مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۵، شماره ۱، ۱۴۰۲
صفحات ۲۱-۱۳

بررسی دگرآسیبی یک جمعیت هاپلوئید مضاعف جو در مقابل چاودار و قدومه

The study of variation in allelopathic activity in a barley doubled population against rye and Hedge mustard

پروانه حسن‌زاده[۱*]، رضا فتوت[۲]، علیرضا یوسفی[۳] و حسین جعفری[۴]

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از دگرآسیبی در مدیریت علف‌های هرز بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه اثر دگرآسیبی لاین‌های یک جمعیت هاپلوئید مضاعف جو بر خصوصیات رشدی گیاه چاودار وحشی و قدومه در آزمایشگاه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان مورد مطالعه قرار گرفت. برخی صفات جوانه‌زنی (طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه) در جو، چاودار و قدومه و وراثت‌پذیری آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که لاین‌های هاپلوئید مضاعف و چاودار و قدومه کشت‌شده همراه با جو از نظر هر چهار صفت وزن تر، وزن خشک، طول ریشه و طول ساقه باهم تفاوت معنی‌داری دارند. لاین ۲۵ و ۳۴ کمترین میزان دگرآسیبی و لاین ۱۷ بیشترین میزان دگرآسیبی را بر گیاه چاودار نشان داد. لاین‌های ۳۹، ۴۸، ۵۵، ۶۵، ۶۶، ۶۸، ۷۰، ۷۵، ۷۶، ۷۷ و ۸۲ جو نیز تحت تأثیر دگرآسیبی گیاه چاودار قرار گرفتند. لاین ۷۳ و ۱۷ نیز بیشترین میزان دگرآسیبی را بر گیاه قدومه داشت. به‌جز وزن خشک شاهد جو، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه قدومه که وراثت‌پذیری خصوصی پایینی داشتند، سایر صفات وراثت‌پذیری متوسطی را نشان دادند.

کلمات کلیدی: دگرآسیبی، هاپلوئید مضاعف جو، چاودار، قدومه، وراثت‌پذیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری دانشگاه زنجان.
۲ و ۳- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه زنجان.
۴- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان.
* نویسنده مسئول: parvane66h@yahoo.com

مقدمه

واژه دگرآسیبی که اولین بار در سال ۱۹۳۷ توسط مولیش ارائه گردید به روابط بیوشیمیایی در بین کلیه گیاهان از جمله ریزجانداران اطلاق می‌شود. این فرایند به‌وسیله آزاد شدن ترکیبات شیمیایی از بخش‌های مختلف گیاه از طریق شستشو، تراوش ریشه، ترکیبات فرار، تجزیه بقایای گیاهی و دیگر فرایندهای موجود صورت می‌گیرد (Olofsdotter *et al.*, 2002). ترکیبات آللوکیمیکال فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی را نظیر بازدارندگی رشد، جوانه‌زنی، بازدارندگی تقسیم و رشد طولی سلول، بازدارندگی رشد القا شده توسط ژیبرلین یا اکسین، بازدارندگی تنفس و فتوسنتز، بازدارندگی روزنه، بازدارندگی سنتز پروتئین، تغییر تراوایی غشا و بازدارندگی فعالیت آنزیم‌ها را بر عهده دارند(Kong *et al.*, 2019).

توجه به اصلاح غلات برای سرکوب علف‌های هرز امروزه به دلیل گسترش سریع مقاومت به علف‌کش‌ها در جمعیت عمده علف‌های هرز مهم اقتصادی، نگرانی‌های زیست‌محیطی و تولید محصولات ارگانیک و نیز عدم دسترسی به علف‌کش در برخی مناطق رو به افزایش است(Worthington and Reberg-Horton, 2013). این صفت در محصولات زراعی بایستی همراه با حداکثر میزان تولید محصول باشد که دسترسی به آن نیازمند تحقیقات گسترده است. چرا که دگرآسیبی و رقابت، صفات پیچیده و کمی هستند و به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند. در نتیجه اصلاح غلات برای صفات دگرآسیب بسیار زمان‌بر بوده و در یک مورد حاصل سه دهه تحقیق منجر به معرفی ارقام برنج سرکوب‌کننده علف‌های هرز به‌صورت تجاری شده است که در ایالات‌متحده و چین در دسترس می‌باشد(Kong *et al.*, 2011).

جو یکی از گیاهان زراعی تیره گندمیان (Poaceae) است که دارای خواص دگرآسیبی می‌باشد. وجود ترکیبات فنلی فیتوتوکسین مانند فرولیک اسید، وانیلیک اسید، هوردنین، گرامین و هیدروکسی بنزوئیک اسید در عصاره آبی جو به اثبات رسیده است(Bouhaouel *et al.*, 2019). هوردنین و گرامین به‌عنوان برترین آللوکمیکال‌ها برای توضیح اثرات دگرآسیبی در جو شناخته می‌شوند. اثرات فیزیولوژیکی گرامین و هوردنین در گیاهان حساس شامل آسیب دیواره سلولی، افزایش حفره در سلول، آسیب به ساختار میتوکندری و اختلال در متابولیسم سلولی است (Lebecque *et al.*, 2018). مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی تأثیر دگرآسیبی عصاره اندام‌های هوایی جو بر رشد گیاهچه سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در مراحل جوانه‌زنی و رشد رویشی در دو آزمایش جداگانه انجام شد، نشان داد که افزایش غلظت عصاره جو سبب کاهش وزن گیاهچه، افزایش تخریب غشا سلولی، کاهش فعالیت آنزیم‌های حیاتی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و آنزیم ساکارز سنتتاز در سوروف شد (فرهودی و دارمی‌زاد، ۱۳۹۴). با بررسی تأثیر عصاره جو بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مَرغ (*Agropyrum repens*) مشاهده شد که افزایش غلظت عصاره جو سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مَرغ می‌شود(Ashrafi *et al.*, 2009). در مطالعه‌ای دیگر عصاره آبی جو باعث افزایش تخریب غشاهای سلولی و اختلال در فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گیاهچه‌های چچم (*Lolium temulentum*) و یولاف وحشی (*Avena fatua*) و سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه این گیاهان گردید (Farhoudi and Darmizadeh, 2015).

با وجود تعداد زیاد مطالعات انجام گرفته درباره دگرآسیبی گیاهان، توسعه و معرفی ارقام زراعی با توان دگرآسیبی بالا تا حدود زیادی به علت کمبود اطلاعات در مورد ژنتیک آن محدود است. برخی تحقیقات نشان داده است که وراثت دگرآسیبی در گندم و برنج به‌صورت کمی است(Zeng *et al.*, 2003). برای درک این موضوع بایستی از جمعیت‌های با ساختار ژنتیکی خاصی استفاده کرد(He *et al.*, 2004). به‌عنوان مثال ژنتیک دگرآسیبی توسط لاین‌های ایزوژنیک در گندم مورد بررسی قرار گرفته است (Wu *et al.*, 2003). همچنین تلاقی دی‌آلل پنج لاین برنج والد با سطوح مختلف دگرآسیبی منجر به تولید ۱۰ هیبرید F1 شد. اثرات دگرآسیبی عصاره‌های آبی استخراج‌شده از برگ والدین و نتاج، تحت دو شرایط متفاوت و در مراحل مختلف رشدی اثبات شد. علاوه بر وجود اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط، اثرات افزایشی و غالبیت نیز در دگرآسیبی دخالت دارد (He *et al.*, 2004).

امروزه تولید گیاهان هاپلوئید مضاعف از طریق دو برابر کردن تعداد کروموزوم‌های گیاهان حاصل از کشت میکروسپور اهمیت زیادی در ژنتیک و اصلاح نباتات دارد. جمعیت‌های تولیدشده توسط این روش هموزیگوس یا خالص هستند و کاربردهای فراوانی از جمله سرعت بخشیدن به برنامه‌های به‌نژادی و مکان‌یابی QTL دارند. سیستم هاپلوئید مضاعف، تسریع روند اصلاح به همراه کاهش زیاد مدت‌زمان لازم برای رسیدن به درجه کافی از هموزیگوسیتی را در پی دارد و پاسخ به انتخاب را به علت حذف اثر غالبیت برای ژن‌های اصلی، افزایش می‌دهد. جمعیت‌های هاپلوئید مضاعف به علت خلوص و ساختار ژنتیکی خاص یکی از مهم‌ترین ابزارهای اصلاح نباتات و مطالعات ژنتیک کمی بشمار می‌روند. از این جمعیت‌ها در مطالعه ژنتیک دگرآسیبی برنج (Zeng *et al.*, 2003) و گندم (Wu *et al.*, 2003) استفاده شده است. اثرات آللوپاتیک عصاره اندام هوایی و ریشه بر روی

جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه به‌طور مکرر گزارش شده است. با این‌حال توجه کمی به تعامل بذر به بذر شده است. در محیط طبیعی، بسیاری از گونه‌ها بذرهای خود را در همان فصل به سطح خاک می‌ریزند. از این‌رو اثرات دگرآسیب بذر به بذر ممکن است یکی از مکانیسم‌های دخیل در ایجاد و اثرات دگرآسیب الگوی جامعه بر روی یکدیگر باشد (Hassannejad *et al.*, 2013). نظر به اینکه تاکنون بررسی در مورد ژنتیک دگرآسیبی در جو صورت نگرفته است لذا هدف از این مطالعه، بررسی تنوع فعالیت دگرآسیبی در یک جمعیت هاپلوئید مضاعف جو در مقابل چاودار وحشی (*Secale cereale* L.) و قدومه (*Alyssum* L.) به‌منظور تعیین پتانسیل این جمعیت‌ها در مطالعات ژنتیکی دگرآسیبی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. جمعیت هاپلوئید مضاعف جو معروف به OWB (Oregon Wolf Barley) از نسل F1 حاصل از تلاقی دو والد دارای سنبله‌ی دو ردیفه‌ی ریشک‌دار و دیگری دارای سنبله‌ی شش ردیفه ریشک کوتاه در دانشگاه ایالتی اورگان تولید شده است. جمعیت در کل شامل ۹۴ لاین خالص می‌باشد (Costa *et al.*, 2001). بذر چاودار نیز، علف هرز جمع‌آوری‌شده از مزارع گندم بود.

برای بررسی دگرآسیبی جو بر چاودار و قدومه از روش seed to seed به دلیل نزدیکی به شرایط طبیعی استفاده شد. به علت اینکه بذر تمامی لاین‌های جو در دسترس نبود ابتدا بذور ۶۰ لاین جمعیت هاپلوئید مضاعف جو OWB و علف هرز چاودار و قدومه با هیپوکلریت سدیم ده درصد استریل و سپس ۸ بار با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. در داخل پتری دیش و روی کاغذ صافی استریل کشت و در اتاق رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. با سه میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شدند. هر پتری دیش شامل یک تکرار بود (ده عدد بذر جو به همراه ده عدد بذر علف هرز، شاهد نیز شامل ده عدد بذر). ۱۲ روز بعد از شروع آزمایش اندازه‌گیری صفات گیاهچه‌های چاودار، قدومه و جو از جمله طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک صورت گرفت. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش مدرج اندازه‌گیری و وزن تر با ترازو ۰/۰۰۱ گرم محاسبه و نمونه‌ها به آون ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند سپس وزن خشک نیز با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برآورد واریانس محیطی، واریانس ژنتیکی، واریانس افزایشی و وراثت‌پذیری خصوصی بر مبنای میانگین ژنوتیپ‌ها با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات محاسبه شد. از نرم‌افزار spss برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو، از نظر صفات وزن تر و خشک گیاهچه و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در برابر علف‌های هرز مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد دارند. علف‌های هرز چاودار و قدومه نیز در اکثر صفات اندازه‌گیری شده در برابر لاین-های هاپلوئید مضاعف جو اختلاف معنی‌داری نشان دادند. نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین لاین‌ها هم از لحاظ تأثیر بر صفات گیاهچه قدومه و چاودار و نیز اثر متقابل این گیاهان بر جو بود.

اثر دگرآسیبی جمعیت هاپلوئید مضاعف جو بر صفات گیاهچه چاودار

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در چاودار نشان داد لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو ۲۶،۱۷،۱۸،۲۲،۶۷،۷۴ و ۲۱ بیشترین تأثیر را بر کاهش وزن تر چاودار داشتند. در حالیکه چاودار در مجاورت لاین‌هائی مانند ۷۶، ۶۵، ۷۵، ۲۵ و ۳۴ دارای رشد حداکثری بود. اختلاف بین لاین‌های بیشینه و کمینه از نظر تأثیر بر رشد گیاهچه چاودار گاهی به دوازده برابر هم رسید. لاین‌های ۱۴ و ۲۵ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تأثیر بر وزن خشک چاودار بودند. لاین ۳۴ کمترین و لاین ۲ بیشترین اثر را بر میزان صفت طول ساقه در چاودار داشت. لاین‌های ۱۷،۲۶، ۲۹، ۲۲، ۱۸، دارای بیشترین اثر بر کاهش رشد ریشه چاودار بودند. در مقابل چاودار دارای بیشترین رشد ریشه در برابر لاین‌های ۶۵، ۷۵، ۵۵،۷۳ و ۶۹ بود. اختلاف کمینه و بیشینه تأثیر لاین بر ریشه چاودار ۱۵ برابر بود.

اثر دگرآسیبی جمعیت هاپلوئید مضاعف جو بر صفات گیاهچه قدومه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که لاین‌های ۷۳، ۳۲، ۲۸، ۳۴ و ۴۳ بیشترین کاهش طول ساقه را در قدومه ایجاد کرده است. در مقابل قدومه کشت شده همراه با لاین‌های ۵۰، ۴۷، ۲۵، ۷۴،۲۶، ۳ و ۹ دارای بیشترین طول ساقه بودند. اختلاف پنج برابری کمینه و بیشینه تأثیر لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو بر رشد ریشه قدومه قابل توجه بود به‌طوری که لاین‌های ۴۲، ۷۳، ۲۸، ۲۹ و ۸۵ دارای بیشترین تأثیر و لاین‌های ۳، ۷۹، ۳۱، ۱۰، ۶۹ و ۹۴ دارای کمترین تأثیر بر رشد ریشه قدومه بودند.

اثر دگرآسیبی قدومه و چاودار بر صفات گیاهچه جمعیت هاپلوئید مضاعف جو

با مقایسه بین لاین‌های شاهد و غیر شاهد جو کشت‌شده همراه با چاودار، نتایج این تحقیق نشان داد که اثر چاودار بر لاین‌های هاپلوئید مضاعف متفاوت بوده به‌طوری که لاین‌های ۳۹، ۴۸، ۵۵، ۶۵، ۶۶، ۶۸، ۷۰، ۷۵، ۷۶، ۷۷ و ۸۲ کشت‌شده در مجاورت چاودار نسبت به شاهد از نظر هر ۴ صفت گیاهچه ضعیف‌تر بودند و نشان از اثر دگرآسیبی چاودار بر این لاین‌های جو می‌باشد. این تفاوت نشان‌دهنده وجود اثرات ژنتیکی دخیل در دگرآسیبی است که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج مشابه نیز در کشت توأم جو با قدومه مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که بذرهای کشت‌شده لاین‌های جو هاپلوئید مضاعف در مجاورت گیاه چاودار و قدومه دارای اثر دگرآسیبی است. همچنین برخی از لاین‌های جو نیز تحت تأثیر دگرآسیبی چاودار قرار گرفتند. لاین ۲۵ و ۳۴ کمترین میزان دگرآسیبی و لاین ۱۷ بیشترین میزان دگرآسیبی را بر گیاه چاودار نشان داد. لاین ۷۳ و ۱۷ نیز بیشترین میزان دگرآسیبی را بر گیاه قدومه داشت. با توجه به میزان بازدارندگی این لاین‌ها می‌توان از آن‌ها در مطالعات بعدی برای شناسایی عوامل اصلی ایجاد دگرآسیبی استفاده نمود. همچنین تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌جز وزن خشک چاودار، جو، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه قدومه به دلیل وراثت‌پذیری خصوصی نسبتاً بالا به‌عنوان ویژگی‌های مناسب جهت ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد می‌شود.

مواد آللوکمیکال با تخریب سلول‌های ریشه و ریشه‌های موئین در فرآیند جذب مواد غذایی توسط گیاه تداخل ایجاد کرده، از وزن تر و خشک گیاه مورد نظر می‌کاهد (Porheydar ghafarbi *et al.*, 2012). برخی بررسی‌های انجام شده نشان داده است که رشد علف‌های هرز جودره (*Hordeum spontaneum*) و یولاف وحشی (*Avena fatua*) تحت اثر ترشحات آزادشده از جو کاهش یافته و این پدیده بیشتر ناشی از افزایش پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد(Farhoudi & Lee, 2013). در مطالعه‌ای که توسط مداینی و توحیدی‌نژاد انجام شد چاودار کمتر از سایر علف‌های هرز مورد مطالعه (ازمک (*Cardaria draba*) و خاکشیر(*Descurainia sophia*)) تحت تأثیر دگرآسیبی جو قرار گرفت (Madaeni and tohidinejad, 2020). صفات اندازه‌گیری شده در قدومه شاهد در مقایسه با قدومه‌های کشت‌شده همراه با جو تفاوت معنی‌داری داشتند و تحت تأثیر دگرآسیبی جو قرار گرفتند. در بررسی‌های انجام‌شده وزن گیاهچه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه علف هرز قدومه در غلظت‌های بالا عصاره چاودار کاهش داشتند (Babaie *et al.*, 2011). در آزمایشی که به‌منظور بررسی اثرات متقابل بذر به بذر بین ذرت و برخی علف‌های هرز انجام شد نتایج نشان داد که *Onobrychis satitiva var. Subinermis.* به‌طور قابل توجهی طول ریشه، طول ساقه و وزن تر ذرت را کاهش داده است. در مقابل *Vicia ervilia* و *Panicum miliaceum* اثر تحریکی بر فاکتورهای رشد از جمله طول ساقه و ریشه و وزن تر ذرت داشتند (Hassannejad *et al.*, 2013). در پژوهشی دیگر که اثر متقابل بذر با بذر گندم با برخی از علف‌های هرز را بررسی کرده بود نیز فاکتورهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه (طول ریشه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک) داتوره (*Datura stramonium* L.)، هویج (*Daucus Carota* L.)، جو وحشی (*Hordeum spontaneum* C.Koch.) و شاهی (*Cardaria Draba* L.) با حضور بذر گندم کاهش یافت در حالی که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه *Sisiymbrium irio* L.، *Peganum harmala* L. و *Avena ludoviciana Durieu* در مجاورت گندم افزایش یافت (Porheidar Ghafarbi *et al.*, 2012).

با وجود اینکه توانائی جو در سرکوب علف‌های هرز قرن-هاست که شناخته شده است و مطالعات متعددی در خصوص دگرآسیبی در جو صورت گرفته، بااین‌حال نقش ژنتیک در دگرآسیبی جو کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در واقع عمده مطالعات انجام‌شده در این خصوص منحصر به مقایسه ژنوتیپ‌ها یا ارقام زراعی از لحاظ خواص دگرآسیبی بوده است (Maver *et al.*, 2020). از طرف دیگر بررسی‌ها نشان داده است که با اصلاح ارقام پر محصول جو میزان تولید ترکیبات مهم دگرآسیب مثل گرامین و هوردنین در این ارقام کاهش یافته است (Lovett *et al.*, 1994). بر اساس بررسی منابع به‌عمل‌آمده تاکنون اختلاف و تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های نزدیک مانند لاین‌های هاپلوئید مضاعف گزارش نشده است. نتایج این تحقیق برای اولین با نشان داد که اختلافات دگرآسیبی در گیاهان می‌تواند تا حد لاین نیز مشاهده گردد. در واقع از آنجائی که اکثر مواد آللوکمیکال مانند هوردنین و گرامین در دسته متابولیت‌های ثانویه تقسیم‌بندی می‌شوند(Kotzamani *et al.*, 2021) و تولید آن‌ها در گیاه طی مسیرهای پیچیده بیوشیمیایی صورت می‌گیرد لذا طبیعی است که تصور نمائیم ژنتیک در میزان و نحوه تولید این مواد نقش مهمی داشته و اختلافات در حد لاین خالص نیز در این مورد مؤثر باشد.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جو و قدومه

Table 1- Variance analysis table of traits measured in barley and hedge mustard

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares				
		وزن تر جو Fresh weight of barley	طول ساقه جو Barley stem length	طول ریشه جو Barley root length	طول ساقه قدومه hedge mustard stem length	طول ریشه قدومه hedge mustard root length
ژنوتیپ Genotype	58	0.007	14.275	4.383	0.212	1.595
خطای آزمایش Error	118	0.001	1.189	1.189	0.078	0.683
وراثت‌پذیری Heritability		23.076	23.913	21.076	19.364	18.189

جدول ۲- مقایسه میانگین لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو و قدومه بر اساس میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 2- Comparison of means barley lines and hedge mustard based on average of the studied traits

وزن تر جو Fresh weight of barley	طول ساقه جو Barley stem length	طول ریشه جو Barley root length	طول ریشه قدومه hedge mustard stem length	طول ساقه قدومه hedge mustard root length	ژنوتیپ Genotype
0.247	10.967	5.367	2.533	1.067	1
0.172	9.567	3.6	2.233	0.733	2
0.227	9.867	4.867	3.267	1.233	3
0.128	7.133	2.3	1.067	0.933	4
0.204	8.9	3.8	1.667	1	6
0.176	7.1	1.867	2.133	0.7	7
0.133	2.7	1.167	1.733	0.767	8
0.211	9.433	4.067	4.233	1.167	9
0.203	6.533	3.3	2.867	0.9	10
0.125	3.3	1.233	2.1	0.6	11
0.26	6.633	2.567	2.1	0.933	13
0.254	10.167	3.7	2.1	0.933	14
0.233	10.667	3.6	1.033	0.733	15
0.238	8.867	4.067	1.767	0.567	16
0.277	10.367	2.6	1.633	1.033	17
0.138	6.4	1.6	1.7	1	18
0.127	4.7	1.4	1.167	0.7	22
0.216	8.933	4.367	1.933	1.267	25
0.148	5.333	2.6	3.267	1.233	26
0.179	8.267	4.067	1.2	0.867	27
0.176	6.2	1.667	0.8	0.467	28
0.128	5.567	1.4	0.967	0.8	29
0.103	3.833	1.6	1.4	0.533	30
0.188	6.8	2	3.1	0.967	31
0.235	8.3	3.067	1.067	0.4	32
0.126	5.533	1.533	1.233	0.867	33
0.222	7.667	3.567	2.1	0.467	34
0.213	11.367	5.1	1.6	0.933	36
0.189	7.533	1.667	2.367	0.733	38
0.107	4.9	1.833	0.667	0.733	42
0.103	4.933	1.167	1.333	0.467	43
0.244	10.467	4.267	2.667	1.3	47
0.225	10.467	3.833	1.867	0.867	49
0.173	6.2	2.667	2.733	1.3	50
0.189	6.733	3.9	2	0.767	54
0.229	6.667	3.433	1.167	0.7	55
0.142	4	1.9	1.967	0.867	56
0.246	10.5	3.567	1.433	0.833	58
0.187	8.533	2.733	2.1	0.567	61
0.133	6.767	2.3	1.3	0.733	64
0.145	5.9	1.733	1.167	1.1	66
0.161	6.567	1.5	1.833	0.733	67
0.098	3.367	0.733	1.033	0.467	68
0.203	7.1	4.3	2.8	0.8	69
0.104	6.4	1.133	1.2	0.7	70
0.069	4.167	2.167	1.633	1.133	71
0.152	4.833	1.867	0.733	0.267	73
0.236	6.733	1.7	2	1.233	74
0.235	7.433	3.2	1.867	0.667	75
0.196	5.833	1.233	1.5	0.467	78
0.233	10.2	4.933	3.167	0.833	79
0.144	3.767	0.667	1.833	1.133	80
0.188	8.133	2.933	1.7	0.767	81
0.197	6.467	3.067	1.667	0.767	82
0.182	5.933	1.567	1	0.667	85
0.175	6.8	3.567	2.267	0.733	86
0.114	4.9	1.633	1.667	1.067	87
0.187	6.333	2.9	2.433	1.333	91
0.191	7.633	2.667	2.733	1.5	94
0.051	1.762	1.762	1.336	0.451	LSD 5%
0.067	2.329	2.329	1.765	0.596	LSD 1%

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جو و چاودار

Table 3- Variance analysis table of traits measured in barley and rye

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean square										
		وزن تر جو Fresh weight of barley	وزن خشک جو dry weight of barley	طول ساقه جو Barley stem length	طول ریشه جو Barley root length	وزن تر جو شاهد Fresh weight of barley control	وزن خشک جو شاهد dry weight of barley control	طول ساقه جو شاهد Barley stem length control	طول ریشه جو شاهد Barley root length control	وزن تر چاودار Fresh weight of rye	وزن خشک چاودار dry weight of rye	طول ریشه چاودار rye root length	طول ساقه چاودار rye stem length
ژنوتیپ Genotype	59	0.1	0.001	9.436	16.657	0.007	0.000073	10.477	16.071	0.008	0.00002	21.649	19.849
خطای آزمایش Error	120	0.003	0	3.163	3.4	0.003	0.001	3.15	2.875	0.003	0.0000132	7.774	8.29
وراثت‌پذیری Heritability		48.5	50.01	33.239	39.744	31.25	16.77	32.045	29.117	28.72	62.80	34.96	42.055

جدول ۴- مقایسه میانگین لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو و چاودار بر اساس میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Table 4- Comparison of means barley lines and rye based on average of the studied traits

ژنوتیپ Genotype	وزن تر جو شاهد Fresh weight of barley control	وزن خشک جو شاهد dry weight of barley control	طول ریشه جو شاهد Barley root length control	طول ساقه جو شاهد Barley stem length control	وزن تر جو Fresh weight of barley	وزن خشک جو dry weight of barley	طول ریشه جو Barley root length	طول ساقه جو Barley stem length	وزن تر چاودار Fresh weight of rye	وزن خشک چاودار Dry weight of rye	طول ریشه چاودار rye root length	طول ساقه چاودار rye stem length
1	0.184	0.024	3.767	8.267	0.242	0.041	4.7	10.233	0.148	0.008	5.533	9.167
2	0.108	0.007	0.4	4.567	0.129	0.01	1.3	6.7	0.107	0.009	5.9	1.633
3	0.237	0.016	5.667	10.967	0.223	0.015	4.5	9.433	0.145	0.009	4.067	8.567
4	0.186	0.014	1.7	8.7	0.216	0.013	2.133	8.467	0.157	0.009	3.733	7.1
6	0.236	0.037	7.2	8.8	0.171	0.041	8.633	9.467	0.14	0.007	6.833	7.667
7	0.19	0.013	4.7	7.1	0.121	0.012	3.967	8.067	0.152	0.009	6.1	12.1
8	0.167	0.034	4.167	6	0.151	0.018	3.933	7	0.203	0.011	8.567	12.067
10	0.166	0.01	4.467	7	0.129	0.009	2.433	5.633	0.173	0.008	7.1	11.3
13	0.326	0.054	6.9	12	0.358	0.05	8.433	14.067	0.183	0.017	7.733	10.067
14	0.194	0.038	6.6	9.2	0.216	0.03	6.867	10.967	0.117	0.005	3.167	6.367
15	0.307	0.059	8.5	12.233	0.304	0.017	8.867	11.7	0.107	0.008	8	8.9
16	0.21	0.027	3.4	9.367	0.222	0.011	4.4	8.867	0.216	0.014	6.7	12.5
17	0.134	0.023	3.967	5.967	0.166	0.016	3.433	7.867	0.054	0.006	0.8	3.8
18	0.159	0.011	2.133	8.1	0.165	0.01	2	7.9	0.076	0.012	1.833	4.167
21	0.158	0.014	4	6.3	0.183	0.013	2.033	8.733	0.113	0.006	3.85	5.867
22	0.169	0.016	2.267	6.833	0.157	0.011	2.2	7.7	0.049	0.011	1.4	4.5
25	0.155	0.015	1.7	5.867	0.271	0.023	4.533	8.167	0.247	0.017	4.167	9
26	0.138	0.009	1.433	5.2	0.202	0.012	2.833	8.333	0.131	0.008	0.967	3.167
27	0.241	0.019	4.8	9.733	0.256	0.013	5.433	9.433	0.192	0.006	6.733	10.333

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو و چاودار بر اساس میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Continued Table 4- Comparison of means barley lines and rye based on average of the studied traits

طول ساقه چاودار rye stem length	طول ریشه چاودار rye root length	وزن خشک چاودار Dry weight of rye	وزن تر چاودار Fresh weight of rye	طول ساقه جو Barley stem length	طول ریشه جو Barley root length	وزن خشک جو dry weight of barley	وزن تر جو Fresh weight of barley	طول ساقه جو شاهد Barley stem length control	طول ریشه جو شاهد Barley root length control	وزن خشک جو شاهد dry weight of barley control	وزن تر جو شاهد Fresh weight of barley control	ژنوتیپ Genotype
8.867	1.2	0.009	0.146	9.967	4.5	0.011	0.194	8.3	4.2	0.04	0.18	29
1.933	4.933	0.013	0.229	5.633	4.1	0.01	0.179	5.867	1.7	0.022	0.124	30
9.733	2.633	0.013	0.162	8.867	3.667	0.021	0.187	6.967	2.3	0.018	0.124	33
12.6	8.9	0.013	0.27	11.167	5.967	0.053	0.236	9.067	5.233	0.057	0.237	34
8.267	6.667	0.013	0.15	9.833	7.933	0.018	0.22	11.6	10.233	0.025	0.147	36
7.633	6.433	0.007	0.136	7.933	4.067	0.027	0.229	9.6	4.4	0.015	0.251	38
7	4.4	0.009	0.119	8.133	4.733	0.034	0.261	6.467	2.767	0.029	0.16	39
9.267	7.6	0.011	0.198	9.033	3.867	0.014	0.214	11.133	5.233	0.017	0.263	42
8.467	3.833	0.014	0.129	7.233	2.767	0.013	0.14	6.533	2.7	0.021	0.14	43
8.5	5.167	0.011	0.161	10.133	3.833	0.019	0.252	7.9	2.333	0.016	0.218	48
6.867	2.733	0.013	0.13	5.5	1.733	0.014	0.17	5.733	2.7	0.026	0.137	49
8.8	6.367	0.009	0.167	10.633	5.6	0.017	0.27	6.6	4.433	0.016	0.2	50
7.733	6.933	0.008	0.218	9.667	5.533	0.018	0.21	9.133	6.4	0.013	0.266	54
11.567	11.733	0.01	0.163	9.467	5.933	0.045	0.25	8.133	4.6	0.024	0.207	55
7.1	3.467	0.005	0.108	7.433	2.9	0.013	0.162	8.367	5.467	0.036	0.175	58
9.6	3.333	0.009	0.168	6.5	2.467	0.026	0.159	7.633	2.133	0.009	0.179	61
8	5.5	0.012	0.192	7.933	2.967	0.014	0.198	9.5	2.867	0.017	0.209	62
7.833	3.6	0.007	0.077	9.167	5.867	0.012	0.189	9.167	4.233	0.013	0.176	64
10.9	12.467	0.012	0.241	10.5	8.033	0.013	0.276	8.533	6.133	0.064	0.211	65
10.433	6	0.012	0.171	6.267	3.933	0.013	0.154	7.833	6.6	0.013	0.171	66
5.633	6.933	0.007	0.071	7.967	7.133	0.009	0.133	10.4	8.8	0.057	0.181	67
7.033	4.6	0.009	0.092	8.767	8.133	0.01	0.137	8.133	7.267	0.014	0.186	68
9.967	9.4	0.013	0.184	10	5.633	0.048	0.198	11.5	6.7	0.035	0.228	69
8.267	6.933	0.013	0.173	7.033	6.633	0.065	0.148	6.333	4.867	0.013	0.111	70
9.4	4.6	0.013	0.162	6.833	2.7	0.008	0.138	9.233	5.733	0.009	0.193	71
6.633	3.1	0.009	0.181	5.567	1.4	0.012	0.09	6.833	1.333	0.015	0.194	72
6.833	10.633	0.01	0.14	11.167	13.667	0.018	0.229	10.267	11.667	0.033	0.313	73
5.7	2.767	0.015	0.081	11.933	5.3	0.021	0.248	10.233	4.033	0.032	0.22	74
12.3	11.867	0.013	0.244	7.9	3.333	0.013	0.21	8	4.9	0.012	0.221	75
7.367	3.4	0.015	0.229	7.3	1.267	0.011	0.157	8.033	2.267	0.013	0.222	76
11.2	6.833	0.011	0.158	6.267	2.433	0.022	0.199	9.2	4.233	0.029	0.211	77
11.9	4.367	0.008	0.171	7.333	3.233	0.033	0.151	9.967	5.567	0.026	0.205	78
9.667	7.667	0.01	0.167	10.167	5.1	0.026	0.228	9.567	4.633	0.014	0.204	79
10.667	6.833	0.013	0.234	8.2	6.2	0.015	0.136	5.667	2.733	0.017	0.218	80
9.3	6.7	0.008	0.154	6.6	2.067	0.024	0.162	4.6	0.633	0.007	0.134	82
9.167	4.067	0.008	0.082	8.467	5.267	0.05	0.161	8.6	6.067	0.034	0.195	85
5.5	2.6	0.007	0.119	8.633	5.233	0.013	0.133	7.167	5.1	0.026	0.119	86
8.3	6.533	0.009	0.11	6.833	2.333	0.014	0.131	7.433	1.667	0.01	0.156	94
4.655	4.508	0.006	0.089	2.981	2.875	0.000	0.089	2.741	2.869	0.051	0.089	LSD 5%
6.152	5.958	0.008	0.117	3.940	3.800	0.000	0.117	3.623	3.792	0.068	0.117	LSD 1%

References فهرست منابع

Ashrafi, Z.Y., Sadeghi, S. and Mashhadi, H. R. 2009. Inhibitive effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of seedling quack grass (*Agropyrum repens*). Iceland. The Journal of Agricultural Science, 22: 37-43.

Babaie, S., Alizadeh, H., Nosrati, A., Dianat, M. and Farokhi, Z. 2011. Allelopathic effect of rye extract on the components of seed germination and seedling growth of several weed species. Iran Journal Field Crop Science, 42(3): 475-483.

Bouhaouel, I., Richard, G., Fauconnier, M.L., Ongena, M., Franzil, L., Gfeller, A., Slim Amara, H. and du Jardin, P. 2019. Identification of Barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. vulgare) Root Exudates Allelochemicals, Their Autoallelopathic Activity and Against Bromus diandrus Roth. Germination. Agronomy, 9(7): 345.

Costa, J. M., Corey, A., Hayes, P.M., Jobet, C., Kleinhofs, A., Kopisch-Obusch, A., Kramer, S. F., Kudrna, D., Li, M., Riera-Lizarazu, O., Sato, K., Szucs, P., Toojinda, T., Vales, M.I. and Wolfe, R.I. 2001. Molecular mapping of the Oregon Wolfe Barleys: a phenotypically polymorphic doubled-haploid population. Theoretical and Applied Genetics, 103(2): 415-424.

Farhoudi, R. and Darmizadeh, N. 2015. Effect of allelopathic extracts of Barley on germination, vegetative growth and some enzymes activates of Echinocloa colonum. Iran Journal Agronomy, 28(106): 88-93.

Farhoudi, R. and Lee, D.J. 2013. Allelopathic Effects of Barley Extract (*Hordeum vulgare*) on Sucrose Synthase Activity, Lipid Peroxidation and Antioxidant Enzymatic Activities of *Hordeum spontoneum* and *Avena ludoviciana*. National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences, 83(3): 447-452.

Hassannejad, S., Porheidar Ghafarbi, S. and, Lotfi, R. 2013. Assessment of seed-to-seed allelopathic potential of Corn (*Zea mays* L.) on seed and seedling growth of some volunteer species. International Journal of Biosciences, 3(1), 121-1270.

He, H.Q., Shen, L.H., Xiong, J., Jia, X.L., Lin, W.X. and Wu, H. 2004. Conditional genetic effect of allelopathy in rice (*Oryza sativa* L.) under different environmental conditions. Journal of Plant Biology (Stuttg), 44(3): 211-218.

Kong, C.H., Xuan, T.D., Khanh, T.D., Tran, H.D. and Trung, N.T. 2019. Allelochemicals and Signaling Chemicals in Plants. Molecules (Basel, Switzerland), 24(15): 2737.

Kong, C. H., Chen, X. H., Hu, F. and Zhang, S. Z. 2011. Breeding of commercially acceptable allelopathic rice cultivars in China. Pest Management Science., 67(9):1100-6.

Kotzamani, A., Vasilakoglou, I., Dhima, K., Moulas, A. N., Vaiou, M. and Stefanou, S. 2021. Impact of Soil Salinity on Barley Allelopathic Potential and Main Secondary Metabolites Gramine and Hordenine. Journal of Plant Growth Regulation., 40(1): 137-146.

Lebecque, S., Crowet, J. M., Lins, L., Delory, B. M., du Jardin, P., Fauconnier, M. L. and Deleu, M. 2018. Interaction between the barley allelochemical compounds gramine and hordenine and artificial lipid bilayers mimicking the plant plasma membrane. Scientific Reports, 8: 13.

Lovett, J. V., Hoult, A. H. C. and Christen, O. 1994. Biologically active secondary metabolites of barley. IV. Hordenine production by different barley lines. Journal of Chemical Ecology, 20(8): 1945-1954.

Madaeni, Sh. and tohidinejad, E. 2020. Allelopathic effects of aqueous extract of three barley cultivars (*Hordeum vulgare*) on germination and pigment content of Whitetop, Rye grass and Flixweed.Iran Journal Weed Science, 1(16): 147-156.

Maver, M., Miras-Moreno, B., Lucini, L., Trevisan, M., Pii, Y., Cesco, S. and Mimmo, T. 2020. New insights in the allelopathic traits of different barley genotypes: Middle Eastern and Tibetan wild-relative accessions vs. cultivated modern barley. PLoS One, 15(4): e0231976.

Olofsdotter, M., Jensen, L. B. and Courtois, B. 2002. Improving crop competitive ability using allelopathy an example from rice. Plant Breeding and Biotechnology, 121(1): 1-9.

Porheydar ghafarbi., S., Eslami, S.V., Hasannejad, S., Alizadeh, H. and Zamani, Gh. 2012. Allelopathic effects of rye (*Secal cereal* L.) on corn (*Zea maize* L.) and some of its important weeds. Iranian Journal Agricultural Science, 22(1). 149-163.

Porheidar Ghafarbi, S., Hassannejad, S. and Lotfi, R. 2012. Seed to Seed Allelopathic Effects between Wheat and weeds. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(22):1660-1665.

Worthington, M. and Reberg-Horton, C. 2013. Breeding Cereal Crops for Enhanced Weed Suppression: Optimizing Allelopathy and Competitive Ability. Journal of Chemical Ecology, 39(2): 213-231.

Wu, H., Pratley, J., Ma, W. and Haig, T. 2003. Quantitative trait loci and molecular markers associated with wheat allelopathy. Theoretical and Applied Genetics, 107(8): 1477-1481.

Zeng, D., Qian, Q., Teng, S., Dong, G., Fujimoto, H., Yasufumi, K. and Zhu, L. 2003. Genetic analysis of rice allelopathy. Science Bulletin (Beijing), 48(3): 265-268.

The study of variation in allelopathic activity in a barley doubled population against rye and Hedge mustard

P. Hassanzadeh[1*], R. Fotovvat[2], A. Yousefi[3], H. Jafari[4]

Abstract

In recent years, the use of allelopathy in weed management has received great attention. In this study, the effect of allelopathy of a double haploid population of barley on the growth characteristics of wild rye and hedge mustard was studied in the Laboratory of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zanjan University. Some germination traits (root and shoot length, fresh and dry weight of seedlings) and their heritability were measured in barley, rye and hedge mustard. The results showed that the double haploid lines, rye and hedge mustard are significantly different in terms of all four traits of fresh weight, dry weight, root length and stem length. Lines 25 and 34 showed the lowest allelopathy and lines 17 showed the highest allelopathy on rye. Lines 39, 48, 55, 65, 66, 68, 70, 75, 76, 77 and 82 of barley were also affected by rye allelopathy. Lines 73 and 17 had the highest rate of allelopathy on hedge mustard plant, as well. Except for the dry weight of barley control, the length of roots and stems of hedge mustard, which had low private heritability, showed moderate other heritability traits.

Keywords: Allelopathy, Barley double haploid, Rye, Heritability.

Received date: 14 April 2022 Accepted date: 03 September 2022

1- Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran.
2- Associate Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Zanjan University, Zanjan, Iran.
3- Associate Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Zanjan University, Zanjan, Iran.
4- Professor of Iran's Plant Medicine Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
*-Corresponding author Email: parvane66h@yahoo.com