

شرایطی عملکرد مناسبی را تولید نمایند آشکار می‌شود. به این ترتیب یکی از صفات مؤثر در مقاومت به خشکی زود رس بودن وارینه است. ارقام زودرس به خاطر توسعه سریعتر اندامهای رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی امکان تولید عملکرد بیشتر را بخاطر استفاده بهینه از شرایط محیطی قبل از وقوع شدید تنش‌های رطوبتی و دمائی دارا می‌باشد (۲). چون زود رسی در افزایش طول دوره پر شدن دانه و عملکرد دانه تاثیر دارد و به طور همزمان طول دوره رشد رویشی و ذخیره مواد در ساقه را کاهش می‌دهد لذا عامل پنجم می‌تواند به عنوان یک معیار مهم گزینش ژنوتیپ‌ها برای شرایط خشکی مؤثر باشد. نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در شرایط خشکی در سال‌های اخیر نشان داده است که ارقام زودرس (ژنوتیپ‌هایی که سریع به ساقه رفته و سنبله تولید نمایند) از عملکرد دانه بیشتر و پایداری عملکرد دانه در طی سال‌های مختلف برخوردار بودند (۱). لذا از تنوع ژنتیکی به دست آمده می‌توان برای منظوره‌های متفاوت در اصلاح گندم استفاده نمود. علی‌رغم اینکه از نظر طول دوره پر شدن دانه بین ژنوتیپ‌ها تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد ولی نقش سرعت پر شدن دانه در این تحقیق مورد مطالعه قرار نگرفته است و به نظر می‌رسد به علت وجود تنش خشکی و به ویژه در آخر فصل، مطالعه سرعت پر شدن دانه در شرایط خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است که می‌تواند زمینه تحقیق دیگری در آینده باشد.

سرخي لله لو ویزدی صمدی (۵) و روستایی (۳) در بررسی رابطه عملکرد دانه با صفات کمی از طریق تجزیه به عامل‌ها در گندم اظهار داشتند تغییرات حاصل از وارد کردن یا نکردن عملکرد در نتایج تجزیه قابل توجه نبوده و تاثیر زیادی بر عامل‌های بدست آمده نداشت. در

جدول ۵- نتایج تجزیه به عامل‌ها با حذف عملکرد دانه

متغیر (variable)	۱	۲	۳	۴	۵
طول بیرون آمدگی پدانکل (Extrusion peduncle length)	۰/۹۶۲	۰/۰۳۴	-۰/۰۴۰	-۰/۰۲۶	-۰/۰۱۳۶
طول پدانکل (Peduncle length)	۰/۹۲۹	۰/۰۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۴۱	۰/۰۳۷
وزن ۲۰ سنبله رسیده (20 spike weight)	۰/۰۳۴	۰/۹۷۵	۰/۲۱۲	۰/۰۳۹	-۰/۰۰۵۲
طول سنبله (Spike length)	-۰/۰۱۹	۰/۲۱۸	۰/۹۴۷	۰/۰۶۱	-۰/۰۶۳۶
تعداد روز تا رسیدن (Maturity)	۰/۰۹۹	۰/۰۳۸	۰/۰۵۷	۰/۹۷۹	۰/۰۱۶۳
تعداد روز تا ظهور سنبله (Heading)	-۰/۰۱۲۴	-۰/۰۵۰	-۰/۰۵۸	۰/۰۱۶۵	۰/۰۹۷۵
وزن ۲۰ ساقه بجز سنبله (20 stem weight without spike)	۰/۰۱۶۴	۰/۰۲۲۷	۰/۰۲۵۸	۰/۰۸۵	۰/۰۱۱
ارتفاع (Height)	۰/۰۴۱۵	-۰/۰۱۰	-۰/۰۲۸	۰/۰۹۲	۰/۰۲۹

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده عامل‌ها با عملکرد دانه

عامل‌ها	عملکرد دانه
Factors	Grain yield
۱	۰/۰۵۴
۲	۰/۰۷۸
۳	۰/۰۹۱
۴	۰/۰۹۷۸**
۵	۰/۰۳۸

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

## منابع مورد استفاده

- ۱ - روستائی، م. ۱۳۷۹؛ بررسی صفات مؤثر در افزایش گندم دیم در شرایط سردسیری. مجله نهال وبذر. ۱۶(۳): ۲۸۵-۲۹۹.
- ۲ - روستائی، م و صادقی، ا. ۱۳۸۰؛ عوامل مؤثر در کاهش زیانهای ناشی از خشکسالی در زراعت گندم دیم. نشریه ترویجی، انتشارات معاونت ترویج و نظام بهره برداری. وزارت جهاد کشاورزی.
- ۳ - روستائی، م و صادقی، د و ارشد، ی. ۱۳۸۲؛ بررسی ارتباط صفات مؤثر بر عملکرد دانه گندم با استفاده از تجزیه به عامل‌ها در شرایط دانش کشاورزی. ۱۳(۱).
- ۴ - بهرام نژاد، ب. ۱۳۷۵؛ بررسی تنوع ژنتیکی اجزاء عملکرد و صفات کمی و روابط آن‌ها در ۴۷۰ رقم گندم بومی غرب کشور با استفاده از روش‌های چند متغیره
- ۵ - سرخی لله لو، ب. یزدی صمدی، ب. عبد میثانی، س. و گرامی، ع. ۱۳۷۷؛ بررسی رابطه عملکرد دانه با صفات کمی در ۵۰۰ لاین گندم نان از طریق تجزیه به عامل‌ها مجله علوم کشاورزی ایران ۲۹(۲): ۳۴۳-۳۷۸.
- ۶ - خواجه نوری، ع. ۱۳۷۵؛ آمار پیشرفته و بیومتری. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۷۶ صفحه.
- ۷ - عبد میثانی، س. جعفری شبستری، ۱۳۷۶. ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱۹. ۴۴-۳۷.
- ۸ - گل پرور، ا. ۱۳۸۱؛ ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک به عنوان معیارهای انتخاب در اصلاح گندم نان. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۴. ۲۰۷-۲۰۲.
- ۹ - مظفری، ک. و زینالی، ح. ۱۳۷۶؛ تجزیه به عامل‌ها در آفتابگردان تحت شرایط

- 26 - Nachit M. M., H.Ketata and E. Acevedo. 1991; Selection for morphological traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat. physiology – breeding of Winter cereal for stressed Mediteranean – Environments. 391 – 400 ; 8 ref. 30.
- 27- Poehlman, J.M. 1987; Breeding field crops. Van Nostraud Reinhold. New York.
- 28 – Qian, M., H.Sun, C.Song, and X. Yang.1989; Evaluation of the main agronomic characters of Winter wheat in north China. Zuowu Pinzhong Ziyuan. 1:3 – 5.
- 29 - Renold, M. B. Skovmand, R T Ve Thowar, W. Pfeiffe. 2000; Wheat program. CIMMYT.
- 30-Richards, R, A.1996; Defining selection criteria improve yield under drought.plant Growth Regulation. 20 :157-166.
- 31-Rosielle, A. T. and J. Hamblin.1981; Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci 21:943-945.
- 32– Selier, G. J. and R.E. Stafford.1985; Factor analysis of components of yield in guar. Crop Sci. 905 – 908.
- 33– Shanahan J.F., K. J.Donnely, D.H.Smith and D. E. Smika. 1985; Shoot developmental properties associated with grain yield in Winter wheat. Crop Sci. 25 :770-775.
- 34– Singh, B. D. 1990; Plant breeding. Kalyani Publishers. India.
- 35– Stalker, H. T. 1980; Utilization of wild species for crop improvement. Adv. Agron.33 : 112-141.
- 36– Srivatsava, K.N., A. K. Thakur, and T.H. Sinha. 1971; Path coefficient analysis between yield and yield attributing components in a high yielding wheat variety, S 227. Indian J. of Agron. 16 : 406 – 409.
- 37– Virk, D. S. and M. M. Vema. 1972; Relative importance of grain yield components in bread wheat. wheat Information Service. 35 :11 –14.
- 38 – Walton, P. D. 1971; The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica, 20 : 412 –416.
- 39 - Walton, P. D. 1972; Factor analysis of yield in Spring wheat. Crop Sci. 12 : 31 –33.
- 40– Welsh, J. R.1981; Fundamentals of plant genetics and breeding. John Wiley and Sons. Inc.
- 41- Xiao, H., And Pei, X. 1991; Applying factor analysis method to study Winter wheat quantity characters and varieties classification. Acta Agriculture Universitatis Pekinen Sience 17 : 17 – 24.
- 42- Yap, T.C. And B.L.Harvey.1972; Inheritance of yield components and morpho –physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) Crop Sci. 12:283- 286.
- 43– Yildirim, M., Budak, N., And Arshas, Y. 1993; Factor analysis of yield and related traits in bread wheat Turkish Journal of Field Crop 1: 11-15.
- آبی وتنش آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۸ (۲): ۶۹- ۵۳  
۱۰ - محمدی، م. قناده‌ها، م. ر.، طالع‌ی، ع. ر. ۱۳۸۱؛ بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های بومی گندم نان ایران با استفاده از روش‌های چند متغیره. نهال و بذر. ۱۸ (۳)
- ۱۱ - مقدم، م. محمدی شوطی، ا. و آقائی سر برزه، م. ۱۳۷۳؛ آشنائی با روش‌های آماری چند متغیره ( ترجمه). انتشارات پیشتاز علم.
- 12 - Abaye, O., D. E.Brann. M. M. Aley and C. A. Grffey. 2001; Winter durum wheat: Do we have all the answers. ittp : www. Ext. vtt.edul.
- 13- adams, M. W. 1982; Plant architecture and yield breeding. Iowa state J. Res. 56: 225- 254.
- 14- Agrama, H.A.S 1996; Sequential path analysis of grain yield and its components in maize.plant breeding. 115:343-346.
- 15 – Bahatt, G.M.1973; Significance of path coefficient Analysis in determining the nature of character associatian. Euphytica 22, 33 –43.
- 16 – Bramel, P.J. P. N. Hinnz, D. E. Green, and R. M. Shibles. 1984; Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soy been. Euphytica 33, 387-400.
- 17 –Bulman, P. and L. A. Hunt.1988; Relationships among tillering, spike number and grain yield in Winter wheat in Ontario. Can.J.of Plant Sci. 68 : 583 –596.
- 18 -Cooper J. C. B. 1983; Factor analysis. An overview. Am. Statis. 37 : 141 –147.
- 19 - Damania, A. B. M. T Jackson .1986; An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bheri River Valley, Nepal. Rachis, 5:25 –30.
- 20- Dawari, N. H. and O.P.Luthra.1991; Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian.J.Agric. Res.25:515-518
- 21- Gupta, A. K., Mittal, R. K. and Ziauddin, A. Z. 1999; Association and factor analysis in Spring wheat. Annals of Agricultural Research 20: 481 – 485.
- 22– Jensen, N. F. 1988; Plant breeding methodology. Cornell University. New York. John Wiley.
- 23- Keim, D. L. and W.E. Kronstand.1981; Drought responses of Winter wheat cultivars grown under field stress conditions. Crop Sci. 21:11-14.
- 24 – Ledent, J.F. and D. N. Moss.1979; Relation of morphological characters and shoot yield in wheat. Crop Sci. 12 :31-34.
- 25– Mohiuddin, S. H.and L. I. Cory. 1980; Flag leaf and peduncle area duration in relation to Winter wheat grain yield. Agron.J. 72 : 299 – 301.

