اثر گرد و خاک بر فتوسنتز، تبادل گازی و توان رقابتی جودره در برابر گندم

اکبر علی‌وردی[1*] و سمیرا کرمی[2]

۱ و ۲) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

نویسنده مسئول[*]: a.aliverdi@basu.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۵/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۱**

چکیده

برای بررسی رقابت بین گندم و جودره تحت شرایط گرد و خاک، آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در پاییز ۱۴۰۲ در دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. عوامل آزمایش شامل گونه گیاهی (علف‌هرز جودره و ارقام گندم الوند و پیشگام)، نسبت کشت گندم:جودره (۸:۰، ۷:۱، ۶:۲، ۵:۳، ۴:۴، ۳:۵، ۲:۶، ۱:۷ و ۰:۸) و غلظت گرد و خاک (۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر مترمکعب) بودند. اعمال ۳۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب اثری بر زیست توده جودره نداشت ولی زیست توده ارقام گندم الوند و پیشگام را به ترتیب به میزان ۱۹ و ۲۸ درصد و سرعت فتوسنتز خالص (۱۹ درصد)، سرعت تعرق (۵۹ درصد)، غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی (۱۳ درصد) و هدایت روزنه‌ای (۲۷ درصد) را در رقم گندم پیشگام کاهش داد. مؤلفه‌های فوق در هر سه گونه با ۶۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب به طور معنی‌داری کاهش یافت. تحت شرایط بدون گرد و خاک، توان رقابتی جودره در برابر ارقام گندم برابر بود. اگرچه اعمال ۱۵۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب بر گونه‌های مورد آزمایش تنش‌زا نبود، اما مقادیر شاخص تهاجمی جودره در برابر ارقام گندم را افزایش داد که نشان دهنده افزایش توان رقابتی جودره در برابر ارقام گندم است. در تمامی مقادیر گرد و خاک، شاخص تهاجمی جودره در برابر گندم رقم پیشگام بیشتر از گندم رقم الوند بود. لذا، افزایش وقوع گرد و خاک در سال‌های اخیر ممکن است یکی از دلایل طغیان جودره در مزارع گندم باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش، سری‌های جایگزین، شاخص تهاجمی و علف‌هرز.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.: Triticeae: Pooideae: Poaceae) مهم‌ترین گیاه زراعی جهان و کشور محسوب می‌شود. به طوری که در سال ۲۰۲۲، مساحت ۲۱۹/۱ میلیون هکتار از اراضی جهان زیر کشت گندم رفت (FAO, 2023). با توجه به اهمیت گندم در بین غلات از نظر اقتصادی و ارزش غذایی، نسبت به سایر گیاهان زراعی در سطوح وسیعی کشت و کار می‌شود. گندم تطابق زیادی با شرایط آب و هوایی مختلف دارد به همین دلیل دامنه پراکندگی کشت و کار آن بیشتر از هر گیاه دیگری است (افشاریان‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳؛ اسداله‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ خسروی و همکاران، ۱۴۰۰).

نتایج برخی تحقیقات در دهه اخیر بیانگر آن است که تولید گندم توسط یک علف هرز هم قبیله‌ای به نام جودره (*Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum* (K.Koch) Asch. & Graebn: Triticeae: Pooideae: Poaceae) در معرض تهدید قرار گرفته است (Jakob *et al*., 2014). جودره علف هرزی یکساله و زمستانه با محدوده بومی برای ۲۱ کشور جهان از مدیترانه شرقی تا آسیای مرکزی است. در سال‌های اخیر، تهاجم و معرفی علف‌هرز جودره به کشورهای بلاروس، مراکش و تونس نیز گزارش شده است (WFO, 2024). محققان با استفاده از مدل CLIMEX پیش بینی کردند که تمامی مناطق اروپا تحت شرایط اقلیمی فعلی و سناریوهای مختلف تغییر آب و هوایی در برابر تهاجم جودره آسیب‌پذیر هستند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۶). در ایران، نتایج دو مطالعه بلند مدت (۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ و ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۸) نشان می‌دهد که تراکم جمعیت‌های جودره در مزارع گندم کشور در حال افزایش است. به طوری که ترکیب علف‌های هرز برگ باریک در برخی از مزارع گندم کشور از غالبیت با یولاف وحشی به غالبیت با جودره در حال تغییر است (مین‌باشی معینی و همکاران، ۱۳۹۷؛ شفیعی و همکاران، ۱۴۰۳). محققان دلایل اصلی این پدیده را کشت مداوم گندم (موسوی، ۱۳۹۸)، منسوخ شدن کاربرد علف‌کش فلامپروپ ایزوپروپیل که در کنترل جودره مؤثر است (Aliverdi and Aliverdi, 2023)، کاربرد گسترده علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل که در کنترل یولاف وحشی موثر اما در کنترل جودره بی‌اثر است (موسوی و همکاران، ۱۳۹۶)، کوددهی وسیع نیتروژن (فرهنگ‌فر و همکاران، ۱۳۹۶) و وقوع خشکسالی در سال‌های اخیر (Norouzi *et al*., 2024) ذکر کردند. سرعت سبز شدن گیاهچه در جودره سریعتر از گندم است و از طرفی دیگر، جودره حدود یک ماه زودتر از گندم به مرحله رسیدگی دانه می‌رسد. به عبارتی دیگر، زمانی که گندم احتیاج به آب زیادی دارد، جودره شروع به رسیدگی می‌کند. از اینرو، جودره رقابتی‌تر از گندم گزارش شده است، به‌ویژه تحت شرایط کاربرد کود نیتروژن (Hamidi *et al*., 2010). به طوری که وقوع تراکم‌های طبیعی جودره (۸۰ تا ۱۶۰ بوته در مترمربع) در مزارع گندم آلوده منجر به کاهش ۳۵ تا ۷۵ درصدی در عملکرد گندم می‌شود (Hamidi and Mazaheri, 2012). علاوه بر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

این، محققان گزارش کردند که حضور بقایای جودره در خاک مزرعه (۰/۸ کیلوگرم در مترمربع) از طریق کاهش در جوانه-زنی و رشد گیاهچه گندم سبب کاهش معنی‌دار عملکرد گندم (۳۲٪) می‌شود (Hamidi *et al*., 2008). در حال حاضر، جودره را می‌توان با علف‌کش سولفوسولفورون در گندم کنترل کرد، اما با مقادیری که بالاتر از برچسب است (Aliverdi and Aliverdi, 2023). اینر امر منجر به مشکلاتی از جمله آسیب‌های متابولیکی به گندم (Baghestani *et al*., 2008) و انتقال بقایای علف‌کش به سال آینده و آسیب‌های متابولیکی به گیاه زراعی بعدی (Kazemi and Hoodaji, 2022) می‌شود. از اینرو، ابزار شیمیایی مناسبی در عمل برای کنترل جودره در مزارع گندم وجود ندارد. در حال حاضر، از طریق اجرای تناوب زراعی گندم–کلزا، کنترل شیمیایی جودره در کلزا با کاربرد علف‌کش‌های متعددی امکان‌پذیر است.

پدیده گرد و خاک یکی از آلاینده‌های جوی در سراسر جهان محسوب می‌شود که شامل ذرات خاک معلق در هوا است که در اثر فرسایش بادی از زمین به هوا بلند می‌شوند. در مقیاس مزرعه، عملیات خاکورزی و تردد در جاده‌های خاکی مزارع (Zhou *et al*., 2006)، اما در مقیاس جهانی، بیابان‌زایی ناشی از گرمایش جهانی و تغییر کاربری زمین ناشی از فعالیت انسان منابع مهمی برای وقوع گرد و خاک محسوب می‌شوند (Najafi Zilaie *et al*., 2022) که سالانه بالغ بر ۲۰۰۰ میلیارد تن خاک برآورد شده است (Shao *et al*., 2011). میزان گرد و خاک ساطع شده با اتمسفر در اثر فعالیت-های خاکورزی یک هکتار زمین کشاورزی بین ۳ تا ۶ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Funk and Reuter, 2004). پدیده گرد و خاک به عنوان یک تنش محیطی برای گیاهان زراعی در نظر گرفته شده است (عالی‌پور و همکاران، ۱۴۰۲؛ Javanmard *et al*., 2020; Lhotská *et al*., 2022). تنش گرد و خاک که از تنش‌های زیستی محسوب می‌شود (مدحج، ۱۴۰۰)، از طریق فیزیکی و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف زندگی گیاه اثرگذار است. این تغییرات به‌صورت افزایش گرفتگی روزنه‌ها، سایه‌اندازی، ریزش برگ و مرگ بافت‌ها، جذب انرژی در طیف مادون قرمز، کاهش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، افزایش دمای برگ و کاهش تبادل گازهای فتوسنتزی و فتوسنتز مشاهده و گزارش شده است. شدت تنش ناشی از گرد و خاک به گونه گیاهی، منبع و میزان گرد و خاک نشست کرده روی برگ‌ها بستگی دارد (Javanmard *et al*., 2020).

ایران به دلیل عوامل طبیعی، فعالیت‌های انسانی و مجاورت با بیابان‌های کشورهایی مانند عراق، سوریه و عربستان سعودی در معرض پدیده گرد و خاک است. در گذشته، گستردگی مناطق مواجه با پدیده گرد و خاک در ایران عمدتاً محدود به بخش‌هایی از استان‌های خوزستان و بوشهر بود، اما در سال‌های اخیر اغلب مناطق کشور در واکنش به گرد و خاک قرار گرفتند (Amiraslani and Dragovich, 2011). تاکنون، حداکثر غلظت روزانه گرد و خاک برابر ۵/۳ گرم بر مترمکعب در اهواز گزارش شده است (Shahsavani *et al*., 2012). در اکثر مناطق کشور، تعداد روزهای گرد و خاکی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

روندی افزایش دارد (Ebrahimi-Khusfi *et al*., 2021) که عمدتاً از اوایل مهر تا اوایل دی، همزمان با کشت گندم زمستانه، رخ می‌دهد. محققان اثر نامطلوب قابل توجه تنش گرد و خاک بر عملکرد گندم کشور را نیز برآورد و گزارش کردند (Zarei *et al*., 2022). همچنین، استفاده از ارقام مناسب می‌تواند به کاهش خسارت ناشی از تنش گرد و خاک کمک کند (قائد امینی و همکاران، ۱۳۹۹). با این وجود، تاکنون اثر گرد و خاک بر رقابت گیاه زارعی و علف هرز مورد بررسی قرار نگرفته است. پژوهش حاضر با این فرضیه که گرد و خاک بر رابطه رقابتی بین گندم و جودره اثرگذار است اجرا گردید.

مواد و روش

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در پاییز ۱۴۰۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۳ گونه گیاهی (جودره و ارقام گندم الوند و پیشگام)، ۹ سطح نسبت‌های مختلف کشت گندم:جودره به‌صورت سری‌های جایگزینی (۸:۰، ۷:۱، ۶:۲، ۵:۳، ۴:۴، ۳:۵، ۲:۶، ۱:۷ و ۰:۸) و ۴ سطح مقدار گرد و خاک (۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر مترمکعب) بودند که در هر یک از مراحل رشدی ۱، ۲ و ۴ برگی گیاهان اعمال گردید.

سنبله‌های جودره در خرداد ۱۴۰۲ از محوطه دانشگاه بوعلی‌سینا جمع‌آوری شدند. با دست، لمای بذرهای جودره از آن‌ها جدا شد تا مانع جوانه‌زنی نباشد. بذرهای جودره و گندم با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۱ دقیقه ضدعفونی و با آب شستشو شدند. سپس، بذرها از سمت شیاردار جهت رشد کلوپتیل بدون خمش بر روی یک لایه کاغذ صافی داخل پتری‌دیش‌های پلاستیکی با قطر ۱۰ سانتی‌متر حاوی ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۲ گرم در لیتر نیترات پتاسیم قرار داده شدند. پتری‌دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در درون یخچال در تاریکی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای آزمایشگاه در تاریکی نگهداری شدند (Aliverdi and Aliverdi, 2023). پتری‌دیش‌ها به گلخانه منتقل و بذرهای جوانه‌زده با نسبت‌های کشت ذکر شده در بالا در گلدان ۲ لیتری پلاستیکی قهوه‌ای رنگ دارای مقطع مربعی کشت شدند. عمق کشت ۱ سانتی‌متر بود. خاک استفاده شده از مزرعه‌ای که سال گذشته در آیش بود جمع‌آوری شده بود و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در پژوهش

رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	ماده آلی (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)
۱۲/۲	۲۷/۲	۶۰/۵	۲/۱	۷/۶	۱	۳۲	۳۶۸	۰/۱

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

گلدان‌ها در گلخانه شیشه‌ای قرار گرفتند و در طول شب، چراغ‌های آن خاموش نگهداشته شدند. گلدان‌ها هفته‌ای یکبار به‌طور یکنواخت و برابر آبیاری شدند. در طول آزمایش، دما و رطوبت نسبی هوای درون گلخانه به ترتیب بین ۱۸ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۳۵ تا ۵۴ درصد اندازه‌گیری شد. روش تهیه گرد و خاک بدین صورت بود که نمونه‌ای از همان خاک بستر کشت آسیاب و الک (مش ۲۰۰) شد. ذرات خاک بدست آمده که قطری کم‌تر از ۷۵ میکرون داشتند به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد درون آون خشک و تا زمان استفاده درون ظرف درب بسته‌ای نگهداری شد. تیمارهای گرد و خاک با کمک اتاقک گرد و خاک ساز (شکل ۱) که قبلاً طراحی و ساخته شده بود (علی‌وردی و کرمی، ۱۳۹۹) اعمال شد. در شکل ۱، تصویری از یکنواختی اعمال گرد و خاک روی سطح زمین و گیاهان ارائه شده است. پس از قرار دادن گلدان‌ها درون این اتاقک، گرد و خاک تهیه شده بر روی آن‌ها توزیع گردید.

شکل ۱: اتاقک گرد و خاک مورد استفاده در مطالعه و نمایی از توزیع گرد و خاک توسط آن

اتاقک گرد و خاک ساز از جنس پلاستیک شفاف با ضخامت جداره ۵ میلی‌متری ساخته شده بود و ابعاد آن برابر ۴۵، ۴۵ و ۱۲۰ سانتی‌متر بود. چهار الک (مش ۵۰) با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر در قسمت بالای اتاقک قرار داشت که با سیم مفتول به یکدیگر و با کِش به جداره اتاقک متصل بودند. فنری به طول ۴۵ سانتی‌متر و به قطر ۲ سانتی‌متر در فاصله ۳ سانتی‌متری بالاتر از محل نصب الک‌ها به جداره اتاقک نصب بود. این اتاقک دارای یک درب تاشو در بخش فوقانی بود که امکان ریختن گرد و خاک تهیه شده را درون الک‌ها فراهم می‌ساخت. با استفاده از کشیدن طنابی که به مرکز فنر وصل بود و از درب اتاقک عبور داده شده بود، فنر به ارتعاش درآورده و باعث ارتعاش الک‌ها می‌شد. در پایین هر الک پارچه‌ای از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

جنس ریون نصب شده بود تا خاک را به طور یکنواخت بر روی سطوح گیاهان توزیع کند. پس از اتمام عمل گرد و خاک سازی، به مدت ده دقیقه به گرد و خاک فضای داخل اتاقک اجازه داده می‌شد تا بر روی سطوح گیاهان نشست کند.

هفت روز پس از آخرین تیمار، سرعت فتوسنتز خالص، سرعت تعرق، غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی و هدایت روزنه‌ای برگ چهارم گیاهان پرورش یافته به‌صورت کشت خالص بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح با استفاده از یک دستگاه فتوسنتزسنج اندازه‌گیری شد. پس از اطمینان داشتن توزیع نرمال با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، داده‌ها در محیط نرم-افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

هفتاد روز پس از کاشت، اندام هوایی گیاهان برداشت و پس از خشکاندن در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، توزین شد تا شاخص تهاجمی (AI) اندازه‌گیری شود. شاخص تهاجمی طبق رابطه ۱ به عنوان یکی از شاخص‌ها برای بررسی شدت رقابت است که جهت توصیف توانایی رقابت بین گونه‌ای ارائه شده است (McGilchrist and Trenbath, 1971).

رابطه ۱: $AI = (Wm/Wp) - (Cm/Cp)$

در این معادله، W و C به ترتیب وزن خشک اندام هوایی جودره و گندم پرورش یافته تحت شرایط کشت مخلوط (m) و خالص (p) می‌باشد. مقدار شاخص تهاجمی برابر صفر نشان دهنده قدرت رقابتی برابر دو گونه است. مقادیر شاخص تهاجمی بیشتر یا کمتر از صفر به ترتیب بدین معنی است که علف‌هرز رقیب قوی‌تر یا ضعیف‌تری در برابر گیاه زراعی تلقی می‌شود (McGilchrist and Trenbath, 1971).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر مقدار گرد و خاک بر وزن خشک هر سه گیاه (جودره و ارقام الوند و پیشگام گندم) پرورش یافته تحت شرایط کشت خالص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که گیاهان مورد بررسی در پژوهش حاضر تحمل متفاوتی به تنش گرد و خاک دارد. به طوری که تحت شرایط کشت خالص گیاهان، اعمال ۱۵۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب اثر معنی‌داری بر وزن خشک هر یک از گیاهان نداشت (جدول ۳). اعمال ۳۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب اثر معنی‌داری بر وزن خشک تک بوته جودره نداشت ولی بر موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک تک بوته ارقام الوند و پیشگام گندم به ترتیب به میزان ۱۹ و ۲۸ درصد شد. این در حالی است که اعمال ۶۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب برای هر سه گونه تنش‌زا بود. به طوری که وزن خشک جودره و ارقام الوند و پیشگام گندم به ترتیب به میزان ۳۲، ۳۴ و ۴۴ درصد در مقایسه با شاهد خود کاهش داد. از اینرو،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

گونه‌های گیاهی مورد بررسی را براساس میزان تحمل آن‌ها به گرد و خاک می‌توان به‌صورت علف‌هرز جودره > رقم الوند گندم > رقم پیشگام گندم رتبه‌بندی کرد. اگرچه اعمال ۱۵۰۰ میکروگرم گرد و خاک بر مترمکعب به گونه‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر تنش وارد نکرد، اما در یک مطالعه قبلی (Javanmard *et al*., 2020) گزارش شده است که اعمال ۱۵۰۰ میکروگرم گرد و خاک بر مترمکعب به چهار گونه درختی تنش معنی‌داری وارد کرد. در همه گونه‌ها، تنش گرد و خاکی اعمال شده باعث کاهش زیست توده، محتوی کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئیدها شد. محققان براساس شدت تنشی که به گیاهان وارد شده آن‌ها را به‌صورت *Celtis caucasica* > *Fraxinus rotundifolia* > *Melia azedarach* > *Morus alba* رتبه-بندی کردند. این نتایج نشان دهنده حساسیت متفاوت گونه‌های گیاهی به تنش گرد و خاک است. موضوع جالبی که آن‌ها مطرح کردند این است که گونه *M. alba* دارای بیش‌ترین پتانسیل انباشت گرد و خاک روی برگ‌های خود را داشت اما کم‌ترین کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده تجربه کرد. در مقابل، گونه *C. caucasica* دارای کم‌ترین پتانسیل انباشت گرد و خاک روی برگ‌های خود را داشت اما بیش‌ترین کاهش را در صفات اندازه‌گیری شده تجربه کرد. در مطالعه‌ای دیگر، محققان ۱۱۵ گرم گرد و خاک بر مترمکعب در طی چهار مرحله بر روی لوبیا چیتی رقم کوشا و علف‌های هرز سلمه‌تره و سوروف اعمال و گزارش کردند که وزن خشک اندام هوایی سوروف تحت اثر تیمار فوق قرار نگرفت ولی وزن خشک اندام هوایی لوبیا چیتی رقم کوشا و سلمه‌تره به ترتیب ۵۶ و ۱۰ درصد کاهش یافت (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹). در مطالعه‌ای دیگر، محققان ۶۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب را روی سه گونه علف‌هرز هالوفیت (*Salsola imbricate, Salicornia persica, Kochia scoparia*) در مرحله رشد رویشی مختلف اعمال و گزارش کردند که هم تاریخ کاشت و هم مواجهه با گرد و غبار، وزن تر و خشک را در همه گونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش داد. علاوه بر این، گرد و غبار به طور معنی‌داری بر محتوی پروتئین و کربوهیدرات اثر منفی گذاشت. اگرچه تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر محتوی پروتئین در هیچکدام از گونه‌ها نداشت، اما بر محتوی کربوهیدرات در گونه‌های *K. scoparia* و *S. imbricata* اثر معنی‌داری داشت (Alipoor and Soltani, 2025).

جدول ۲: آنالیز واریانس (میانگین مربعات) وزن خشک گیاهان تحت شرایط کشت خالص.

منابع تغییر	درجه آزادی	رقم گندم الوند	رقم گندم پیشگام	جودره
مقدار گرد و خاک	۳	۰/۶۵**	۱/۲۴**	۰/۶۱**
خطا	۱۶	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۰۹	۳/۳۵	۴/۷۷

** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون توکی است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر مقدار گرد و خاک و گونه گیاهی و برهم‌کنش بین آن‌ها بر صفات فتوسنتزی گیاهان پرورش یافته تحت شرایط کشت خالص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تحت شرایط کشت خالص گونه‌ها و بدون اعمال گرد و خاک، هر سه گونه گیاهی مورد بررسی از نظر سرعت فتوسنتز خالص، سرعت تعرق، غلظت دی-اکسید کربن بین سلولی و هدایت روزنه‌ای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵). تحت همین شرایط، نتایج مشابهی نیز با اعمال ۱۵۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب مشاهده شد. این در حالی بود که اعمال ۳۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب موجب کاهش سرعت فتوسنتز خالص (۱۹ درصد)، سرعت تعرق (۵۹ درصد)، غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی (۱۳ درصد) و هدایت روزنه‌ای (۲۷ درصد) در رقم گندم پیشگام شد اما بر مؤلفه‌های ذکر شده در رقم گندم الوند و علف‌هرز جودره از نظر آماری بی‌اثر بود. مؤلفه‌های ذکر شده در هر سه گونه با اعمال ۶۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب به طور معنی‌داری کاهش یافت. این نتایج همچنان بر حساسیت بیشتر رقم گندم پیشگام به تنش گرد و خاک در مقایسه با دیگر گونه‌های مورد آزمایش تأکید دارد. اندازه‌گیری غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی در گیاهان تیمار شده با گرد و خاک احتمالاً حاکی از ورود ذرات خاک به درون روزنه و ایجاد اختلال در تبادل گازی برگ می‌باشد. این امر منجر به کاهش سرعت فتوسنتز خالص و رشد گیاهان مورد آزمایش شد. موسوی و همکاران (۱۴۰۲) با اعمال ۶۰ گرم گرد و خاک در مترمکعب بر در یک مرحله رشد رویشی بر روی ماش و علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز اعمال و گزارش کردند که غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی در ماش از ۵۳۰ به ۴۳۷ میکرومول دی اکسیدکربن بر مول کاهش یافت ولی این مولفه در علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز در واکنش به گرد و خاک قرار نگرفت. محققان دیگری به تغییرات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان در مواجهه با تنش گرد و خاک اذعان کردند. به طوری که تنش گرد و خاک (۲۰۰۰ میلی‌گرم بر مترمکعب) بر خواص فیزیولوژیکی در گونه‌های *Pinus eldarica* و *Cupressus sempervirens* بی‌اثر بود، اما در گونه *Ligustrum ovalifolium* موجب افزایش محتوای کلروفیل، طول ساقه و تعداد برگ شد (Taheri Analojeh et al., 2016). در مطالعه‌ای میزان انسداد روزنه با اعمال ۱۵۰۰ میکروگرم

جدول ۳: وزن خشک تک بوته (گرم) گیاهان ۷۰ روز پس از سبز شدن که به‌صورت کشت خالص پرورش یافته و با گرد و خاک تیمار شدند

مقدار گرد و خاک (میلی‌گرم بر مترمکعب)	رقم گندم الوند	رقم گندم پیشگام	جودره
صفر	۲/۶۱a	۲/۵۲a	۲/۶۸a
۱۵۰۰	۲/۵۲a	۲/۲۸a	۲/۳۲a
۳۰۰۰	۲/۱۱b	۱/۸۱b	۲/۳۵a
۶۰۰۰	۱/۷۱b	۱/۴۰c	۱/۸۳b

در هر ستون، مقادیر با حروف یکسان بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نیستند (α=۰/۰۵)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

گرد و خاک روی گونه‌های *Quercus brantii*، *Quercus libani* و *Quercus infectoria* اندازه‌گیری و گزارش شد که به ترتیب ۳۸، ۴۸ و ۶۱ درصد روزنه گیاهان فوق مسدود شد (Moradi *et al*., 2017). در مطالعه‌ای، محققان گیاه *Ficus benjamina* را به مدت ۴ ماه در معرض گرد و خاک کنار جاده‌ای قرار دادند و گزارش کردند که هورمون اسید آبسیزیک در برگ‌ها و ریشه‌های گیاه تیمار شده با گرد و خاک به طور قابل توجهی بالاتر بود. محتوای کلروفیل‌ها a و b، کاروتنوئید، کلروفیلید، فئوفیتین و پورفیرین در گیاه تیمار شده با گرد و خاک کمتر بود. این مطالعه نشان می‌دهد که تنش گرد و خاک کنار جاده‌ای نه تنها کلروفیل برگ، بلکه تمام رنگدانه‌های مشتق شده میانی در مسیر بیوسنتز کلروفیل را تخریب می‌کند (Shah *et al*., 2017). در پژوهشی مشابه، به اثر منفی گرد و خاک کنار جاده‌ای بر محتوای کلروفیل برگ‌های درختان انگور و عملکرد محصول آن پرداخته شده است (Leghari *et al*., 2013). در گونه درختی *Olea europaea*، محققان نشان دادند که افزایش مقدار گرد و خاک روی سطوح برگ موجب افزایش زیست توده خشک برگ و وزن مخصوص برگ ولی کاهش میزان کلروفیل کل برگ و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b شد که منجر به کاهش سرعت فتوسنتز خالص و بازده کوانتومی شد. علاوه بر این، دمای برگ بدون اینکه غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی تغییر قابل توجهی داشته باشد افزایش یافت. آن‌ها تغییرات مشاهده شده در کلروفیل را ناشی از اثرهای سایه‌ای گرد و خاک و یا آسیب به فتوسیستم‌ها دانستند (Nanos and Ilias, 2007). تحت شرایط مزرعه‌ای، محققان نشان دادند که اعمال ۱۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک در مترمربع موجب کاهش ۲۸ درصدی عملکرد پنبه و کاهش ۳۰ درصدی در هدایت روزنه‌ای برگ آن شد در مقایسه با گیاه شاهدی که هر ۳ روز با آب مقطر شستشو می‌شد. این نتایج نشان دهنده مسدود شدن روزنه های سطح رویین برگ با ذرات گرد و خاک است. علاوه بر این، دمای برگ‌های گیاهان تیمار شده با گرد و خاک نیز همواره بیشتر از برگ‌های گیاهان شاهد بود (Zia-Khan *et al*., 2015). در پژوهشی دیگر، گونه گیاهی *Sophora japonica* برای مدت ۲۱ روز متوالی با ۱۶ گرم گرد و خاک بر مترمربع تیمار شد که منجر به کاهش ۱۶ درصدی در عملکرد فتوسنتزی و کاهش ۱۷ درصدی ارتفاع گیاه شد (Bao et al., 2016). در گونه‌های *Euphorbia milii*، *Gardenia jasminoides* و *Hibiscus rosa-sinensis*، اعمال گرد و خاک ۲۲ گرم بر مترمربعی باعث کاهش معنی‌دار محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. در پژوهش فوق، گونه‌های *H. rosa-sinensis* و *G. jasminoides* به ترتیب مقاوم-ترین و حساس‌ترین گونه به تنش گرد و خاک تشخیص داده شدند (Shah *et al*., 2018). محققان دیگری گونه *Solanum tuberosum* را به مدت ۶۰ روز در معرض گرد و خاک با مقادیر صفر تا ۴ گرم در مترمربع قرار تیمار و گزارش کردند که زیست توده و محتویات رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت (Tomar *et al*., 2018). آن‌ها گزارش کردند که با افزایش مقدار گرد و خاک، تعداد و اندازه روزنه‌ها در هر دو سطح برگ به تدریج کاهش ولی تعداد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

و طول کرک‌ها به تدریج افزایش یافت. محققان دیگری اثر گرد و خاک سنگین ۳۵ میلی‌گرم بر سانتی‌مترمربعی را بر پنبه بررسی و گزارش کردند که این تیمار منجر به افزایش نقطه جبران نور و نقطه اشباع نور و کاهش سرعت فتوسنتز خالص تحت نور اشباع شد (Li and Mu, 2021). آن‌ها نشان دادند که در اثر تجمع گرد و خاک، برگ‌های پنبه نازک‌تر ولی محتوای کلروفیل آن افزایش یافت. این نتایج بیانگر آن است که تجمع گرد و خاک سنگین اثرهای مشابهی به‌صورت تحمل به سایه در پنبه ایجاد می‌کند بدون اینکه سازگاری فتوشیمیایی برای نور کم حاصل شود. در مطالعه‌ای دیگر، محققان ۱۱۵ گرم گرد و خاک بر مترمکعب در طی چهار مرحله بر روی لوبیا چیتی رقم کوشا اعمال و گزارش کردند که سرعت فتوسنتز، محتوای کلروفیل‌های a و b و کارتنوئیدها، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، زیست توده و عملکرد دانه لوبیا به طور معنی‌دار و منفی در واکنش به تیمار گرد و خاک فوق قرار گرفت (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۴: آنالیز واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه در گیاهان تحت شرایط کشت خالص.

منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت فتوسنتز خالص	سرعت تعرق	غلظت دی اکسید کربن بین سلولی	هدایت روزنه‌ای
گونه گیاهی	۲	۱۲/۷۵**	۰/۲۰**	۱۲۸۶/۲۱**	۰/۰۱**
گرد و خاک	۳	۲۳/۳۵**	۱/۶۴**	۱۱۱۵۶/۰۶**	۰/۱۰**
گونه گیاهی × گرد و خاک	۶	۲/۹۶**	۰/۱۹**	۷۱۱/۹۱**	۰/۰۰۲**
خطا	۴۸	۰/۶۰	۰/۰۰۴	۷۵/۶۴	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۳۵	۵/۵۲	۳/۴۴	۹/۶۴

** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون توکی است.

جدول ۵: مؤلفه‌های فتوسنتز و تبادل گازی گیاهان در ۴۵ روز پس از سبز شدن که به‌صورت خالص پرورش یافته و با گرد و خاک تیمار شدند

گونه گیاهی	گردوخاک (میلی‌گرم بر متر مکعب)	سرعت خالص فتوسنتز (میکرومول دی اکسیدکربن بر متر مربع بر ثانیه)	سرعت تعرق (میلی‌مول آب بر متر مربع بر ثانیه)	غلظت دی اکسید کربن بین سلولی (میکرومول دی اکسیدکربن بر مول)	هدایت روزنه‌ای (مول آب بر متر مربع بر ثانیه)
رقم گندم الوند	صفر	۱۲/۳۲a	۱/۴۱a	۲۷۷/۰۱a	۰/۶۸a
	۱۵۰۰	۱۲/۵۵a	۱/۵۲a	۲۸۰/۲۵a	۰/۶۲a
	۳۰۰۰	۱۳/۰۹a	۱/۰۶a	۲۵۶/۴۴ab	۰/۵۷ab
	۶۰۰۰	۱۰/۳۵bc	۰/۷۱bc	۲۱۸/۵۷b	۰/۴۶c
رقم گندم پیشگام	صفر	۱۳/۰۱a	۱/۵۸a	۲۶۸/۳۵a	۰/۶۸a
	۱۵۰۰	۱۲/۹۷a	۱/۳۲a	۲۷۳/۶۶a	۰/۶۰ab
	۳۰۰۰	۱۰/۴۵bc	۰/۶۴c	۲۳۱/۶۹c	۰/۴۹c
	۶۰۰۰	۹/۶۵c	۰/۶۲c	۱۹۸/۵۷d	۰/۴۸c
جودره	صفر	۱۳/۸۲a	۱/۳۳a	۲۶۲/۳۳a	۰/۶۸a
	۱۵۰۰	۱۳/۸۳a	۱/۴۱a	۲۶۵/۱۵a	۰/۶۷a
	۳۰۰۰	۱۳/۴۱a	۱/۲۵ab	۲۷۱/۴۵a	۰/۵۹ab
	۶۰۰۰	۱۱/۳۲b	۰/۹۷b	۲۲۳/۰۱bc	۰/۵۲bc

در هر ستون، مقادیر با حروف یکسان بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نیستند (α=۰/۰۵)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

نمودارهای سری جایگزینی دو رقم گندم (الوند و پیشگام) و جودره که با مقادیر صفر، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب تیمار شدند در شکل ۲ و میزان شاخص تهاجمی جودره در برابر هر یک از ارقام گندم نیز در جدول ۷ و نتایج آنالیز واریانس آن در جدول ۶ ارائه شده است. در تمام نمودارهای سری جایگزین، عملکرد نسبی کل از نظر آماری برابر ۱ بود. همانطور که از گونه‌های نزدیک انتظار می‌رود، این نتیجه نشان می‌دهد که جودره و ارقام گندم دارای جایگاه اکولوژیکی یکسانی هستند و برای کسب منابع یکسان نیز رقابت می‌کنند. در مطالعه‌های قبلی نیز برخورداری از یک جایگاه اکولوژیکی مشابه برای دو گونه گیاهی با قرابت نزدیک، برای مثال، *Amaranthus lividus* در برابر *Amaranthus hybridus* (Berry *et al*., 2006)، *Triticum aestivum* در برابر *Avena fatua* (Blackshaw and Brandt, 2009) و *Chenopodium quinoa* در برابر *Chenopodium album* (Aliverdi, 2024) گزارش شده است. تحت شرایط بدون گرد و خاک، شاخص تهاجمی جودره در برابر ارقام الوند و پیشگام به ترتیب برابر ۰/۰۵- و ۰/۰۲+ اندازه‌گیری شد که از نظر آماری تفاوتی با صفر نداشتند. در همین شرایط، خط زیست توده نسبی مشاهده شده تقریباً موازی با خط زیست توده مورد انتظار بود که نشان دهنده قدرت رقابتی برابر بین علف‌هرز جودره با هر یک از ارقام گندم الوند و پیشگام است. این درحالی بود که در تحقیقات قبل، به قدرت رقابتی بیشتر علف‌هرز جودره در برابر ارقام چمران گندم (رئوفی و همکاران، ۱۴۰۲) و داراب (کهنسال و همکاران، ۱۳۸۹) اذعان شده است. در نمودارهای سری جایگزینی مربوط به وضعیت اعمال ۱۵۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب، منحنی برای جودره به شکل محدب و برای هر یک از ارقام گندم به شکل مقعر درآمد (شکل ۲). اگرچه ۱۵۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب بر گونه‌های مورد آزمایش تنش‌زا نبود (جدول ۳)، اما این تیمار موجب افزایش مقادیر شاخص تهاجمی جودره را در برابر هر دو رقم گندم شد. به طوری که مقادیر این شاخص به طور معنی‌داری بیشتر از صفر بود (جدول ۷). تحدب و تقعر منحنی‌ها و نیز مقادیر شاخص تهاجمی جودره با اعمال مقادیر بیشتر گرد و خاک به طور پیوسته افزایش یافت. در تمامی مقادیر گرد و خاک، شاخص تهاجمی جودره در برابر گندم رقم پیشگام بیشتر از گندم رقم الوند بود که نشان دهنده آن است که تحت شرایط گرد و خاک، قدرت رقابتی رقم پیشگام گندم با شدت بیشتری در برابر جودره کاهش یافته است و خسارت بیشتری از علف‌هرز جودره دیده است. این پدیده می‌تواند به حساسیت بیشتر رقم پیشگام گندم به تنش گرد و خاک در مقایسه با رقم الوند گندم باشد که در بالا به آن پرداخته شد (جدول ۵). بر اساس تئوری رقابت ظاهری، هر چیزی (مثل تنش) که بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و پاسخ‌های رشدی گیاهان اثر بگذارد می‌تواند بر نتیجه رقابت بین دو گونه گیاهی نیز اثرگذار باشد (Renton and Chauhan, 2017; Kaur *et al*., 2018). از اینرو، پاسخ نسبی ارقام گندم و جودره به تنش گرد و خاک احتمالاً می‌تواند نتیجه رقابت را تعیین کند. قاسمی و همکاران (۱۳۹۹) در قالب اجرای آزمایش سری‌های جایگزینی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

گزارش کردند که با افزایش نسبت تراکمی علف‌های هرز سوروف و سلمه‌تره صفات لوبیا (عملکرد و زیست توده) بیشتر در واکنش به علف‌های هرز قرار گرفت و این اثرها با اعمال ۱۵۰۰ میل‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب تشدید گردید. در پژوهشی با اعمال ۰/۰۴ میلی‌لیتر باران گل‌آلود حاوی مقادیر مختلف خاک مشخص شد که تنها باران گل‌آلود حاوی ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام خاک قادر به ایجاد تنش روی سلمه‌تره و کینوآ شد به طوری که باعث کاهش وزن خشک آن‌ها تا ۱۰ درصد شد. نتایج کشت گونه‌های فوق در یک طرح سری جایگزینی نشان داد که بر اساس مقادیر شاخص تهاجمی، هر دو گونه در هنگام تیمار با باران حاوی صفر و ۶۲۵ پی‌پی‌ام خاک، توانایی رقابتی یکسانی داشتند. ولی باران‌های دیگری که حاوی خاک بیشتری بودند موجب افزایش مقادیر شاخص تهاجمی سلمه‌تره در برابر کینوا شد (Aliverdi, 2024). این یافته همراه با یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند دیدگاه جدیدی در مورد درک استراتژی‌های پایداری علف‌های هرز در بوم‌نظام-های کشاورزی ارائه دهد.

جدول ۶: آنالیز واریانس (میانگین مربعات) شاخص تهاجمی جودره در برابر دو رقم گندم.

منابع تغییر	درجه آزادی	رقم گندم الوند	رقم گندم پیشگام
گرد و خاک	۳	۰/۰۳**	۰/۰۴**
خطا	۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۵۶	۲/۷۵

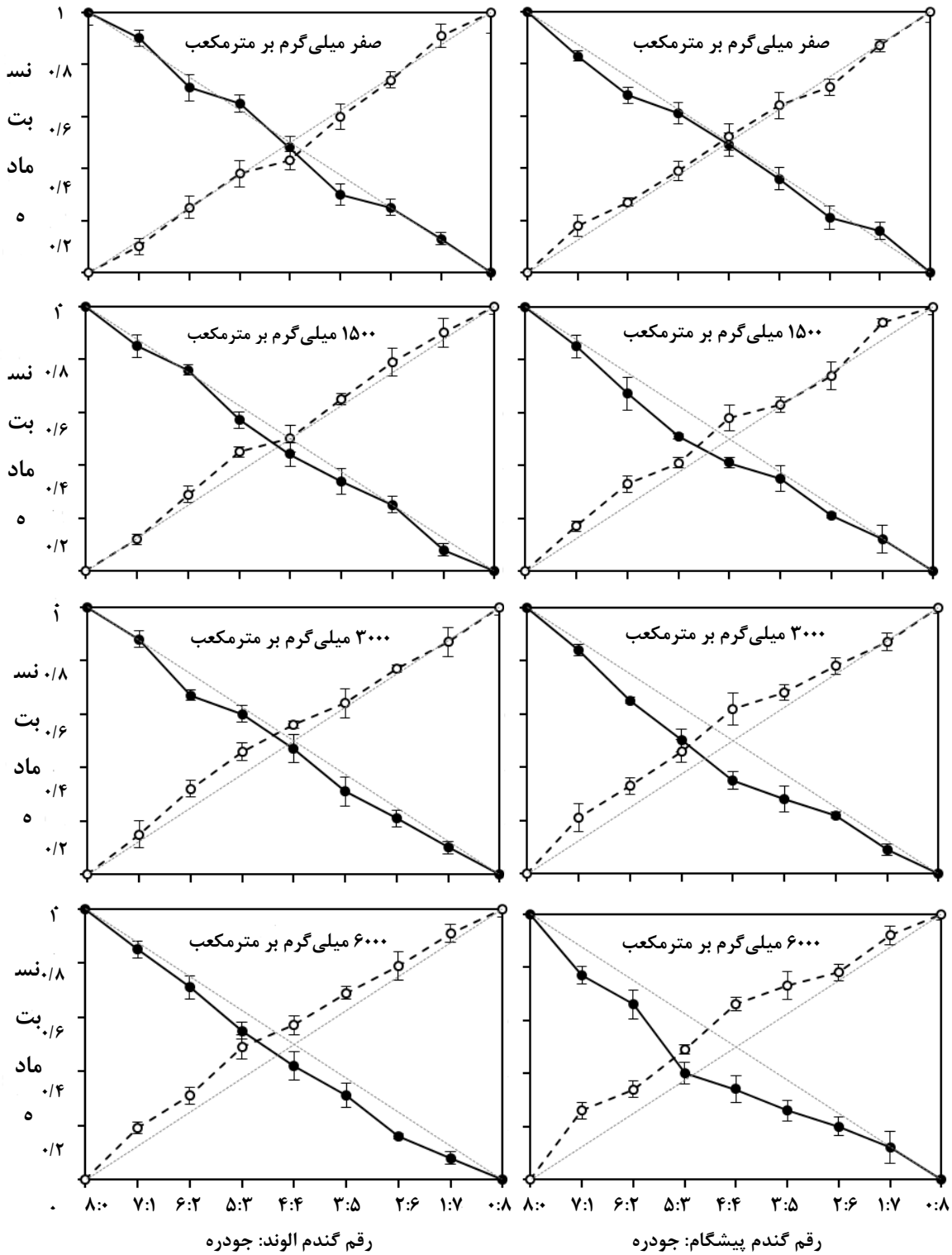
** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون توکی است

جدول ۷: شاخص تهاجمی جودره در برابر دو رقم گندم تحت شرایط گرد و خاک

گرد و خاک (میلی‌گرم بر مترمکعب)	رقم گندم الوند	رقم گندم پیشگام
صفر	-۰/۰۵a	+۰/۰۲ab
۱۵۰۰	+۰/۰۹b	+۰/۱۷c
۳۰۰۰	+۰/۱۱c	+۰/۲۷cd
۶۰۰۰	+۰/۱۵c	+۰/۳۲d

در هر ستون، مقادیر با حروف یکسان بر اساس آزمون توکی معنی‌دار نیستند (α=۰/۰۵)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]



شکل ۲: نمودارهای سری جایگزینی دو رقم گندم (●) و جودره (○) سه بار تیمار شده، در مراحل ۱، ۲ و ۴ برگی، با صفر، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم گرد و خاک بر مترمکعب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر فرضیه مطرح شده در بخش مقدمه را تأیید می‌کند. توان رقابتی بین گونه‌ای جودره و هر یک از ارقام گندم الوند و پیشگام در شرایط بدون گرد و خاک برابر بود ولی با اعمال گرد و خاک، به ویژه در مقادیر بالا، به نفع جودره تغییر یافت. محققان قبلی عوامل متعددی را برای طغیان جودره در مزارع گندم کشور مطرح کردند. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که افزایش وقوع پدیده گرد و خاک در سال‌های اخیر را می‌توان به عنوان عامل مؤثر دیگری جهت طغیان جودره در مزارع گندم دانست. علاوه براین، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که آگاهی از قدرت تهاجمی تحریک‌شده جودره در برابر گندم توسط گرد و خاک نشست کرده روی آن‌ها ممکن است دیدگاه‌های جدیدی را برای درک استراتژی‌های سماجت علف‌های هرز در بوم‌نظام‌های کشاورزی ارائه دهد. براساس نتایج تحقیق حاضر پیش‌بینی می‌شود که دوره بحرانی کنترل جودره در گندم تحت سناریوی گرد و خاک احتمالاً زودتر آغاز شود که نیاز به بررسی دارد. علاوه براین، پیش‌بینی می‌شود که در بخشی از مزرعه که به جاده خاکی نزدیک‌تر است، به دلیل وقوع گرد و خاک جاده‌ای حاصل از تردد وسایل نقلیه، خسارت علف‌هرز جودره به عملکرد گندم بیشتر باشد.

منابع

اسداله‌زاده، ر.، حاتمی، ع. و نادری، ا. (۱۳۹۸). اثر تنش گرما و محدودیت آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱(۴۳): ۱۳۸-۱۱۹.

افشاریان‌زاده، ر.، مجیدی هروان، ا.، نصری، م.، حیدری شریف آباد، ح. و نورمحمدی، ق. (۱۴۰۳). مقایسه عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیک و بیوشیمیایی ارقام گندم در شرایط کم آبیاری در منطقه ورامین. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۶ (۶۴): ۱۵۳-۱۳۳.

خسروی، ح.، اکبری، ن.، دانشور، م.، اکبرپور، ا.ع. و رحیمی مقدم، س. (۱۴۰۰). بررسی اثرات تاریخ کاشت و رقم بر اجزای عملکرد و میزان انتقال مجدد ماده خشک سه ژنوتیپ گندم (*Triticum aestivum* L.) در منطقه خرم آباد. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۵۲): ۵۸-۴۱.

رئوفی، م.، گیتی، س.، حاتمیه، ف.، صادقی‌زاده، م. و غنایی، ص. (۱۴۰۲). پاسخ رقابتی گندم (*Triticum aestivum*) با علف هرزجودره (*Hordeum spontaneum*) در جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، تحت سطوح تراکمی مختلف. پنجمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران. ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۲. تهران.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

شفیعی، ه.، علیزاده، ح.، اویسی، م. و مین‌باشی معینی، م. (۱۴۰۳). بررسی تغییر فلور علف‌های هرز مزارع گندم آبی شهرستان اصفهان طی یک دوره پانزده ساله. علوم گیاهان زراعی. ۵۵(۱): ۲۲-۱۱.

عالی‌پور، س.، سلطانی، ا.، اله دادی، ا.، قربانی جاوید، م. و اکبری، غ.ع. (۱۴۰۲). تأثیر تنش ریزگرد بر برخی خصوصیات عملکردی و فیزیولوژیکی دو گونه سالسولا (*Salsola imbricata*) و سالیکورنیا (*Salicornia iranica*) در تاریخ‌های مختلف کاشت. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۶(۱): ۲۲۸-۲۱۳.

علی‌وردی، ا. و کرمی، س. (۱۳۹۹). اثر و رفع اثر خاک نشست کرده روی اندام‌های هوای تاتوره بر کارایی کلوپیرالید. چغندرقند. ۳۶ (۱): ۱۱۵-۱۰۷.

فرهنگ‌فر، م.، اویسی، م.، رحیمیان مشهدی، ح. و علیزاده، ح. (۱۳۹۶). برهمکنش تراکم گیاهی و کود نیتروژن در رقابت گندم با علف‌هرز جودره (*Hordeum spontaneum*) تحت تأثیر غلظت‌های علف‌کش سولفوسولفورون+ مت سولفورون در دو منطقه کرج و قم. دانش علف‌های هرز. ۱۳(۱): ۵۶-۴۵.

قائد امینی، م.، فتحی، ق.، سیاهپوش، ع.، قرینه، م.ح. و لطفی جلال آبادی، ا. (۱۳۹۹). تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم دوروم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۴۸(۱۲): ۶۲-۴۷.

کهنسال، ا. (۱۳۸۹). بررسی رقابت بین جودره (*Hordeum spontaneum*) و هیبریدهای گندم بهاره (چمران و داراب ۲) در شهرستان فسا. دومین سمپوزیوم ملی کشاورزی و توسعه پایدار. ۲۶ - ۲۸ تیر، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، کرج.

مدحج، ع. (۱۴۰۰). فیزیولوژی تنش گرما در گندم. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۵۱): ۲۰۱-۱۷۹.

موسوی، س.ک. (۱۳۹۸). پاسخ علف‌هرز جودره (*Hordeum spontaneum* C. Koch) به رهیافت‌های مدیریتی در تناوب زراعی گندم-نخود-گندم در شرایط دیم استان لرستان. دانش علف‌های هرز. ۱۵(۱۹): ۱۳۸-۱۳۵.

موسوی، س.ک.، قنبری، ع.، قربانی، ر. و باغستانی، م.ع. (۱۳۹۶). اثرات تغییر اقلیم بر نواحی در معرض تهاجم علف‌هرز کشیده برگ مهاجم جودره (*Hordeum spontaneum* K. Koch) در ایران و جهان. بوم‌شناسی کشاورزی. ۹ (۱): ۲۶۱-۲۴۵.

موسوی، م.س.، تاب، ع.ر. و حاجی نیا، س. (۱۴۰۲). رقابت بین ماش و تاج خروس ریشه قرمز تحت شرایط گرد و خاک. پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران. ۳۷(۳): ۳۵۰-۳۲۷.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

مین‌باشی معینی، م.، اسفندیاری، ح.، پورآذر، ر.، جعفرزاده، ن.، جمالی، م.ر. و ویسی، م. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات جمعیت علف‌های هرز جودره (*Hordeum spontaneum* Koch.) طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ در مزارع گندم کشور. دانش علف‌های هرز. ۱۴(۲): ۱۰۶-۸۷.

Alipoor, S. and Soltani, E. 2025. A Comparative analysis of forage production in dust-stressed Amaranthaceae halophytes. International Journal of Plant Production 19, 605-617.

Aliverdi, A. 2024. Muddy rain stimulates the aggressivity of lambsquarters (*Chenopodium album* L.) against quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Industrial Crops and Products 214, 118496.

Aliverdi, A. and Aliverdi, A. 2023. The efficacy of sulfosulfuron on spontaneous barley as affected by the type, size, and outlet design of flat fan nozzle. Crop Protection 168, 106210.

Amiraslani, F. and Dragovich, D. 2011. Combating desertification in Iran over the last 50 years: an overview of changing approaches. Journal of Environmental Management 92(1): 1-13.

Baghestani, M.A., Zand, E., Mesgaran, M.B., Veysi, M., Pourazar, R. and Mohammadipour, M. 2008. Control of weed barley species in winter wheat with sulfosulfuron at different rates and times of application. Weed Biology and Management 8(3): 181-190.

Bao, L., Ma, K., Zhang, S., Lin, L. and Qu, L. 2016. Urban dust load impact on gas-exchange parameters and growth of *Sophora japonica* L. seedlings. Soil, Plant and Environment 61, 309-315.

Berry, A.D., Stall, W.M., Rathinasabapathi, B., Macdon Ald, G.E. and Charudattan, R. 2006. Aggressivity: Cucumber vs. Amaranth. Weed Technology 20(4): 986-991.

Blackshaw, R.E. and Brandt, R.N. 2009. Phosphorus fertilizer effects on the competition between wheat and several weed species. Weed Biology and Management 9(1): 46-53.

Ebrahimi-Khusfi, Z., Nafarzadegan, A.R. and Dargahian, F. 2021. Predicting the number of dusty days around the desert wetlands in southeastern Iran using feature selection and machine learning techniques. Ecological Indicators 125, 107499.

FAO. 2023. Wheat. Retrieved 3 Sept 2024, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Funk, R. and Reuter, H.I. 2004. Dust production from arable land caused by wind erosion and tillage operations. International Symposium on Sand and Dust Storms, 12th-14th September 2004, National Satellite Meteorological Center, Beijing, China.

Ghasemi, E. Taab, A. and Radicetti E. 2020. Study the effect of soil dust on the competitiveness between bean (*Phaseolud vulgaris* cv. Kosha) and *Chenolodium album* (L.) and *Echinochloa cruss-galli* (L.) P. Beauv. Environmental Sciences 18(2): 219-236.

Hamidi, R. and Mazaheri, D. 2012. Winter wheat growth and yield influenced by wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.) competition. Journal of Agricultural Science 4(8): 190-198.

Hamidi, R., Mazaheri, D., Rahimian, H., Alizadeh, H.M., Ghadiri, H. and Zeinali, H. 2008. Phytotoxicity effects of soil amended residues of wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.) on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Desert 13(1): 1-7.

Hamidi, R., Mazaheri, D. and Rahimian, H. 2010. Effects of nitrogen on *Hordeum spontaneum* (Koch) competition with winter wheat. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 4: 4695-4700.

Jakob, S.S., Rödder, D., Engler, J.O., Shaaf, S., Ozkan, H., Blattner, F.R. and Kilian, B. 2014. Evolutionary history of wild barley (*Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*) analyzed using multilocus sequence data and paleodistribution modeling. Genome Biology and Evolution 6(3): 685-702.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

Javanmard, Z., Tabari Kouchaksaraei, M., Bahrami, H.A., Hosseini, S.M., Modarres Sanavi, S.A.M., Struve, D., & Ammere, C. 2020. Soil dust effects on morphological, physiological and biochemical responses of four tree species of semiarid regions. European Journal of Forest Research 139: 333-348.

Kaur, S., Kaur, R. and Chauhan, B.S. 2018. Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems. Crop Protection 103, 65-72.

Kazemi, A., and Hoodaji, M. 2022. Soil residues of sulfosulfuron herbicide in wheat field determined by bioassay and laboratory methods. Soil, Plant and Environment 68(4): 173-179.

Lhotská, M., Zemanová, V., Pavlík, M., Pavlíková, D., Hnilička, F., and Popov, M. 2022. Leaf fitness and stress response after the application of contaminated soil dust particulate matter. Scientific Reports 12(1): 10046.

Li, L. and Mu, G. 2021. Similar effects as shade tolerance induced by dust accumulation and size penetration of particulates on cotton leaves. BMC Plant Biology 21, 149.

Leghari, S., Asrar Zaid, M., Savangzai, A., Faheem, M., Shawani, G. and Ali, W. 2013. Effect of road side dust pollution on the growth and total chloroohyll contents in *Vitis vinifera* L. (Grape). African Journal of Biotechnology 13, 1273-1242.

McGilchrist, C.A., and Trenbath, B.R. 1971. A revised analysis of competition experiments. Biometrics 27, 659-671.

Moradi, A, Taheri Abkenar, K., Afshar Mohammadian, M., and Shabanian, N. 2017. Effects of dust on forest tree health in Zagros oak forests. Environmental Monitoring and Assessment. 189, 549-559.

Najafi Zilaie, M., Mosleh Arani, A., Etesami, H. and Dinarvand, M. 2022. Improved salinity and dust stress tolerance in the desert halophyte *Haloxylon aphyllum* by halotolerant plant growth-promoting rhizobacteria. Frontiers in Plant Science 13, 948260.

Nanos, G.D. and Ilias, I.F. 2007. Effects of inert dust on Olive (*Olea europeaea* L.) leaf physiological parameters. Environmental Science and Pollution Research International 14, 212-214.

Norouzi, M.A., Benakashani, F., Soltani, E., Karimi, S. and Akbari, G.A. 2024. Comparative study of influence of water stress on effectiveness of sulfosulfuron to two species of weeds through biomass and photo-physiological parameters. Crop Protection 178, 106589.

Renton, M. and Chauhan, B.S. (2017). Modelling crop-weed competition: why, what, how and what lies ahead? Crop Protection 95, 101-108.

Shah, K., ul Amin, N., Ahmad, I. and Ara, G. 2018. Impact assessment of leaf pigments in selected landscape plants exposed to roadside dust. Environmental Science and Pollution Research 25, 23055-23073.

Shah, K., ul Amin, N., Ahmad, I., Shah, S. and Hussain, K. 2017. Dust particles induce stress, reduce various photosynthetic pigments and their derivatives in *Ficus benjamina*. A landscape plant. International Journal of Agriculture and Biology 19: 1469-1474.

Shahsavani, A., Naddafi, K., Jafarzade Haghighifard, N., Mesdaghinia, A., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Arahami, M., Sowlat, M.H., Yarahmadi, M., Saki, H., Alimohamadi, M., Nazmara, S., Motevalian, S.A. and Goudarzi, G. 2012. The evaluation of PM10, PM2.5 and PM1 concentrations during the Middle Eastern Dust (MED) events in Ahvaz, Iran, from April through September 2010. Journal of Arid Environments 77, 72-83.

Shao, Y., Wyrwoll, K.H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z. and McTainsh, G.H. 2011. Dust cycle: an emerging core theme in Earth system science. Aeolian Research 2(4): 181-204.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

Taheri Analojeh, T., Azimzadeh, H.R., Mosleh Arani, A. and Sodaiezadeh, H. 2016. Investigating and comparing short period impact of dust on physiological characteristics of three species of *Pinus eldarica*, *Cupressus sempervirens*, and *Ligustrum ovalifolium*. Arabian Journal of Geosciences 9, 1-12.

Tomar, D., Ahmad Khan, A., and Ahmad, G. 2018. Response of potato plants to foliar application of cement dust. Tropical Plant Research 5, 41-45.

WFO. 2024. The world flora online plant list. Retrieved 3 Sept 2024, from http://www.worldfloraonline.org.

Zarei, N., Ali, S., Daneshvar Kakhki, M., Shahnoushi Froshani, N., Rezvani Moghaddam, P., and Sabouhi Sabouni, M. 2022. An investigation into the effect of dust on wheat yield. Journal of Environmental Assessment Policy and Management 24(3): 2250032.

Zhou, J., Tao, B., and Messersmith, C.G. 2006. Soil dust reduces glyphosate efficacy. Weed Science. 54(6): 1132-1136.

Zia-Khan, S., Spreer, W., Pengnian, Y., Zhao, X., Othmanli, H., He, X., and Müller, J. 2015. Effect of dust deposition on stomatal conductance and leaf temperature of cotton in northwest China. Water 7(1): 116-131.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]

Effect of soil dust on photosynthesis, gas exchange, and the competitive ability of wild barley versus wheat

A. Aliverdi [1*] and S. Karami[2]

1 &2) Department of Plant Production and Genetics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Corresponding author*: a.aliverdi@basu.ac.ir

Received date: 2025.07.29 **Accepted date: 2025.11.12**

Abstract

To investigate the competition between wheat and wild barley under dusty conditions, a greenhouse experiment was conducted as a factorial experiment in a completely randomized design in 2023 at Bu-Ali Sina University. The experimental factors included plant species (wild barley and wheat cv. Alvand and Pishgam), wheat:wild barley cropping ratios (8:0, 7:1, 6:2, 5:3, 4:4, 3:5, 2:6, 1:7, and 0:8), and dust concentration (0, 1500, 3000, and 6000 mg/m3). Using 3000 mg/m^3 soil dust did not affect wild barley, but it reduced the dry weight of wheat cv. Alvand and Pishgam by 19 and 28%, respectively, and the net photosynthesis rate (19%), transpiration rate (59%), intercellular carbon dioxide concentration (13%), and stomatal conductance (27%) in wheat cv. Pishgam. These traits were significantly reduced in all three species by applying 6000 mg/m^3 soil dust. Without soil dust, the competitive ability of wild barley versus wheat cultivars was equal. Although 1500 mg/m^3 soil dust was not stressful on the species, it increased the aggressivity index of wild barley versus wheat cultivars, indicating an increased competitive ability of wild barley against them. In all levels of soil dust, the aggressivity index of wild barley versus wheat cv. Pishgam was higher than wheat cv. Alvand. Therefore, the increase in the occurrence of soil dust phenomenon could be one of the reasons for the outbreak of wild barley in wheat fields.

Key words: stress, replacement series, aggressivity index and weed.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-07-02]