

بررسی تنوع ژنتیکی و ارزیابی ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه به تنش شوری

حسین شمسی محمودآبادی^۱، اسلام مجیدی هروان^۲، قربان نورمحمدی^۳، سیدرضا میرحسینی ده‌آبادی^۴، حسین حیدری شریف‌آباد^۴

چکیده

برای بررسی تنوع ژنتیکی خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک در ۲۰۴ ژنوتیپ جو بدون پوشینه و روابط بین این صفات و تعیین صفات مؤثر در عملکرد با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی واقع در اردکان یزد انجام شد. به دلیل وجود تعداد ژنوتیپ‌های زیاد، ارزیابی براساس ردیف‌های کشت ژنوتیپ‌های بدون تکرار صورت گرفت و انتخاب بر اساس صفات مورفولوژیک و فنولوژیک انجام شد. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای بیش‌تر صفات به ویژه عملکرد معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۳۱، ۳۴، ۳۶ و ۳۷ دارای بیش‌ترین عملکرد دانه بودند. عملکرد دانه با درصد سبز ($I=0/43$)، تعداد روز تا گلدهی ($I=0/39$) و ارتفاع ($I=0/38$) بالاترین همبستگی را نشان داد. تجزیه علیت اثر مستقیم مثبت را برای هر سه جزء عملکرد نشان داد و وزن دانه را مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر عملکرد معرفی کرد. بر مبنای تجزیه به عامل‌ها سرما نقش زیادی در ایجاد تغییرات عامل اول ایفا کرد و بیش‌ترین تأثیر را در طول دوره ساقه‌دهی نشان داد. تجزیه خوشه‌ای صفات ارزیابی شده بر مبنای ژنوتیپ‌ها، صفات را در دو گروه متفاوت طبقه‌بندی کرد و تاریخ گلدهی بیش‌ترین شباهت را با عملکرد دانه نشان داد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی چهار مؤلفه مهم را معرفی کرد که به ترتیب شامل شاخص برداشت، وضعیت سنبله نسبت به ارتفاع گیاه، درصد ورس و پتانسیل عملکرد دانه نامگذاری شدند. بر مبنای رگرسیون مرحله‌ای صفات درصد سبز، ارتفاع و تعداد روز تا گلدهی به ترتیب بیانگر بیش‌ترین تغییرات عملکرد بوده و وارد مدل رگرسیون شدند. بنابراین برای اصلاح عملکرد وان‌گزینش را بر مبنای صفات رویشی گیاه مثل درصد سبز، ارتفاع و تعداد روز تا گلدهی انجام داد.

کلمه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی - جو بدون پوشینه - تنش شوری - تجزیه چند متغیره.

۱- دانش آموخته دوره دکتری زراعت گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد. (E-Mail: Shamsi_35@Yahoo.Com)

۲- استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

۳- استاد و مدیر گروه تخصصی زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۴- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

تاریخ دریافت: پاییز ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۸۷

مقدمه

شوری منابع آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است و شور شدن تدریجی خاک از مسایل مهم در بسیاری از مناطق جهان به خصوص در کشور ما می‌باشد به طوری که مساحت اراضی شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار می‌باشد که معادل ۱۵٪ از اراضی کشور است (جعفری، ۱۳۷۳). بر اساس گزارش فائو ۴۰٪ از اراضی تحت آبیاری ایران در معرض شوری ثانویه قرار دارند (Pessarakli, 1993). برای استفاده از اراضی شور، بهترین راه، استفاده از گونه‌ها و ارقام متحمل می‌باشد. به همین دلیل لزوم به کارگیری معیارهای مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به شوری ضروری است (Jones & Qualset, 1984). در نسل‌های اولیه که تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد بوده و ارزیابی بر اساس ردیف‌های کشت ژنوتیپ‌های بدون تکرار صورت می‌گرفت بازده ژنتیکی مطلوب نیست (Keim & Kronstad, 1981). صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و توارث پذیری به نسبت بالایی دارند. پس انتخاب بر اساس این صفات راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (Yap & Harvey, 1972). بنابراین کنترل بهتر اثرهای محیط در طی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند برای بهبود عملکرد از راه انتخاب غیر مستقیم، برای صفاتی که می‌تواند همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کم‌تر به تغییرات محیط حساس هستند صورت گیرد (Dawari & Luthra, 1991). افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف اصلاحی در گیاهان زراعی از جمله جو لخت می‌باشد، زیرا استفاده‌های جو لخت چه در تغذیه دام و طیور و چه در تغذیه انسان و صنایع به دانه آن بر می‌گردد. در مورد تغییرات عملکرد جو و تعیین ارتباط آن با اجزاء عملکرد، مطالعه‌های مختلفی صورت گرفته و از روش‌های آماری چند متغیره استفاده شده است (سعیدی و همکاران، ۱۳۸۳).

جو بدون پوشینه^۱ یکی از گیاهان خانواده غلات به شمار می‌آید که در مقایسه با جو معمولی، از نظر انرژی قابل متابولیسم برتری معنی‌داری دارد و ارزش غذایی آن در حد گندم و نزدیک به ذرت می‌باشد (یعقوب‌فر و فضائی، ۱۳۷۸). جو بدون پوشینه عوامل محدود کننده جو معمولی را در تغذیه ندارد و درصد فیبر پایین و پروتیین بالا از برتری‌های آن می‌باشد (Anonymous, 1997). براساس اطلاعات موجود مهم‌ترین عامل محدود کننده در صنعت

1- Hull-less barley

فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم

طیور ایران وابسته بودن بخش اصلی خوراک مورد نیاز آن به خارج از کشور می‌باشد. نیاز کشور به ذرت دانه‌ای برای صنعت طیور و بخش صنایع، حدود ۲/۶ میلیون تن در سال می‌باشد که خوشبختانه با بررسی‌های انجام شده جو بدون پوشینه (لخت) از نظر مواد غذایی شبیه به ذرت می‌باشد و می‌تواند در ترکیب جیره غذایی طیور قرار گیرد (اصغرنژاد و همکاران، ۱۳۷۹). با وجود این‌که ذرت یکی از اقلام مهم در جیره غذایی طیور می‌باشد اما نیاز آبی آن در مقایسه با گیاهانی مثل جو بدون پوشینه به میزان قابل توجهی زیادتر می‌باشد و با توجه به ضرورت افزایش کارایی مصرف آب و تنظیم الگوی کاشت مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب، استفاده از گیاهان جایگزین مانند جو بدون پوشینه به جای ذرت در تغذیه طیور می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. این ویژگی محصول جو بدون پوشینه امکان کشت این محصول را در مناطق دیم کشور فراهم می‌آورد. با وجود آن‌که در مطالعات بسیاری تنوع ژنتیکی در گیاه جو مورد مطالعه قرار گرفته است ولی ارقام جو لخت کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، تاکنون با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های چند متغیره خصوصیات شیمیایی دانه جو لخت، این نوید را می‌دهد که می‌توان این گیاه را به عنوان جایگزینی شایسته برای ذرت در تغذیه طیور معرفی کرد. صفت لختی دانه در جو توسط یک ژن منفرد مغلوب کنترل می‌شود بنابراین از نظر ژنتیکی صفتی کیفی به شمار می‌آید پس انتقال صفت لختی به جو پوشینه‌دار مشکل نمی‌باشد. بعدها ژن مسئول لختی Naked Caryopsis نامیده شد (سعیدی، ۱۳۸۲). در غلات هدف نهایی از به کارگیری روش‌های اصلاحی افزایش عملکرد است و عملکرد دانه در غلات ناشی از اثر تجمع اجزاء متشکله می‌باشد. بنابراین شناسایی این اجزاء و تعیین رابطه آن‌ها با عملکرد، برای شناخت معیارهای گزینش لازم است (Akanda & Mundt, 1996). ارزیابی تنوع ژنتیکی بر مبنای صفات کمی و کیفی در گیاهان با روش‌های مختلف آماری صورت می‌گیرد که از بین این روش‌ها تجزیه‌های چند متغیره آماری روش‌هایی هستند که تعداد زیادی متغیر را بر روی یک یا چند نمونه به صورت همزمان در نظر می‌گیرند، از روش‌های معمول تجزیه و تحلیل چند متغیره که در ارزیابی تنوع ژنتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه علیت اشاره کرد (مقدم و محمدی و آقائی، ۱۳۷۲).

Pury & All (۱۹۸۲) برای انتخاب اجزاء عملکرد در اصلاح جو گزارش کردند که در بین صفات، تعداد سنبله در یک بوته و وزن دانه در سنبله، با عملکرد دانه رابطه‌ی خیلی نزدیک و معنی‌دار بوده و در تجزیه رگرسیونی، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله بر روی عملکرد گیاه تأثیر خیلی زیادی (تأثیر مستقیم) نسبت به صفات دیگر

داشته است. Wych & Rasmussen (۱۹۸۳) کارهای تحقیقاتی بر روی اصلاح خصوصیات زراعی و کیفیت جوهای دو ردیفه در ایالت داکوتای آمریکا که از سال ۱۹۲۰ به مقدار زیاد کشت می شده انجام دادند. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در ۴۰ سال اخیر عملکرد دانه به طور خطی افزایش داشته و در سال ۲ درصد می باشد. افزایشی که در عملکرد دانه به وجود آمده در اثر اصلاح روی صفاتی مانند مقاومت به خوابیدگی، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بوده است. طبق تحقیقات انجام شده توسط Denison (۱۹۷۵) تعداد دانه در سنبله با وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه با عملکرد دانه در جو همبستگی مثبت و معنی داری داشته است. Carreres & All (۱۹۹۶) اظهار داشتند اجزاء عملکرد معمولاً بر روی یکدیگر تأثیر گذاشته، افزایش و یا کاهش یک جزء عملکرد می تواند به وسیله اجزاء دیگر تا حدودی کم شود. هدف از این تحقیق، ارزیابی و تعیین مهم ترین اجزاء مؤثر و سهم هر یک از آنها در تشکیل عملکرد دانه ژنوتیپ های جو بدون پوشینه در شرایط تنش شوری می باشد.

مواد و روش ها

در این پژوهش ۲۰۴ ژنوتیپ جو بدون پوشینه که از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج دریافت شده اند در مزرعه تحقیقاتی واقع در اردکان یزد (طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۹ دقیقه) در ۲۰ آبان ماه ۱۳۸۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذر ارقام مورد آزمایش در ۴ ردیف ۲/۵ متری و به فاصله ۲۰ سانتی متر از هم کشت شد. در فاصله هر ۲۰ ژنوتیپ رقم KC-31 به عنوان شاهد کشت شد. همه ی ژنوتیپ ها به همراه شاهد به صورت بدون تکرار کشت شدند که تراکم کشت، ۴۵۰ بذر در مترمربع بود. برای تقویت خاک از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و فسفات آمونیوم استفاده شد. همه ی کود فسفات و نصف کود اوره در موقع کاشت و بقیه کود اوره در زمان ساقه رفتن به صورت سرک در نظر گرفته شد. EC آب آبیاری ۱۰/۶ دسی زیمنس بر متر بود و اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت بذرها انجام شد و بقیه آبیاری ها مطابق با عرف منطقه انجام شد. برای مبارزه با علف های هرز از علفکش ایلوکسان استفاده شد. صفات زیر برای هر ژنوتیپ یا بر روی ۱۰ بوته که به طور تصادفی با رعایت اثر حاشیه انتخاب شدند به شرح زیر ثبت و اندازه گیری شدند:

۱- درصد سبز: تعداد برگ های اولیه ظاهر شده در سطح کرت که بر حسب درصد بیان می شوند.

- ۲- روز تا پنجه‌زنی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت اولین پنجه را تولید کنند.
- ۳- روز تا ساقه رفتن: تعداد روز از کاشت تا زمانی که اولین گره ساقه در بوته‌ها ظاهر شود.
- ۴- روز تا خوشه‌دهی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که در ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت، خوشه به طور کامل ظاهر شود.
- ۵- زمان رسیدن: تعداد روز از کاشت تا این که ۹۰ درصد گیاهان هر کرت به بلوغ فیزیولوژیک رسیدند.
- ۶- ارتفاع بوته: ارتفاع از طوقه بوته تا نوک ساقه در زمان برداشت برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.
- ۷- تعداد پنجه بارور: پنجه‌هایی که بیش از ۸۰ درصد گلچه‌هایشان بارور بود به عنوان پنجه بارور به شمار آمدند.
- ۸- وزن هزار دانه: از هر ژنوتیپ ۲۰۰ عدد بذر شمارش شد و با استفاده از ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و ۵ برابر شد.
- ۹- طول سنبله بر حسب سانتی‌متر: از گره‌ی تحتانی سنبله تا نوک سنبله انتهایی بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.
- ۱۰- درصد سفیدک: شمارش تعداد لکه‌های ایجاد شده بر روی برگ‌ها در مرحله‌ی خوشه‌دهی و تبدیل آن‌ها به درصد.
- ۱۱- درصد ورس: در زمان ظهور سنبله درصد گیاهان خوابیده از میانگرم‌های پایینی، نسبت به کل کرت مشخص شد.
- ۱۲- عملکرد دانه: عملکرد دانه ۱/۲ مترمربع از هر کرت برحسب گرم اندازه‌گیری شد.
- با توجه به محدودیت میزان بذر و حجم زیاد ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای کشت در قالب طرح آزمایشی تکرار دار، و از طرفی پرهیز از اختلاط اثر مکان با اثر ژنوتیپ بعد از هر ۲۰ ژنوتیپ رقم KC-31 به عنوان شاهد کشت شد و داده‌های آزمایشی مورد استفاده بر اساس میانگین عملکرد KC-31 و عملکرد هر بخش تصحیح شد. بنابراین نتایج تجزیه‌های چند متغیره بر روی داده‌های تصحیح شده بر مبنای KC-31 صورت پذیرفته است.
- برای بررسی روابط بین صفات و تجزیه و تحلیل عملکرد دانه و در آخر گروه‌بندی لاین‌های جو لخت بر اساس واکنش در شرایط شور، با استفاده از روش‌های چند متغیره آماری تجزیه انجام شد. لازم به ذکر است که صفات درصد سبز شدن، درصد سفیدک و درصد ورس که به صورت نسبی بودند به آرک سینوس (arcsin) تبدیل شدند

تا از توزیع نرمال برخوردار شوند. روش‌های آماری مورد استفاده شامل تجزیه و تحلیل همبستگی صفات، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای تفسیر بهتر رفتار ژنوتیپ‌ها و برای تعیین صفاتی که بیش‌ترین توجیه را از تغییرات عملکرد دارند از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد و برای بررسی عوامل پنهانی بین ژنوتیپ‌ها از تجزیه عامل‌ها بر مبنای روش بیش‌ترین درست‌نمایی استفاده شد و برای بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد و گروه‌بندی صفات به ترتیب از تجزیه علیت و تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS, Excel, Mstac استفاده شد.

نتایج

- همبستگی بین صفات: با توجه به این‌که ضرایب همبستگی بین صفات براساس ۲۰۴ ژنوتیپ حاصل شده‌اند، بنابراین حتی مقادیر بسیار کم ضریب همبستگی معنی‌دار می‌باشند (جدول ۱). بر اساس مقادیر بالاتر ضریب همبستگی می‌توان بیان کرد که عملکرد بیش‌ترین همبستگی را با درصد سبز شدن ($r = 0/43$)، ارتفاع ($r = 0/38$)، تاریخ گلدهی ($r = 0/39$)، تاریخ پنجه‌دهی ($r = -0/38$) و تاریخ ساقه‌دهی ($r = -0/34$) داشته است. ارتباط عملکرد با درصد سبز شدن، ارتفاع و تاریخ گلدهی مثبت و ارتباط آن با تاریخ پنجه‌دهی و تاریخ ساقه‌دهی منفی است (جدول ۱). چنین به نظر می‌رسد که در شرایط شور تأخیر در جوانه‌زنی به شدت بر عملکرد تأثیر داشته و از طرفی تأخیر در پنجه‌دهی و ساقه‌دهی سبب کاهش شدید عملکرد می‌شود ولی تأخیر در تاریخ گلدهی و ارتفاع بیش‌تر گیاه سبب افزایش عملکرد می‌شود که از جمله دلایل آن می‌توان به زیادتر شدن دوره‌ی رویشی و برگی شدن گیاه اشاره نمود که ارتباط مستقیم با افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش عملکرد گیاه دارد.

- مدل‌سازی بر مبنای رگرسیون چند متغیره خطی: مدل‌سازی عملکرد دانه بر مبنای رگرسیون خطی بر اساس صفات مورد ارزیابی به روش رگرسیون گام به گام^۱ انجام شد ولی روش خطی با وارد کردن ۳ صفت در مدل تنها ۳۵ درصد از تغییرات مدل را توجیه کرد که توجیه بالایی از تغییرات مدل نیست. درصد سبز شدن اولین صفتی بوده که با ضریب تبیین جزء ۰/۱۸ به عنوان اولین متغیر توجیه کننده‌ی عملکرد دانه وارد مدل شد. پس از آن ارتفاع،

1- stepwise

تعداد روز تا خوشه‌دهی، درصد سفیدک، تعداد روز تا پنجه‌دهی، تعداد روز تا رسیدن، درصد ورس، وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور متغیرهای معنی‌دار بعدی را تشکیل دادند.

- تجزیه علیت: نتایج تجزیه علیت نشان می‌دهد که هر سه جزء عملکرد یعنی تعداد پنجه، تعداد دانه در خوشه و وزن دانه اثر مستقیم مثبت نشان دادند در حالی که در همبستگی فنوتیپی عملکرد دانه با تعداد خوشه منفی بود (جدول ۳). از طرفی وزن دانه بیش‌ترین اثر مثبت را نشان می‌دهد که بیانگر اهمیت بالاتر این جزء در تعیین عملکرد است. تعداد پنجه اثر غیر مستقیم منفی با تعداد دانه داشت و اثر غیر مستقیم مثبت با وزن دانه، در حالی که تعداد دانه و وزن دانه آثار غیر مستقیم منفی با دیگر اجزاء عملکرد داشتند (جدول ۳).

- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شناخت تنوع بین ژنوتیپ‌ها به‌خصوص زمانی استفاده می‌شود که متغیرها دارای هم‌راستایی باشند، بنابراین بر اساس این تکنیک یک سری مؤلفه‌ی غیر هم‌بسته گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و توجیه تنوعات را در قالب مدل‌هایی برآورد می‌کنند. مهم‌ترین حسن مؤلفه‌های اصلی این است که مؤلفه‌ها کاملاً مستقل از یکدیگر هستند و به راحتی می‌توان با استفاده از آن‌ها تجزیه رگرسیون و یا تجزیه خوشه‌ای انجام داد و با ترسیم بای پلات به تفسیر بهتر ژنوتیپ‌ها پرداخت (مقدم و محمدی و آقائی، ۱۳۷۲). در این تحقیق ۵ مؤلفه اول حدود ۲۳ تا ۸ درصد از تغییرات مدل را توجیه کردند به طوری که مؤلفه اول و دوم در مجموع ۳۶٪ تغییرات را توجیه کرد (جدول ۴).

چنانچه در جدول ۵ مشاهده می‌شود مؤلفه‌ی اول که بیش‌ترین ضرایب مثبت را برای عملکرد دانه و عملکرد سبز شدن و بزرگ‌ترین ضرایب منفی را برای تعداد روز تا پنجه‌دهی و ساقه‌دهی دارد می‌توان گفت که این مؤلفه به نوعی بیانگر شاخص برداشت است. مؤلفه دوم برای تعداد پنجه، طول خوشه و تاریخ خوشه‌دهی ضرایب مثبت بالا و برای تاریخ ساقه‌دهی، ارتفاع و تعداد بذر ضرایب منفی دارد بنابراین مؤلفه دوم به نوعی بیانگر وضعیت سنبله نسبت به ارتفاع گیاه است. نگاه به مقادیر مؤلفه سوم، به نوعی مقایسه‌ی بین درصد سفیدک، وزن دانه و تاریخ ساقه‌دهی را در برابر ورس، تاریخ پنجه‌زنی و ارتفاع نشان می‌دهد که به نوعی می‌توان آن را مرتبط با ورس دانست. مؤلفه چهارم، ضرایب مثبت و بالاتری را برای وزن دانه، تاریخ رسیدگی و درصد سبز شدن دارد در حالی که ضرایب منفی برای ارتفاع، سفیدک و تاریخ پنجه‌زنی داشت بنابراین مؤلفه‌ی چهارم به نوعی بیانگر پتانسیل تولید دانه است. مؤلفه‌ی پنجم که در واقع مقایسه‌ی بین تعداد دانه، تاریخ رسیدن و تاریخ پنجه‌دهی با علامت مثبت و ورس، ارتفاع و وزن دانه با علامت منفی است پتانسیل عملکرد دانه را نشان می‌دهد. این ۵ مؤلفه (شاخص برداشت،

وضعیت سنبله، ورس، پتانسیل تولید دانه و پتانسیل عملکرد دانه) بیشترین تغییرات مدل را توجیه کردند پس به این ترتیب انجام انتخاب از بین ژنوتیپها با توجه به ۵ مؤلفه سادهتر خواهد بود. مؤلفه‌های اصلی همبستگی با یکدیگر ندارند و این به آن معنی است که هر مؤلفه جنبه خاصی از داده‌ها را بیان می‌کند، برای نمونه در مؤلفه‌ی دوم تعداد پنجه بارور و طول خوشه اهمیت بیش‌تری دارند بنابراین اگر مسیر انتخابی به نژادگر در جهت این دو صفت باشد می‌تواند به تیمارهایی که از نظر این مؤلفه مقدار بیش‌تری را به خود اختصاص داده‌اند اهمیت زیادتری بدهد.

- تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی و بر اساس روش وارد، دو گروه جداگانه از صفات را نشان داد به طوری که عملکرد دانه و تاریخ گلدهی بیش‌ترین شباهت را داشتند و به همراه درصد سبز، ارتفاع گیاه، زمان رسیدن و تعداد دانه گروه اول را تشکیل دادند. سایر صفات یعنی درصد ورس، تعداد پنجه، وزن دانه، زمان پنجه‌دهی، طول خوشه و زمان ساقه‌دهی گروه دوم را تشکیل دادند (شکل ۱).

محلوجی و افیونی (۱۳۸۳) نشان دادند که عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو به سرعت رشد محصول در زمان ظهور سنبله بستگی دارد. میزان عملکرد دانه جو در شرایط آبی بستگی به میزان CGR^1 در زمان ظهور سنبله دارد و زمانی CGR صفر می‌شود که همزمان با مرحله‌ی گرده افشانی و ظهور سنبله‌هاست.

بحث

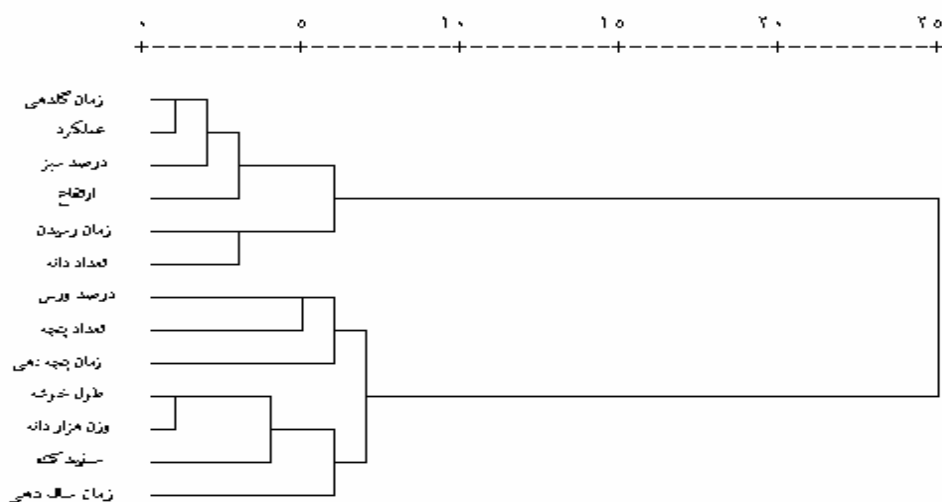
عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری با ارتفاع بوته داشت ($r = 0.38$). همبستگی عملکرد دانه و ارتفاع در غلات در مطالعات مختلف، متناقض گزارش شده است. مقدم و بصیرت (۱۳۷۲) در گندم گزارش دادند که عملکرد دانه با ارتفاع همبستگی معنی‌دار ندارد. در مطالعه‌ای روی تریتیکاله همبستگی عملکرد و ارتفاع بوته منفی گزارش شده است (Ziudin & Gupta, 1980). در حالی که در مطالعه Dofling & Knight (۱۹۹۲) این همبستگی در گیاه جو مثبت گزارش شده است. به نظر می‌رسد که این همبستگی تحت شرایط آزمایش قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که از عمده دلایل کم بودن مقادیر ضریب همبستگی در این آزمایش می‌توان به پراکندگی بالای ژنوتیپها اشاره کرد.

در بررسی رابطه‌ی بین عملکرد دانه و کلیه صفات مورد بررسی، درصد سبزه، ارتفاع و تعداد روز تا خوشه‌دهی به ترتیب اولین، دومین و سومین متغیری بودند که وارد مدل شدند ولی با توجه به ضریب تبیین جزء پایین می‌توان از تست کردن مدل‌های چند متغیره غیر خطی نیز بهره گرفت (جدول ۲). وزن دانه معمولاً تحت تأثیر ظرفیت منبع و مخزن قرار می‌گیرد و از این راه بر عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد به طوری که اگر ارقام طی شرایط پر شدن دانه از نظر تأمین مواد فتوسنتزی در حد مطلوبی قرار داشته باشند پتانسیل عملکرد دانه افزایش می‌یابد (سرمدنی و کوچکی، ۱۳۷۳). در این بررسی سه متغیر بالا به دلیل نقش مؤثر آن‌ها در افزایش طول دوره‌ی رویشی گیاه و افزایش تولید مخزن برای سنتز مواد فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شوند (Blade & Baker, 1991) هم‌چنین سه متغیر بالا به نوعی در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر هستند. تولید ارقام پر محصول می‌تواند از راه افزایش عملکرد بیولوژیک آن‌ها امکان پذیر باشد به شرطی که بتوان شاخص برداشت را ثابت نگه داشت و یا هر دو را همزمان افزایش داد. این بررسی در تأیید آزمایش Eagles & Frey (۱۹۷۴) می‌باشد که همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و کاه در یولاف را گزارش کردند.

ولی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) در ارزیابی ۴۹ ژنوتیپ جو لخت نشان دادند که عملکرد دانه در بوته همبستگی معنی‌دار و مثبتی با تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، طول سنبله و وزن هزار دانه داشت ولی همبستگی مدت زمان لازم تا ظهور سنبله منفی و معنی‌دار بود. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور دارای بزرگ‌ترین اثر مستقیم و مدت زمان لازم تا سنبله‌دهی اثر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه دارد، یعنی هر چه گیاه زودرس‌تر باشد عملکرد نیز بیش‌تر است. وزن هزار دانه اثر مستقیم و کم بر عملکرد داشت و علت آن را می‌توان به همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله نسبت داد و بیانگر آن است که کاهش تعداد دانه سبب افزایش وزن هزاردانه و بر عکس می‌شود. بر اساس مطالعه این محققین تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور از عوامل مهم اجزاء عملکرد دانه در جو لخت هستند.

برای بررسی عوامل پنهانی بین ژنوتیپ‌ها تجزیه عامل‌ها انجام شد. دو مؤلفه اول ۸۵ درصد از تغییرات آزمایش را توجیه کردند که مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب ۶۰ و ۲۵ درصد از تغییرات را توجیه کردند. بر اساس جدول ۶، عامل اول که ۶۰ درصد تغییرات را توجیه می‌کند، تاریخ ساقه رفتن بیش‌ترین تأثیر را از این عامل پذیرفت و در کنار آن تعداد پنجه، وزن دانه و طول خوشه نیز ضریب مثبت داشتند در حالی که سایر صفات اثر منفی را دارا بودند. چنین می‌توان گفت که با افزایش طول دوره ساقه‌دهی و با تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر از منبع به سمت

مقصد که همان بذرها می‌باشند در نتیجه وزن هزار دانه افزایش یافته بنابراین می‌توان این عامل را ناشی از دمای محیط دانست که تأثیر واضحی بر تاریخ ساقه‌دهی دارد. در ضمن کاهش دما سبب افزایش تعداد پنجه نیز شده است. بر اساس مطالعه‌ی Sayed & Khodier (۲۰۰۴)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبلچه ۲۱ رقم جو بدون پوشینه تحت شرایط شوری با هدایت الکتریکی ۸ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش معنی‌داری را نسبت به شرایط شاهد (بدون شوری) نشان دادند و تعداد سنبلچه کاهش یکسانی با عملکرد دانه و بیولوژیک داشت.



شکل ۱- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای صفات مورد ارزیابی بر اساس مقدار صفات ژنوتیپ‌های ارزیابی شده

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین صفات بررسی شده جو بدون پوشینه

ردیف	صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	درصد سبز	۱												
۲	روز تا پنجه‌دهی	-۰/۴۴۵**	۱											
۳	روز تا ساقه‌دهی	-۰/۳۷۵**	-۰/۰۵۷	۱										
۴	روز تا گلدهی	۰/۲۹۴**	-۰/۲۱۲**	-۰/۶۷۲**	۱									
۵	روز تا رسیدن	۰/۲۵۵**	۰/۱۲۸	-۰/۲۹۷**	۰/۱۱۲	۱								
۶	ارتفاع	۰/۱۶۴**	-۰/۱۹۹**	۰/۲۶۰**	۰/۰۹۹	-۰/۰۴۹	۱							
۷	طول خوشه	-۰/۴۱۸**	۰/۱۹۳**	۰/۰۲۱	۰/۱۴۲*	-۰/۱۲۳	۰/۰۶۲	۱						
۸	تعداد پنجه بارور	-۰/۱۹۹**	۰/۰۷۳	۰/۰۲۸	۰/۱۲۲	-۰/۳۰۶**	۰/۱۱۲	۰/۲۵۶**	۱					
۹	تعداد دانه در خوشه	۰/۲۷۴**	-۰/۱۷۶*	-۰/۲۱۱**	۰/۱۰۱	۰/۲۱۲**	۰/۱۵۸*	-۰/۲۰۲**	-۰/۱۷۲*	۱				
۱۰	درصد ورس	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	-۰/۱۸۸**	۰/۰۳۶	۰/۱۰۵	۰/۰۷۳	۰/۱۰۹	۰/۱۲۷	-۰/۱۱۲	۱			
۱۱	درصد سفیدک	-۰/۰۹۹	-۰/۰۶۷	-۰/۰۲۳	۰/۱۹۹**	۰/۰۷۷	۰/۰۴۵	۰/۱۰۵	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	-۰/۱۵۶*	۱		
۱۲	وزن هزار دانه	-۰/۰۴۵	۰/۰۷۳	-۰/۰۰۳	۰/۲۵۵**	۰/۴۱۸**	-۰/۵۳۲**	۰/۴۳۲**	۰/۴۸۶**	-۰/۱۵۷*	۰/۰۷۶	-۰/۰۲۳	۱	
۱۳	عملکرد	۰/۴۳۴**	-۰/۳۸۴**	-۰/۳۴۹**	۰/۳۹۳**	۰/۲۲۷**	۰/۳۸۲**	-۰/۰۹۸	-۰/۰۴۷	۰/۱۹۵**	-۰/۱۰۶	۰/۲۱۴**	-۰/۱۴۸*	۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل

متغیر	مرحله ورود به مدل	ضرایب رگرسیون				ضرایب تبیین تجمعی	ضرایب تبیین جزء
		b3	b2	b1	b0		
درصد سبز	۱			۲۷۳/۸	۱۹۷/۴	۰/۱۸	۰/۱۸
ارتفاع	۲		۷/۷۳	۲۴۰/۸	-۲۴۹/۹	۰/۲۸	۰/۰۹
روز تا خوشه‌دهی	۳	۷/۳۸	۶/۸۳	۱۹۱/۴	-۳۳۰/۳	۰/۳۵	۰/۰۷

جدول ۳- اثرات مستقیم و غیر مستقیم برخی از اجزاء عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم		
		تعداد پنجه	تعداد دانه	وزن دانه
تعداد پنجه	۰/۱۷۱	-	-۰/۰۳۸	۰/۱۶
تعداد دانه	۰/۲۱۷	-۰/۰۲۹	-	-۰/۰۵۲
وزن دانه	۰/۳۳۱	-۰/۰۸۳	-۰/۰۳۵	-

جدول ۴- مقادیر ویژه و میزان واریانس که به وسیله هر یک از مؤلفه‌ها شرح داده می‌شود

مؤلفه‌های اصلی	مقادیر ویژه	واریانس نسبی	واریانس تجمعی
۱	۲/۹۳	۰/۲۳	۰/۲۳
۲	۱/۷۸	۰/۱۴	۰/۳۶
۳	۱/۳۳	۰/۱۰	۰/۴۶
۴	۱/۲۶	۰/۰۹	۰/۵۶
۵	۱/۰۶	۰/۰۸	۰/۶۴

جدول ۵- ضرایب ویژه برای ۵ مؤلفه اصلی اول

مؤلفه	۱	۲	۳	۴	۵
درصد سفیدک	۰/۰۸۵	۰/۱۷	۰/۵۰	-۰/۴۱	۰/۱۲
درصد سبزی	۰/۴۴	-۰/۱۶	-۰/۰۴	۰/۳۳	-۰/۰۴
ورس	۰/۰۰۴	۰/۲۳	-۰/۵۱	۰/۲۰	-۰/۳۹
روز تا پنجه‌دهی	-۰/۳۱	۰/۱۵	-۰/۳۰	-۰/۲۵	۰/۳۲
روز تا ساقه‌دهی	-۰/۳۸	-۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۰۸
روز تا گلدهی	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۰۲	-۰/۱۵	-۰/۰۸
روز تا رسیدن	۰/۲۲	۰/۲۴	-۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۴۵
ارتفاع	۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۲۰	-۰/۴۵	-۰/۳۲
طول خوشه	-۰/۱۷	۰/۴۹	۰/۰۷	-۰/۲۰	-۰/۰۵
تعداد پنجه بارور	-۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۲۸	۰/۰۳
تعداد بذر در خوشه	۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۵۴
وزن هزار دانه	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۴۱	۰/۳۷	-۰/۳۱
عملکرد	۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۲۲	-۰/۱۳	-۰/۱۱

جدول ۶- نتایج تجزیه به عامل‌ها در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی

عامل ۱	عامل ۲	
۵/۷۹	۲/۳۸	مقدار ویژه
۰/۶۰۱	۰/۸۴۸	درصد واریانس توجیه شده
ضرایب عاملی		صفات مورد بررسی
-۰/۰۲۳	۰/۰۵۷	سفیدک
-۰/۳۷۵	۰/۱۰۳	درصد سبزی
-۰/۱۸۸	۰/۰۳۷	درصد ورس
-۰/۰۵۷	-۰/۲۵۷	زمان پنجه‌دهی
۱	۰	زمان ساقه‌دهی
-۰/۶۷۲	-۰/۰۹۹	زمان گلدهی
-۰/۲۹۷	۰/۰۸۷	زمان رسیدن
-۰/۲۶۰	۰/۹۴۰	ارتفاع
۰/۰۲۲	-۰/۱۰۷	طول خوشه
۰/۰۲۸	-۰/۲۸۲	تعداد پنجه
-۰/۲۱۲	۰/۱۴۳	تعداد دانه
۰/۰۰۸	-۰/۱۴۴	وزن دانه
-۰/۳۵۰	۰/۳۳۳	عملکرد

منابع

- بی‌نام، ۱۳۷۸. جو بدون پوشینه و امکان استفاده از آن در خوراک طیور، دفتر نباتات علوفه‌ای، معاونت زراعت وزارت کشاورزی، ص ۵۶.
- جعفری، م.، ۱۳۷۳، سیمای شوری و شورروها، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- سرمدنیان، غ.، کوچکی، ع.، ۱۳۷۳، فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- سعیدی، م.، رضائی، ع.، سلوکی، م.، سیاه‌سروش، ب.، ۱۳۸۳، تجزیه به عامل‌ها در جو لخت، هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، رشت.
- سعیدی، م.، ۱۳۸۲، تجزیه و تحلیل چند متغیره عملکرد و اجزاء آن در جو لخت، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه زابل.
- محلوجی، م.، افیونی، ا.، ۱۳۸۳، مطالعه تجزیه رشد و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو، پژوهش و سازندگی، شماره ۶۳. صفحه ۳۷-۴۲.
- مقدم، م.، محمدی، ا.، آقائی، م.، ۱۳۷۲، آشنائی با روش‌های آماری چند متغیره، انتشارات پیش‌تاز علم تبریز.
- مقدم، م.، بصیرت، ف.، ۱۳۷۲، تجزیه علیت عملکرد دانه، اجزای آن و برخی صفات مورفولوژیک در گندم پائیزه، دانش کشاورزی، شماره ۲۱ و ۲. جلد ۴، صفحه ۴۸-۷۵.
- ولی‌زاده کامران، ر. و همکاران، ۱۳۸۵، همبستگی و تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزاء آن در جو لخت، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران.
- یعقوب‌فرا، ا.، فضائلی، ح.، ۱۳۷۸، تعیین انرژی‌زایی جو بدون پوسته در تغذیه طیور، محله پژوهش و سازندگی، شماره ۴۵، صفحات ۱۲۲-۱۲۳.

- Anonymous.** 1997. Hull-less barley. Utilization seminar, Proceedings. Red Deer. Alberta Agriculture .70P.
- Akanda, S. T., and C. C. Mundt.** 1996. Path coefficient analysis of effectsstrip rust and cultivar mixture on yield and yield components of winter wheat. *Theor. APPI. Genel.* 92(6): 666-672.
- Blade, S. F., and R. J. Baker.** 1991. Kernel weight response to source-sink changes in spring wheat. *Crop Sci. No.28:* PP. 165-175.
- Carreres, R. C., and et al.** 1996. Effect of nitrogen rates on rice growth and biological nitrogen fixation. *J. Agric. Sci Camb.*127: 295-302.
- Dawari, N. H., and Luthra, O. P.** 1991. Character association studies under high and low environments in wheat. *Indian. J. Agric. Res.* 25:68-72.
- Denison, D.V.** 1975. The number of grain per ear on per panicle of cereals as the most important element in yield structure. *Field Crops Abst.* 28(1) 23.
- Dofling, S. N., and C. W. Knight.** 1992. Alternative model for path analysis of small grain yield. *Crop Sci. No 32:* PP. 487-489.
- Eagles, H. A., and Frey, K. J.** 1974. Expected and actual grain in economic value of oat lines from five selection methods. *Crop Sci.* 14: PP. 861-864.
- El-Sayed, A. A., M. M., Khodier.** 2004, " Field screening of some hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) against soil salinity in Egypt" Hull-Less Barley Project, Field Crops Research Institute, ARC, 9 El Gamma Str., 12619 Giza, Egypt., *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens*, 2004 (No.60)157-161.

- Jones, R. A. , and C. O. Qualset.** 1984. Breeding crops for environmental stress. Tsolean Nijhoff/Junk. The Netherlands.
- Keim, D. L., and Kronstad,W. E.** 1981. Drought responses of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. Crop Sci.21:11-14.
- Pessaraki, M.** 1993. Hand book of plant and crop stress. PP:697. Macel Dekker.
- Pury, P. Y., C. O.,Quaiset, V. A., Williams.,** 1982. Evaluation of yield component as selection criteria in barley breeding. Crop Sci.22:927-931.
- Wych., R. D., and D. C. Rasmussen.** 1983. Genetic improvement in malting barley cultivars since 1920. Crop Sci. 23: 1037-1040.
- Yap, T. c., and Harvey, B. L.** 1972. Inheritance of yield components and morphophysiological traits in barley(*Hordeum vulgar L.*) Crop Sci. 12:283-286.
- Ziudin, A., and Gputa, R.** 1980. Association and analysis in triticale, Indian, J. Agric. Sci.50: PP. 198-202.