Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.11, No.2, Fall & Winter, 2023-2024
p. 221-235
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2023.6578.1218

University of Birjand

Original Article

Evaluation of Allelopathic and Antifungal Effects of Saffron (*Crocus sativus* L.) Leaves and Corm Extracts on Wild Mustard and *Alternaria* sp.

Zahra Tavakoli[1], Mehdi Jahani[2], Hossein Hammami [3, 4, 5*]
1- Undergraduate Student, Department of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Associate Professor, Department of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
4- Member of the Plant and Environmental Stresses Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran.
5- Member of the Unconventional Water Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran.
*Corresponding author: *hhammami@birjand.ac.ir*

Received 11 July 2023; Accepted 11 September 2023

Extended Abstract

Introduction: Saffron is obtained from the dried red stigmas of *Crocus sativus* L., an autumnal herbaceous flowering plant belonging to the Iridaceae family. It is largely cultivated in Iran, India, Afghanistan, Greece, Morocco, Spain and Italy. Due to the increase of crop living stresses and side effects of chemical pesticides, recent investigations have been conducted to study herbicidal and fungicidal potential of medicinal plant such as Saffron. Saffron is one of the plants, whose allelopathic effect on various organs has been reported to affect the seed germination of some weed species. It is well known that saffron leaves and corms produce bioactive compounds. Some of these compounds have a role in the inhibition of plant growth and seed germination in their vicinity. The present research was conducted with the aim of evaluating the allelopathic and antifungal effect of extraction solution of leaves and corms of saffron *(Crocus sativus)* on wild mustard and *Alternari*a sp.

Materials and Methods: To evaluate the allelopathic and fungicidal effect of saffron leaf and corm extracts on the germination and growth characteristics wild mustard and *Alternaria* sp., independent factorial experiments were conducted as factorial arrangement based on the completely randomized design with four replications at the Faculty of Agriculture of Birjand University in 2022. Treatments to test the inhibitory effect of the saffron extract on weed seed germination characteristics included two types of saffron organs (leaf and corm) and seven extract concentrations (0, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2,

and 4 w/v %). Experimental treatments to investigate the inhibitory effect of saffron extract on the growth of *Alternaria* sp. fungus included two types of saffron organs (leaf and corm) and seven extract concentrations (0, 1, 0.5, 25. 0, 0.125, 0.625, and 0.0312 w/v %). The measured and calculated traits included germination percentage, germination rate, mean germination time, radicle length and weight, plumule length and weight, seedling weight and seed vigor, and wild mustard allometric coefficient, as well as the growth rate of fungi colonies.

Results and Discussion: The results showed that the type of extract has an effect on germination rate, mean germination time, radicle length and weight, shoot length and weight, seedling weight, seedling vigor, and allocation coefficient of wild mustard were significant, and the corm extract had more negative effects compared to the leaf extract. By increasing extract concentration; its effectiveness also increased as by increasing extract concentration to 4 % significant decrease in the length and weight of the radicle, the length and weight of the shoot, the weight and the length plumule of the wild mustard seedling compared to the control. The results of the interaction effect of the type of extract and the concentration of the extract on the growth characteristics of the wild mustard primary seedling showed that the lowest root length, fresh and dry weight of the root, stem length and fresh and dry weight of the stem, the weight of the seedling and the root of the plant related to the concentration of 4 % root extract. 75.2, 68.7, 68.4, 68.7, 75.2, 75.4, 73.5, and 72.3 percent decrease compared to the control, respectively, while the reduction values of root length, fresh weight and root dry weight, stem length and stem wet and dry weight, seedling weight and seedling stem in the case of leaf extract are 48.2, 46.7, 44, 48, 48.8, 46.8, 47.4 and 47 respectively. It was a percentage. The results of the interaction effect of the treatments showed that on the ninth and twelve days, concentrations of 0.125, 0.25, 0.5, and 1% of corm extract and 1% concentration of leaf extract inhibited 100% of *Alternaria* fungus growth.

Conclusion: Finally, the results of these experiments showed that the effect of inhibiting the germination and growth of wild mustard as well as the antifungal effect is greater in saffron corm extract than in leaf extract. Therefore, considering the results of this research and conducting more research in the field of allelopathic and fungicidal effects of saffron organ extracts, we can proceed to produce natural herbicides and fungicides.

Conflict of Interest : Authors declared no conflict of interest.

Keywords: Antifungal, Fungus colony, Natural fungicide, Natural herbicide, Pathogen.

نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد یازدم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۲
شماره صفحه: ۲۳۵-۲۲۱
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2023.6578.1218

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) بر خردل وحشی و قارچ آلترناریا

زهرا توکلی[۱]، مهدی جهانی[۲]، حسین حمامی[۳،۴،۵*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، بیماری‌های گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۲- دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۴- عضو گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۵- عضو گروه پژوهشی آب‌های نامتعارف، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

*نویسنده مسئول: *Email: hhammami@birjand.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه‌ی علف‌هرز خردل وحشی و قارچ آلترناریا آزمایش‌های مستقلی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش دگرآسیبی و ضدقارچی شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (دگرآسیبی: صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) (ضدقارچی: صفر، ۰/۰۳۱۲، ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ وزنی-حجمی) بودند. نتایج نشان داد که اثر نوع عصاره بر جوانه زنی و رشد گیاهچه خردل وحشی معنی‌دار بود. نتایج اثر متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره بر خصوصیات رشد گیاه‌چه اولیه خردل وحشی نشان داد که کم‌ترین طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک ساقه‌چه، وزن حشک گیاه‌چه و بنیه گیاه‌چه مربوط به غلظت چهار درصد عصاره بنه به ترتیب با ۷۵/۲، ۶۸/۷، ۶۸/۴، ۶۸/۷، ۷۹/۲، ۷۵/۴، ۷۳/۵ و ۷۲/۳ درصد کاهش نسبت به شاهد است در حالی که مقادیر کاهش طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاه‌چه و بنیه گیاه‌چه در مورد عصاره برگ به ترتیب ۴۸/۲، ۴۶/۷، ۴۴، ۴۸، ۴۸/۸، ۴۶/۸، ۴۷/۴ و ۴۷ درصد بود. نتایج اثر متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره بر قطر کلونی قارچ آلترناریا نشان داد که در روز نهم و دوازدهم غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد عصاره بنه و غلظت ۱ درصد از عصاره برگ مانع ۱۰۰ درصدی رشد پرگنه قارچ آلترناریا شدند.

واژه‌های کلیدی: پاتوژن، علف‌کش طبیعی، قارچ‌کش طبیعی، کلونی قارچ.

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق،[1] به‌عنوان گران‌بهاترین محصول دنیا دارای سطح زیر کشت وسیعی در نقاط مختلف ایران است (Kafi et al., 2002). تکثیر در زعفران زراعی به دلیل اتوتریپلوئید بودن، فقط از طریق رویشی انجام شده و این گیاه دارای توان تولید بذر نبوده و از طریق بنه تکثیر می‌شود (Aghhavani Shajari et al., 2015). این گیاه دارای توان دگرآسیبی بر علف‌های هرز و جلوگیری از رشد قارچ های بیماریزا است (Hammami et al., 2020).

خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) گیاهی یک‌ساله زمستانه، علفی، ایستا به ارتفاع ۳۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر و از خانواده شب بو (Brassicaceae) بوده که تنها روش تکثیر آن بذر می‌باشد. این علف‌هرز به دامنه وسیعی از دما (۴۸ –۱۵ درجه سلسیوس) سازگاری داشته و به آسانی در اثر یخبندان از بین نمی‌رود (Warwick et al., 2005). خردل وحشی به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهم در گیاهان زراعی مختلف بویژه گیاهان زمستانه مطرح می‌باشد و تاکنون این گیاه به‌عنوان علف هرز ۳۰ محصول زراعی در ۵۲ کشور جهان معرفی شده است. در ایران نیز این گیاه به‌عنوان اصلی‌ترین علف‌هرز پهن‌برگ کشت‌های پاییزه مطرح است (Mirkamali, 1999). به‌طوری‌که یکی از مهم‌ترین علفهای هرز مزارع گندم، جو، نخود، عدس، کلزا و سبزی‌های پاییزه نظیر باقلا است (Huang et al., 2001). این علف هرز به‌دلیل زادآوری زیاد، پایداری بانک بذر، قدرت رقابتی و رشد بالا، در اکثر مناطق دنیا پایدار است (Mirkamali, 1999). از این رو مدیریت این گیاه به عنوان علف‌هرز در محصولات زراعی مختلف ضروری است.

جنس آلترناریا (*Alternaria* spp.) بیش از ۲۷۵ گونه دارد. آلترناریا با ایجاد لکه روی برگ‌ها و قسمت‌های سبز گیاه و کاهش فتوسنتز باعث بیماری می‌شود (Woudenberg, 2015). این قارچ با تولید آنزیم‌های سلولاز و پکتین متیل-گالاکتوروناز، دیواره سلولی را تجزیه کرده و با تولید اسید-آلترناریک، سلول میزبان را از بین برده، مواد غذایی مورد نیاز خود را جذب کرده و روی میزبان تکثیر می‌گردد (Templeton, 2013). مهم‌ترین میزبان‌های آلترناریا محصولاتی مانند گوجه‌فرنگی، سیب زمینی، کلم چینی، کلم بروکلی، سیب و مرکبات می‌باشند که باعث بیماری‌هایی از قبیل لکه برگی‌ها، پوسیدگی سیاه و بلایت زودرس در این محصولات می‌شود (Maqsoodi & Taheri, 2018). از این رو کنترل خردل وحشی و قارچ آلترناریا برای تولید مناسب محصول از نظر کمی و کیفی ضروری است.

سموم شیمیایی به عنوان متداول‌ترین روش کنترل بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز بیش‌ترین استفاده را دارند. خسارت‌های ناشی از تجزیه طولانی مدت سموم شیمیایی در محیط سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و احتمال ورود سموم به زنجیره‌غذایی که باعث عدم تعادل بین میکروارگانیسم‌ها می‌شود را افزایش می‌دهد (Hajian Far & Zarbakhsh, 2006). با توجه به پیامدهای منفی ناشی از علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها، استفاده از سموم مصنوعی باید بهینه شده و کاهش یابد (Nollet & Rathore, 2017). یکی از روش‌ها و راهکارهای بسیار مناسب و سازگار محیط زیست جهت کاهش این پیامدهای منفی، استفاده از ترکیبات طبیعی دارای فعالیت علف‌کشی و قارچ‌کشی است. در این راستا استفاده از ترکیبات گیاهی دارای توان ممانعت از رشد و فعالیت علف‌های هرز و قارچ‌ها در تحقیقات مختلف مورد توجه واقع شده است (Nollet & Rathore, 2017).

برخی گزارش‌ها بیانگر آن است که گیاهان دارویی دارای پتانسیل دگرآسیبی باشند (Musavi et al., 2018; Rashed Mohassel et al., 2009 Hammami et al., 2020؛ Alimoradi et al., 2008). لذا گیاهان دارویی، منبع مناسبی از مواد دگرآسیب به‌شمار می‌روند که در توسعه علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های طبیعی مفید خواهند بود. گیاه دارویی زعفران دارای اثرات بازدارندگی روی رشد قارچ‌ها و علف‌های هرز مختلف است (Azizi et al., 2012). اگر چه ممکن است تمام اندام‌های گیاه حاوی مواد آللوپاتیک باشند، ولی برگ‌ها و بنه‌ها از مهم‌ترین منابع تولید کننده این ترکیبات هستند (Williamson, 1990). وجود ترکیبات دگرآسیب در زعفران که باعث ممانعت از جوانه‌زنی و رشد گیاهان زراعی و علف‌های هرز مختلف می‌شوند گزارش شده است (Musavi et al., 2018; Rashed Mohassel et al., 2009). علی پور و محمودی (Alipoor & Mahmoodi, 2015) نشان دادند که عصاره آبی برگ و

[1] Iridaceae

بنه زعفران باعث کاهش جوانه‌زنی علف هرز خاکشیر و علف پشمکی شد. کاهش وزن خشک گیاهچه هرز علف شلمی (Alimoradi et al., 2008) و مَرغ (Ghesmati et al., 2018) تحت تأثیر سطوح مختلف عصاره برگ و بنه زعفران به اثبات رسیده است. فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2014) نیز نشان دادند که اثرات دگر آسیبی عصاره زعفران بر شاخص‌های رشد گیاهچه‌ای آروگولا[1] (*Eruca sativa* Mill.) معنی‌دار بوده و با افزایش غلظت عصاره، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. افزایش غلظت عصاره زعفران از صفر به ۲ درصد، سرعت جوانه‌زنی بذر چغندرقند ۲۹ درصد کاهش داد (Feizi et al., 2018). نتایج آزمایش حمامی و همکاران (Hammami et al., 2020) نشان داد که اثر ممانعت کنندگی از جوانه‌زنی و رشد خرفه در عصاره بنه زعفران بیشتر از عصاره برگ است.

همچنین اثر ضدقارچی ترکیبات استخراج شده از گیاهانی نظیر ریحان، چریش، اکالیپتوس، تاتوره و خرزهره و سیر برای کنترل قارچ (*Alternaria solani*) در شرایط آزمایشگاهی و درون شیشه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در شرایط آزمایشگاهی، عصاره برگ‌های تاتوره، چریش و سیر در غلظت ۵ درصد موجب کاهش رشد میسیلیومی *A. solani* شد در حالی‌که عصاره ریحان در غلظت ۱ و ۵ درصد و عصاره خرزهره در غلظت ۵ درصد پایین‌ترین اثر بازدارندگی رشد میسیلیومی پاتوژن را نشان دادند (Nashwa & Ab- Elyousr, 2012). گزارش شده است که افزایش غلظت عصاره زعفران باعث کاهش رشد و توسعه میسیلیوم قارچ پنی‌سیلیوم شد و عصاره بنه نسبت به عصاره برگ باعث اثر بازدارندگی بیشتر رشد میسیلیوم قارچ پنی‌سیلیوم شد (Hammami et al., 2020).

با توجه به شواهد علمی موجود مبنی بر خاصیت بازدارندگی زعفران بر رشد علف‌های هرز و قارچ‌های بیماری‌زا، این مطالعه با هدف ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر جوانه‌زنی خردل وحشی و کنترل رشد قارچ آلترناریا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی خردل وحشی و قارچ آلترناریا آزمایش‌های مجزا به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقات بذر و آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خردل وحشی (آزمایش دگرآسیبی) شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) بودند. تیمارهای آزمایش بررسی اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر رشد قارچ *Alternaria* sp. (آزمایش ضد قارچی) شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۰۳۱۲، ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی- حجمی) بودند. صفات مورد مطالعه در آزمایش دگرآسیبی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه و ضریب تخصیص خردل وحشی بودند و در آزمایش ضد قارچی میانگین قطر کلونی قارچ *Alternaria* sp. بودند.

بذرهای خردل وحشی از مزارع مختلف گندم و کلزا واقع در اطراف مشهد جمع آوری شد و تا زمان شروع آزمایش به مدت ۶ ماه در یخچال نگهداری شد. آزمون مقدماتی جوانه‌زنی استاندارد در ۴ تکرار ۱۰۰ تایی (۹۸ درصد جوانه‌زنی) برای ارزیابی درصد جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفت. برگ‌ها و بنه‌های زعفران از مزارع چهارساله شهرستان سرایان روستای کامرود (عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه و ۲۸ ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۵۴ ثانیه شرقی) جمع‌آوری شد. برگ‌ها و بنه‌های زعفران پس از جمع‌آوری به‌منظور جداسازی بقایای خاک با آب شستشو شده و به‌مدت یک هفته در شرایط سایه خشک شدند و به تفکیک به‌وسیله آسیاب پودر شدند. برای تهیه عصاره آبی، مقدار ۴۰ گرم پودر خشک برگ و بنه زعفران با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و به مدت دو ساعت بر روی شیکر با ۲۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از گذشت ۴۸

[1] Arugula

ساعت، محلول حاصل، از کاغذ صافی واتمن عبور داده شدند و عصاره مادر تهیه شد (بیشترین غلظت در تیمارها). سپس با رقیق‌سازی عصاره مادر، غلظت‌های مورد نیاز جهت اجرای آزمایش تهیه‌شده و مورد استفاده قرار گرفت (Mojab & Mahmodi, 2008). به‌دلیل اثر بازدارندگی شدید عصاره‌های زعفران بر رشد میسلیوم قارچ ها با توجه به نتایج آزمایش بر روی قارچ پنی سیلیوم، از غلظت‌های بسیار رقیق‌شده‌تر نسبت به آزمایش دگرآسیبی استفاده شد (Hammami et al., 2020).

برای آزمایش اول از پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر نه سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا پتری‌دیش‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و ضدعفونی گردید. بذرها نیز به کمک محلول هیپوکلریت سدیم نیم درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی شده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با آب مقطر شستشو داده شدند. در هر واحد آزمایشی ۲۵ بذر سالم بر روی یک لایه کاغذ واتمن شماره یک قرار داده شده و ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره‌ها به آن‌ها اضافه شد. پتری‌دیش‌ها در انکوباتور قرار داده شده و به‌مدت ۱۰ روز شمارش بذرهای جوانه‌زده که دارای حداقل دو میلی‌متر طول ریشه‌چه بود در ساعت نه صبح هر روز انجام شد. در انتهای روز دهم طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. سپس وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه پس از ۴۸ ساعت قرار دادن در آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی (معادله ۱) و سرعت جوانه‌زنی (معادله ۲) (Feizi et al., 2013)، میانگین زمان جوانه‌زنی (معادله ۳)، بنیه گیاهچه (معادله ۴) و ضریب تخصیص (معادله ۵) (Jafarian & Ahmadi, 2016).

معادله ۱ $$GP = GS/TS \times 100$$

GS: تعداد بذرهای جوانه‌زده، TS: تعداد کل بذرهای آزمایش شده

معادله ۲ $$GR = \Sigma Ni/ti$$

GR: سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)، ni: تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام، ti: تعداد روزهای پس از جوانه‌زنی

معادله ۳ $$MGT = \Sigma (Di \times Ni)/ \Sigma Ni$$

در این معادله MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، N تعداد بذرهایی که در روز D ام جوانه زدند و D تعداد روزهایی‌که از آغاز زمان جوانه‌زنی‌گذشته می‌باشند.

معادله ۴

$$\text{بنیه گیاهچه} = \frac{\text{طول گیاهچه} \times GP}{100}$$

در این معادله GP درصد جوانه‌زنی را نشان می‌دهد و طول گیاه چه مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه است.

معادله ۵

$$\text{ضریب تخصیص} = \frac{\text{میانگین طول ریشه‌چه}}{\text{میانگین طول ساقه‌چه}}$$

برای آزمایش ضد قارچی، از غلظت‌های عصاره آبی در هفت سطح (صفر، ۰/۰۳۱۲، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی- حجمی) استفاده شد. قارچ مورد استفاده در این آزمایش از قبل شناسایی (در حد جنس قارچ انجام شد) و خالص سازی به دقت انجام شده بود. به‌منظور بررسی اثر ضدقارچی عصاره‌های زعفران از محیط کشت PDA[1]استفاده شد. در این روش، محیط کشت در ارلن‌های یک لیتری تهیه گردید و اتوکلاو شد. بعد از سرد شدن محیط عصاره‌ها در غلظت‌های مختلف به محیط اضافه گردید و به‌هم زده شدند تا امولسیونی کاملاً یکنواخت ایجاد گردد. سپس محیط‌های حاصل درون پتری‌دیش‌هایی به قطر نه سانتی‌متر تقسیم و اجازه داده شد تا محیط کاملاً منجمد گردد. قبل از بستن کامل محیط کشت، دیسک‌هایی به قطر پنج میلی‌متر به وسیله کورک بورر[2]از حاشیه میسلیوم‌های قارچ هفت روزه به‌صورت معکوس، در مرکز پتری‌دیش‌ها روی محیط کشت قرار داده شد. برای هر غلظت سه پتری‌دیش به‌عنوان تکرار استفاده شد. سپس پتری‌دیش‌ها با پارافیلم بسته شده و به داخل انکوباتور[3]با دمای ۲۵ درجه سلیوس منتقل شده و تا پایان هر دوره آزمایش در این شرایط نگهداری شدند. برای هر گروه از تیمارها، تیمار بدون عصاره به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. رشد رویشی هاله قارچها تا زمانی که سطح محیط کشت پتری شاهد توسط قارچ کاملاً اشغال شد هر ۳ روز اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن توسط نرم‌افزار SAS 9.4آنالیز شد. به‌منظور مقایسه میانگین از آزمون

[1] Potato Dextrose Agar

[2] Cork borer

[3] Incubator

LSD محافظت‌شده در سطح احتمال معنی‌داری ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمایش دگرآسیبی: اثر عصاره‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی خردل وحشی: نتایج تجزیه واریانس اثر نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی خردل وحشی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده اثر معنی‌دار غلظت عصاره بر درصد جوانه‌زنی در سطح معنی‌داری یک درصد است. نوع عصاره و اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشتند. سرعت جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری تحت تأثیر اثر ساده نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران قرار گرفت (سطح معنی‌داری پنج درصد). اما اثر متقابل تیمارها بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نشد. میانگین زمان جوانه‌زنی تحت تأثیر معنی‌دار نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران قرار گرفت (سطح معنی‌داری یک درصد). در حالی‌که اثر متقابل این تیمارها بر میانگین زمان جوانه‌زنی خردل وحشی معنی‌دار نشد.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، عصاره بنه با سرعت جوانه‌زنی ۸/۶۸ بذر در روز تأثیر کاهشی بیش‌تری نسبت به عصاره برگ داشت (جدول ۲). اثر اصلی نوع عصاره بر میانگین زمان جوانه‌زنی خردل وحشی معنی‌دار بوده و تأثیر کاهشی عصاره بنه از برگ بیش‌تر بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت عصاره بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی از غلظت ۲ درصد به‌دست آمد و بین سایر سطوح با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت (جدول ۳). این نتایج برخلاف سایر گزارش های منتشر شده نشاندهنده عدم واکنش شدید درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی نسبت به عصاره های زعفران است (Hammami et al., 2020; Alipoor & Mahmoodi, 2015). کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های ۲ و ۴ درصد به ترتیب به میزان ۲۳/۴ و ۲۱/۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. البته اختلاف بین غلظت‌های ۲ و ۴ درصد در سطح ۵ درصد معنی دار نبود (جدول ۳). کاهش سرعت جوانه‌زنی در بذر خرفه با افزایش غلظت عصاره برگ و بنه زعفران به ۴ درصد به ترتیب به میزان ۴۵/۹ و ۶۴/۸ درصدی مشاهده شده است (Hammami et al., 2020).

نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت عصاره بر میانگین زمان جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین شاخص مذکور از غلظت ۴ درصد به‌دست آمد و سایر سطوح با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند (جدول ۳). اثر ساده غلظت عصاره برگ و بنه زعفران نشان داد که میانگین زمان جوانه‌زنی خرفه در غلظت ۴ درصد ۵۲/۴ درصد افزایش یافت (Hammami et al., 2020). مرحله جوانه‌زنی بذرها یکی از حساس‌ترین مراحل زندگی گیاهان است. آثار دگرآسیبی اغلب در اوایل چرخه زندگی شدیدتر است و از جوانه‌زنی بذرها ممانعت می‌کند (Bhowmik & Inderjit, 2003). در بررسی اثر دگرآسیبی زعفران بر شاخص‌های رشد گیاه پنیرک[1]نیز نتیجه گرفته شد که با افزایش درصد غلظت، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافتند (Izadpanah et al., 2010).

تأثیر دگرآسیبی گیاه زعفران بر جوانه‌زنی سایر گیاهان، به‌وجود مواد دگرآسیب شیمیایی از جمله فلاونوئید و کومارین در اندام‌های این گیاه نسبت داده می‌شود (Alipoor & Mahmoodi, 2015). ترکیبات دگرآسیب با تأثیر منفی بر هورمون‌های محرک جوانه‌زنی مانند جیبرلین و هم‌چنین با اثر روی فعالیت آنزیم‌های ویژه مانند آمیلازها و پروتئینازها که برای فرآیند جوانه‌زنی ضروری است باعث کاهش جوانه‌زنی بذر می‌شوند (Kruse et al., 2000).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه خردل وحشی در سطح معنی‌داری یک درصد داشت در حالی که اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه خردل وحشی در سطح یک درصد و طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

[1] *Malva sylvestris* L.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی خردل وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران.

Table 1. Analysis of variance germination characteristics of wild mustard under the effect saffron extracts.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time
نوع عصاره Extract type (E)	1	10.286^{ns}	15.795^{*}	1.592^{**}
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	88.571^{**}	6.835^{*}	0.702^{**}
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	30.286^{ns}	3.665^{ns}	0.093^{ns}
خطا Error	42	24	2.331	0.101
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	5.37	16.57	9.14

^{NS}، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده نوع عصاره بر صفات جوانه‌زنی خردل وحشی.

Table 2. Mean comparisons of saffron extract type on germination traits of wild mustard.

نوع عصاره Extract type	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seed per day)	میانگین زمان جوانه‌زنی (بذر در روز) Mean germination time (seed per day)
بنه Corm	8.68^{b}	3.64^{a}
برگ Leaf	9.75^{a}	3.30^{b}
LSD (5 %)	0.82	0.17

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on LSD.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت عصاره بر صفات جوانه‌زنی خردل وحشی.

Table 3. Mean comparisons of saffron extract concentration on germination traits of wild mustard.

غلظت عصاره (وزنی-حجمی) Extract concentration (M.V)	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seed per day)	میانگین زمان جوانه‌زنی(بذر در روز) Mean germination time (seed per day)
0	90.5^{ab}	10.34^{a}	3.38^{bc}
0.25	94^{a}	9.98^{ab}	3.27^{c}
0.5	93.5^{a}	9.76^{ab}	3.24^{c}
1	94^{a}	9.17^{ab}	3.45^{bc}
1.5	91^{ab}	9.26^{ab}	3.20^{c}
2	84.5^{b}	7.92^{b}	3.80^{ab}
4	91.5^{a}	8.07^{b}	3.97^{a}
LSD (5 %)	2.94	1.54	0.32

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on LSD.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس صفات گیاه‌چه خردل وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران.

Table 4. Analysis of variance seedling characteristics of wild mustard under the effect saffron extracts.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن خشک ریشه‌چه Dried weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule	وزن خشک ساقه‌چه Dried weight of plumule
نوع عصاره Extract type (E)	1	19.945**	6.608**	18.646 **	0.677 **	120.291 **	5.531 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	26.189**	112.627 **	37.052 **	1.370 **	159.953 **	8.937 **
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	2.732 **	0.405 *	1.336 **	0.039 *	16.545 **	1.145 **
خطا Error	42	0.128	0.155	0.394	0.014	0.660	0.100
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	6.59	9.21	8.62	8.55	6.26	9.77

NS، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاه‌چه خردل وحشی

Table 5. Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on seedling characteristics of wild mustard.

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره (وزنی-حجمی) Extract concentration (M.V)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم) Fresh weight of radicle (mg)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Dried weight of radicle (mg)	وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم) Fresh weight of plumule (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Dried weight of plumule (mg)
عصاره بنه Extract corm	0	7.79 a	5.85 a	9.97 a	1.90 ab	18.72 a	4.72 a
	0.25	6.54 b	5.14 bc	8.88 b	1.68 cd	15.88 b	3.93 cd
	0.5	6.62 b	4.69 c	8.03 b	1.51 e	16.002 b	3.98 cd
	1	5.43 d	3.77 d	6.48 c	1.21 f	12.99 d	3.31 e
	1.5	2.92 g	3.61de	6.17 cd	1.17 fg	7 g	1.79 g
	2	2.49 g	2.58 f	4.29 e	0.84 h	6.05 g	1.55 gh
	4	1.93 h	1.83 g	3.12 f	0.60 i	3.89 h	1.16 h
عصاره برگ Extract leaf	0	7.68 a	6.11 a	10.17 a	2.01 a	18.49 a	4.57 ab
	0.25	7.04 b	5.65 ab	9.87 a	1.84 bc	16.89 b	3.73 cde
	0.5	6.86 b	5.22 bc	8.91 b	1.69 cd	16.56 b	4.17 bc
	1	6.01 c	4.75 c	8.08 b	1.54 de	14.49 c	3.68 de
	1.5	5.88 cd	3.74 de	6.37 c	1.21 f	14.03 cd	3.48 e
	2	4.63 e	3.64 de	6.20 cd	1.16 fg	11.1 e	2.78 f
	4	3.98 f	3.18 e	5.42 d	1.03 g	9.47 f	2.43 f
LSD (5 %)		0.5	0.56	0.89	0.16	1.15	0.45

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on LSD.

با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، در تیمارهای عصاره بنه و برگ کم‌ترین طول ریشه‌چه از غلظت چهار درصد به‌دست آمد که به‌ترتیب ۷۵/۲ و ۴۸/۱ درصد کاهش را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۵). کم‌ترین طول ساقه‌چه نیز از غلظت ۴ درصد غلظت بنه به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۶۸/۷ درصد کاهش نشان داد. در تیمارهای عصاره برگ غلظت ۴ درصد ۴۷/۹ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد نشان داد. وزن تر ریشه‌چه در تیمار چهار درصد غلظت عصاره بنه ۶۸/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و در تیمار چهار درصد غلظت برگ ۴۶/۷ درصد وزن تر ریشه‌چه نسبت به شاهد کاهش یافت. تیمار چهار درصد عصاره بنه دارای کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه بود که ۶۸/۴ درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. وزن خشک ریشه‌چه در تیمار چهار درصد عصاره برگ ۴۸/۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کم‌ترین وزن تر و خشک ساقه‌چه از تیمار چهار درصد غلظت عصاره بنه حاصل شد که به‌ترتیب ۷۹/۲ و ۴۸/۸ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. درتیمارهای غلظت برگ نیز کم‌ترین وزن تر و خشک ساقه‌چه از غلظت چهار درصد به‌دست آمد که به‌ترتیب ۷۵/۴ و ۴۶/۸ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول ۵).

حمامی و همکاران (Hammami et al., 2020) تأثیر کاهشی بیش‌تر عصاره بنه نسبت به برگ زعفران بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه خرفه را گزارش کردند. اثر کاهشی عصاره برگ، بنه و گلبرگ زعفران بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه در گیاهان هرز مختلف مانند تاج خروس وحشی، ازمک، خاکشیر ایرانی، جوموشی، علف پشمکی، سلمه تره و هم‌چنین گیاهان زراعی مختلف مانند زیره سبز و گوجه‌فرنگی گزارش شده است (Alipoor & Mahmoodi, 2015; Asgarpour et al., 2015; Rashed Mohassel et al., 2009; Musavi et al., 2018; Salari et al., 2018). نتایج آزمایشی دیگر نشان داد که عصاره آبی برگ آفتابگردان باعث کاهش طول ریشه‌چه گیاه خردل وحشی شد (Ghiazdowsk et al., 2007) که با نتایج ما همخوانی دارد.

ممانعت از تقسیم و رشد سلول‌ها به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های اثرگذاری مواد دگرآسیب شناخته شده است که از طریق اختلال در تعادل هورمون‌های جیبرلین و اکسین روی می‌دهد (Muzel Trezi et al., 2016). عاملی دیگر که می‌تواند در تشدید اثرات آللوکمیکال‌ها دخیل باشد پتانسیل اسمزی عصاره است. در واقع با افزایش میزان آللوکمیکال‌ها پتانسیل اسمزی کاهش می‌یابد و جذب آب را با مشکل مواجه می‌کند (Alam et al., 2001). هم‌چنین آللوکیمیکال‌ها می‌تواند برخی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و شیمیایی گیاهان از جمله جذب مواد معدنی، هورمون‌های گیاهی، فتوسنتز، تنفس، غشاء سلولی و نفوذپذیری غشای سلولی، تقسیم سلولی و سنتز پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و با افزایش غلظت آللوکمیکال‌ها تخریب این فرآیندها افزایش می‌یابد (Batish et al., 2001).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک گیاه‌چه و بنیه گیاه‌چه معنی‌دار شد (جدول ۶). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک گیاهچه به مقدار ۶/۶۳ و ۳/۴۶ گرم مربوط به تیمار شاهد و غلظت چهار درصد عصاره بنه حاصل شد (جدول ۷). نتایج اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین بنیه گیاه‌چه مربوط به تیمار شاهد و غلظت چهار درصد عصاره بنه بود (جدول ۷). ضریب تخصیص تحت تأثیر اثر اصلی نوع عصاره و اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره قرار گرفت (جدول ۶). با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها بیش‌ترین ضریب تخصیص مربوط به غلظت ۱/۵ درصد عصاره برگ و کم‌ترین آن در تیمار ۱/۵ درصد عصاره بنه مشاهده شد (جدول ۷). حجتیان فر و همکاران (Hojjatianfar et al., 2011) نشان دادند که عصاره گلبرگ زعفران باعث کاهش وزن خشک گیاه‌چه ذرت سینگل کراس شد هم‌چنین تور و تاواها (Ture and Tawaha, 2002) با تأثیر عصاره آبی خردل سیاه روی گیاه زراعی عدس نشان دادند که با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های مختلف خردل سیاه وزن خشک گیاه‌چه‌های عدس کاهش یافت. در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که اندام برگ و بنه زعفران، وزن برگ، وزن ساقه و وزن تک بوته تاج خروس و سلمه‌تره را کاهش می‌دهد، ضمن آنکه در مورد تاج خروس، تأثیر بازدارندگی اندام برگ و در مورد سلمه‌تره، تأثیر کاهندگی اندام بنه بیش‌تر به دست آمد(Rashed Mohassel et al., 2009).

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی خردل وحشی تحت تأثیر عصاره‌های زعفران.

Table 6. Analysis of variance germination characteristics of wild mustard under the effect saffron extracts.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	وزن خشک گیاه‌چه Dried weight of seedling	بنیه گیاه‌چه Seedling vigour	ضریب تخصیص Allometric coefficient
نوع عصاره Extract type (E)	1	10.077**	9.082**	0.204*
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	17.135**	17.111**	0.062ns
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	1.269**	0.648**	0.219**
خطا Error	42	0.116	0.102	0.032
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	7.38	7.20	14.22

NS، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاه‌چه خردل وحشی.

Table 7. Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on seedling characteristics of wild mustard.

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره (وزنی-حجمی) Extract concentration (M.V)	وزن خشک گیاه‌چه (میلی‌گرم) Dried weight of seedling (mg)	بنیه گیاه‌چه Seedling vigour	ضریب تخصیص Allometric coefficient
عصاره بنه Extract corm	0	6.63 a	6.06 ab	1.33 bc
	0.25	5.61 bc	5.60 cd	1.28 bc
	0.5	5.50 bc	5.32 de	1.41 ab
	1	4.52 d	4.32 f	1.44 ab
	1.5	2.97 f	3.07 g	0.83 e
	2	2.40 g	2.18 h	0.99 de
	4	1.76 h	1.68 i	1.08 cde
عصاره برگ Extract leaf	0	6.58 a	6.34 a	1.26 bc
	0.25	5.57 bc	5.84 bc	1.24 bcd
	0.5	5.86 b	5.62 bcd	1.31 bc
	1	5.22 c	5.05 e	1.27 bc
	1.5	4.69 d	4.22 f	1.61 a
	2	3.94 e	3.43 g	1.27 bc
	4	3.46 e	3.36 g	1.25 bc
LSD (5 %)		0.48	0.45	0.25

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on LSD.

تخریب غشاهای سلولی و افزایش غلظت مالون دی‌آلدهید (که بیانگر تخریب غشاهای سلولی است) و تأثیر منفی آن بر فرآیندهای فیزیولوژیک مانند فعالیت آنزیم‌ها تحت تأثیر ترکیبات دگرآسیبی می‌تواند یکی از دلایل عمده کاهش رشد گیاه‌چه گیاهان هدف تحت تأثیر حضور مواد دگرآسیب باشد (Farhoodi & Lee, 2012). آگاه و همکاران (Agah et al., 2013) کم‌ترین شاخص قدرت گیاه‌چه از غلظت ۱۰۰ درصد عصاره آبی بنه زعفران گزارش کردند و اظهار داشتند که وجود موادی در پیاز زعفران است که در مقادیر بالا اثر ممانعت کنندگی روی شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی و بنیه بذر داشته و می‌تواند روی استقرار و رشد اولیه گیاه‌چه تأثیر بگذارد. کاهش شاخص‌های مربوط به بنیه بذر می‌تواند به‌علت فعالیت یک ترکیب

گلیکوکانجیوکیت[1] در پیازهای زعفران باشد (Fernandez et al., 2000).

آزمایش ضدقارچی: اثر عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی آلترناریا: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس آزمایش، نشان داد که در بین عصاره‌های مورد بررسی و غلظت های مختلف آن ها و هم‌چنین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر قطر کلونی قارچ آلترناریا در هر چهار مرحله نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد به استثنای اثر نوع عصاره بر قطر کلونی قارچ در روز سوم (سطح معنی‌داری پنج درصد) وجود دارد (جدول ۸).

با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها، غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد از عصاره بنه و برگ از رشد قارچ آلترناریا در روز سوم به‌طور کامل ممانعت کردند. در روز ششم غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد از عصاره بنه و غلظت ۱ درصد از عصاره برگ از رشد قارچ به‌طور ۱۰۰ درصدی ممانعت کرد. در روز نهم و دوازدهم غلظت های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد عصاره بنه و غلظت ۱ درصد از عصاره برگ مانع ۱۰۰ درصدی رشد قارچ آلترناریا شدند (جدول ۹). اثر ضدقارچی بنه زعفران به‌دلیل وجود ترکیبات ضدقارچی گزارش شده است (Rubi-Moraga et al., 2011). مشابه نتایج این مطالعه، تاثیر بازدارندگی عصاره بنه بر رشد قارچ پنیسیلیوم بیشتر از عصاره برگ گزارش شده است (Hammami et al., 2020). مهار رشد پاتوژن توسط عصاره‌های آبی زعفران به این دلیل است که عصاره‌ها دارای متابولیت‌های ثانویه با فعالیت ضد قارچی مانند پلی فنل‌ها و تری ترپنوئیدها هستند (Milajerdi et al., 2013). همچنین اثر ضد قارچی در بخش‌های انتهایی بنه زعفران که دارای مقدار بیش‌تری از ترکیبات متابولیت‌های ثانویه مانند تری‌ترپنوئید و ساپونین است در مقایسه با سایر قسمت‌های بنه بیش‌تر است (Rubi-Moraga et al., 2013). وحیدی و همکاران (Vahidi et al., 2002) اثرات عصاره های زعفران را روی قارچ‌های کاندیدا آلبیکنس[2] و آسپرژیلوس نیجر بررسی کردند و توانایی مهارکنندگی آن را بر قارچ‌های مورد مطالعه مشاهده نمودند. تأثیر معنی‌دار فعالیت ضدقارچی عصاره‌های زعفران علیه کاندیدا آلبیکنس، آسپرژیلوس فومیگیتس[3] و آسپرژیلوس نیجر[4] توسط مظفر[5] و همکاران (Muzaffar et al., 2016) نیز مشخص گردید.

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس قطر کلونی قارچ آلترناریا تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 8. Analysis of variance *Alternaria* fungus colony diameter under the effect saffron extracts.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	قطر کلونی روز ۳ Colony diameter in the third day	قطر کلونی روز ۶ Colony diameter in the sixth day	قطر کلونی روز ۹ Colony diameter in the ninth day	قطر کلونی روز ۱۲ Colony diameter in the twelveth day
نوع عصاره Extract type (E)	1	0.012 *	2.399 **	2.033 **	2.389 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	0.067 **	0.842 **	1.110 **	1.738**
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	0.009 **	0.237 **	0.382 **	0.381 **
خطا Error	42	0.0026	0.0182	0.0036	0.0048
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	17.41	22.09	7.76	8.04

NS، * و ** : به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

NS, * and **: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

[1] Glycoconjugate
[2] *Candida albicans*
[3] *Aspergillus fumigates*
[4] *Aspergillus niger*
[5] Muzaffar

جدول ۹. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع و غلظت عصاره زعفران بر قطر کلونی قارچ آلترناریا.

Table 9. Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on *Alternaria* fungus colony diameter.

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره (وزنی-حجمی) Extract concentration (M.V)	قطر کلونی قارچ روز سوم (میلی‌متر) Colony diameter in third day (mm)	قطر کلونی قارچ روز ششم (میلی‌متر) Colony diameter in the sixth day (mm)	قطر کلونی قارچ روز نهم (میلی‌متر) Colony diameter in the ninth day (mm)	قطر کلونی روز دوازدهم (میلی‌متر) Colony diameter in the twelveth day (mm)
عصاره بنه Extract corm	0	5.66 a	10 b	15 b	38.33 a
	0.0312	3.66 c	8.33 b	10.66 c	11 c
	0.625	0 d	0 d	10 cd	11.66 c
	0.125	0 d	0 d	0 e	0 d
	0.25	0 d	0 d	0 e	0 d
	0.5	0 d	0 d	0 e	0 d
	1	0 d	0 d	0 e	0 d
عصاره برگ Extract leaf	0	6 a	10 b	15 b	38.33 a
	0.0312	5 b	14 a	18.33 a	23.33 b
	0.625	0 d	7 bc	8.66 cd	11.66 c
	0.125	0 d	7 bc	8 d	8.66 c
	0.25	0d	4.66 c	10 cd	10 c
	0.5	0 d	8.33 b	10 cd	11.66 c
	1	0 d	0 d	0 e	0 d
LSD (5 %)		0.57	3.13	2.49	3.67

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on LSD.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عصاره‌های زعفران، اثر بازدارندگی بر شاخص‌های جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی داشتند و با افزایش غلظت آن‌ها اکثر صفات (طول و وزن ریشه‌چه، طول و وزن ساقه‌چه، وزن و بنیه گیاه‌چه) کاهش یافتند. به طور کلی اثر بازدارندگی عصاره بنه بر صفات مختلف جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه اولیه خردل وحشی بیشتر از برگ بود. هم‌چنین عصاره‌های زعفران دارای اثر ضد قارچی بودند به‌طوری‌که غلظت‌های بالاتر عصاره‌ی بنه زعفران و غلظت یک درصد عصاره برگ مانع رشد پرگنه قارچ آلترناریا شدند. لذا با توجه به پیامدهای منفی ناشی از علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های شیمیایی و نظر به نتایج این مطالعه، می‌توان از عصاره‌های زعفران جهت کنترل زیستی علف‌هرز و قارچ مورد مطالعه بهره گرفت.

قدردانی

نویسندگان مقاله از گروه پژوهشی گیاه و تنش‌های محیطی دانشگاه بیرجند به دلیل حمایت مالی از پایان‌نامه دانشجو خانم توکلی در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیه ۱۴۰۲/د/۵۴۴۱ مورخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۲ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

Agha, F., Khayat Moghadam, M., & Sadrabadi Haghighi, R. (2013). Investigating the allelopathy saffron (*Crocus sativus* L.) on the germination indices of cumin, Ajwain and fennel seeds. *Seed Research (Seed Science and Technology)*, 4(1), 52-65. [in Persian]

Aghhavani Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Fallahi, H., & Taherpour Kalantari, R. (2015). Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology*, 2(4), 311-322. doi: 10.22048/jsat.2015.8624 (in Persian with English Summary).

Alam, S.M., Ala, S.A. Azmi, A.R., Kan, M.A., & Ansari, R. (2001). Allelopathy and it's role in agriculture. *Journal of Biological Sciences*, 1, 308-315.

Alimoradi, L., Azizi, G., Jahani, M., Siah-Marguee, A., & Keshavarzi, A. (2008). *Allelopathy as an alternative method for weed control in saffron fields: A suitable approach to sustainable agriculture*.

Competition for resources in a changing world: New drive for rural development, Stuttgart, p.127-145.

Alipoor, Z., & Mahmoodi, S. (2015). Allelopathic effects of leaf and corm water extract of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of flixweed (*Descurainia sophia* L.) and downy brome (*Bromus tectorum* L.). *Saffron Agronomy and Technology*, *3*(1), 13-24.[in Persian]

Asgarpour, R., Khajeh-Hosseini, M., & Khorramdel, S. (2015). Effect of aqueous extract concentrations of saffron organs on germination characteristics and preliminary growth of three weed species. *Journal of Saffron Research*, *3*(1), 81-96. [in Persian]

Azizi, A., Alimoradi, L., Jahani Kandari, M., & Sahmergoui, A. (2012). Investigating the allelopathy effects of saffron on the germination and initial growth of Gypsophylla pilosa and Schlambic weeds (Rapistrum rugosum). *Journal of Plant Environmental Physiology*, 30(2), 1-12.[in Persian]

Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K., & Kaur, S. (2001). Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. *Journal of Crop Production*, 4, 121-161.

Bhowmik, P., & Inderjit, C. (2003). Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. *Crop Protection*, 22, 661-671.

Fallahi, H.R., Paravar, A., Behdani, M.A., Aghavani, M., & Fallahi, M.J. (2014). Effect of saffron corm and leaf extract on early growth of some plants to germination using them as associated crop. *Notuale Scientica Biologica*, 6(3), 282-287.

Farhoudi, R., & Lee, J. (2012). Evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* cv. Koseh) extract on germination and induction of α-amylase activity of wild mustard (*Sinapis arvensis*) seeds. *Journal of seed science and technology*, 40(1), 134-138.

Feizi, H., Kamali, M., Jafari, L., & Moghaddam, P.R. (2013). Phytotoxicity and stimulatory impacts of nanosized and bulk titanium dioxide on fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Chemosphere***,** 91(4), 506-511.

Feizi, H., Salari, A., & Gharari, F. (2018). Study of the allelopathic effect of saffron (*Crocus sativus* L.) organs' aqueous extract on the seed germination and seedling growth of sugar beet and safflower at different concentrations. *Journal of Medicinal and Spice Plants*, 22 (4), 156–161.

Fernandez, J.A., Escribano, J., Piqueras, A., & Medina, J. (2000). A glycoconjucate from corms of saffron plant (*Crocus sativus* L.) inhibits root growth and affects in vitro cell viability. *Journal of Experimental Botany*, 51(345), 731-737.

Ghesmati, M., Aminifard, M.H., Abdollahi, M., & Shakeri, M. (2018). Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth characteristics of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and couch grass (*Agropayron repense*). *Saffron Agronomy and Technology*, *6*(1), 35-48. [in Persian]

Hajian Far, R., & Zarbakhsh, A. (2006). *Identification of pathogenic factors of wave spot and alternaria stem canker of tomato in major production areas in the country*. Summary of articles of the 77th Congress of Iranian Herbal Medicine. Agriculture and Natural Resources Campus of Tehran University.[in Persian]

Hammami, H., Jahani, M., Shoshtary, M., & Noferesti, F. (2020). Evaluation of Allelopathic and Antifungal effects of different concentrations of aqueous leaves and corm extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) on common purslane and Penicillium fungi. *Journal of Saffron Research*, *8*(2), 255-267. [in Persian]

Hojjatianfar, M., Bagherzadeh, A., Asadi, M.R., & Rahnama, A. (2011). *Investigating the allelopathic effects of agricultural waste on the characteristics of germination and growth of single cross 704 corn seedlings*. The first national conference on modern topics in agriculture, Saveh.[in Persian]

Huang, J. Z., Shrestha, A., Tollenaar, M., Deen, W., Rajcan, I., Rahimian, H., & Swanton, C. J. (2001). Effect of temperature and photoperiod on the phenological development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *Field Crops Research*, 70(1), 75-86.

Izadpanah, F., Feizi, T., Gholami, S., Kalantari, S., & Hassani, M.E. (2010). *Evaluation of the effects of saffron (Crocus sativus L.) corm extract on growing indices of Cucurbita pepo var. styrca*. 3rd International Symposium of Saffron Biology and Technology. Acta Hort, 850: 275-276.

Jafarian, Z & Ahmadi, E. (2016). Germination two rangelands species of *Helichrysum globiferum* and *Helichrysum aucheri* under water stress. Journal of natural ecosystems of iran, 22(4), 1-10.

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Kochaki, A. and Molafilabi, A. (2002). Saffron, technology of production and processing. First Edition. Zaban and Adab Publications, Mashhad. p. 1-250. (in Persian).

Kruse, M., Stranberg, M., & Stranberg, B. (2000) .*Ecological effects of allelopathic plants* .Areview.NERI Techinical Report .NO 315.Silberg, .Denmark.66p

Maqsoodi, F., & Taheri, P. (2018). *Evaluation of the effect of alcoholic extract of Khabazi marshmallow on cellulase enzyme activity of pathogenic Alternaria species in citrus fruits*. First Congress of Iranian Plant Pathology, Karaj, Iranian Plant Pathology Association.[in Persian]

Milajerdi, A., Bitarafan, V., & Mahmoudi, M. (2015). A review on the effects of saffron extract and its constituents on factors related to neurologic, cardiovascular and gastrointestinal diseases. *Journal of Medicinal Plants*, 14 (55), 9-28.[in Persian]

Mir Kamali, H. (1999). *Weeds of Iranian wheat fields*. Agricultural Education Publication. P.268

Mojab, M., & Mahmodi, M. (2008). Allelopathic effects of shoot and root water extracts of Hoary cress (Cardaria draba) on germination characteristic and seedling growth of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Crop Production*, 1(4), 65-78. [in Persian]

Musavi, S.A., Feizi, H., Ahmadian, A., & Izadi Darbandi, E. (2018). The Allopathic Effects of Organs' Extracts of Saffron Plant on the Growth and Germination of *Hordeum Murinum* L. and *Descurainia sophia* L. *Saffron Agronomy and Technology*, *6*(2), 219-236. [in Persian]

Muzaffar, S., Rather, S.A., & Zaman Khan, K. (2016). In vitro bactericidal and fungicidal activities of various extracts of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas from Jammu & Kashmir, India. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), 1158999.

Muzell Trezzi, M., Vidal, R.A., Balbinot Junior, A.A., von Hertwig Bittencourt, H., & da Silva Souza Filho, A.P. (2016). Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture. *Journal of Plant Interactions*, 11(1), 53-60.

Nashwa, S.M., & Ab- Elyousr, K.A. (2012). Evaluation of various plant extracts against the early blight disease of tomato palnts under greenhouse and field condition. *Plant Protectection Science*, 54, 74-79.

Nollet, L.M., & Rathore, H.S. (2017). *Green Pesticides Handbook: Essential Oils for Pest Control*. CRC Press.

Rashed, M.H., Gherekhloo, J., & Rastgoo, M. (2009). Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) leaves and corms on seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and lambsquarter (*Chenopodium album*). *Iranian Agricultural Research Journal*, 7, 51-61. [in Persian]

Rubio-Moraga, Á., Gerwig, G.J., Castro-Díaz, N., Jimeno, M.L., Escribano, J., Fernández, J.A. & Kamerling, J.P. (2011). Triterpenoid sapand onins from corms of Crocus sativus: localization, extraction and characterization. *Industrial crops and products*, 34(3), 1401-1409.

Rubio-Moraga, Á., Gómez-Gómez, L., Trapero, A., Castro-Díaz, N., & Ahrazem, O. (2013). Saffron corm as a natural source of fungicides: The role of saponins in the underground. *Industrial crops and products*, 49, 915-921.

Salari, A., Feizi, H., Gharari, F., & Bano, F. (2018). Influence of saffron *(Crocus sativus L.)* exteract organs on seed germination and seedling growth of cumin and tomato. *Journal of Saffron Research*, *6*(2), 219-232. [in Persian]

Templeton, G. (2013). Alternaria toxins related to pathogenesis in plants. *Microbial toxins*, 8, 169-192.

Ture, M.A., & Tawaha, A.M. (2002). Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1, 28-30.

Vahidi, H., Kamalinejad, M., & Sedaghati, N. (2002). Antimicrobial properties of Croccus sativus L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 1(1), 33-35.

Warwick, S.I., Beckie, H.J., Thomas A.G., & Mcdonald, T. (2005). The biology of Canadian weeds. 8. *Sinapis arvensis* L. (updated). *Canadian Journal of Plant Science*, 55, 171-183.

Williamson, G.B. (1990). *Allelopathy In: J. B. Grace and D. Thilman (eds) Perspectives on plant competition*. San Diego, California. Academic Press

Woudenberg, J. (2015). *Restyling Alternaria*. Phytopathology,Wageningen University.

COPYRIGHTS

© 2023-2024 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)