Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 46, Summer 2023 p: 84-92

"Research Paper"

Competitive and Allelopathic Effects Between Barley Doubled-haploid Lines and Rye (*Secale cereale* L.) Under Field Conditions

Parvaneh Hassanzadeh[1], Reza Fotovat[2], Alireza Yousefi[3] and Hossein Jafari[4]

1- PhD student of Biometric Genetics, Zanjan University, Zanjan, Iran
2- Associate Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Zanjan University, Zanjan, Iran (Corresponding author: r_fotovat@znu.ac.ir)
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
Received: 21 October, 2022 Accepted: 24 December, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Understanding allelopathy in crop plants is necessary and essential in order to improve and increase yield, maintain species diversity, manage plants and protect the environment. Despite the studies conducted on plant allelopathy, the development and introduction of cultivars with high allelopathic ability is limited to a large extent due to the lack of information about its genetics.

Material and Methods: To investigate the allelopathic effect of double haploid lines of barley and rye, an experiment was conducted in the form of a simple lattice design with two replications in the research farm of Zanjan University in 2017. A row of rye was planted in the middle of the barley experimental plots. Some physiological traits and plant height were measured in rye and phenol content was also studied in the atmosphere under natural conditions.

Results: The results of the effect of double barley allelopathy lines showed that there was a significant difference in plant height, chlorophyll b content, carotenoid content, carbohydrate content and chlorophyll content index (SPAD) in rye plant. Barley double haploid lines also had significant differences in terms of phenol content.

Conclusion: The results of this research can indicate the potential of double haploid population of barley known as OWB in allelopathy genetic studies.

Kywords: Allelopathy, Allelochemical, Allelopathic capabilities, Double haploid barley

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

"مقاله پژوهشی"

بررسی اثرات آللوپاتی و رقابتی لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو و چاودار در شرایط مزرعه

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

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران (نویسنده مسوول: r_fotovat@znu.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران
۴- استاد، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۳
صفحه: ۸۴ تا ۹۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: شناخت آللوپاتی در گیاهان زراعی به‌منظور اصلاح و افزایش عملکرد، حفظ تنوع گونه‌ای، مدیریت گیاهان و حفاظت از محیط زیست لازم و ضروری است. با وجود مطالعات انجام گرفته درباره آللوپاتی گیاهان، توسعه و معرفی ارقام زراعی با توان آللوپاتی بالا تا حدود زیادی بعلت کمبود اطلاعات در مورد ژنتیک آن محدود است.

مواد و روش‌ها: برای بررسی اثر آللوپاتی لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو و گیاه چاودار، آزمایشی در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. یک ردیف چاودار در وسط کرت‌های آزمایشی جو کشت شد. برخی صفات فیزیولوژیک و ارتفاع بوته در چاودار اندازه‌گیری شده و محتوای فنل نیز در جو در شرایط طبیعی مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از اثر آللوپاتی لاین‌های مضاعف جو نشان داد از نظر ارتفاع بوته، محتوای کلروفیل b، میزان کارتنوئید، مقدار کربوهیدرات و شاخص محتوای کلروفیل (SPAD) در گیاه چاودار اختلاف معنی‌داری ایجاد شد. لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو نیز از نظر محتوای فنل اختلاف معنی‌دار داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق می‌تواند نشان دهنده پتانسیل جمعیت هاپلوئید مضاعف جو معروف به OWB در مطالعات ژنتیک آللوپاتی باشد.

واژه‌های کلیدی: آللوپاتی، آللوکمیکال، قابلیت‌های آللوپاتیک، هاپلوئید مضاعف جو

مقدمه

در طول قرن بیستم تشدید فعالیت‌های کشاورزی و به دنبال آن کنترل علف‌های هرز به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی، منجر به بروز فرسایش خاک، آلودگی محیط‌زیست با مواد شیمیایی و ظهور علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش شده است. همچنین استفاده گسترده از علف‌کش‌های شیمیایی باعث بروز اثرات سوء این علف‌کش‌ها بر سلامتی انسان‌ها شده است. به همین منظور متخصصان به دنبال روش‌های جایگزین برای کنترل علف‌های هرز و کاربرد محدودتر و معقولانه‌تر علف‌کش‌ها می‌باشند. استفاده از ویژگی آللوپاتی گیاهان می‌تواند نقش بسیار مهمی در مدیریت و کنترل علف‌های هرز داشته باشد (۲۵).

اصطلاح آللوپاتی برای اولین بار توسط مولیش برای اشاره به فعل و انفعالات بیوشیمیایی بین انواع گیاهان به کار برده شد (۱۸). حضور گیاهانی از یک یا چند گونه در یک محیط تحت شرایطی که برای رشد و نمو آن‌ها ظرفیت کافی وجود نداشته باشد، ایجاد رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای برای به‌دست آوردن آب و موادغذایی، نور، هوا و غیره می‌کند. زمانی که گیاهی برای خارج کردن رقبای خود از قلمرو زندگی‌اش به مواد شیمیایی تکیه می‌کند نوع خاصی از رقابت یا ارتباط گونه‌ای پیش می‌آید که به نام آللوپاتی شناخته می‌شود. این امر نتیجه تولید مولکول‌های فعال بیولوژیکی توسط گیاهان در حال رشد یا بقایای آن‌ها می‌باشد که ممکن است پس از تغییر شکل و ورود به محیط بر جوانه‌زنی، رشد و توسعه افراد همان گونه یا گونه‌های دیگر تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم بگذارد. اثرات مفید یا مضر به واسطه ترکیبات شیمیایی که آللوکمیکال[1] نام دارند بر گیاهان وارد می‌شود (۱۰). این ترکیبات بسته به نوع و غلظتی که دارند رشد گیاهان و فعالیت موجودات زنده موجود در خاک را مختل کرده و بسیاری از فعالیت‌های حیاتی گیاهان را محدود می‌کنند. شناخت آللوپاتی برای اصلاح و افزایش عملکرد گیاهان، حفظ تنوع گونه‌ای، مدیریت گیاهان و حفاظت از محیط زیست لازم و ضروری است. آللوپاتی راه‌حلی برای کنترل علف‌های هرز بشمار می‌رود. آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهند که مواد شیمیایی آزاد شده توسط گیاه و یا مواد تجزیه‌شده گیاهان توانایی کنترل بعضی گیاهان دیگر را دارند و می‌توانند به عنوان علف‌کش یا آفت‌کش طبیعی عمل کنند (۱۹).

جو یکی از گیاهان زراعی تیره گندمیان است که دارای خواص آللوپاتی می‌باشد و با سطح زیرکشت جهانی حدود ۵۰ میلیون هکتار و تولید حدود ۱۳۳ میلیون تن در سال از نظر سطح زیر کشت دومین محصول مهم زراعی دنیا بعد از گندم می‌باشد (۱۱). وجود ترکیبات فنلی فیتوتوکسین مانند فرولیک اسید، وانیلیک اسید، هوردئین، گرامین و هیدروکسی بنزوئیک اسید در عصاره آبی جو به اثبات رسیده است (۶). هوردنین و گرامین به عنوان برترین آللوکمیکال‌ها برای توضیح اثرات آللوپاتیک 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. غلظت هوردنین و گرامین در ارقام مختلف و در شرایط محیطی مختلف (رطوبت، دما، نور شدید) متفاوت است. بنابراین ممکن است اثربخشی آللوپاتی مبتنی بر تولید هوردنین و گرامین در ارقام مختلف جو در شرایط مختلف محیط کشت، تحت تأثیر قرار گیرد (۱۴) .

1- Allelochemical

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

استفاده از تنوع ژنتیکی ارقام برای بهبود مقاومت گیاهان زراعی در برابر انواع تنش‌ها راه‌کاری مؤثر برای توسعه کشاورزی پایدار است (۳). با وجود اینکه مطالعات گسترده‌ای در خصوص آللوپاتی در گیاهان انجام شده، اثرات و دلایل ژنتیکی آللوپاتی و نقش ژنوتیپ در آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. عدم دسترسی به جمعیت مناسب نقشه‌یابی ژن‌ها و تهیه نقشه‌های ژنتیکی از دلایل این امر است. جمعیت‌های هاپلوئید مضاعف به‌علت خلوص و ساختار ژنتیکی خاص یکی از مهم‌ترین ابزارهای اصلاح نباتات و مطالعات ژنتیک کمی بشمار می‌روند. از این جمعیت‌ها در مطالعه ژنتیک آللوپاتی برنج (۳۰) و گندم (۲۹) استفاده شده است.

با توجه به اینکه بسیاری از مطالعات در زمینه آللوپاتی تحت شرایط کنترل شده انجام شده و اثر آللوپاتی جو بر گیاه چاودار (به عنوان علف‌هرز موجود در مزارع جو) تاکنون بررسی نشده است، در این تحقیق اثر آللوپاتیک یک جمعیت هاپلوئید مضاعف جو بر صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک چاودار در شرایط طبیعی مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. در صورت وجود تنوع صفات در این جمعیت از آن می‌توان در مطالعات بعدی از جمله شناسایی QTLهای مرتبط با کنترل علف‌های هرز و انتخاب به کمک نشانگر (MAS) استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر آللوپاتیکی لاین‌های هاپلوئید مضاعف بر محتوای کلروفیل، محتوای کربوهیدرات و ارتفاع چاودار و هچنین اندازه‌گیری میزان فنل در این لاین‌ها آزمایشی در قالب طرح لاتیس مربع ۹×۹ با دو تکرار، در سال زراعی ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا گردید. در این آزمایش از جمعیت هاپلوئید مضاعف جو معروف به OWB (Oregon Wolf Barley) که از نسل F_1 حاصل از تلاقی دو والد دارای سنبله‌ی دو ردیفه ریشک‌دار و دیگری دارای سنبله‌ی شش ردیفه‌ی ریشک کوتاه، تولید شده در دانشگاه ایالتی اورگان استفاده شد. این جمعیت مجموعاً شامل ۹۴ لاین خالص بود (۷). بذر چاودار نیز، علف‌هرز جمع‌آوری شده از مزارع گندم بود.

کاشت لاین‌های هاپلوئید مضاعف به روش دستی انجام شد. در هر کرت پنج ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که شامل یک ردیف چاودار به طول نیم متر در وسط و چهار ردیف جو به طول یک متر در طرفین چاودار بود. پس از کاشت و استقرار گیاهان در مزرعه زمانی که ارتفاع جو به ۲۰-۱۵ سانتی‌متری رسید نمونه‌برداری از گیاه جو برای اندازه‌گیری فنل و از چاودار برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل و کربوهیدرات انجام شد. ارتفاع گیاه چاودار نیز اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری میزان فنل در جو، ۰/۱ گرم از بافت برگ در پنج میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد ساییده و به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در تاریکی قرار داده شد. سپس یک میلی‌لیتر از این محلول را جدا کرده و به آن یک میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه و با آب دیونیزه به حجم پنج میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم پنج درصد به محلول اضافه و مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی قرار داده شد. درصد جذب نمونه در ۷۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (۲۴).

سنجش کربوهیدرات محلول در گیاه چاودار طبق روش پاکوین و لچاسر انجام گردید (۲۳). بر طبق این روش نیم گرم از بافت تازه با استفاده از پنج میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در هاون چینی کوبیده و له شد. سپس قسمت بالایی محلول جدا و با افزودن پنج میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به رسوبات قبلی استخراج و برای دو مرحله دیگر تکرار شد. عصاره‌های الکلی جمع‌آوری و سانتریفیوژ شد و تا زمان تعیین قندهای محلول، داخل لوله آزمایش درپوش‌دار در دمای چهار درجه سانتیگراد نگه‌داری شد. صد میکرولیتر از این عصاره با سه میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از خنک شدن لوله‌های آزمایش، میزان جذب نمونه‌ها با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر خوانده و غلظت کربوهیدرات‌های محلول به صورت میلی‌گرم بر گرم وزن تازه محاسبه گردید.

جهت سنجش محتوای کلروفیل از روش ارائه شده توسط آرنون بهره‌گیری شد (۱). برای انجام این کار ابتدا ۰/۱ گرم بافت برگ به همراه ده میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده و نمونه‌ها سانتریفیوژ شدند. سپس مقدار جذب در طول موج‌های ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای ترکیبات کارتنوئیدی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، b و ترکیبات کارتنوئیدی بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد.

$$Chla= 12.25\ A_{663} -2.79\ A_{645}$$
$$Chlb= 21.21\ A_{645} – 5.1A_{663}$$
$$Car= (1000\ A_{470} – 1.8\ chla- 85.02\ chlb)/198$$

شاخص کلروفیل برگ (SPAD) با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل (Opti-Sciences) CCM-200 در مزرعه اندازه‌گیری شد.

از نرم‌افزار spss25 برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

به دلیل معنی‌دار نبودن بلوک‌های ناقص، طرح به صورت بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شد. نتایج نشان داد که گیاهان چاودار کشت شده در بین لاین‌های مختلف هاپلوئید مضاعف جو، از نظر تمامی صفات اندازه‌گیری شده به جز محتوای کلروفیل a، اختلاف معنی‌داری دارند. لاین شماره ۲۱ بیشترین اثر را بر کاهش میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید و لاین شماره ۲۵ کمترین اثر را بر کاهش این صفات داشته است. شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده با دستگاه نیز در چاودار کشت شده همراه لاین شماره ۱۰جو کمترین مقدار و لاین شماره ۸ بیشترین مقدار را داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

جدول۱- تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با صفات اندازه‌گیری شده در چاودار و لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو
Table 1. Analysis of variance of data related to the measured traits in rye and double haploid barley

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات						
		محتوای کلروفیل b Chlorophyll content b	محتوای کلروفیل a chlorophyll content a	محتوای کارتنوئید Carotenoid content	شاخص کلروفیل SPAD	ارتفاع height	محتوای کربوهیدرات Carbohydrate content	محتوای فنل Phenol content
تیمار Treatment	80	0.349*	1.962ns	11524.58*	11.176**	89.359**	0.282**	344.693 **
تکرار Replication	1	18.929	32.114	127101.588	65.461	373.728	9.353	1913.669
اشتباه آزمایشی Error	79	0.244	1.582	8257.930	5.655	21.048	0.176	185.174
ضریب تغییرات (%) CV		18.68	15.56	13.44	19.99	21.048	0.41	25.54

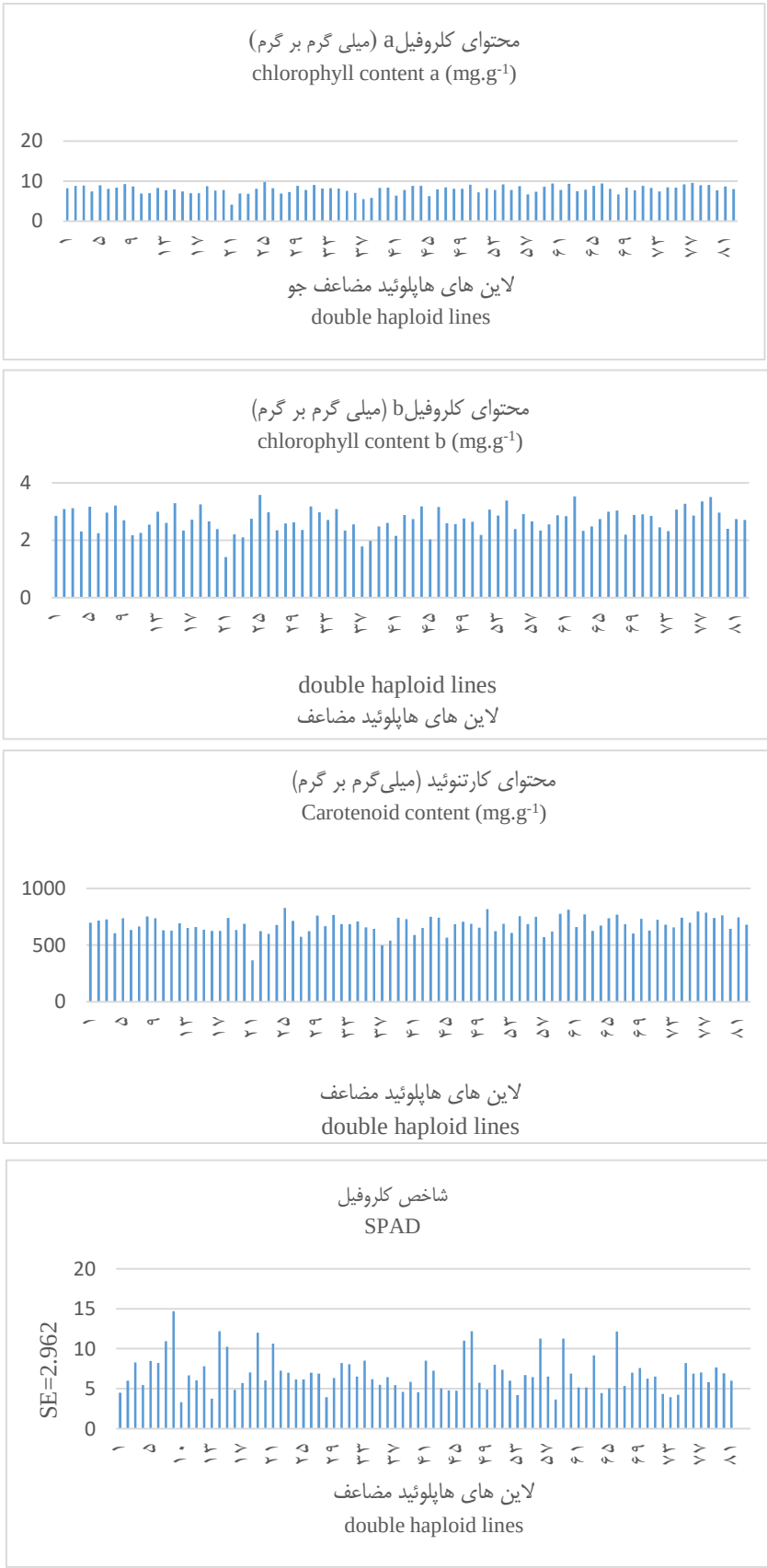
جدول ۲- مقادیر میانگین و انحراف معیار صفات اندازه گیری شده در چاودار و جو هاپلوئید مضاعف
Table 2. Mean and standard deviation of the measured traits in rye and double haploid barley

صفت Trait	محتوای کلروفیل b chlorophyll content b	محتوای کلروفیل a chlorophyll content a	محتوای کارتنوئید Carotenoid content	شاخص کلروفیل SPAD	ارتفاع height	محتوای کربوهیدرات Carbohydrate content	محتوای فنل Phenol content
میانگین±انحراف معیار Mean ± standard deviation	2.7148±0.643	8.002±1.4	681.108±103.171	6.935±2.962	30.32±7.585	1.358±0.535	51.736±16.596

در آزمایشی که توسط Imen Bouhaouel و همکاران انجام شد نتایج نشان داد که عصاره ریشه جو موجب کاهش محتوای کلروفیل شده که این نتیجه به شدت وابسته به ژنوتیپ بود. آللوکمیکال‌ها منجر به آسیب سنتز رنگدانه‌های فتوسنتز و سرعت در تجزیه آن‌ها می‌شوند. با کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی انتقال انرژی، انتقال الکترون و فعالیت آنزیم مسئول سنتز ATP کاهش می‌یابد که با تاثیر بر هدایت روزنه‌ای و تعرق مانع فرآیند فتوسنتز می‌شود (۵). مطالعات انجام شده نشان داده است که غلظت بالای اسانس برگ lemongrass (Cymbopogon citratus) به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیلa، کلروفیلb و میزان کارتنوئید گیاه barnyard grass را کاهش می‌دهد (۲۱). در نتایج حاصل از آزمایش تأثیر E. globus بر سه گیاه برنج، ذرت و نخود حاکی از کاهش بیشتر کلروفیل b نسبت به کلروفیل a دارد که می‌تواند نشان‌دهنده حساسیت بیشتر آن به تنش باشد (۹). در مطالعه‌ای که به منظور ارزیابی توانایی آللوپاتیک ارقام نصرت، ماکویی و والفجر جو زراعی روی میزان کلروفیل a، b، کارتنوئید، جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشدی سه گونه گیاهی ازمک، چاودار وحشی و خاکشیر انجام شد. چاودار بیشترین حساسیت از لحاظ کلروفیل a و b داشت که توسط ارقام ماکویی و نصرت ایجاد شد، اما بازدارندگی برگ ماکویی بر میزان کارتنوئید ازمک بیشتر بود. عصاره‌های سه رقم جو تأثیر بازدارندگی اندکی روی صفات رشدی چاودار داشتند و از نظر این صفات چاودار نسبت به گونه‌های دیگر علف‌هرز مقاومت بیشتری نشان دادند (۱۶). برخی آللوکمیکال‌ها بسته به نوع و غلظت آن‌ها ممکن است منجر به افزایش یا کاهش سنتز رنگدانه‌های کلروفیل، بلوغ و عملکرد مناسب آن‌ها شود. تفاوت در غلظت کلروفیل را می‌توان به اثرات محرک یا بازدارنده، کاهش جذب مواد معدنی و تغییر شکل در سیستم تنظیم کلروفیل نسبت داد (۲۶).

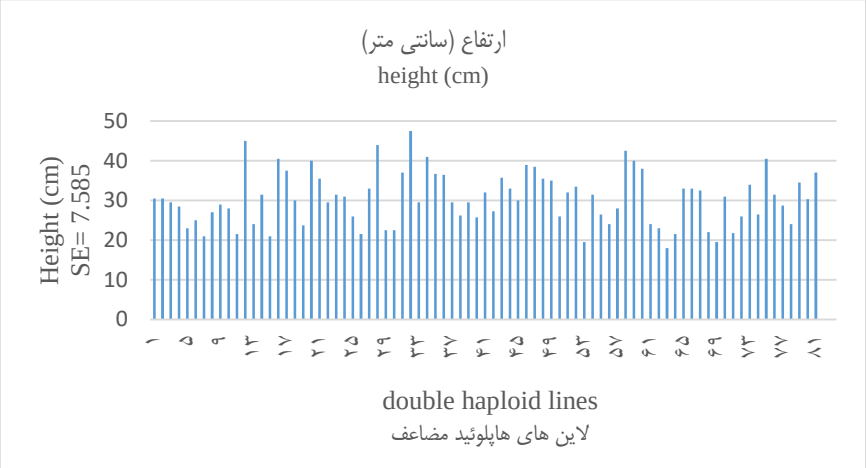
در بین لاین‌های مختلف برای صفت ارتفاع گیاهچه‌های چاودار، لاین شماره ۳۲ کمترین تأثیر و لاین شماره ۶۳ بیشترین تأثیر را در کاهش این صفت دارا بود. در آزمایشی که برای بررسی اثر آللوپاتی گیاه گندم روی سیب‌زمینی تراریخته انجام شد نیز کاهش ارتفاع گیاه سیب‌زمینی مشاهده شد (۳۲). در مطالعه‌ای دیگر کاهش ارتفاع ذرت در مقایسه با شاهد در اثر کاربرد بقایای آفتابگردان نیز مشاهده شد (۳۱). اثر بازدارندگی غلظت‌های خاصی از اسانس و گونه‌های مختلف مرزه و کموتیپ‌های آویشن شیرازی بر کاهش ارتفاع چند گونه علف‌هرز نیز پیش‌تر گزارش شده است (۲۲).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]



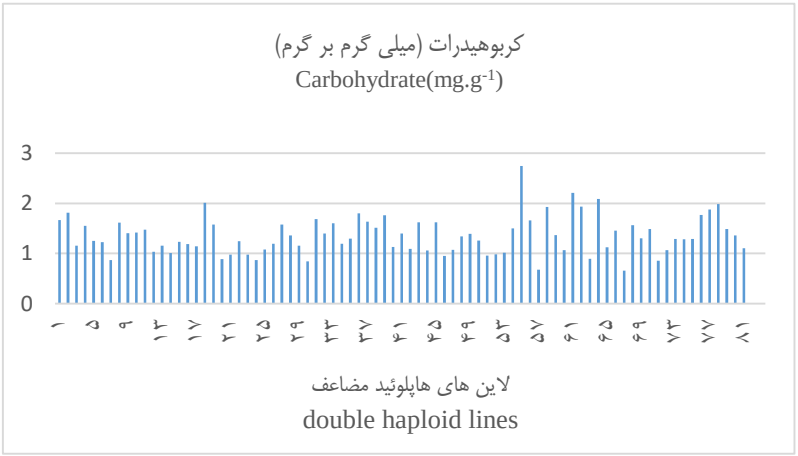
شکل ۱- میانگین محتوای کلروفیل گیاهچه‌های چاودار کشت شده همراه لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو
Figure 1. The chlorophyll content mean of cultivated rye seedlings along with double haploid lines of barley

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]



شکل ۲- میانگین ارتفاع گیاهچه‌های چاودار کشت شده همراه لاین‌های هاپلوئید مضاعف
Figure 2. Average height of rye seedlings cultivated with double haploid lines

چاودار کشت شده در مجاورت لاین ۶۷ هاپلوئید مضاعف جو بیشترین اثر را بر کاهش کربوهیدرات و لاین ۵۵ کمترین اثر را بر کاهش این صفت داشتند تغییرات کربوهیدرات تحت اثر آللوکمیکال‌ها کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهشی که به منظور بررسی چگونگی اثر آللوکمیکال‌های جو وحشی بر دو رقم حساس و مقاوم گندم انجام شد نشان داد که پلی‌ساکاریدهای برگ گیاه حساس و قندهای احیاکننده گیاه مقاوم افزایش یافت. گزارش‌هایی از کاهش کربوهیدرات‌ها در حضور عصاره آبی گیاهان مختلف وجود دارد (۱۲). در مطالعه‌ای دیگر که به بررسی اثرات بالقوه آللوپاتیک Sesbania virgata (یک گونه غالب بومی) و بذرهای Leucaena leucocephala پرداخت. S.virgata تحت تأثیر شیرابه‌های بذر L.leucocephala قرار نگرفت و نشان می‌دهد که در شرایط آزمایشگاهی این حبوبات در برابر ترکیبات فیتوتوکسیک تولید شده توسط بذرهای این گونه بیگانه مقاومت نشان می‌هد. در مقابل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه L.leucocephala به شدت تحت تأثیر مواد شیمیایی تولید شده توسط بذر S.virgata قرار گرفت و تأخیر در ذخیره کربوهیدرات آندوسپرمی در گونه‌های بیگانه مشاهده شد (۱۷).

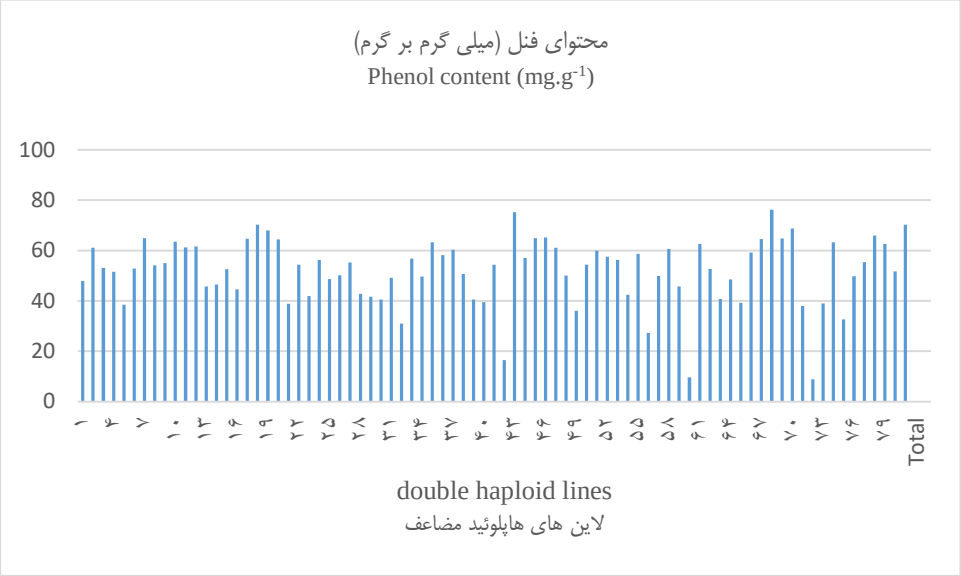


شکل ۳- میانگین کربوهیدرات گیاهچه‌های چاودار کشت شده همراه لاین‌های هاپلوئید مضاعف
Figure 3. The carbohydrate average of rye seedlings cultivated with double haploid lines

در مورد میزان فنل نیز اختلاف معنی‌داری در گیاهچه‌های جو هاپلوئید مضاعف مشاهده شد. لاین شماره ۷۲ کمترین و لاین ۶۸ بیشترین میزان فنل را داشتند. نتایج به دست آمده توسط دیگر محققین در مورد تأثیر مواد دگرآسیب از جمله فنولیک اسیدها بر خصوصیاتی نظیر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاه، قدرت، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه نشان‌دهنده اثرات بازدارنده این ترکیبات است و بازدارندگی و یا تأخیر در جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه توسط این ترکیبات در بسیاری از گونه‌ها مثل سورگوم، گندم، آفتاب‌گردان و چاودار گزارش شده است (۴). هر یک از فنولیک اسیدهای شناخته شده دارای اثرات متفاوتی روی گیاه هدف و در اصطلاح دارای نحوه اثر متفاوت هستند. یکی از روش‌های بروز علائم

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

آللوپاتی می‌تواند خروج مواد مذکور از طریق ریشه گیاه باشد و سوالی که مطرح می‌شود آن است که چه مقدار از این مواد کافی است تا در گیاه یا موجود زنده هدف بازدارندگی ایجاد نماید. بر اساس مطالعات انجام شده، مقادیر فنولیک اسید موجود در پیرامون گیاه هدف (علف‌هرز) به دلایل بسیاری از جمله موانع زنده، موانع فیزیکی و غیرزنده، واکنش‌های شیمیایی مواد آلی و معدنی موجود در خاک، تبادلات یونی در حدی نیست که برای گیاه هدف بازدارندگی معنی‌داری ایجاد کند. به نظر می‌رسد فنولیک اسیدها در مقادیر کم تنها قادرند خصوصیات مورفولوژیک را تحت تأثیر قرار دهند. بر این اساس برای ایجاد بازدارندگی در صفات فیزیولوژیک نیاز به غلظت‌های بیشتری از این مواد است و یا بازدارندگی توسط برخی دیگر از متابولیت‌های ثانویه ایجاد شده است (۱۳).



شکل ۴- میانگین محتوای فنل لاین‌های هاپلوئید مضاعف جو
Figure 4. Phenolic content mean of barley double haploid lines

هر چند در مطالعات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای عوامل موجود از جمله نوع، غلظت، نحوه و زمان ترشح ترکیبات آللوپاتیک، عدم حضور خاک و میکروارگانیسم‌ها، متفاوت از شرایط موجود در طبیعت است، با این وجود در مطالعات آزمایشگاهی، سمیت مواد شیمیایی آزاد شده از گیاهان آللوپاتیک تأیید شده است (۲۸). روش‌های ارزیابی تداخل آللوپاتیک در شرایط طبیعی چالش‌برانگیزتر بوده و آزمایشات مزرعه‌ای بیشتری برای بررسی اهمیت آللوپاتی در محیط طبیعی مورد نیاز است (۲۷).

تفاوت آثار آللوپاتیک گیاه در مطالعات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای از تفاوت شرایط آزمایش از جمله خاک، جامعه میکروبی، میزان قرار گرفتن در معرض ترکیات آللوپاتیک، وجود ترکیبات خاص و غلظت نسبی ترکیباتی که تحت شرایط طبیعی به طور مشترک عمل می‌کنند ناشی می‌گردد. میکروارگانیسم‌های موجود در خاک می‌توانند ترکیبات شیمیایی را متابولیزه کرده و اثرات آللوپاتیک را کاهش دهند (۱۵). مطالعات آزمایشگاهی ممکن است اهمیت آللوپاتی در طبیعت را بیش از حد ارزیابی نمایند (۸). بر این اساس در تفسیر نتایج به دست آمده در شرایط کنترل شده می‌بایست دقت بیشتری صورت گیرد.

نتایج Arroyo و همکاران نشان داد که نتایج تحقیقات یکسان در سال‌های مختلف از نظر آللوپاتی می‌تواند متفاوت باشد. با توجه به این موضوع بهتر است آزمایشات مزرعه‌ای در چندین سال و در رابطه با صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بیشتری انجام گردد تا نتایج دقیق‌تری به دست آید (۲).

نتیجه‌گیری کلی

وجود اثر آللوپاتیک گیاه جو پیش‌تر در مطالعات انجام شده تأیید شده است. آللوپاتی گیاه جو تأثیرات مختلفی بر ویژگی‌های گونه‌های مختلف دارد. بهبود پتانسیل آللوپاتی در انواع محصولات تأثیر زیادی بر سیستم‌های مدیریتی دارد و به تنهایی جایگزین دیگر روش‌های کنترل علف‌هرز نخواهد بود زیرا اثربخشی آن تحت تأثیر عوامل زیادی قرار می‌گیرد. با این وجود کاهش استفاده از علف‌کش در طول زمان مزایای اقتصادی قابل توجهی برای کشاورزان خواهد داشت. همچنین اثرات زیست محیطی کاهش می‌یابد. در حال حاضر هیچ رقم تجاری شامل خواص آللوپاتیک وجود ندارد اما احتمال اصلاح ارقام آللوپاتیک جدید به وسیله تنظیم ظرفیت تولید مواد آللوپاتیک وجود دارد. نتایج این تحقیق پتانسیل جمعیت هاپلوئید مضاعف جو معروف به OWB را در مطالعات ژنتیک آللوپاتی نشان داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

منابع

1. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.
2. Arroyo, A.I., Y. Pueyo, M.L. Giner, A. Foronda, P. Sanchez-Navarrete, H. Saiz and C. L. Alados. 2018. Evidence for chemical interference effect of an allelopathic plant on neighboring plant species: a field study. PloS one, 13(2).
3. BabaieZarch, M.J., S. Mahmoodi and S.V. Eslami. 2014. Identification of some pheno-morpho-physiological measures for selection of highly competitive sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties against tumble pigweed (*Amaranthus albus* L.) using multivariate statistical methods. Iranian journal of crop Breeding. 8(17): 104-113. (In Persian with English Abstract).
4. Bais, H.P., R. Vepachedu, S. Gilroy, R.M. Callaway and J.M. Vivanco. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. Science, 301(5638): 1377-1380.
5. Bouhaouel, I., A. Gfeller, K. Boudabbous, M.L. Fauconnier, H.S. Amara and P. du Jardin. 2018. Physiological and biochemical parameters: new tools to screen barley root exudate allelopathic potential (*Hordeum vulgare* L. subsp. vulgare). Acta Physiologiae Plantarum, 40(2): 1-14.
6. Bouhaouel, I., A. Gfeller, M.L. Fauconnier, S. Rezgui, H. Slim Amara and P. Du Jardin. 2015. Allelopathic and autotoxicity effects of barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. vulgare) root exudates. BioControl, 60(3): 425-436.
7. Costa, J.M., A. Corey, P.M. Hayes, C. Jobet, A. Kleinhofs, A. Kopisch-Obusch, S.F. Kramer, D. Kudrna, M. Li, O. Riera-Lizarazu, K. Sato, P. Szucs, T. Toojinda, M.I. Vales and R.I. Wolfe. 2001. Molecular mapping of the Oregon Wolfe Barleys: a phenotypically polymorphic doubled-haploid population. Theoretical and Applied Genetics, 103(2): 415-424.
8. Da Silva, E.R., P. Ferreira, G.E. Overbeck and G.L. Soares. 2015. Does the phytotoxic shrub Heterothalamus psiadioides affect a plant community through allelopathy? Plant Ecology, 216(1): 87-97.
9. Djanaguiraman, M. 2005. Physiological responses of Eucalyptus globulus leaf leachate onseedling physiology of rice, sorghum and blackgram. International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan), 7(1): 39-44.
10. Fitter, A. 2003. Making allelopathy respectable. Science, 301(5638): 1337-1338.
11. Haghpanah, K., R.G. Mirfakhraee, M. Khodadadi and S. Shamsifar. 2020. Study on genetic diversity of some barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars using SSR marker and physiologycal traits plant pigments and prolin under late cold stress. Iranian journal of crop Breeding. 12(34): 199-209. (In Persian with English Abstract).
12. Hoseynzadeh, M., KH. Kiarostami, M. Ilkhanizadeh and A. Sabora. 2009. Investigating the effect of allelopathic compounds of barley (Hordeum spontaneum) on the amount of proteins, carbohydrates and the activity of some enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Biology, 22(3): 392-406. (In Persian with English Abstract)
13. Inderjit. 2001. Soil: Environmental effects on allelochemical activity. Agronomy Journal, 93: 79-84.
14. Kremer, R.J. and M. Ben-Hammouda. 2009. Allelopathic Plants. 19. Barley (*Hordeum vulgare* L.). Allelopathy Journal, 24(2): 225-242.
15. Li, Y. P., Y.L. Feng, Z.L. Kang, Y.L. Zheng, J.L. Zhang and Y.J. Chen. 2017. Changes in soil microbial communities due to biological invasions can reduce allelopathic effects. Journal of Applied Ecology, 54(5): 1281-1290.
16. Madaeni, Sh. and E. tohidinejad. 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 (In Persian with English Abstract).
17. Mignoni, D.S.B., K. Simoes and M.R. Braga. 2018. Potential allelopathic effects of the tropical legume Sesbania virgata on the alien Leucaena leucocephala related to seed carbohydrate metabolism. Biological Invasions, 20(12): 165-180.
18. Molisch, H. 1937. einfluss einer pflanze auf die andere, allelopathie.
19. Olofsdotter, M., L.B. Jensen and B. Courtois. 2002. Improving crop competitive ability using allelopathy—an example from rice. Plant Breeding, 121: 1-9.
20. Paquin, R. and P. Lechasseur. 1979. Observations sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Canadian Journal of Botany, 57(18): 1851-1854.
21. Poonpaiboonpipat, T., U. Pangnakorn, U. Suvunnamek, M. Teerarak, P. Charoenying and C. Laosinwattana. 2013. Phytotoxic effects of essential oil from Cymbopogon citratus and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Industrial Crops and Products, 41: 403-407.
22. Saharkhiz, M.J., S. Smaeili and M. Merikhi. 2010. Essential oil analysis and phytotoxic activity of two ecotype of Zataria multiflora Boiss. Growing in Iran. Natural Product Research, 24(17): 1598-1609.
23. Scavo, A., G. Pandino, A. Restuccia, P. Caruso, S. Lombardo and G. Mauromicale. 2022. Allelopathy in Durum Wheat Landraces as Affected by Genotype and Plant Part. Plants, 11(8): 1021.
24. Seevers, P. and J. Daly. 1970. Studies on Wheat stem rust resistance controlled at the Sr6 locus. I. The role of phenolic compounds. Phytopathology, 60(9): 1322-1328.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]

25. Shibayama, H. 2008. Weeds and weed management in rice production in Japan. Weed Biology and Management, 10: 53-60.
26. Siyar, S., Z. Muhammad, F. Hussain, Z. Hussain, S. Islam, and A. Majeed. 2018. Allelopathic Effects of two Asteraceae Weeds (*Artemisia annua* and Taraxicum officinalis) on Germination of Maize and Wheat. PSM Biological Research, 3(2): 44-47.
27. Wardle, D.A., M.C. Nilsson, C. Gallet and O. Zackrisson. 1998. An ecosystem-level perspective of allelopathy. Biological Reviews, 73(3): 305-319.
28. Weston, L.A. 2000. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? Journal of Chemical Ecology, 26(9): 2111-2118.
29. Wu, H., J. Pratley, W. Ma and T. Haig. 2003. Quantitative trait loci and molecular markers associated with wheat allelopathy. Theoretical and Applied Genetics, 107(8): 1477-1481.
30. Zeng, D., Q. Qian, S. Teng, G. Dong, H. Fujimoto, K.Yasufumi, and L. Zhu. 2003. Genetic analysis of rice allelopathy. Science Bulletin (Beijing), 48(3): 265-268.
31. Zia-Hoseini, S.S. and M.T. Barar pour. 2019. Allelopathic effect of different rates and ages of sunflower plant (*Helianthus annus* L.) residues on emergence and growth of corn (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Crop Sciences. 4:2. 107-116 (In Persian with English Abstract).
32. Zuo, S.P., L.T. Ye and H. Mei. 2011. Physiological basis for allelopathic potential of different wheat cultivars in heading period on the Loess Plateau of China. African Journal of Biotechnology, 10(24): 9786-9795.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-04-05]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.84]