

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

The effect of water stress on some traits of barley double haploid lines

مژگان محبوبی^۱، علی خماری^{۲*}، سعید اهری‌زاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۵

چکیده

به منظور مقایسه لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو از نظر صفات زراعی و مورفولوژیکی و گزینش لاین‌های متحمل، تعداد ۴۵ لاین هاپلوئید مضاعف شده جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهاباد در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد کشت و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس مرکب انجام شده برای دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی نشان داد که بین دو محیط مورد آزمایش از نظر کلیه صفات مورد بررسی جزء صفت ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در تجزیه رگرسیون به روش گام به گام عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه، وزن هزار دانه در مدل نهایی باقی ماندند، در شرایط تنش کم‌آبی نیز این صفات مذکور که همبستگی بالایی با عملکرد دانه داشتند وارد مدل رگرسیونی شدند. تجزیه علیت برای صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون گام به گام براساس همبستگی‌ها انجام گردید، که در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی سه صفت عملکرد کاه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل شدند که عملکرد کاه در هر دو شرایط بیشترین تأثیر مثبت و مستقیم را بر عملکرد دانه نشان داد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، لاین هاپلوئید مضاعف، تجزیه علیت

۱- دانشجوی دکتری تخصصی اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

۲- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، کرج، ایران.

۳- دانشیار دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

*- مکاتبه کننده E-mail: Ali.Khomari@kiau.ac.ir

مقدمه

قرارگیری کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک و وجود شرایط مختلف آب و هوایی در آن، زراعت در مناطق دیم را با مشکلات متعددی مواجه ساخته است. مناطق مرتفع، دارای زمستان‌های طولانی و تابستان‌های توأم با گرما و خشکی است و تغییرات دما در این مناطق زیاد می‌باشد. گیاهانی مانند جو که امکان تولید در مناطق سردسیر را دارند و می‌توانند از رطوبت عمقی و باقی‌مانده خاک جهت تولید محصول استفاده بهتری کنند، بیش‌تر از سایر گیاهان زراعی در این مناطق کشت می‌شوند (اسکندری، ۱۳۸۶). اصلاح گیاهان برای مقاومت به تنش خشکی یکی از مشکل‌ترین برنامه‌ها برای به‌نژادگران گیاهی می‌باشد، دلیل این سختی، پیچیدگی ژنتیکی صفت تحمل به خشکی و تحت تأثیر قرار گرفتن شدید این صفت به‌وسیله عوامل محیطی غیرقابل پیش‌بینی بدون شرایط خشکی در مزرعه و همچنین عکس‌العمل‌های متنوع ژنتیکی تحمل به تنش خشکی گیاهان که مورد مطالعه بوده‌اند ناشی می‌شوند (Thisandmerah, 2000). جو به‌علت داشتن مقاومت در مقابل ناسازگاری‌های محیطی و نیز به سبب نیاز کم رطوبت و تطابق با محیط کشت در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود. جو در مقایسه با ذرت و چاودار و نیز یولاف، احتیاج کم‌تری به آب دارد و نسبت به گندم به گرما مقاوم‌تر و در مقایسه با گندم تحمل کم‌تری نسبت به اسیدپتت خاک از خود نشان می‌دهد، مقاومت جو در مقابل شوری خاک نیز بیشتر از گندم می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). از آنجایی که قیمت جو در بازار به مراتب کم‌تر از گندم می‌باشد کشت آن را به نقاط کم باران و خاک‌های فقیری که برای رشد و نمو گندم مساعد نیست اختصاص می‌دهند و حداقل بارندگی مورد نیاز آن نیز حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). این گیاه در خاک‌های متفاوتی کشت می‌شود و مناسب‌ترین خاک‌ها برای زراعت آن خاک‌های لیمونی، لومی و لومی-رسی می‌باشد، جو خاک‌های اسیدی را تحمل نمی‌کند و در

pH بین ۷-۸ بهتر رشد می‌کند (بهنیا، ۱۳۷۳؛ کاظمی اربط، ۱۳۷۴). جو به‌عنوان یک منبع تولید انرژی برای انسان و دام است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). همچنین از ساقه جو در صنعت کاغذسازی استفاده می‌شود (خدابنده، ۱۳۷۳). اثرات تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه متفاوت بوده و توسط محققان مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، میتچلا و همکاران (Mitchell et al., 1996) با مطالعه روی عملکرد جو تحت شرایط تنش کم‌آبی آخر فصل به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد دانه و روز تا گلدهی یک ارتباط منفی وجود دارد به عبارت دیگر در این شرایط ارقام با دوره رشد رویشی کوتاه‌تر قادر به تولید عملکرد دانه بیش‌تر هستند، زیرا شانس زیادی برای فرار از تنش کم‌آبی دوره گلدهی را دارند. با این وجود بر اساس نظریه ایوانس و همکاران (Evans et al., 1984) افزایش شاخص برداشت می‌تواند کاهش کلی رشد محصول را در اثر کوتاه بودن فصل رشد جبران کند. افزایش وزن دانه نیز به‌عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه از طریق طول دوره رشد و سرعت پر شدن دانه متأثر می‌شود (Bruckner, 1987). محمدی و بائوم (۱۳۸۷) در آزمایشی که انجام دادند مشخص شد که ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دارد. محققین دیگر نیز همبستگی بین ارتفاع کوتاه‌تر و عملکرد دانه بیش‌تر را نشان دادند (Quarrie et al., 1999). در مطالعه پیغمبری و همکاران (۱۳۸۴) نتیجه تجزیه علیت نشان داد که صفت ارتفاع بوته فقط اثر غیرمستقیم مثبت و بالایی از طریق متوسط تعداد پنجه بر عملکرد دانه دارد. با توجه به پیچیده بودن صفت عملکرد دانه و هزینه سنگین ارزیابی مواد ژنتیکی در محیط‌های مختلف، شناخت رابطه سایر صفات با عملکرد دانه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (محمدی و بائوم، ۱۳۸۷). ایروانی و همکاران (۱۳۸۷) با مطالعه روی لاین امید بخش جو گزارش نمودند که هفت عامل مستقل مجموعاً ۸۲ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند دو عامل اول با نام‌های عامل اجزای عملکرد و عامل ظرفیت پنجه زنی گیاه در مجموع ۴۱

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جواز نظر صفات مورفولوژیکی و زراعی در دو محیط تنش کم آبی و آبیاری مطلوب، ۴۵ لاین جو شامل ۴۰ لاین هاپلوئید مضاعف شده و دو رقم والدینی Morex (مقاوم به تنش کم آبی، مقاوم به بیماری باکتریایی برگ و عملکرد پایین) و Steptoe (حساس به تنش کم آبی حساس به بیماری باکتریایی برگ و عملکرد بالا) به همراه سه رقم داخلی (نومار، تروبی و WB-7910) به عنوان شاهد در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم آبی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور مهاباد در ۲۲ کیلومتری شهرستان مهاباد با طول جغرافیایی ۳۶°۰۴۳' و عرض جغرافیایی ۳۶°۰۱' و ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. این منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دارای آب و هوای نیمه‌خشک می‌باشد. متوسط مقدار بارندگی در سال برابر ۴۳۰ میلی‌متر متوسط درجه حرارت در طول فصل رشد برابر ۲۶ درجه سانتی‌گراد بود. جهت تعیین عناصر ریز مغذی و ماکرو از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و پس از تهیه نمونه مرکب، عناصر ماکرو و میکرو اندازه‌گیری شد و بافت خاک نیز تعیین گردید. آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم نیمه‌عمیق، دیسک، تسطیح و ایجاد کرت بود که به‌طور یکسان برای تمام تیمارها صورت گرفت. هر رقم در یک متر مربع کاشت شد، هر کرت آزمایش شامل ۲ ردیف کاشت به طول ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت گردید. در هر تکرار ۲ خط حاشیه در شروع ردیف‌ها به صورت دو کرت و دو کرت حاشیه در پایان تکرار مورد نظر گرفته شد، بذرها آغشته به قارچ‌کش به فاصله ۳ سانتی‌متر و عمق ۱/۵ سانتی‌متری از هم کشت شدند، کاشت در تاریخ ۹۰/۸/۴ صورت گرفت و اولین آبیاری یک روز پس از کاشت به صورت یکنواخت صورت پذیرفت، به منظور اجتناب از تأثیر پارامترهای اقلیمی بر روی دوره‌های آبیاری از مقادیر تبخیر

درصد از تغییرات را تبیین کردند. نیکخواه و یوسفی (۱۳۸۳) در آزمایشی به منظور ارزیابی تنش کم آبی و بررسی ارتباط صفات مورفولوژیکی با عملکرد دانه در ۱۲۷ لاین و رقم جو در دو شرایط تنش و بدون تنش کم آبی به این نتیجه رسیدند که اکثر صفات اندازه‌گیری شده در بین ژنوتیپ‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بوده و بیش‌ترین تأثیر تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه بود.

نتایج تجزیه علیت تقوی و همکاران (۱۳۸۱) نشان داد که اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر میانگین عملکرد سنبله مثبت و بالا می‌باشد ولی تعداد سنبله فقط اثر غیرمستقیم مثبت و بالایی از طریق تعداد دانه در سنبله بر میانگین عملکرد سنبله دارد. ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بین ارقام و همچنین بین اثر متقابل این صفات در طی دو سال اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در آزمایش کرمی و همکاران (۱۳۸۴) نتایج تجزیه علیت در شرایط فاریاب نشان داد که اثر مستقیم بیوماس و شاخص برداشت بر روی عملکرد دانه در تک بوته مثبت و بالا می‌باشد. اثر غیر مستقیم صفات بر روی یکدیگر خیلی کم بوده و تنها اثر غیرمستقیم متوسط تعداد دانه در سنبله و عملکرد کاه و کلش مثبت و بالا بود. (Salam et al., 1991). طی آزمایشی دریافتند که شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های جو با افزایش سطح کمبود آب بطور فزاینده‌ای کاهش می‌یابد.

آگاهی از ماهیت تنوع ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌های گلرنگ امکان استفاده از آن‌ها را در برنامه‌های به‌نژادی جهت تولید هیبریدهای با عملکرد کمی و کیفی مطلوب و مناسب را فراهم می‌آورد. لذا مطالعه حاضر جهت محاسبه روابط علت و معلولی بین صفات مهم زراعی و مورفولوژیک با عملکرد دانه، شناسایی دقیق مهم‌ترین صفات تأثیر گذار بر عملکرد دانه و شناخت بهترین ژنوتیپ از لحاظ عملکرد و صفات مرتبط با آن انجام گرفت.

معنی دار بود که بیانگر عدم یکسان بودن پاسخ لاین‌ها از نظر این صفات در شرایط آبیاری مختلف (آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی) می‌باشد (جدول ۱). نتایج حاصل شده با یافته‌های اکثر محققان تا حدود زیادی مطابقت دارد (پیغمبری و همکاران، ۱۳۸۴؛ کرمی و همکاران، ۱۳۸۴؛ بخشی‌خانکی و همکاران، ۱۳۸۶؛ سنجرى و یزدان‌پناه، ۱۳۸۷ و امیری و همکاران، ۱۳۸۹).

همبستگی ساده بین صفات تحت شرایط آبیاری نرمال و تنش کم‌آبی به صورت جداگانه محاسبه شد که نتایج آن‌ها به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. همبستگی ساده فنوتیپی در شرایط نرمال مشخص کرد که صفات تعداد دانه در سنبله، طول پدانکل، وزن هکتولتر، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد گاه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری دارند و همچنین همبستگی ساده در شرایط تنش کم‌آبی نیز مشخص کرد که صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول پدانکل، وزن هکتولتر، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد گاه با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد، که در اصلاح و بهبود جو در جهت افزایش عملکرد توجه به این صفات حائز اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. نبوی کلات و همکاران (۱۳۸۸) در شرایط آبیاری نرمال، همبستگی بین عملکرد بیولوژیک را با صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و طول دوره دانه‌بندی مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و ارتفاع بوته غیر معنی‌دار بدست آوردند. محمدی و همکاران (۱۳۸۵) در شرایط تنش کم‌آبی رابطه بین عملکرد دانه را با طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد گاه و شاخص برداشت، مثبت و معنی‌دار و با صفت ارتفاع بوته و وزن هزار دانه غیر معنی‌دار دانستند.

پیغمبری و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی ۷۲ لاین جو مضاعف شده به همراه والدین Steptoe و Morex اظهار داشتند که ارتباطی بین وزن هزار دانه با طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، تاریخ سنبله‌دهی تعداد پنجه و تاریخ

طشتک کلاس A استفاده شد. این طشتک در فاصله ۱۵ متری مزرعه آزمایشی نصب شد. سایر آبیاری‌ها بر اساس میزان تبخیر از طشتک کلاس A بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر برای شرایط عدم تنش رطوبتی و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر برای تنش کم‌آبی در نظر گرفته شد. مصرف کود ازته براساس نتایج تجزیه آزمون خاک و عملیات مبارزه با علف‌های هرز به‌موجب نیاز انجام شد. صفات مورد بررسی عبارت از ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هکتولتر بودند. مفروضات تجزیه واریانس برای کلیه صفات به‌جز طول سنبله که تبدیل لگاریتمی روی آن انجام شد، بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. پس از برقراری مفروضات، تجزیه واریانس بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید و میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. برای بررسی صفات از همبستگی ساده استفاده شد. جهت تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه و نیز تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم از تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام و تجزیه علیت استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS، Mstat-C و Excel استفاده گردید.

نتیجه و بحث

همگن بودن واریانس خطای آزمایشی در آزمایش‌های مختلف توسط آزمون بارتلت مورد تأیید قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه شد و نتایج آن در جدول ۱ ارائه گردید. بر اساس نتایج حاصله بین دو شرایط مورد آزمایش از نظر کلیه صفات مورد بررسی به‌جز صفات تعداد دانه در سنبله و طول سنبله، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اثر تیمار (لاین) وجود اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.01$) از نظر کلیه صفات مورد بررسی نشان داد که بیانگر تنوع ژنتیکی موجود بین لاین‌ها می‌باشد. اثر متقابل لاین \times سطوح آبیاری نیز برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

تنش کم آبی، رگرسیون با سه درجه آزادی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ سه صفت عملکرد کاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۷۸/۳ درصد تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کردند که اثر بقیه عوامل حدود ۲۱/۷ درصد بود. در شرایط تنش، بیش‌ترین ضریب تبیین تصحیح شده عملکرد دانه را صفت عملکرد کاه با ۰/۵۱۹ به خود اختصاص داد. همچنین این صفت، اولین متغیری بود که وارد مدل رگرسیونی شد و به تنهایی حدود ۵۱/۹ درصد از تغییرات موجود در عملکرد دانه را توجیه کرد. دومین متغیری که وارد مدل شد، وزن هزار دانه بود که به تنهایی ۲۴/۳ درصد و متغیر تعداد دانه در سنبله در مرحله سوم وارد مدل شد و ۲/۱ درصد از تغییرات را تبیین کرد و همراه با عملکرد کاه و وزن هزار دانه، ۷۸/۳ درصد تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کردند. اسلامی‌فر و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی که بر روی ۲۰ لاین جو در شرایط آبیاری نرمال انجام دادند، مشاهده کردند که ۳۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه به وسیله صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله تبیین می‌شود.

به‌منظور تبیین روابط علت و معلولی و نحوه اثر صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون گام به گام بر روی عملکرد دانه، از تجزیه علیت براساس همبستگی‌ها استفاده گردید. نتایج تجزیه علیت عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم آبی به ترتیب در جداول ۷ و ۸ آورده شده است. در شرایط آبیاری مطلوب، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و وزن هزار دانه به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر عملکرد دانه (متغیرهای علتی یا سببی) وارد مدل شدند. عملکرد کاه بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت (۰/۶۸۱) را بر عملکرد دانه داشت، در رتبه بعدی صفت وزن هزار دانه با ۰/۵۲۳ قرار گرفت. بیش‌ترین اثر غیرمستقیم عملکرد کاه، از طریق وزن هزار دانه (۰/۲-) بر روی عملکرد منفی بوده ولی تأثیر غیر مستقیم آن از طریق تعداد دانه در سنبله مثبت (۰/۰۴) و ناچیز بود. تأثیر غیر

گلدهی وجود ندارد. در شرایط تنش کم آبی تعداد دانه در سنبله با صفات طول سنبله، وزن هکتولتر، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه، رابطه مثبت و معنی‌داری نشان داد که این وضعیت تنش کم آبی در شرایط آبیاری نرمال هم وجود داشت با این تفاوت که به غیر از صفت شاخص برداشت، شدت روابط در شرایط آبیاری نرمال بیش‌تر از شرایط تنش کم آبی بود. در شرایط تنش خشکی، تعداد دانه در سنبله و گاهی هم متوسط وزن دانه، سهمی معادل تعداد سنبله‌ها در عملکرد کل داشتند (پیغمبری و همکاران، ۱۳۸۴؛ بهزاد، ۱۳۸۷).

مقایسه نتایج همبستگی صفات ارزیابی شده در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش کم آبی نشان داد که هر چه مقادیر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بالاتر باشد، میزان عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد (جداول ۲ و ۳).

جهت مطالعه تأثیر تک تک صفات مورد نظر بر متغیرهای تابع یا وابسته و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل و برآزش بهترین مدل رگرسیونی از روش رگرسیون گام به گام استفاده شد. برای عملکرد دانه در شرایط عدم تنش رطوبتی نشان از معنی‌دار شدن رگرسیون با سه درجه آزادی داد (جدول ۴). مدل برآزش یافته دارای ضریب تبیین تصحیح شده ۷۲/۵ درصد بود و تغییرات مربوط به عملکرد دانه در شرایط آبی را به‌وسیله رابطه خطی با سایر صفات نشان داد. در رگرسیون گام به گام اولین متغیر وارد شده به مدل، تعداد دانه در سنبله بود که ۳۸/۵ درصد از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کرد. در مرحله دوم صفت عملکرد کاه وارد مدل شد که به تنهایی ۱۹/۱ درصد و در مرحله سوم صفت وزن هزار دانه وارد مدل گردید که به تنهایی ۱۴/۹ درصد و به همراه بقیه صفات، ۷۲/۵ درصد تغییرات مربوط به عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۴).

تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه لاین‌های جو در شرایط تنش کم آبی در جدول ۵ درج شده است. در شرایط

عملکرد دانه از طریق کاه و وزن هزار دانه اقدام کرد. تأثیر غیر مستقیم تعداد دانه در سنبله از طریق عملکرد کاه (۰/۰۷) ناچیز و از طریق وزن هزار دانه (۰/۱۶) متوسط بود. پیغمبری و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی ۷۲ لاین جو مضاعف شده از نظر تحمل به خشکی اظهار نمودند که صفات تعداد پنجه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله، بیشترین اثرات مستقیم بر عملکرد دانه را دارند. داداشی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه ۱۰ لاین جو در شرایط آبی گزارش کردند که صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور به ترتیب دارای بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دانه هستند میلومر کامادیک و جروویچ (۲۰۰۵) نیز اثر مستقیم معنی دار تعداد دانه در سنبله را بر عملکرد دانه گزارش کردند. تومر و پراساد (۱۹۹۹) مشاهده کردند که تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارد و به دنبال آن وزن هزار دانه قرار داشت. با توجه به اینکه در این آزمایش، وزن هزار دانه و عملکرد کاه، مهم‌ترین اجزای مؤثر بر عملکرد دانه تشخیص داده شدند و از آنجائی که شکل‌گیری این صفات در دوران رشد تعیین می‌گردد. بنابراین فراهم نمودن شرایط رشدی مناسب در این دوره انتخاب تراکم گیاهی مناسب، یکی از راه‌های افزایش عملکرد دانه در جو خواهد بود. این نتایج تا حدود زیادی با یافته‌های محققین دیگر در این خصوص هم‌خوانی دارد (افضلی فر و همکاران، ۱۳۹۰؛ Milomirka Madic and Djurovic, 2005; Suprunova *et al.*, 2007).

مستقیم وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در سنبله بر روی عملکرد دانه (۰/۱۳) مثبت و متوسط بود.

از بین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب، تعداد دانه در سنبله کم‌ترین اثر مستقیم و مثبت را داشت، تأثیر غیر مستقیم این صفت بر عملکرد دانه، از طریق عملکرد کاه ناچیز (۰/۰۹) ولی از طریق صفت وزن هزار دانه مثبت و نسبتاً بالا (۰/۲۶) بود. در شرایط تنش کم آبی، سه صفت عملکرد کاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله، به عنوان متغیرهای علتی وارد مدل شدند با توجه به بیشتر بودن اثر مستقیم عملکرد کاه و کلش، اهمیت افزایش عملکرد دانه از طریق افزایش عملکرد کاه در شرایط بدون تنش مشخص می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش از بین صفات مورد بررسی برحسب اولویت ابتدا عملکرد کاه و سپس وزن هزار دانه را می‌توان افزایش داد.

در شرایط تنش کم آبی صفت عملکرد کاه باز هم بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت (۰/۸۰۸) را بر عملکرد دانه داشت و پس از آن صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله با ۰/۴۳۸ و ۰/۱۶۹، رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. در حالی که دو صفت عملکرد کاه و وزن هزار دانه از طریق صفات دیگر تأثیرات غیر مستقیم منفی و یا ناچیز بر روی عملکرد دانه داشتند. بنابراین در این شرایط، برای افزایش عملکرد دانه علاوه بر عملکرد کاه با توجه به اثر مستقیم و بالای وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله می‌توان مستقیماً برای اصلاح

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های جو

Table 1. Combined analysis of variance for different traits of Barley genotypes

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	وزن هزار دانه Grain weight	وزن هکتولتر Hectoliter weight	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
محیط Environment	1	2782.3*	1425.82	0.014ns	193.77 ^{ns}	540.89**	238.51*	159455.87**	1004013.72**	0.06**
خطای یک First error	4	182.22	7.45	0.007	47.93	28.28	20.71	1061.65	19310.13	0.003
تیمار Treatment	44	106.73**	28.23**	0.004**	75.78**	21.75**	43.61**	4916.88**	13293.5**	0.003**
تیمار × محیط Treatment×Environment	44	80.43**	16.52**	0.003**	41.66**	7.98**	13.86**	2092.92**	3899.94**	0.001**
خطای دوم Second error	176	24	4.3	0.001	11.36	2.27	4.46	496.41	1535.21	0.001
درصد ضریب تغییرات (درصد) CV (Percent)		4.71	5.92	3.38	11	3.73	3.49	7.08	8.49	4.84

*, **, و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات در لاین‌های مورد مطالعه جو تحت شرایط آبیاری مطلوب

Table 2: Correlation coefficients between traits in studied lines under favorable irrigation conditions

	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	وزن هزار دانه Grain weight	وزن هکتولیتتر Hectoliter weight	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Seed yield
طول پدانکل Peduncle length	0.131							
طول سنبله Spike length	0.136	0.235						
تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	-0.19	0.476**	0.407**					
وزن هزار دانه Grain weight	-0.197	0.434**	0.289	0.506**				
وزن هکتولیتتر Hectoliter weight	-0.314*	0.504**	0.075	0.521**	0.625**			
عملکرد کاه Straw yield	0.149	-0.045	0.057	0.129	-0.222	-0.38**		
عملکرد دانه Seed yield	0.026	0.41**	0.189	0.631**	0.419**	0.404**	0.521**	
شاخص برداشت Harvest index	-0.048	0.538**	0.149	0.344**	0.607**	0.52**	-0.329*	0.438**

*, **, و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری در لاین‌های جو تحت شرایط تنش کم آبی

Table 3: Correlation coefficients between studied traits in barley lines under low water stress conditions

	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	وزن هزار دانه Grain weight	وزن هکتولیتتر Hectoliter weight	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Seed yield
طول پدانکل Peduncle length	-0.372*							
طول سنبله Spike length	-0.004	0.1						
تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	-0.118	0.127	0.35*					
وزن هزار دانه Grain weight	-0.384**	0.517**	0.254	0.368*				
وزن هکتولیتتر Hectoliter weight	-0.096	0.429**	0.345*	0.311*	0.656**			
عملکرد کاه Straw yield	0.212	0.191	0.16	0.084	-0.198	0.167		
عملکرد دانه Seed yield	-0.02	0.497**	0.38*	0.399**	0.338*	0.524**	0.728**	
شاخص برداشت Harvest index	-0.296*	0.469**	0.266	0.458**	0.746**	0.527**	-0.268	0.445**

*, **, و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

جدول ۴- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در لاین‌های جو تحت شرایط آبیاری مطلوب

Table 4- Results of stepwise regression analysis in barley lines under favorable irrigation conditions

گام Step	متغیر مستقل independent variable	ضریب رگرسیون استاندارد شده Standardized regression coefficient	R ² partial	R ²
1	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	0.278**	0.385	0.385
2	عملکرد کاه Straw yield	0.684**	0.191	0.576
3	وزن هزار دانه 100 Grain weight	0.523**	0.149	0.725

*, **, و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant

جدول ۵- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در لاین‌های جو تحت شرایط کم‌آبی

Table 5- Results of stepwise regression analysis in barley lines under low water stress conditions

گام Step	متغیر مستقل independent variable	ضریب رگرسیون استاندارد شده Standardized regression coefficient	R ² partial	R ²
1	عملکرد کاه Straw yield	0.8**	0.519	0.519
2	وزن هزار دانه 100 Grain weight	0.433**	0.243	0.762
3	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	0.173**	0.021	0.783

*, **, و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

*, **, and ns: Significant at 5 percent, 1 percent and non- significant

جدول ۷- نتایج تجزیه علیت صفات در لاین‌های جو تحت شرایط آبیاری مطلوب

Table 7- Results of path analysis in barley lines under favorable irrigation conditions

صفات Traits	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	عملکرد کاه Straw yield	وزن هزار دانه 100 Grain weight	همبستگی کل Total correlation
تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	<u>0.281</u>	0.09	0.26	0.631
عملکرد کاه Straw yield	0.04	<u>0.681</u>	-0.2	0.921
وزن هزار دانه 100 Grain weight	0.13	-0.256	<u>0.523</u>	0.909
اثرات باقی‌مانده Residual effects		0.5		

اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است نشان دهنده اثرات مستقیم می‌باشد.

The numbers underneath lines indicate direct effects.

جدول ۸- نتایج تجزیه علیت صفات در لاین‌های جو تحت شرایط کم‌آبی

Table 8- Results of path analysis in barley lines under low water stress conditions

صفات Traits	عملکرد کاه Straw yield	وزن هزار دانه 100 Grain weight	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	همبستگی کل Total correlation
عملکرد کاه Straw yield	<u>0.808</u>	-0.09	0.01	0.908
وزن هزار دانه 100 Grain weight	-0.16	<u>0.438</u>	0.06	0.658
تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	0.07	0.16	<u>0.169</u>	0.399
اثرات باقی‌مانده Residual effects			0.45	

اعدادی که زیر آن‌ها خط کشیده شده است نشان دهنده اثرات مستقیم می‌باشد.

The numbers underneath lines indicate direct effects.

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

References

منابع مورد استفاده

- اسکندری، ا. ۱۳۸۶. بررسی عمق کاشت بذر به عملکرد دانه سه نوع ژنوتیپ جو در منطقه سردسیر دیم مراغه. مجله نهال و بذر، جلد ۲۳. صفحات: ۱۴۴-۱۳۳.
- اسلامی‌فر، ف.، ب. پاسبان اسلام، م. تاج بخش و ج. تیمورپور. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد ۲۰ لاین جو پائیزه در شرایط تبریز. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. سال چهارم. شماره ۱۴.
- افضلی‌فر، ا.، م. زهراوری و م. ر. بی‌همتا. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی جو اسپانانتوم ایران در منطقه کرج. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۲۵، شماره ۷، صفحات: ۴۴-۴۰.
- امیری، ا.، حق‌پرست، م. آقایی‌سرپرزه، ع. فرشادفر و ر. رجیبی. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum Vulgare.L*) با استفاده از خصوصیات فیزیولوژیکی و شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۲۶، شماره ۱، صفحات: ۶۰-۴۳.
- ایروانی، م.، م. سلوکی. ع. م. رضایی، ب. ع. سیاسر و ش. ع. کوهکن. ۱۳۸۷. بررسی تنوع و تعیین روابط بین صفات زراعی با عملکرد در لاین‌های پیشرفته جو به کمک تجزیه به عامل‌ها. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره ۴۵، صفحات: ۱۴۵-۱۳۷.
- بخشی‌خانیکی، غ.، ف. فتاحی و س. یزدچی. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی بر روی برخی از صفات مورفولوژیک ده رقم گیاه جو در شرایط آب و هوایی اسکو (آذربایجان شرقی). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۴.
- بهزاد، م. ۱۳۷۶. بررسی میزان تحمل به شوری لاین‌های مختلف جو در گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه ساری.
- بهنیا، م. ر. ۱۳۷۳. غلات سردسیری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.
- پیغمبری، س. ع.، ب. یزدی صمدی، س. عبدمیشانی، ا. مرافی، ع. ر. طالعی و م. ر. قنادها. ۱۳۸۴. ارزیابی تحمل به خشکی و صفات مربوط به عملکرد دانه در لاین‌های جو هاپلوئید مضاعف شده. مجله علوم کشاورزی، جلد ۳۶، شماره ۴، صفحات: ۹۶۷-۹۵۵.
- تقوی، م. ر.، ع. شهبازپور شهبازی و ع. ر. طالعی. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ذخایر توارثی گندم دوروم برای برخی خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۴، شماره ۲، صفحات: ۸۸-۸۱.
- خدابنده، ن. ۱۳۷۳. غلات. انتشارات دانشگاه تهران.

داداشی، م.، ع. نوری‌نیا، م. عسگر و ش. عزیزی چاخرچمن. ۱۳۸۹. ارزیابی همبستگی تعدادی از خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارقام جو لخت با عملکرد دانه. مجله اکوفیزیولوژیکی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. شماره ۲۹، صفحات: ۴۰-۱۵.

سنجری، ا. ق. و ا. یزدان سپاس. ۱۳۸۷. تنوع ژنتیکی اندوخته ساقه در ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط تنش خشکی پس از مرحله گلدهی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۳۹، شماره ۱، صفحات: ۵۵-۱۸.

طاهری مازندرانی، م.، م. کریمی و ح. نیکخواه. ۱۳۸۳. ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف جو نسبت به تنش کمبود آب (بعد از گلدهی). خلاصه مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، ۳-۵ شهریور. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۴. زراعت خصوصی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.

کریمی، ع.، م. ر. قنادها، م. ر. تقوی و م. مردی. ۱۳۸۴. ارزیابی مقاومت به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۳، صفحات: ۵۶۰-۵۴۷.

کوچکی، ع. ۱۳۷۳. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

محمدی، ع.، ا. مجیدی، م. ر. بی‌همتا و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۵. ارزیابی تنش خشکی بر روی خصوصیات زراعی مورفولوژیکی در تعدادی از ارقام گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۳.

محمدی، م. و م. بانوم. ۱۳۸۷. تجزیه QTLs برای صفات مورفولوژیک از جمعیت هاپلوئید مضاعف جو. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴۵، صفحات: ۱۲۰-۱۱۱.

نبوی کلات، م. و م. شریف‌الحسینی. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به خشکی ارقام و لاین‌های جو به تنش خشکی انتهای فصل رشد. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. سال سوم. شماره ۹. صفحات: ۶۵-۵۴.

نورمحمدی، ق.، ع. ا. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۷۷. زراعت غلات. جلد اول، چاپ هشتم، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ صفحه.

نورمحمدی، ق.، ا. سیادت و ا. کاشانی. ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران.

نیکخواه، ح. و ا. یوسفی. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل به خشکی ارقام و لاین‌های جو با محدودیت آبی، خلاصه مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ۳-۵ شهریور. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

Bruckner, P. L., and R. C. Frohberg. 1987. Rat and duration of grain filling in spring wheat. *Crop Sci.* 27:451-455.

This, D., and B. Merah. 2000. Towards a comparative genomics of drought tolerance in cereals: Lessons from a QTL analysis in barley. In *Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water limited environments*, ed. J-M. Ribaut, and D. Poland. A Strategic planning work shop held at CIMMYT, EI Batan, Mexico, and June 21-25, 1999. Mexico, D.F: CIMMYT.

بررسی تأثیر تنش کم آبی بر روی برخی صفات لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو

- Evans, L. T., R. M. Visperas., and B. S. Veragara. 1984.** Morphological and Physiological Changes among rice Varieties used in a Philippines over and last seventy years. *Field Crops Res.* 8:105-124.
- Milomirka Madic, A., and P. D. Djurovic. 2005.** Correlation and path coefficient analysis for yield and yield components in winter barley. *Acta Agriculturae Serbica.* 10 (20): 3-9.
- Mitchell, J. H., S. Fukai., and M. Cooper. 1996.** Influence of phenology on grain yield variation among barley cultivars grown under terminal drought. *Aust. J. Agric. Res.* 47:757-774.
- Quarrie, S. A., J. Stojanovic., and S. Pekic. 1999.** Improving drought tolerance in small grain cereals. A case study. *Progress and prospects, Plant Growth Regulation.* 29:1-21.
- Salam, A., and M. A. A. I. Tahir. 1991.** Soil moisture regime effects on Productivity of some barley genotypes. *Aust. J. Agric Sci.* 36:121-127.
- Suprunova, T., T. Krugman, T. Fahima, G. Chen, I. Shams, A. Korol., and E. Nevo. 2007.** Identification of a novel gene (*Hsdr4*) involved in water-stress tolerance in wild barley. *Plant Mol Biol.* 64:17-34
- Tomer, S. B., and G. H. Prasad. 1999.** Path coefficient analysis in barley. Department of Agricultural Botany, S.D.J. Pos Graduate College Chandesar Azamgarh U.P. India "R". Vol 8:1-2.

The effect of water stress on some traits of barley double haploid lines

M. Mahboubi¹, A. Khomari^{2*}, S. Aharizad³

Received date: 27 Feb 2017

Accepted date: 15 May 2017

Abstract

In order to compare barley double haploid lines from agricultural and morphologic characteristic aspects and recognition of probable lines, 45 double haploid lines of grain were experimented in the form of random complete blocks with 3 frequencies under two normal irrigation and low water stress conditions at mahabad Agricultural researches station from 2011-2012. Results obtained from combined variance analysis of two experience case miles from all examined characteristics aspects, expect, for bush height. In regression analysis with step by step method. Grain performance under normal irrigation conditions from aspects such as number of grains in spike, straw performance, and each grain weight entered in final model that under normal irrigation and low water stress condition, has three performance such as straw, grain and the number of grain in spike as influence variable to grain performance entered to model. So the performance in two conditions showed that has the most positive and direct effect to grain performance.

Keywords: Drought stress, Double haploid lines, Path analysis

1- Plant breeding Ph. D. student, Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Sanandaj Branch.

2- Plant breeding Ph. D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Young Researchers and Elite Club, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Associated Professor, University of Tabriz, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding.

* Corresponding author: Ali.Khomari@kia.ac.ir