

ارزیابی برخی صفات مهم زراعی و فیزیولوژیک در ارقام جو در شرایط دیم

ستاره ابرناک^۱، لیلا زارعی^{۲*} و کیانوش چقامیرزا^۳

(۱) دانش‌آموخته گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

(۲) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

(۳) دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

* نویسنده مسئول: lzarei1360@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۰

چکیده

شناسایی صفاتی که می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی بهبود عملکرد جو در شرایط دیم مورد توجه قرار گیرند، شانس موفقیت در برنامه‌های اصلاحی را افزایش داده و امکان برنامه‌ریزی در جهت انتخاب صفات مؤثر در بهبود عملکرد را فراهم خواهد نمود. در این تحقیق به منظور بررسی ارتباط بین عملکرد و صفات مهم زراعی جو در ارقام ایرانی و اروپایی در شرایط دیم و آزمایشگاه، تعداد ۲۰ رقم جو ایرانی و ۲۴ رقم جو اروپایی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی در سال ۹۴-۱۳۹۳ کشت شدند. تجزیه همبستگی مشخص نمود که عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه بارور در متر مربع، ارتفاع گیاه، عملکرد کاه، شاخص برداشت و وزن هکتولتر همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. صفت راندمان مالت‌سازی با صفات عرض دانه، طول ریشک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هکتولتر، دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. تجزیه مسیر نشان داد که بیش‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد متعلق به صفت تعداد پنجه بارور در متر مربع بود. سرعت پر شدن دانه دارای بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت بر وزن هزار دانه و عملکرد کاه، بیش‌ترین اثر مثبت مستقیم بر عملکرد بیولوژیک را داشت. به کمک تجزیه به عامل‌ها، ده عامل شناسایی شد که مهم‌ترین آن‌ها عوامل فنولوژیک مؤثر بر هدف، خصوصیات سنبله و برگ پرچم بود و در مجموع ۷۸/۰۳ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه می‌کرد. با توجه به نتایج حاصل، برای تولید ژنوتیپ‌های جو با عملکرد دانه بالا در شرایط دیم، پیشنهاد می‌شود گیاهانی با تعداد بیش‌تر پنجه بارور در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک بیش‌تر، طول دوره زایشی کوتاه‌تر و ارتفاع بلندتر انتخاب شوند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مسیر، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه همبستگی و عملکرد دانه.

مقدمه

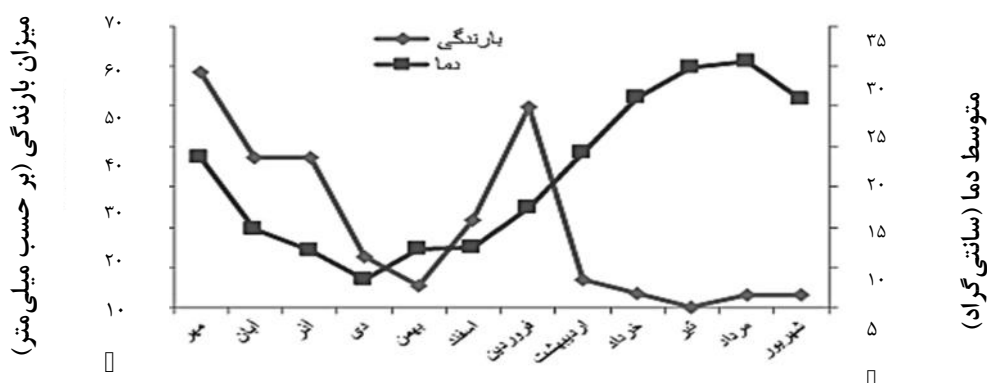
جو (*Hordeum vulgare* L) بعد از گندم، ذرت و برنج، چهارمین غله‌ای است که برای دانه کشت می‌شود و شامل انواع دیپلوئید و پلی‌پلوئید چند ساله و یک ساله بوده و در سراسر جهان پراکنده است (Harlan, 1968). جو دارای سازگاری اکولوژیکی بالایی است و نسبت به سایر گیاهان خانواده‌ی غلات دارای دامنه تحمل وسیع‌تری نسبت به تنش‌های محیطی از جمله خشکی، شوری و شرایط قلیایی خاک است (Skostopt et al., 1974). این ویژگی‌ها جو را به مدلی ایده‌آل برای پژوهش‌های مختلف تبدیل کرده است (Haussmann et al., 2000). در برنامه‌های اصلاح جو تهیة‌ی واریته‌های برتر که افزایش عملکرد در واحد سطح را به همراه دارد هدفی مهم است و به تنهایی به‌عنوان یک معیار مطرح می‌باشد. هدف دیگر برطرف شدن صفات نامطلوب همراه با افزایش عملکرد از طریق ژنتیکی است. یعنی عملکرد همراه با افزایش مقاومت به خوابیدگی، زودرسی و مقاومت به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی، کیفیت مالت، و اصلاح برای تغذیه دام بهبود یابد. هدف سوم مستلزم ساخت مدل‌های بیولوژیکی متناسب با شرایط گوناگون کشت است. یعنی اصلاح گیاهان مدل یا تیپ‌های مطلوب با خصوصیات که بر روی فتوسنتز، رشد و تولید دانه اثر دارد (نیستانی و همکاران، ۱۳۸۴). به‌طور کلی اهداف کوتاه مدت به‌نژادگران در اصلاح جو، تولید ژنوتیپ جدید با عملکرد بالا و معرفی آن به‌عنوان یک محصول زراعی می‌باشد. در حالی که اهداف میان‌مدت و درازمدت آن، حفظ ژرم‌پلاسم جهت استفاده در برنامه‌های آینده است (رضایی کلو و همکاران، ۱۳۹۱). عملکرد دانه در جو تحت اثر مستقیم و غیر مستقیم صفات بسیار زیادی است که شناسایی ارتباط آن‌ها با عملکرد دانه به‌عنوان معیار گزینش در شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر ضروری است (دغاغله و همکاران، ۱۳۹۶). بررسی روابط بین صفات در ارقام مختلف جزء مهمی از برنامه‌های اصلاحی است زیرا اطلاعاتی در مورد تنوع ژنتیکی محصولات زراعی به‌منظور ایجاد جمعیت‌های اصلاحی مناسب در دسترس قرار می‌دهد (Assefa et al., 2015). اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد. زیرا انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن صفات دیگر نتایج نامطلوبی را باعث خواهد شد. لذا در برنامه‌های اصلاحی می‌بایستی به همبستگی بین صفات توجه شود (کریمی و همکاران، ۱۳۸۴). تعیین همبستگی بین صفات مختلف به اصلاح‌گر در انتخاب مناسب‌ترین ترکیب اجزاء که منتهی به عملکرد بالاتر می‌شود، کمک می‌نماید. اما به‌دلیل این‌که در این روش تغییرات یک متغیر با متغیر دیگر بدون محاسبه اثرات متغیرهای موجود صورت می‌گیرد انتخاب براساس همبستگی‌های ساده نمی‌تواند نتایج مطلوبی داشته باشد. لذا ضروری است که اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد از طریق تجزیه مسیر مشخص شوند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۱). در واقع با استفاده از تجزیه‌ی مسیر مشخص می‌شود که همبستگی صفات با عملکرد به علت اثر مستقیم آن‌ها بر روی عملکرد و یا در نتیجه‌ی اثر غیر مستقیم از طریق صفات دیگر است (نصری و همکاران، ۱۳۹۱).

تجزیه به عامل‌ها به منظور تفسیر روابط موجود میان صفات و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای این روابط استفاده می‌شود تا از این راه مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد و نیز عوامل پنهانی که موجب پدید آمدن ساختار خاص ماتریس کواریانس (همبستگی) میان صفات شده‌اند، شناسایی شوند و گروه‌هایی از متغیرها که بیش‌ترین همبستگی درون گروهی را دارند و با دیگر گروه‌ها کم‌ترین همبستگی را نشان می‌دهند مشخص شوند. در نتیجه می‌توان صفات مختلف را که تحت اثر عوامل مختلف قرار دارد به‌طور هم‌زمان بهبود بخشید و در این صورت می‌توان برای رسیدن به عملکرد و تیپ ایده‌ال به تقویت و یا تضعیف یکی یا همه عوامل پنهانی پرداخت و امید داشت که صفات تحت اثر هر یک از عوامل پنهانی، با تغییرات عوامل دیگر دچار تردید نخواهند شد و یا حداقل این تغییرات زیاد نخواهد بود (Tadesse and Bekele, 2001). تجزیه به عامل‌ها در تبیین اجزای عملکرد دانه، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک معین و شناخت صفاتی که بایستی برای بهبود عملکرد دانه مستقیماً گزینش شوند، به کار می‌رود (Kumar et al., 2006). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد ارقام جو با ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد کاه و شاخص برداشت گزارش شده است (Budakli Carpici et al., 2012; Sing, 2012; Sharief et al, 2011). سید آقامیری و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از تجزیه مسیر در ارقام جو بیان نمودند، صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه می‌باشد و اثر غیر مستقیم وزن سنبله از طریق عملکرد بیولوژیک بر روی عملکرد دانه مثبت می‌باشد. گل‌پرور و همکاران (۱۳۸۱) با انجام تجزیه مسیر در گندم نان بیان کردند که تعداد دانه در گیاه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه بیش‌ترین اثرات مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارند. طی پژوهشی بر روی ده لاین جو، سه عامل پنهانی را که در مجموع ۸۰/۲۶ درصد از کل تنوع موجود در داده‌ها را توجیه می‌کرد، گزارش شد که عامل اول با اختصاص ۲۶/۶۸ درصد از کل واریانس بیش‌ترین بار عاملی را روی صفات وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و عملکرد، عامل عملکرد نامیده شد. عامل دوم به نام عامل ارتفاع بوته، ۳۶/۴۲ درصد از تنوع کل را توجیه می‌کرد و صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله دارای بیش‌ترین ضرایب عاملی بودند. در عامل سوم با ۱۵/۱۵ درصد از کل واریانس موجود، روز تا سنبله‌دهی بالاترین بار عاملی را داشت (Ahadzadeh et al., 2014). در یک بررسی روی ۱۸ ژنوتیپ جو در شرایط دیم، شش عامل پنهانی با توجیه ۹۲/۱۱ درصد از کل واریانس شناسایی شد. عامل اول تا ششم به ترتیب عامل موثر بر رسیدگی فیزیولوژیک، موثر بر اجزای عملکرد، موثر بر ارتفاع، موثر بر عملکرد دانه، موثر بر ارتفاع و موثر بر وزن دانه نام‌گذاری شد (رضایی کلو و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این که جو یکی از محصولات اصلی کشت شده در مناطق دیم است و گیاهان کشت شده به‌صورت دیم در پایان فصل رشد خود و در هنگام پر شدن دانه و رسیدگی با تنش خشکی مواجه می‌شوند، انجام پژوهش‌هایی برای معرفی معیارهایی جهت گزینش ژنوتیپ‌های موفق در این شرایط جهت افزایش عملکرد با توجه به اهمیت و سطح زیر کشت

گسترده این گیاه ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه شناسایی صفات مهم تعیین‌کننده عملکرد در ارقام جو ایرانی و اروپایی در شرایط دیم به کمک روش‌های آماری چند متغیره، به‌منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه در برنامه‌های به‌نژادی بود.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۴۴ رقم جو ایرانی و اروپایی در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ مورد مطالعه قرار گرفت. از آن جایی که درمقایسه با گندم، کار اصلاحی کم‌تری در مورد جو انجام گرفته است، به طوری که درمقابل تعداد زیادی رقم گندم نان، تنها تعداد کمی رقم جو معرفی شده اند، لذا جهت ایجاد زمینه ژنتیکی گسترده تر برای ارزیابی صفات مورد نظر از تعدادی رقم اروپایی جو نیز استفاده گردید. ارقام اروپایی مورد مطالعه ALDEBARAN، PONENTE، ARDA، SIRIO، ALFEO، SFERA، RODORZ، ALIMINI، AIACE، ASTARTIS، AQVIRONE، PARIGLIA، ALCE، ALISEO، ZACINTO، TREBBIA، PANAKA، VEGA، EXPLORA، MARTINO، SCIROCCO، AIRONE، NURE، COMETA از مؤسسه ژنومیکس و پست ژنومیکس CRA-GPG در شهر فیورنزولا ایتالیا و ارقام ایرانی مورد مطالعه ۲۰ رقم متداول جو کشت شده در کشور شامل ارقام صحرا، یوسف، دانمارک، زرجو، ماکویی، کارون، ماهور، فجر ۳۰، سرارود، گرگان ۴، جنوب، ریحانی، نیمروز، نصرت، افضل، ارس، انصار، نادر، محلی و سرارود ۱ از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه تهیه شد. تحقیق در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در شرایط دیم اجرا شد (جدول ۱).



شکل ۱: نمودار آمبروترمیک محل آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی و آب هوایی محل اجرای آزمایش

طول جغرافیایی	۴۷ درجه و ۹ دقیقه
عرض جغرافیایی	۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه
ارتفاع از سطح دریا	۱۳۱۹ متر
متوسط بارندگی	۴۸۰-۴۵۰ میلی متر
بافت خاک	سیلتی رسی
وضعیت آب و هوایی و وضع طبیعی	سرد معتدل، رشته کوه‌های زاگرس شمالی
متوسط درجه حرارت سالانه	۲۷/۹ و ۳/۲۶ درجه سانتی گراد
میزان بارندگی در سال اجرای آزمایش	۳۹۷/۳ میلی متر

در مزرعه هر کرت شامل ۵ خط با فاصله خطوط ۲۵ سانتی متر و طول ۳ متر و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بود. کشت ارقام در تاریخ ۱۳۹۳/۸/۵ انجام شد و اولین بارندگی پس از کاشت (۱۳۹۳/۸/۱۰) به عنوان تاریخ کشت در نظر گرفته شد (شکل ۱). طی مدت زمان اجرای طرح از هیچ نوع علف کشی استفاده نشد و مبارزه با علف هرز به طور دستی انجام شد. برداشت در اول خرداد ماه سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. برای انجام یادداشت برداری‌ها از هر رقم در هر تکرار پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و متوسط آن‌ها به عنوان مقدار صفت مورد اندازه گیری لحاظ شد. اندازه گیری صفات فنولوژیک با در نظر گرفتن رسیدن ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت در مرحله‌ی مورد نظر و اندازه گیری صفات فیزیولوژیک نیز ۱۴ روز پس از گرده افشانی و هم چنین اندازه گیری صفات مورفولوژیک، عملکرد و کیفی پس از برداشت انجام شد. در این آزمایش ۴۰ صفت مورفولوژیک، فنولوژیک، فیزیولوژیک و کیفی به شرح زیر اندازه گیری شدند. صفات مورد مطالعه شامل روز تا سنبله دهی، روز تا گرده افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، دوره‌ی پر شدن دانه (روز)، سرعت پر شدن دانه (میلی گرم بر روز)، ارتفاع بوته (سانتی متر)، طول پدانکل (سانتی متر)، طول سنبله (سانتی متر)، طول ریشک (سانتی متر)، طول و عرض دانه (میلی متر)، عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع)، عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، عملکرد کاه (گرم بر مترمربع)، شاخص برداشت (درصد)، وزن هکتولیت (گرم در لیتر)، وزن هزاردانه (گرم)، نسبت پدانکل به ارتفاع، تعداد پنجه بارور در مترمربع، وزن سنبله (گرم)، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله طول (گرم)، طول (سانتی متر)، عرض (سانتی متر) و سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع) و صفات فیزیولوژیک به شرح زیر بودند:

درجه سبزی‌نگی برگ براساس واحد اسپد (SPAD): میانگین قرائت محتوای کلروفیل پنج برگ پرچم هر کرت با استفاده از دستگاه کلروفیل مترمدل SPAD-502 از شرکت مینولتای ژاپن تخمین زده شد. آزمایش در دو مرحله گیاهچه ای (SPAD_۱) و ۱۴ روز پس از گرده افشانی (SPAD_۲) انجام شد.

محتوای آب نسبی برگ (RWC): برای اندازه گیری محتوای آب نسبی برگ، ۰/۵ گرم از جوان ترین برگ توسعه یافته هر

گیاه (FW) در ساعات اولیه صبح و در مرحله گل‌دهی جدا و RWC از طریق رابطه زیر محاسبه شد، Barrs and Weatherly, (1962):

$$RWC\% = \left[\frac{(F - D)}{(T - D)} \right] \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

FW: وزن تازه، DW: وزن خشک نمونه پس از ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، TW: وزن تورژانس نمونه پس از ۲۴ ساعت شناور شدن در آب مقطر

میزان آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده (ELWR): برای اندازه‌گیری این صفت، در مرحله سنبله‌دهی ۵ برگ پرچم از بوته‌های هر کرت در شرایط تنش جدا شده و بلافاصله وزن تر آن‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۱ (Sartorius-Germany) گرم اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها به مدت ۳ ساعت در شرایط دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از طی این زمان مجدداً وزن شدند. از طریق رابطه زیر درصد آب نگهداری شده در برگ‌ها طبق روش (Clarck., 1982)، محاسبه شد:

$$\text{رابطه ۲: } ELWR = 100 \times (\text{وزن برگ‌های تازه} / \text{وزن برگ‌ها پس از ۳ ساعت} - \text{وزن برگ‌های تازه})$$

تخریب غشاء سلولی بر اساس میزان هدایت الکتریکی (EC): به‌منظور بررسی میزان تخریب غشاء سلولی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ۵پنج عدد برگ به‌طور تصادفی از هر کرت جدا شده و ۰/۵ گرم از آن‌ها جدا و در فاکلون‌های حاوی ۲۰CC آب مقطر قرار داده شد. سپس به‌مدت دو ساعت در شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه شیک شده و میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها (ECC) با استفاده از دستگاه Ec سنج سنجیده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از رسیدن به دمای محیط مجدداً به مدت دو ساعت در شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه شیک شدند و میزان هدایت الکتریکی (ECS) اندازه‌گیری شد. میزان تخریب غشاء سلولی (Ect) بر اساس فرمول زیر و بر حسب (dsm) تخمین زده شد. آزمایش در دو مرحله گیاهچه ای و ۱۴ روز پس از گرده افشانی (EC1 و EC2) انجام شد (Peng et al, 2014):

$$Ect = \frac{E_c}{E_s} \quad \text{رابطه ۳:}$$

هدایت روزنه‌ای (SC: Stomatal Conductance): هدایت روزنه‌ای با استفاده از دستگاه هادسون BIOSENTETIC, LCA4 ADC مدل IRGA ساخت انگلستان برای برگ در هر تیمار بر حسب $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ اندازه‌گیری شد.

صفات کیفی مورد مطالعه به شرح زیر ارزیابی شدند:

پتانسیل هیدروژنی (pH): پس از آسیاب کردن دانه‌های مالت، با توزین ۱۰ گرم آرد و افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن پس از ۳۰-۱۵ دقیقه میزان پتانسیل هیدروژنی به کمک دستگاه pH متر تعیین شد (AOAK, 2008).

درصد رطوبت مالت (MM):

$$\text{رابطه ۴: } \% \text{ رطوبت} = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100$$

W_1 : وزن قبل از خشک شدن، W_2 : وزن پس از خشک شدن، W_0 : وزن اولیه نمونه (AOAK, 2008).

راندمان مالت‌سازی (EM):

$$\text{رابطه ۱: } \% \text{ راندمان مالت‌سازی} = \frac{W_1}{W_0} \times 100$$

W_1 : وزن دانه‌های مالت حاصله، W_0 : وزن دانه‌های جو اولیه (AOAK, 2008).

پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار IBM SPSS Statistics 19 انجام شد. تجزیه همبستگی ساده صفات با استفاده از روش پیرسون صورت گرفت. تجزیه مسیر زنجیری به منظور یافتن اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد پس از یافتن رابطه منطقی بین صفات براساس ترتیب اهمیت صفات و تعیین مسیر مشخص با استفاده از نرم افزار SPSS و برنامه Excel انجام شد. تجزیه به‌عامل‌ها با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش واریماکس صورت گرفت. به‌منظور اجتناب از پدیده چند هم‌خطی که باعث صفر شدن دترمینان شده و تولید نتایج علائم غلط در نتایج می‌کند (Haitovsky, 1969) و در تجزیه مسیر نیز باعث اریبی در برآورد ضرایب مسیر و به‌دست آوردن روابط غیر منطقی می‌شود (Olivoto, et al., 2017)، صفاتی از جمله شاخص برداشت، تراکم سنبله، سطح برگ پرچم و نسبت پدانکل به ارتفاع که از صفات دیگر محاسبه می‌شوند، از تجزیه به‌عامل‌ها و مسیر حذف شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات در ۴۴ رقم جو زراعی نشان داد که بین ارقام از نظر همه‌ی صفات به جز هدایت روزنه‌ای، دوره‌ی پرشدن دانه و عرض دانه تفاوت معنی‌دار وجود داشت (اطلاعات نشان داده نشده است) که نشان دهنده وجود تنوع بین ارقام مورد مطالعه است، لذا امکان انتخاب از بین این ارقام برای صفات مذکور وجود دارد.

تجزیه همبستگی

برای ارزیابی رابطه بین صفات و آگاهی از میزان و شدت رابطه بین صفات تجزیه همبستگی با استفاده از روش پیرسون انجام شد. نتایج تجزیه همبستگی صفات جدول ۲ نشان داد که عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه بارور در متر مربع، ارتفاع گیاه، عملکرد کاه، شاخص برداشت و وزن هکتولتر همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات روز تا گرده‌افشانی،

روز تا سنبله‌دهی، نسبت طول به عرض دانه و آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک نشانگر آن است که با افزایش کل زیست توده عملکرد بذر افزایش داشته است. با توجه به آن که دانه حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون شاخ و برگ می‌باشد، لذا همبستگی بالای این دو صفت چیزی دور از انتظار نیست و این نشان می‌دهد که برای داشتن عملکرد بالا احتیاج به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب است (سبکدست و خیالپرست، ۱۳۸۶). سینبو (Sinebo, 2002) و خدارحمی و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که عملکرد دانه بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک داشت. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد و ارتفاع گیاه مبین این است که ارقام پابلند خشکی را بهتر تحمل نموده و عملکرد بالاتری تحت شرایط دیم تولید می‌نمایند. پابلندی ارقام به‌عنوان صفتی مطلوب در شرایط خشکی در مطالعات قبلی گزارش شده است (Siosemardeh et al., 2006; Zarei et al., 2013). همبستگی بالای ارتفاع بوته با عملکرد می‌تواند به‌علت قابلیت بیش‌تر ژنوتیپ‌های پابلند در استخراج آب از خاک در شرایط خشکی آخر فصل (که در کشت‌های دیم اتفاق می‌افتد) باشد (خیری و همکاران، ۱۳۹۰). هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط تنش، ژنوتیپ‌های با ارتفاع بوته بلندتر دارای ظرفیت تولید و نگهداری مواد فتوسنتزی بیش‌تری باشند و این موضوع می‌تواند در شرایط تنش رطوبتی به انتقال مواد فتوسنتزی بیش‌تر از منبع به مخزن کمک کرده و زمینه افزایش عملکرد دانه را فراهم آورند (حسین پور، ۱۳۹۱). همبستگی تعداد دانه در سنبله با ارتفاع گیاه منفی و معنی‌دار بود. در نتیجه گیاهان پاکوتاه تعداد دانه بیش‌تری تولید کردند. انتقال آسیمیلات‌ها به سنبله در مرحله رشد و در نتیجه افزایش تعداد گلچه‌های بارور در سنبله یکی از مهم‌ترین اثر ژن‌های پاکوتاهی است (Gupta et al., 2001). سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰۶) و زارعی و همکاران (۱۳۹۴) نیز رابطه منفی بین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در گندم را تحت شرایط دیم گزارش کردند. شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نشان داد. از آن‌جاکه شاخص برداشت نسبتی از عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک است و خود تابعی از اجزاء عملکرد است، لذا هر عاملی مانند تنش رطوبتی که موجب کاهش اجزای عملکرد شود، عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت را نیز کاهش خواهد داد. در غلات دانه ریز افزایش شاخص برداشت ممکن است باعث بهبود عملکرد در شرایط تنش شود، بدون آن‌که نیاز گیاه به آب افزایش یابد (گل‌پرور و همکاران، ۱۳۸۱). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص برداشت و محتوای آب نسبی برگ را می‌توان به این دلیل دانست که ژنوتیپ‌هایی که دارای تعرق بالاتری طی پر شدن دانه هستند در اختصاص دادن ماده خشک به دانه نیز موفق‌تر می‌باشند و در نتیجه عملکرد بالاتری خواهند داشت. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین عملکرد

دانه با تعداد پنجه بارور در متر مربع در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Doufing *et al.*, 1999; Deniz *et al.*, 2009). در منطقه مدیترانه در نظر گرفتن تعداد پنجه بارور در متر مربع به عنوان معیار انتخاب، از مهم‌ترین صفاتی است که موجب افزایش عملکرد می‌شود (Garcia del moral *et al.*, 2003). همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد پنجه بارور در متر مربع با تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله و از طرف دیگر همبستگی منفی و معنی‌دار تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله بیانگر نقش تعادلی اجزای عملکرد دانه می‌باشد. این سه جزء به صورت تکاملی روی عملکرد دانه اثرگذارند به طوری که اجزایی که زودتر ظاهر می‌شوند سایر اجزاء را تحت اثر خود قرار می‌دهند و عکس آن امکان پذیر نیست (Sinebo, 2002). به عبارتی مقدار اثر متفاوت اجزای عملکرد بر عملکرد دانه با نحوه ارتباط اجزای عملکرد با یکدیگر تطابق دارد. این رابطه در همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله نیز دیده می‌شود. وجود همبستگی معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ولی عدم وجود همبستگی بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه توسط Amer (2000) گزارش شده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن هزار دانه و سرعت پر شدن دانه مشاهده شد. با توجه به اهداف برنامه‌های به‌نژادی و گزینش ارقام زودرس و متحمل به تنش‌های محیطی، سرعت پر شدن دانه با توجه به شرایط محیطی مناطق خشک و نیمه خشک یک مزیت تلقی می‌شود. زیرا افزایش سرعت پر شدن دانه می‌تواند کاهش وزن دانه را در شرایط دشوار که عمدتاً از طریق کوتاه شدن دوره پر شدن دانه حادث می‌شود جبران نماید (Haussmann *et al.*, 2000). همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین عملکرد و روزتا سنبله‌دهی و روز تا گرده افشانی دیده شد. بدین معنی که ژنوتیپ‌هایی که زودتر به مرحله گل‌دهی می‌رسند، خشکی را بهتر تحمل می‌کنند. در مطالعه‌ای بر روی گندم، انتخاب برای گل‌دهی زود هنگام، مقاومت به دمای بالا و میانگین بالای تعداد دانه در سنبله باعث افزایش عملکرد تحت شرایط تنش خشکی شد. همچنین در این مطالعه تاریخ گل‌دهی در شرایط دیم همبستگی منفی با عملکرد داشت و ۱۰ روز تأخیر در گل‌دهی، عملکرد نژادهای گندم را ۱/۱ تا ۰/۵ تن در هکتار کاهش داد (Dodigo, 2001). عطارباشی و همکاران (۱۳۸۱) در آزمایش‌های خود همبستگی منفی را بین عملکرد دانه و روز تا رسیدگی پیدا کردند. همچنین آن‌ها به این نتیجه رسیدند که فاصله زمانی بین کاشت تا گل‌دهی با مدت پر شدن دانه همبستگی منفی و قوی دارد. مدت زمان طولانی تر دوره پر شدن دانه در ارقام با گل‌دهی زود نسبت به ارقام با گل‌دهی دیر، نشان می‌دهد که رشد دانه در ارقام دیررس تر احتمالاً توسط شرایط محیطی قبل از رسیدگی متوقف شده است. همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و دوره پر شدن دانه می‌تواند به این علت باشد که با تأخیر در تعداد روز تا گرده افشانی، احتمال برخورد مرحله دانه بندی با خشکی آخر فصل بیش‌تر شده و لذا این امر روی دانه بندی اثر منفی گذاشته و باعث کاهش وزن هزاردانه می‌شود. بنابراین با توجه به همبستگی مثبت بین سرعت پر شدن دانه و وزن هزاردانه و همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و دوره

پر شدن دانه به نظر می‌رسد گزینش جهت سرعت پر شدن و وزن دانه بیش‌تر، بدون طولیل شدن مدت پر شدن دانه امکان پذیر باشد. هم‌چنین همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار سرعت و دوره‌ی پر شدن دانه با یک‌دیگر می‌تواند نشان دهد که سرعت پر شدن بالاتر اثر مثبتی در طول دوره پر شدن دانه نداشته است. در خصوص همبستگی سرعت و مدت پر شدن دانه با عملکرد دانه گزارش‌های متفاوتی ارائه شده که بعضاً نتایج متفاوت و متناقضی را در پی داشته است. همبستگی منفی بین میزان آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده و عملکرد تحت شرایط تنش خشکی از این نظریه حمایت می‌کند که استراتژی اجتناب از خشکی که به‌وسیله بسته شدن زود هنگام روزنه‌ها که وضعیت آب در گیاه را بهبود می‌بخشد، می‌تواند با پتانسیل عملکرد ضعیف وابسته باشد (Clavel, 2005). پتانسیل هیدروژنی مالت دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات تراکم سنبله و تعداد دانه در سنبله بود. صفت راندمان مالت‌سازی با صفات عرض دانه، طول ریشک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هکتولتر، دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بوده و با صفت طول سنبله دارای همبستگی منفی معنی‌داری بود. وزن هزار دانه یک ویژگی کیفی مؤثر درانتخاب و طبقه‌بندی دانه است. زیاد بودن وزن هزاردانه به معنای درشت بودن دانه‌ها و کم بودن میزان پوسته می‌باشد که موجب افزایش بازدهی مالت می‌شود (فیضی‌پور و حسینی قابوس، ۱۳۸۹). افزایش عرض و ضخامت دانه وعدم تغییر طول دانه طی فرایند مالت‌سازی مطلوب می‌باشد که با نتایج این تحقیق مبنی بر همبستگی مثبت و معنی‌دار راندمان مالت‌سازی با عرض دانه مطابقت دارد (Briggs, 1998). همبستگی مثبت راندمان مالت‌سازی با دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک دور از انتظار نیست. افزایش صفاتی چون روز تا شیرگی شدن دانه، روز تا خمیری شدن دانه، روز تا رسیدگی و دوره پر شدن دانه بر میزان نشاسته دانه می‌افزاید و از میزان پروتئین آن می‌کاهد (فاخری و مهرآوران، ۱۳۹۴). محتوای بالای نشاسته دانه ارتباط مستقیم بر میزان تولید مالت دارد (Lišková et al, 2011). لازم به ذکر است با توجه به این‌که همبستگی به تنهایی قادر به توجیه روابط بین صفات نیست و همبستگی بین دو متغیر ممکن است ناشی از متغیر سوم یا گروهی از متغیرهای دیگر باشد، برای یافتن سهم هر صفت در میزان همبستگی و برآورد اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن، از تجزیه مسیر استفاده شد.

تجزیه مسیر

تجزیه مسیر به روش تجزیه ضرایب مسیر زنجیری عملکرد و صفات مهم زراعی انجام شد. در این روش متغیرهایی از دسته اول تا سوم وجود دارد. متغیرهای دسته اول (مستقل)، متغیرهای دسته دوم یا حد واسط تحت اثر متغیرهای دسته اول بوده و بر متغیرهای بعدی اثر دارند (هم مستقل و هم وابسته) و متغیرهای دسته سوم وابسته تام بوده و بر متغیرهای دیگر اثر نداشته و همانند عملکرد آخرین حلقه زنجیره تجزیه مسیرند.

جدول ۳: ماتریس همبستگی صفات در ارقام مختلف جو زراعی

FLA	FLW	FLL	GL/GW	GW	GL	NN	AL	PL/Phie	PL	Phie	HLW	TKW	NKPS	SD	SYI	SSY	SL	pH	MM
FLA	1																		
FLW	0.920 ⁰⁰	1																	
FLL	0.903 ⁰⁰	0.800 ⁰⁰	1																
GL	-0.234 ⁰⁰	-0.211 ³⁰	-0.263 ²	0.480 ⁰⁰	-0.664 ⁰⁰	1													
GW	-0.396 ⁰⁰	-0.344 ⁰⁰	-0.333 ⁰⁰	-0.364 ⁰⁰	-0.333 ⁰⁰	-0.333 ⁰⁰	1												
NN	0.99	0.082 ²	0.90	0.60	0.42	-0.66	1												
AL	-0.06	-0.110	-0.108	-0.141 ⁰⁰	0.001 ⁰	-0.113	-0.090	1											
PL/Phie	-0.100	-0.190	-0.116	0.026	0.026	0.029	0.026	-0.026	1										
PL	-0.020	0.022	0.000	-0.020	-0.020	0.000	0.020	0.020	0.000	1									
Phie	0.004	0.179	0.108	-0.108	0.023	-0.044	0.023	0.023	0.023	0.023	1								
HLW	-0.047	-0.022	0.000	-0.020	0.020	-0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	1							
TKW	-0.110	-0.063	0.011	-0.063	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	1						
NKPS	0.383 ⁰⁰	-0.040 ⁰⁰	-0.020 ⁰	0.333 ⁰⁰	0.333 ⁰⁰	0.134	0.140	0.140	0.120	-0.080	-0.097 ⁰⁰	0.021 ⁰⁰	0.477 ⁰⁰	1					
SD	0.278	0.020	0.190	0.419 ⁰⁰	-0.282	0.110	0.056	0.056	-0.083	0.188	0.041	-0.049 ⁰⁰	-0.0478 ⁰⁰	1					
SYI	-0.080	0.024	0.000	0.080	-0.177	0.097	0.080	0.023	0.023	0.118	0.041	0.027	0.027	0.002	1				
SSY	0.096	0.100	0.030	0.050	0.050	-0.020	-0.067	-0.030	-0.047	-0.001	-0.005	-0.180	-0.099 ⁰⁰	-0.066 ⁰⁰	-0.060 ⁰⁰	1			
SL	0.009	0.081	0.011	-0.124	-0.029	-0.029	0.026	-0.047	-0.113	0.004	-0.043	0.020	-0.076	-0.176	-0.002	0.000	1		
pH	-0.292	-0.180	-0.090	-0.050	-0.042	0.116	-0.116	0.021	-0.062	-0.001	0.020	0.020	0.020	0.414 ⁰⁰	0.023	0.000	0.121	1	
MM	-0.112	-0.062	-0.093	0.049	0.049	0.116	-0.067	-0.099	0.043	0.061	-0.027	-0.111	-0.116	-0.118	-0.127	0.101	0.050	0.080	1

FLA: سطح برگ برنج، FLW: عرض برگ برنج، FLL: طول هزار دانه در سنبله، NKPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هکتولتر، SD: تراکم سنبله، SYI: شاخص عملکرد سنبله، SSY: شاخص کاه سنبله، SL: طول سنبله، PH: رطوبت مالت، MM: رطوبت مالت

GL: طول دانه، GW: عرض دانه، NN: تعداد گره، AL: طول پانگل، PL/Phie: طول پانگل، PH: ارتفاع بوته، PLW: سطح برگ برنج، FL: عرض برگ برنج، GL/GW: طول هزار دانه در سنبله، NKPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هکتولتر، SD: تراکم سنبله، SYI: شاخص عملکرد سنبله، SSY: شاخص کاه سنبله، SL: طول سنبله، PH: رطوبت مالت، MM: رطوبت مالت

ادامه جدول ۲

MM	PH	SL	SSY	SVI	SD	NKPS	TKW	HLW	Phe	PL	PL/Phe	AL	NN	GL	GW	GL/GW	FLL	FLW	FLA	SW
-/۰۰۰	-/۰۰۰	-/۰۱۵	-/۰۶۹۷۰۰	-/۰۲۹۰	-/۰۲۶۰۰	-/۰۱۷۰۰	-/۰۲۶۳	-/۰۴۴۰۰	-/۰۲۳۰	-/۰۱۰۲	-/۰۱۱۷	-/۰۳۵۰۰	-/۰۱۱۳	-/۰۹۶	-/۰۶۰	-/۰۳۰۵۰	-/۰۱۲۶	-/۰۲۶۴	-/۰۲۱۶	-/۰۲۱۶
-/۰۲۶۴	-/۰۲۲۷	-/۰۱۹	-/۰۳۱۰۰	-/۰۱۲۶	-/۰۲۸۷۰۰	-/۰۱۴۱۰۰	-/۰۲۴۰	-/۰۴۶۹۰۰	-/۰۲۰۱۰	-/۰۱۶۵	-/۰۰۰۱	-/۰۳۰۳۰	-/۰۱۹۳	-/۰۱۵۲	-/۰۱۷۷	-/۰۳۸۰۰	-/۰۱۴۴	-/۰۲۸۶	-/۰۲۲۳	-/۰۲۲۳
-/۰۱۹۱۵	-/۰۲۲۹	-/۰۱۳۳	-/۰۴۶۳۰۰	-/۰۲۵۴	-/۰۱۵۹۹۰۰	-/۰۴۷۳۰۰	-/۰۳۵۰۰	-/۰۱۵۰۰۰	-/۰۱۱۷	-/۰۰۰۹	-/۰۰۲۶	-/۰۲۵۳۰۰	-/۰۰۳۳	-/۰۲۲۸	-/۰۲۹۴	-/۰۱۹۳۰۰	-/۰۱۶۹	-/۰۳۱۹۰	-/۰۲۱۲	-/۰۲۱۲
-/۰۰۵۶	-/۰۱۲۴	-/۰۲۶	-/۰۶۰	-/۰۳۰	-/۰۱۹۳	-/۰۲۵۵	-/۰۲۴۷	-/۰۲۹۶۰۰	-/۰۳۶	-/۰۰۰۷	-/۰۶۲	-/۰۴۲	-/۰۵۲	-/۰۶۵	-/۰۵۴	-/۰۴۵	-/۰۳۷	-/۰۰۰۴	-/۰۰۲۳	-/۰۰۲۳
-/۰۱۸۸	-/۰۲۴۴	-/۰۱۸۶	-/۰۱۸۶	-/۰۱۶۱	-/۰۲۹۹۰	-/۰۱۵۳	-/۰۲۶۵۰	-/۰۱۵۳۰۰	-/۰۳۸۰۰	-/۰۰۴	-/۰۲۰۱	-/۰۰۵۲	-/۰۱۷۹	-/۰۲۴۸	-/۰۱۲۸	-/۰۳۴۳۰۰	-/۰۴۲	-/۰۰۱۷	-/۰۰۴۷	-/۰۰۴۷
-/۰۰۳۳	-/۰۱۸	-/۰۱۵۱	-/۰۱۸۷	-/۰۱۹۸	-/۰۱۹۷	-/۰۰۰۱	-/۰۲۶۶	-/۰۳۷۰۰	-/۰۴۲۸۰۰	-/۰۰۹۲	-/۰۰۸۵	-/۰۱۱۶	-/۰۱۸۷	-/۰۲۲۷	-/۰۲۹۸	-/۰۳۴۷۰۰	-/۰۱۰۲	-/۰۱۱۲	-/۰۰۹۸	-/۰۰۹۸
-/۰۱۵۱	-/۰۱۶۸	-/۰۲۰۲	-/۰۲۰۹	-/۰۱۸۹	-/۰۳۱۳۰	-/۰۱۳۹	-/۰۳۸۱۰	-/۰۱۵۶۰۰	-/۰۴۴۰۰	-/۰۸۷	-/۰۰۰۱	-/۰۲۵	-/۰۰۰۷۵	-/۰۲۰۰	-/۰۲۷۳	-/۰۴۰۲۰۰	-/۰۵۸	-/۰۱۴	-/۰۶۲	-/۰۶۲
-/۰۰۷۳	-/۰۵۰	-/۰۲۸۴	-/۰۱۱۶	-/۰۰۸۲	-/۰۰۶۴	-/۰۰۲۷	-/۰۲۶۳۰	-/۰۲۳۱	-/۰۰۵۸	-/۰۰۷۰	-/۰۰۹۸	-/۰۱۴۳	-/۰۰۷۵	-/۰۳۰۰۰	-/۰۲۲۸	-/۰۰۲	-/۰۰۹۸	-/۰۸۱	-/۰۹۱	-/۰۹۱
-/۰۲۱۳	-/۰۲۵۶	-/۰۱۴۶	-/۰۱۱۷	-/۰۰۳۱	-/۰۰۳	-/۰۱۹۵	-/۰۲۳۰	-/۰۳۶۸۰	-/۰۶۱	-/۰۳۱۷۰	-/۰۳۶۵۰	-/۰۲۶۳	-/۰۱۷۲	-/۰۱۳۳	-/۰۳۲۵۰	-/۰۳۸۹۰۰	-/۰۰۲۷	-/۰۲۰۵	-/۰۱۴۷	-/۰۱۴۷
-/۰۰۳۴	-/۰۰۱۴	-/۰۰۹۰	-/۰۰۱۷	-/۰۰۴۳	-/۰۳۰۶۰	-/۰۲۰	-/۰۲۵۳	-/۰۱۵۶۰۰	-/۰۴۲۲	-/۰۲۲۴	-/۰۱۱۵	-/۰۲۲۰	-/۰۰۸۳	-/۰۱۹۱	-/۰۱۹۸	-/۰۳۸۹۰۰	-/۰۰۰۳	-/۰۱۷۷	-/۰۴۳	-/۰۴۳
-/۰۰۰۹	-/۰۲۱	-/۰۰۲۲	-/۰۱۵۳	-/۰۰۱۵	-/۰۲۴۰	-/۰۱۸۸	-/۰۲۵۴	-/۰۱۵۷۰۰	-/۰۳۵۰	-/۰۲۰۳	-/۰۰۸۲	-/۰۱۵۳	-/۰۰۵۹	-/۰۱۹۰	-/۰۲۱۰	-/۰۳۷۶۰۰	-/۰۰۰۳	-/۰۱۴۵	-/۰۳۸	-/۰۳۸
-/۰۰۴۵	-/۰۷۷	-/۰۲۴۳	-/۰۰۱۸	-/۰۰۲۴	-/۰۰۵۹	-/۰۱۷۹	-/۰۴۱	-/۰۴۵	-/۰۳۲۵	-/۰۰۰۳	-/۰۱۸۶	-/۰۰۰۳	-/۰۰۷۵	-/۰۱۹۱	-/۰۲۵۹	-/۰۰۲۳	-/۰۰۷۷	-/۰۰۸۷	-/۰۱۲۳	-/۰۱۲۳
-/۰۰۱۷	-/۰۵۹	-/۰۱۲۶	-/۰۰۴۵	-/۰۰۱۸	-/۰۰۶۲	-/۰۰۸۶	-/۰۴۶	-/۰۱۲۲	-/۰۰۶۰	-/۰۱۴۹	-/۰۱۲۸	-/۰۰۰۳	-/۰۱۲۴	-/۰۲۶۱۰۰	-/۰۶۴	-/۰۱۹۷	-/۰۲۱	-/۰۲۱۰	-/۰۱۱	-/۰۱۱
-/۰۱۶۱	-/۰۱۲۶	-/۰۸۹	-/۰۳۳۷	-/۰۲۲۰	-/۰۰۹۵	-/۰۰۰۹	-/۰۲۷	-/۰۷۸	-/۰۱۱۴	-/۰۱۸۶	-/۰۰۴۹	-/۰۱۵۲	-/۰۰۳۳	-/۰۱۲۶	-/۰۴۴۴	-/۰۰۷۵	-/۰۲۷	-/۰۰۴۹	-/۰۰۰۳	-/۰۰۰۳
-/۰۰۷۹	-/۰۶۴	-/۰۳۷	-/۰۱۶۳	-/۰۲۴۶	-/۰۷۰	-/۰۱۲۶	-/۰۲۹۹۰	-/۰۲۶۷	-/۰۱۴۸	-/۰۲۵۳۰	-/۰۲۶۵	-/۰۶۳	-/۰۰۳۳	-/۰۰۰۳	-/۰۴۴۴	-/۰۴۵۳۰۰	-/۰۱۷۲	-/۰۴۲۷	-/۰۲۲۷	-/۰۲۲۷
-/۰۰۱۵	-/۰۴۵	-/۰۳۷	-/۰۰۴۹	-/۰۱۰۴	-/۰۸۴	-/۰۱۲۵	-/۰۱۵۷	-/۰۲۴۰	-/۰۴۸	-/۰۲۵۹	-/۰۱۱۹	-/۰۲۵۴	-/۰۰۳۳	-/۰۰۷۰	-/۰۳۶۰۰	-/۰۳۶۹۰	-/۰۰۲۶	-/۰۵۵	-/۰۳۰	-/۰۳۰
-/۰۳۱۷۰	-/۰۳۲۱۰	-/۰۲۴۴	-/۰۰۰۸	-/۰۱۸۳	-/۰۰۳۸	-/۰۱۳۳	-/۰۰۳۸	-/۰۱۴۵	-/۰۳۰۰	-/۰۱۱۲	-/۰۰۲۲	-/۰۰۶۶	-/۰۱۳۰	-/۰۰۷۴	-/۰۱۴۲	-/۰۸۷	-/۰۲۲۷	-/۰۲۴۹	-/۰۲۴۶	-/۰۲۴۶
-/۰۰۴۴	-/۰۸۰	-/۰۳۰۸۰	-/۰۱۲۰	-/۰۱۲۲	-/۰۰۷۸	-/۰۰۳۸	-/۰۲۴۶	-/۰۰۹۶	-/۰۲۷۲	-/۰۲۲۱	-/۰۰۰۵	-/۰۱۲۶	-/۰۱۹۱	-/۰۱۹۶	-/۰۲۵۲	-/۰۱۴۶	-/۰۱۶۹	-/۰۱۴۱	-/۰۱۷۴	-/۰۱۷۴
-/۰۱۴۵	-/۰۲۱۱	-/۰۳۲۰۰	-/۰۲۱۸	-/۰۱۴۴	-/۰۱۳۲	-/۰۴۱۴۰۰	-/۰۳۰۷۰	-/۰۳۶۰۰	-/۰۴۳	-/۰۸۷	-/۰۷۷	-/۰۳۰۰۰	-/۰۱۱۴	-/۰۱۷۴	-/۰۳۶۵۰	-/۰۲۱۱	-/۰۱۳۰	-/۰۲۶۹	-/۰۱۹۸	-/۰۱۹۸

FLA: سطح برگ پرچم, FLW: عرض برگ پرچم, FLL: طول برگ پرچم, GL/GW: طول دانه /عرض دانه, GW: عرض دانه, GL: طول دانه, NN: تعداد گره, AL: طول ریشک, PL/PH: طول پدانکل /ارتفاع پوته, PL: طول پدانکل, HLW: پوته هکتولیترو, وزن هکتولیترو, وزن هزار دانه, NKPS: تعداد دانه در سنبله, SD: تراکم سنبله, SYI: شاخص عملکرد سنبله, SSSY: شاخص کاه سنبله, SLI: طول سنبله, SW: عرض سنبله, WKPS: وزن دانه های هر سنبله, NFTPM₂: تعداد پنجه بارور در متر مربع, HI: شاخص برداشت, SY: عملکرد کاه, GY: عملکرد دانه, BIO: عملکرد بیولوژیک, KFR: سرعت پر شدن دانه, KFP: دوره پر شدن دانه, DTPM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی, DTA: روز تا گرده افشانی, DTH: روز تا سنبله دهی, EC₂: تخریب غشاء سلولی بر اساس میزان هدایت الکتریکی در مرحله گرده افشانی, EC₁: گیاهچه تخریب غشاء سلولی بر اساس میزان هدایت الکتریکی در مرحله گرده افشانی, EM: گیاهچه: اندامان مالت سازی, pH: پتانسیل هیدروژنی مالت, MM: رطوبت مالت

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

به کار بردن یک مدل ساده تجزیه ضرایب مسیر به خصوص هنگامی که ضرایب همبستگی بالاست، به دلیل افزایش و برآورد نادرست سهم عوامل، منجر به اختلاط اثرات عوامل با هم شده و بهتر است رابطه بین عملکرد و اجزاء آن در قالب تجزیه ضرایب مسیر زنجیری بررسی شود (آرمینیان و همکاران، ۱۳۸۹). متغیرهای دسته اول شامل روز تا گرده افشانی، عملکرد کاه، سرعت پر شدن دانه، عرض دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور در متر مربع، متغیرهای دسته دوم یا حد واسط شامل عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه و متغیر دسته سوم عملکرد در نظر گرفته شد. جدول ۳ تجزیه مسیر را برای اجزای عملکرد در ارقام مورد بررسی نشان می دهد. مقادیر ضرایب رگرسیون جزئی استاندارد، همان مقادیر ضرایب مستقیم تجزیه مسیر هستند. ضرایب مسیر غیر مستقیم از حاصل ضرب ضرایب همبستگی مربوطه و مقدار ضریب مسیر مستقیم متغیر مستقلی که متغیر مورد نظر از طریق آن متغیر پاسخ را تحت اثر قرار می دهد تعیین شد. تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد موضوع مطالعات بسیاری بوده است، انجام چنین مطالعاتی در شرایط آزمایشی و محیط های مختلف نتایج متفاوتی را دربرداشته است. با فهم بهتر ارتباط بین صفات می توان از صفات مطلوب با میزان اثر مناسب به عنوان معیارهای جهت انتخاب موفقیت آمیز در جهت افزایش عملکرد دانه استفاده نمود. در مرحله ی اول رابطه ی عملکرد دانه در واحد سطح با تعداد پنجه بارور در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک بررسی شد. این صفات در مجموع ۵۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات بررسی شده در تجزیه مسیر در جدول ۳ آمده است. بر این اساس تعداد پنجه بارور در متر مربع با بیش ترین همبستگی با عملکرد دانه، بیش ترین اثر مستقیم را نیز بر این صفت داشت و اثر غیر مستقیم آن از طریق عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه ناچیز بود. اگرچه عملکرد بیولوژیک همبستگی بالایی با عملکرد داشت، اما بخش عمده این همبستگی متأثر از تعداد پنجه بارور در متر مربع بود. وزن هزار دانه با وجود اثر ناچیز مستقیم و منفی، اثر غیر مستقیم مثبت و بالایی از طریق تعداد پنجه بارور در متر مربع بر عملکرد دانه داشت و اثر غیر مستقیم آن از طریق عملکرد بیولوژیک ناچیز و مثبت بود. با توجه به اثر مستقیم تعداد پنجه بارور در متر مربع و اثرات غیر مستقیم بالای عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه از طریق آن، می توان با افزایش تعداد پنجه بارور در متر مربع عملکرد دانه را بهبود بخشید. در بررسی روابط صفات سرعت پر شدن دانه، عرض دانه و تعداد دانه در سنبله با وزن هزار دانه که ۵۱ درصد از تغییرات آن را توجیه می کردند، سرعت پر شدن دانه با همبستگی مثبت و بسیار معنی دار، دارای بیش ترین اثر مستقیم و مثبت بر وزن هزار دانه بود. عرض دانه دارای بیش ترین اثر غیر مستقیم و مثبت از طریق سرعت پر شدن دانه بر وزن هزار دانه بود. تعداد دانه در سنبله با همبستگی مثبت و بسیار معنی دار با وزن هزار دانه، اثر غیر مستقیم و مثبت را از طریق سرعت پر شدن دانه بر وزن هزار دانه اعمال کرده بود. با توجه به اثر مستقیم و غیر مستقیم بالای سرعت پر شدن دانه

بر وزن هزار دانه و همبستگی مثبت و بسیار معنی دار با آن و با در نظر گرفتن اثر غیرمستقیم مثبت عرض دانه از طریق آن، لذا می توان با افزایش این صفت بطور مستقیم و غیر مستقیم وزن هزار دانه را افزایش داد.

جدول ۳: اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات در تجزیه مسیر روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ۴۴ رقم جو زراعی

R ²	همبستگی	اثر مستقیم	اثرات غیر مستقیم		
			عملکرد بیولوژیک	تعداد پنجه بارور در متر مربع	وزن هزار دانه
	۰/۵۳۱**	۰/۱۶۹	-	۰/۳۸۲	-۰/۰۲۲
عملکرد دانه					
	۰/۷۲۵**	۰/۶۴۴	۰/۱۰۰	-	-۰/۰۱۹
	۰/۲۳۶	-۰/۰۵۴	۰/۰۶۴	۰/۲۲۵	-
	۰/۵۸۷**	۰/۴۳۱	-	۰/۰۷۳	۰/۰۸۳
وزن هزار دانه					
	۰/۴۸۱**	۰/۱۹۰	۰/۱۶۷	-	۰/۱۲۴
	۰/۴۷۷**	۰/۳۲۴	۰/۱۱۱	۰/۰۴۲	-
			روز تا گرده افشانی	عملکرد کاه	
	-۰/۵۶۶**	-۰/۰۹۹	-	-۰/۴۶۷	
	۰/۹۸۰**	۰/۹۳۰	۰/۰۵۰	-	

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

در مرحله بعدی رابطه ی صفات روز تا گرده افشانی و عملکرد کاه که همبستگی معنی داری با عملکرد بیولوژیک داشتند، بررسی شد. صفات مذکور در مجموع ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد بیولوژیک را توجیه کردند. بر این اساس عملکرد کاه،

بیشترین همبستگی و اثر مثبت مستقیم بر عملکرد بیولوژیک را داشت. لذا می‌توان با افزایش عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. عملکرد کاه دارای اثر غیر مستقیم ناچیزی از طریق روز تا گرده‌افشانی بر عملکرد بیولوژیک بود. روز تا گرده‌افشانی دارای اثر مستقیم ناچیز ولی اثر غیر مستقیم بالا و منفی از طریق عملکرد کاه بر عملکرد بیولوژیک بود. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مسیر کاهش طول دوره‌ی رویشی، عملکرد کاه و متعاقب آن عملکرد بیولوژیک بهبود یافته و با افزایش سرعت پر شدن دانه، عرض دانه و به‌دنبال آن وزن هزار دانه افزایش می‌یابد و همه‌ی این روابط در نهایت به افزایش عملکرد خواهد انجامید. با توجه به اثر مستقیم و بالای تعداد پنجه بارور در متر مربع بر عملکرد دانه و همچنین بیشترین اثر غیرمستقیم صفات از طریق آن، به‌نظر می‌رسد این صفت و صفاتی که غیر مستقیم از طریق آن اثر می‌گذارند، در افزایش عملکرد دانه نقش به‌سزایی دارد. در مطالعات دهقان و همکاران (۱۳۹۰) نیز تعداد روز تا ظهور سنبله فقط اثر غیر مستقیم و منفی از طریق عملکرد بیولوژیک بر میانگین عملکرد دانه داشت. خداحمی و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشات خود بر روی تریپتیکاله نشان دادند که بیشترین اثر مستقیم مربوط به تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله و بیشترین اثر غیر مستقیم منفی مربوط به وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در سنبله می‌باشد. ابوذری‌گزارفروزی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی‌های خود بر روی ۴۹ رقم برنج ایرانی و خارجی به این نتیجه رسیدند که تعداد سنبله در بوته (ساقه بارور) در درجه اول و صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه در درجات بعدی اثرات مستقیم زیادی بر عملکرد داشتند.

تجزیه به عامل‌ها

نتایج تجزیه به عامل‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول میزان واریانس هر عامل (بر حسب درصد) که اهمیت آن را در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها نشان می‌دهد و میزان اشتراک صفت که نشان دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل‌های مشترک ارتباط دارد، ارائه شده است. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه مشخصه آن‌ها بزرگ‌تر از یک بود، انتخاب شدند. در هر عامل اصلی، ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ به عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد. برآورد میزان KMO (اندازه کفایت نمونه‌گیری Kaiser-Meyer-Olkin) برابر ۰/۵ نیز بیانگر مطلوبیت نسبی تجزیه عاملی برای این خصوصیات بود. عامل اول با تأکید بیش‌تر روی تعداد پنجه بارور در متر مربع، وزن هکتولیت‌ر، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با بار عاملی مثبت و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی با بار عاملی منفی، ۱۴/۳۵ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص داد. بنابراین دو گروه از صفات که شامل عملکرد و اجزای عملکرد و دیگری صفات فنولوژیک، صفات مهمی تلقی می‌شوند، که گروه اول سبب افزایش عملکرد شده و گروه دوم همبستگی منفی با عملکرد دارند. لذا افزایش این عامل به طور غیر مستقیم با کاهش صفاتی که نقش منفی دارد،

همراه خواهد بود. این عامل به نام عامل فنولوژیک مؤثر بر هدف نام گذاری شد. زودرسی در شرایط تنش انتهایی خشکی (که در کشت های دیم اتفاق می افتد) در محیط هایی با آب و هوای مدیترانه ای (از جمله کرمانشاه) دارای اهمیت زیادی می باشد (Samarah, 2005; Cantero-Martínez *et al.*, 1995; Ceccarelli, 1987). زودرسی یک صفت مهم در جو به خصوص در ارقام دیم می باشد که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای آن اهمیت دارد. توسعه ارقام زودرس که تاریخ رسیدگی آن ها هم زمان با پایان فصل بارندگی است، یک روش اصلاحی مؤثر در افزایش پایداری و عملکرد جو در مناطق خشک باشد (نیستانی و همکاران، ۱۳۸۴). عامل دوم با توجیه ۱۱/۷۳ درصد از کل واریانس موجود و بیشترین ضرایب عاملی متعلق به وزن دانه در سنبله و وزن سنبله با بار عاملی مثبت و تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور در متر مربع با بار عاملی منفی، عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله نامیده شد. به نظر می رسد در شرایط محدودیت آب، رقابت بین گل چهاها برای مواد فتوسنتزی باعث کاهش وزن دانه ها و در نتیجه کاهش تعداد دانه در سنبله می شود (گل پرور و همکاران، ۱۳۸۵). در عامل سوم با توجه به وجود بیشترین بار عاملی روی طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم و نیز سهم ۷/۶۱ درصدی از کل واریانس، عامل مؤثر بر خصوصیات برگ پرچم اسم گذاری شد. در مراحل آخر رسیدن دانه، برگ های تحتانی عموماً خشک می شوند و ذخیره مواد غذایی در ساقه نیز ناپدید است. لذا قسمت اعظم ماده خشک در دانه ها پس از تلقیح ساخته می شود و اصولاً عملکرد بالقوه گیاه بستگی به اندازه، مدت و میزان فعالیت فتوسنتزی اندام هایی دارد که پس از ظهور خوشه سبز باقی می ماند. این اندام ها عبارتند از: پدانکل، برگ پرچم و سنبله. مطالعات مختلف حاکی از آن است که به دلیل شرایط نوری بهتر و نزدیکی به دانه، برگ پرچم و پوشینه های سنبله مهم ترین منابع تولید هیدرات های کربن در دوره پر شدن دانه می باشند (Majid and Cheap, 2009). در عامل چهارم ارتفاع بوته و تعداد گره دارای بیشترین ضرایب عاملی مثبت و طول ریشک دارای بیشترین بار عاملی منفی بود و با توجیه ۷/۷۸ درصد از تنوع داده ها، قامت گیاه نام گرفت. عامل پنجم با اختصاص ۷/۳۴ درصد از واریانس کل، بار عاملی بالایی بر روی عرض دانه، وزن هزار دانه و وزن هکتولیترا داشت و عامل مؤثر بر خصوصیات دانه نامیده شد. عوامل ششم تا دهم در مجموع ۲۹/۶۷ درصد از تنوع داده ها را توجیه نمودند. با توجه به این که عامل اول و دوم بیشترین میزان تغییرات را توجیه می کند از صفاتی که در این عامل بزرگترین بار عاملی را دارند می توان در انتخاب بهترین رقم ها استفاده نمود. لذا، با توجه به صفات مؤثر در عوامل مذکور می توان نتیجه گیری نمود که برای افزایش عملکرد دانه جو در شرایط دیم، گیاهانی با تعداد بیش تر پنجه بارور در واحد سطح و عملکرد بیولوژیک بیشتر، طول دوره زایشی کوتاه تر و ارتفاع بلندتر را باید انتخاب نمود. این صفات در تجزیه به همبستگی نیز دارای ارتباط قوی و معنی داری با عملکرد بودند.

جدول ۴: نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها برای صفات اندازه‌گیری بروی ۴۴ رقم جو ایرانی و اروپایی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
-۰/۱۳۴	۰/۲۳۳	۰/۸۲۳*	۰/۱۸۰	-۰/۱۵۵	۰/۰۶۴	-۰/۰۲۶	-۰/۲۴۰	۰/۰۰۳	۰/۰۴۸	عرض برگ پرچم
۰/۰۲۷	۰/۰۹۳	۰/۸۳۹*	۰/۱۲۱	۰/۰۴۳	-۰/۰۱۸	-۰/۱۶۶	-۰/۱۶۶	۰/۰۳۴	۰/۰۵۴	طول برگ پرچم
۰/۱۹۲	-۰/۰۰۹	-۰/۴۰۷	-۰/۰۸۷	۰/۵۸۴*	۰/۰۱۸	۰/۳۷۲	-۰/۱۰۸	۰/۳۱۸	۰/۲۸۶	عرض دانه
-۰/۱۹۱	۰/۱۴۴	-۰/۱۶۹	-۰/۰۸۶	۰/۲۶۶	-۰/۱۵۵	۰/۱۷۸	۰/۷۳۰*	-۰/۱۵۳	-۰/۰۲۳	طول دانه
۰/۰۱۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۷	۰/۸۲۰*	۰/۰۸۱	-۰/۱۲۱	۰/۰۸۱	۰/۱۲۷	۰/۰۱۳	۰/۰۴۸	تعداد گره
۰/۱۹۹	-۰/۲۷۱	۰/۱۲۶	-۰/۵۲۰*	۰/۳۵۵	۰/۲۵۳	۰/۲۷۶	۰/۱۴۱	-۰/۰۳۵	۰/۱۹۶	طول ریشک
۰/۳۰۶	۰/۱۹۷	-۰/۱۴۲	۰/۲۴۶	-۰/۲۲۴	-۰/۳۸۱	۰/۳۳۱	۰/۰۸۱	-۰/۲۱۴	۰/۴۱۲	طول پدانکل
۰/۲۵۶	۰/۲۳۹	۰/۲۷۴	۰/۷۲۴*	۰/۱۱۵	۰/۱۸۳	۰/۳۸۰	۰/۰۶۵	-۰/۰۲۸	-۰/۵۳۰*	ارتفاع گیاه
۰/۵۲۱*	-۰/۴۱۲	-۰/۰۵۵	۰/۱۶۵	۰/۵۴۸*	-۰/۰۲۹	-۰/۱۰۷	-۰/۲۵۵	-۰/۰۵۱	۰/۱۳۱	وزن هکتولیتتر
۰/۲۰۲	-۰/۲۳۳	-۰/۰۵۶	۰/۲۱۱	۰/۸۰۳*	۰/۰۰۷	۰/۱۴۳	۰/۰۷۱	-۰/۰۳۷	-۰/۰۱۵	وزن هزار دانه
۰/۱۴۱	-۰/۸۳۷*	-۰/۲۲۰	-۰/۱۲۸	۰/۳۴۸	-۰/۱۰۳	۰/۰۷۳	۰/۱۱۳	۰/۰۵۹	۰/۰۱۱	تعداد دانه در سنبله
۰/۰۴۳	۰/۰۷۷	-۰/۰۱۶	-۰/۰۹۰	-۰/۰۲۵	۰/۸۵۴*	-۰/۰۸۷	-۰/۱۴۵	-۰/۰۷۲	۰/۰۱۷	طول سنبله
-۰/۱۳۸	۰/۹۵۰*	۰/۰۴۰	-۰/۰۶۳	-۰/۰۳۲	۰/۰۱۰	-۰/۰۵۶	۰/۰۲۸	۰/۰۵۵	-۰/۰۱۹	وزن سنبله
-۰/۰۸۷	۰/۹۴۰*	۰/۰۷۹	۰/۱۲۸	-۰/۰۴۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۶۲	-۰/۰۱۸	-۰/۰۵۳	وزن دانه در سنبله
۰/۶۵۲*	-۰/۵۳۱*	-۰/۱۳۶	۰/۰۷۴	۰/۰۵۷	۰/۲۶۶	۰/۱۴۱	-۰/۰۶۰	۰/۱۸۱	۰/۰۲۵	تعداد پنجه بارور در متر مربع
۰/۶۰۰*	-۰/۰۵۲	۰/۰۳۱	۰/۳۰۵	۰/۰۲۶	۰/۳۱۳	۰/۲۹۵	-۰/۱۱۵	۰/۳۳۷	-۰/۰۱۶	عملکرد دانه
۰/۵۲۷*	-۰/۱۹۹	-۰/۰۰۹	۰/۴۴۵	۰/۱۵۹	۰/۳۲۱	-۰/۰۹۵	-۰/۱۷۸	-۰/۱۱۰	۰/۲۱۶	عملکرد بیولوژیک
-۰/۶۵۶*	-۰/۰۵۶	۰/۰۷۵	۰/۳۳۱	-۰/۱۰۵	۰/۲۸۷	-۰/۲۲۶	-۰/۲۰۳	-۰/۰۱۰	-۰/۱۶۰	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی
-۰/۹۳۶*	۰/۱۳۵	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۰	-۰/۰۸۲	۰/۰۰۳	۰/۰۹۶	-۰/۰۱۷	-۰/۰۵۸	-۰/۰۲۵	روز تا گرده افشانی
-۰/۹۴۰*	۰/۰۸۸	۰/۰۰۰	-۰/۰۳۵	-۰/۱۰۰	۰/۰۴۷	۰/۰۷۱	۰/۰۲۸	-۰/۰۵۰	۰/۰۲۲	روز تا سنبله‌دهی
-۰/۲۶۹	۰/۰۱۱	-۰/۰۶۸	-۰/۱۷۸	۰/۴۰۰	-۰/۴۲۲	-۰/۰۲۲	-۰/۰۵۲	۰/۰۵۳	۰/۲۸۸	تخریب غشا در مرحله گرده افشانی
-۰/۰۷۷	۰/۰۵۳	۰/۱۲۳	-۰/۱۶۵	۰/۱۶۰	۰/۰۳۹	۰/۰۳۷	-۰/۷۸۵*	۰/۰۱۶	-۰/۰۶۲	تخریب غشا در مرحله گیاهچه
۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	-۰/۰۹۸	۰/۰۴۴	-۰/۰۱۵	۰/۱۰۳	-۰/۱۴۰	۰/۰۰۰	۰/۸۸۴*	-۰/۰۷۵	محتوای آب نسبی برگ
-۰/۲۰۲	-۰/۰۴۷	۰/۴۵۶	-۰/۳۳۰	-۰/۱۹۴	۰/۲۳۳	-۰/۳۵۷	۰/۲۶۴	-۰/۰۸۶	۰/۰۷۸	آب نگهداری شده در برگ‌های بریده شده
۰/۰۸۸	۰/۱۰۵	-۰/۰۶۹	-۰/۰۱۱	-۰/۱۳۲	۰/۰۰۲	-۰/۰۶۸	-۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	-۰/۹۰۲*	هدایت روزنه‌ای
۰/۱۸۴	۰/۰۷۳	۰/۴۸۵	۰/۰۲۹	-۰/۱۴۲	-۰/۳۰۷	۰/۳۵۸	۰/۱۰۵	-۰/۰۶۸	-۰/۲۴۹	میزان سبزیگی برگ در مرحله گرده افشانی
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۱۰۰	-۰/۱۲۸	۰/۱۶۷	-۰/۲۲۰	-۰/۷۷۵*	-۰/۰۲۵	۰/۰۹۴	-۰/۰۴۵	میزان سبزیگی برگ در مرحله گیاهچه
-۰/۱۷۴	-۰/۳۷۶	-۰/۱۷۷	۰/۰۲۵	۰/۰۱۴	۰/۲۸۲	۰/۶۰۶*	۰/۱۳۱	۰/۱۰۷	۰/۲۰۵	پتانسیل هیدروژنی مالت
-۰/۲۴۲	۰/۰۳۷	-۰/۱۷۹	۰/۰۰۴	-۰/۰۸۲	۰/۳۲۲	-۰/۱۵۸	۰/۲۱۷	-۰/۶۳۲*	-۰/۰۶۴	درصد رطوبت مالت
۰/۳۲۰	-۰/۱۶۱	-۰/۰۸۶	-۰/۰۴۱	۰/۳۸۵	-۰/۲۷۶	۰/۰۲۶	۰/۳۳۰	۰/۳۵۵	۰/۱۲۱	راندمان مالت سازی
۴/۳۰۶	۳/۵۲۱	۲/۳۳۶	۲/۲۸۴	۲/۲۰۴	۰/۲۰۲۵	۱/۸۵۵	۱/۷۵۳	۱/۶۹۶	۰/۴۳۲	مقدار ویژه
۱۶/۳۵۲	۱۱/۷۳۸	۷/۷۸۸	۷/۶۱۲	۷/۳۴۶	۶/۷۴۹	۶/۱۸۲	۵/۸۴۴	۵/۶۵۳	۴/۷۷۲	درصد واریانس
۱۶/۳۵۲	۲۶/۰۸۹	۳۳/۸۷۸	۴۱/۴۹۰	۴۸/۸۳۶	۵۵/۵۸۵	۶۱/۷۶۷	۶۷/۶۱۱	۷۳/۲۶۴	۷۸/۰۳۶	درصد واریانس تجمعی

* ضریب عاملی معنی‌دار

نتیجه گیری

به طور کلی تجزیه های چند متغیره تصویر مفیدی برای درک ارتباطات عملکرد و صفات مهم وابسته در جو تحت شرایط دیم فراهم نمود. بر اساس نتایج حاصل، صفات تعداد پنجه بارور در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک، زودرسی و پابندی از جمله صفات مهم اثرگذار بر عملکرد دانه جو در شرایط دیم هستند و اصلاح در جهت افزایش این صفات قادر است عملکرد بوته را به نحو مطلوبی افزایش دهد. معمولاً در دیمزارها نبود بارندگی و درجه حرارت بالا در آخر دوره رشد، باعث افت عملکرد گیاه می شود. به نظر می رسد گیاهانی که از رشد رویشی خوبی برخوردار بوده اند و زودرسی باعث صدمه کم تر آن ها در شرایط خشکی آخر فصل شده، عملکرد دانه بیش تری تولید نموده اند. این صفات را می توان مهم ترین خصوصیات گیاه در افزایش عملکرد در شرایط دیم محسوب نمود که با تکیه بر آن بتوان گزینش مناسبی در جهت بهبود عملکرد دانه انجام داد. غربال ارقام جو از نظر صفات مذکور، برای ارزیابی میزان تحمل گیاه در شرایط دیم ضروری است. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به کمی بودن صفات و اثر بالای محیط بر آن ها و همچنین به دلیل این که ارقام اروپایی مورد مطالعه برای اولین بار در شرایط آب و هوایی منطقه مورد آزمایش در ایران کشت شده اند، لذا جهت قضاوت بهتر و ارزیابی دقیق تر اثر محیط همراه با بررسی روند تغییرات صفات، تکرار آزمایش در سال های بیش تر و در محیط های رطوبتی متفاوت ضروری به نظر می رسد.

منابع

- آرمینیان، ع.، هوشمند، س. و شیران، ب. ۱۳۸۹. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و برخی از خصوصیات وابسته به آن در جمعیت هاپلوئید مضاعف گندم نان، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۳(۱)، ص ۳۸-۲۱.
- ابوذری گزافروودی، ا.، هنرنژاد، ر.، فتوکیان، م. ح. و اعلمی، ع. ۱۳۸۵. مطالعه همبستگی صفات زراعی و تجزیه علیت در برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰(۲)، ص ۹۹-۱۰۷.
- حسین پور، ط. ۱۳۹۱. ارزیابی روابط صفات زراعی با عملکرد دانه در ژنوتیپ های جو بدون پوشینه در شرایط دیم کوهدشت. علوم زراعی ایران ۱۴(۳)، ص ۲۷۹-۲۶۳.
- خیری، م.، روستایی، م.، اسماعیل زاد، ح.، دستبری، ر.، اسلامی، ر. و خورشیدی بنام، م. ۱۳۹۰. ارزیابی واکنش ژنوتیپ های جدید گندم نان به آبیاری تکمیلی از نظر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف های هرز، ۵(۲۰): ۶۶-۵۳.
- دغاغله، ر.، صبوری، ح.، حسینی مقدم، ح.، جرجانی، ع و فلاحی، ح. ۱۳۹۶. روابط بین صفات زراعی و مورفولوژی

- در ژنوتیپ های جو با استفاده از روشهای آماری چند متغیره. مجله زراعت و اصلاح نباتات 13(۱)، ص ۱۱-۳۳.
- دهقان، ع.، خدارحمی، م.، مجیدی هروان، ا.، و پاکنژاد، ف. ۱۳۸۹. تنوع ژنتیکی صفات مورفو لوژیکی و فیزیولوژیکی در لاین های گندم دوروم. مجله بهنژادی نهال و بذر 10، ص ۱۰۳-۱۲۰.
- رضایی کلو، س.، خدارحمی، م. و مصطفوی، خ. ۱۳۹۱. بررسی صفات تیپ های مختلف جو با استفاده از تجزیه به عامل ها تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهایی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۸ (۳)، ص ۱۶۰-۱۴۹.
- زارعی، ل.، فرشادفر، ع.، حق پرست، ر.، رجبی، ر. و محمدی سراب بادیه، م. ۱۳۹۴. ارزیابی صفات فیزیولوژیک، فنولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی در (*Triticum aestivum* L.) گندم نان. تحقیقات غلات دوره پنجم، شماره چهارم، ص ۳۲۷-۳۴۰.
- سبکدست، م.، و خیال پرست، ف. ۱۳۸۶. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در ۳۰ رقم لوبیا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۲: ص ۱۳۴-۱۲۳.
- سید آقامیری، س. م. م.، مصطفوی، خ. و محمدی، ع. ۱۳۹۱. بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام و هیبریدهای جدید جو با استفاده از روش های آماری چند متغیره. نشریه پژوهش های زراعی ایران ۱۰ (۲)، ص ۴۲۱-۴۲۷.
- عطار باشی، م.، ر.، گالشی، س.، سلطانی، ا. و زینلی، ا. ۱۳۸۱. ارتباط فنولوژیکی و صفات فیزیولوژیکی با عملکرد دانه گندم در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳. شماره ۱، ص ۲۱-۲۸.
- فاخری، ب. و مهراوران، ل. ۱۳۹۴. نقشه یابی QTL های کنترل کننده صفات فنولوژیک جو تحت شرایط نرمال و تنش خشکی. نشریه پژوهش های زراعی ایران ۱۳ (۲)، ص ۲۵۶-۲۶۸.
- فیضی پور نامقی، ا. و حسینی قابوس، س. ح. ۱۳۸۹. مالت و مالت الشعیر. جلد اول، انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران.
- کرمی، ع.، قنادها، م.، ر.، نقوی، م.، ر. و مردی، م. ۱۳۸۴. ارزیابی مقاومت به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۶. شماره ۳، ص ۵۴۷-۵۶۰.
- گل پرور، ا.، ر.، قنادها، م.، ر.، زالی، ع. و ع. احمدی. ۱۳۸۱. ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک به عنوان معیارهای انتخاب در اصلاح گندم نان. مجله علوم زراعی ایران ۴ (۳)، ص ۲۰۷-۲۰۲.
- گل پرور، ا.، ر.، قنادها، م.، ر.، زالی، ع.، احمدی، ع.، مجیدی هروان، ا. و قاسمی پیر بلوطی، ع. ۱۳۸۵. تجزیه عاملی صفات مورفولوژیک و مورفوفیزیولوژیک در ژنوتیپهای گندم نان (*Triticum aestivum* L) شرایط تنش خشکی

و بدون تنش خشکی. پژوهش و سازندگی ۷۲، ص ۵۲-۵۹.

مهدوی، ا. م.، گرجی، ا. ح.، و رفیعی، م. ۱۳۹۱. تحلیل ضرایب هم بستگی بین عملکرد دانه و سایر اجزای آن در ژنوتیپ‌های پیشرفته جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش رطوبتی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۳(۱۳)، ص ۸۵-۹۷.

نصری، ر.، پاک نژاد، ف.، صادقی شعاع، م.، قربانی، ص.، و فاطمی، ز. ۱۳۹۱. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد جو (*Hordeum Vulgar*) در منطقه کرج. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۸(۴)، ص ۱۶۵-۱۵۵.

نیستانی، ا.، محمودی، ع. ا. و رحیم نیا، ف. ۱۳۸۴. تجزیه علیت و برآورد وراثت پذیری عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف جو. مجله کشاورزی ۷(۲)، ص ۶۶-۵۵.

Ahadzadeh, B., B. Mirzamasoumzadeh and V. Mollasadeghi. 2014. Study of yield component of barley promising lines through factor analysis. Magnt Research Report, 2 (7): 4082-4084

Amer, F. B. 2000. Genetic advances in grain yield of durum wheat under low rainfall condition. Journal of Rachis, 18: 31-33.

AOAC.2008. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol. II. Arlington, VA. Association of Official Analytical Chemists.

Assefa, K., Cannarozzi, G., Girma, D., Kamies, R., Chanyalew, S., Plaza-Wüthrich, S., Blösch, R., Rindisbacher, A., Rafudeen, S. and Tadele, Z. 2015. Genetic diversity in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Front. Plant Science*, 6:177.

Barrs, H. D. and Weatherly, P. E. 1962. A re-examination of relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Science*, 15:413-428.

Briggs, D. E. 1998. Malt and malting. Blackie academic and profession. London, 79 p.

Budakli Carpici, E. and Celik, N. 2012. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of Barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*) Varieties. *Journal of Notulae Scientia Biologicae*, 4(2):128-131.

Cantero-Martínez, C., Villar, J. M., Romagosa, I. and Fereres, E. 1995. Growth. And yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment. *European Journal Agronomy*, 4: 317-326.

Ceccarelli, S. 1987. Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*, 36:265-273.

Clarke, G. 1982. Excised leaf water retention capacity as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 62:571-576.

Clavel, D. 2005. Analysis of early variations in responses to drought of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) for using as breeding traits. *Environmental Experimental Botany*, 54: 219- 230.

Deniz, B., Kavurmaci, Z. and Topal, M. 2009. Determination of ontogenetic selection criteria for grain yield in spring barley (*Hordeum Vulgare*) by path-coefficient analysis. *African Journal of Biotechnology*, 8: 2616-2622.

Dodigo, D., Quarrie, S., Stankovic, S., Slavolijub, S. and Densis, S. 2001. Characterizing wheat genetic resources to drought stress. *Proceedings of the International Conference on Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification*; Bled, Slovenia. 21–25 April 2002.

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

Garcia del moral, L. F., Rharrabiti, Y., Villegas, D. and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*, 95: 266-274.

Gupta, N. K., Gupta, S. and Kumar, A. 2001. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186: 55-56.

Haitovsky, Y. 1969. Multicollinearity in regression analysis: A comment. *Review of Economics and Statistics*, 51 (4): 486- 489.

Harlan, J. R. 1968. On the origin of barley (origin, botany, culture and genetics). *Agriculture Journal of Research Service*, pp: 9-31.

Hausmann, B. I. G., Obilana, A. B., Ayiecho, P. O., Blum, A., Schipprack, W. and Geiger, H. H. 2000. Yield and yield stability of four population types of grain sorghum in a semi-arid area of Kenya. *Journal of Crop Science*, 40: 319-329.

Kumar, A., Omae, H., Egawa, Y., Kashiwaba, K. and Shono, M. 2006. Influence of Irrigation Level, growth stages and cultivars on leaf gas exchange characteristics in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris*) under subtropical environment. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 41(3): 201-206.

Líšková, M., Frančáková, H. And Mareček, J. 2011. Post-harvest rippening as an important factor influencing chemical parameters in malting barley and malt. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 15(3):134-137.

Majid, D. M and Cheap, O. R. 2009. Study of relationship between morphological, agronomic and qualitative traits in sainfoin populations (*Onobrychis viciifolia Scop*). *Journal of Plant Production*, 16 (2): 172-159.

Olivoto, T., Q. de Souza, V., Nardino, M., R. Carvalho, I., Ferrari, M., J. de Pelegrin, A., J. Szareski, V. and Schmidt, Denise . 2017. Multicollinearity in Path Analysis: A Simple Method to Reduce Its Effects. *Agronomy Journal*, 109:131–142.

- Peng, P. H., Lin, H., Tsai, H. W. and Lin, T. Y. 2014.** Cold Response in *Phalaenopsis aphrodite* and Characterization of PaCBF1 and PaICE1. *Journal of Plant Cell Physiology*, 0(0): 1-13.
- Samarah, N. H. 2005.** Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development*, 25 (1): 45-149.
- Sharief, A. E., Attia¹, A. N., Saied, M., El-Sayed, A. A. and El-Hag, A. 2011.** Agronomic studies on barley: yield analysis. *Journal of Crop and Environment*, 2(1): 11-18.
- Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam, M. S. 2000.** Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin- Academia Sinica Taipei*, 41: 35-39.
- Sinebo, W. 2002.** Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment *Journal of Crop Science*, 42: 428- 437.
- Singh, N. 2012.** Correlation in Barley (*Hordeum Vulgar* L.) on salt affected soil. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 2 (2):118 -131.
- Siose Mardeh, A., Ahmadi, A., Postini, K. and Mohammadi, V. 2006.** Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Research*, 98: 222-229.
- Stoskopt, N. F., Nathaniel, R. K. and Reinbergs, E. 1974.** Comparison of spring wheat and barley with winter wheat: Yield components in Ontario. *Agronomy Journal*, 66: 747-750.
- Tadesse, W. and Bekele, E. 2001.** Factor analysis of yield in grasspea (*Lathyrus sativus* L.) *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2: 416-421.
- Zarei, L., Cheghamirza, K. and Farshadfar, E. 2013.** Evaluation of grain yield and some agronomic characters in durum wheat ('*Triticum turgidum*' L.) Under rainfed conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 7(5): 609-617.