Saffron Agronomy & Technology
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir
Vol. 13, No. 4, 2026, p. 431-449

Evaluation of Allelopathic and Antifungal Effects of Extracts of Leaves and Corm of Saffron (*Crocus sativus* L.) on *Peganum harmala* and *Fusarium nygamai*

Masood Dehghani[1], Mehdi Jahani[2] and Hossein Hammami[3,4*]

Article type:
Research Article
Article history:
Submitted: 9 September 2025
Revised: 9 December 2025
Accepted: 15 January 2026
Available Online: 18 January 2026

How to cite this article:
Dehghani, M., Jahani, M., and Hammami, H. (2026). Evaluation of Allelopathic and Antifungal Effects of Extracts of Leaves and Corm of Saffron (*Crocus sativus* L.) on Peganum harmala and Fusarium nygamai. *Saffron Agronomy & Technology, 13*(4), 431-449.
https://doi.org/10.22048/jsat.2025.546131.1572

Abstract

To evaluate the allelopathic and antifungal effects of saffron (*Crocus sativus* L.) leaf and corm extracts on the germination and early growth of *Peganum harmala* and on the mycelial growth of *Fusarium nygamai*, three independent factorial experiments were conducted using a completely randomized design with three replications. The experiments were conducted in 2021 at the Seed Research Laboratory, Research Greenhouse, and Plant Disease Laboratory of the Faculty of Agriculture at the University of Birjand. In the first experiment (laboratory bioassay), treatments consisted of two saffron plant organs (leaf and corm) and seven extract concentrations (0, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1, and 2% $w.v^{-1}$) applied to assess inhibitory effects on the germination parameters of wild rue seeds. The second experiment (greenhouse pot study) employed identical treatments to evaluate seedling emergence and growth characteristics. In the third experiment, the same treatment structure was used to investigate the inhibitory effects of extracts on the mycelial growth of F. nygamai. The results of the interaction between treatments under laboratory conditions showed that the lowest germination percentage, mean germination time, and allometric coefficient were obtained with the 2% concentration of corm extract. The lowest length of radicle and shoot, dry weight of shoot, and root were obtained from the 2% concentration of corm extract. In greenhouse conditions, the 2% corm extract and the 1 and 2% leaf extract treatments resulted in the lowest germination percentage, the longest mean germination time, the lowest germination rate coefficient, and the lowest allometric coefficient. Furthermore, the minimum shoot length, root length, shoot dry weight, and root fresh weight were obtained from the same treatments. The results of the antifungal test showed that the lowest colony diameter on the third and sixth days was observed with the 2% extract, which did not differ significantly from that of the 1% extract. On the ninth day, the lowest colony diameter was obtained from a concentration of 2% corm extract, which

1 - MSc. Student of plant protection, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2 - Associated Prof, Department of plant production and genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
3 - Associated Prof, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
4 - Member of the Plant and Environmental Stresses Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran
Corresponding author email: mjahani@birjand.ac.ir
https://doi.org/10.22048/jsat.2025.546131.1572

© 2026, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0)
(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

had no statistically significant difference with concentrations of 1 and 2% leaf extract. Finally, the results of these experiments showed that the effect of inhibiting germination and growth of wild rue in laboratory conditions was greater in saffron corm extract and in greenhouse conditions in leaf extract, and the antifungal effect of leaf extract was greater. Therefore, based on the results of this study and further research into the fungicidal and allotoxic effects of saffron organ extracts, it is possible to develop natural fungicides and herbicides.

Keywords: Aqueous Extract, Biological Control, Inhibition, Pathogen, Weed

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴ ص. ۴۴۹-۴۳۱
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) بر اسپند و قارچ *Fusarium nygamai*

مسعود دهقانی[۱]، مهدی جهانی[۲*] و حسین حمامی[۳،۴]

تاریخ دریافت: ۱۸ شهریور ۱۴۰۴
تاریخ بازنگری: ۸ آذر ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۵ دی ۱۴۰۴

دهقانی، م.، جهانی، م.، حمامی، ح. (۱۴۰۴). ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران (*Crocus sativus* L.) بر اسپند و قارچ *Fusarium nygamai*. *زراعت و فناوری زعفران*، ۱۳ (۴)، ۴۴۹-۴۳۱.

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اسپند و رشد قارچ *Fusarium nygamai* سه آزمایش مجزا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به ترتیب در آزمایشگاه تحقیقات بذر، گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر اسپند (آزمایش اول) شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی- حجمی) بودند. تیمارهای آزمایش اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی اسپند در گلدان (آزمایش دوم) و آزمایش بررسی اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر رشد قارچ *Fusarium nygamai* (آزمایش سوم) بودند. نتایج اثر متقابل تیمارها در آزمایش جوانه‌زنی بذر نشان داد که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی، ضریب آلومتریک، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی از غلظت ۲ درصد عصاره بنه به‌دست آمد. در شرایط گلخانه‌ای غلظت ۲ درصد عصاره بنه و غلظت‌های ۱ و ۲ درصد عصاره برگ دارای کم‌ترین درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، ضریب آلومتریک و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی بودند. کم‌ترین طول ساقه، طول ریشه، وزن خشک ساقه و وزن تر ریشه در غلظت ۲ درصد عصاره بنه و غلظت‌های ۱ و ۲ درصد عصاره برگ مشاهده شد. نتایج آزمایش ضد قارچی نشان داد که کم‌ترین قطر کلونی قارچ روز سوم و ششم از غلظت ۲ درصد عصاره به دست آمد که با غلظت ۱ درصد عصاره اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در روز نهم کم‌ترین قطر کلونی از غلظت ۲ درصد عصاره بنه به‌دست آمد که با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد عصاره برگ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در نهایت نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که اثر ممانعت کنندگی از جوانه‌زنی و رشد اسپند در شرایط آزمایشگاه در عصاره بنه زعفران و در شرایط گلخانه‌ای در عصاره برگ و اثر ضدقارچی عصاره برگ بیش‌تر است. لذا با در نظر گرفتن نتایج این تحقیق و انجام پژوهش‌های بیش‌تر در زمینه اثر قارچ‌کشی و دگرآسیبی عصاره اندام‌های زعفران می‌توان جهت تولید قارچ‌کش و علف‌کش طبیعی اقدام کرد.

کلمات کلیدی: کنترل بیولوژیکی، بازدارندگی، عامل بیماری‌زا، علف هرز، عصاره آبی.

۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲ - دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳ - دانشیار 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
(*- نویسندهٔ مسئول: mjahani@birjand.ac.ir)

https://doi.org/10.22048/jsat.2025.546131.1572

مقدمه

گیاه اسپند (*Peganum harmala* L.) از خانواده قیچ[1]، گیاهی علفی و چند ساله بدون کرک است که در مناطق نیمه‌خشک با ارتفاع ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر رشد می‌کند (Passos & Mironidou-Tzouveleki, 2016). اسپند که با نام هارمالا نیز شناخته می‌شود، گونه‌ای علف هرز است که در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی مانند خاورمیانه، شمال آفریقا و آسیای مرکزی می‌روید. این گیاه معمولاً در خاک‌های نابارور، تپه‌های شنی و دامنه‌های سنگی رشد می‌کند. اسپند خواص دارویی زیادی دارد و در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود (Vesselova et al., 2017; 2022). با این حال، دانه‌های آن حاوی آلکالوئیدهایی نیز هستند که در صورت مصرف زیاد می‌توانند سمی باشند. این گونه گیاهی می‌تواند به سرعت گسترش یابد و با گونه‌های گیاهی بومی رقابت کند و آن را به یک علف‌هرز نامطلوب برای اکوسیستم محلی تبدیل کند (Osmonali et al., 2024).

فوزاریوم یکی از مهم‌ترین قارچ‌ها در جهان است که بیشترین مطالعه روی آن انجام شده است (Dean et al., 2012). اگرچه اکثر گونه‌های فوزاریوم در خاک هستند، اما کنیدی‌های آن می‌توانند توسط آب در اثر پاشش باران و از طریق سیستم‌های آبیاری پراکنده شوند، اما هنگام خشک شدن در هوا پخش می‌شوند، که آن‌ها را برای پراکندگی جوی در فواصل طولانی مناسب می‌کند و به توزیع جهانی آن‌ها کمک می‌کند (Fernando et al., 2000; Smith, 2007; Schmale et al., 2012; Lin et al., 2013). پژمردگی فوزاریومی یک نگرانی عمده در کشاورزی است زیرا باعث خسارات اقتصادی زیادی در طیف وسیعی از محصولات می‌شود. علائم پژمردگی فوزاریومی از توقف رشد، زرد شدن و پژمردگی برگ‌ها، تغییر رنگ مایل به قرمز آوندهای چوبی (که در داخل ساقه به صورت خطوط یا نقاط در مقطع عرضی قابل مشاهده است) و رشد قارچ سفید، صورتی یا نارنجی در قسمت بیرونی ساقه‌های آسیب‌دیده (به ویژه در شرایط مرطوب) تا پوسیدگی ریشه یا ساقه متغیر است (Okungbowa & Shittu, 2012). از این‌رو کنترل اسپند و قارچ فوزاریوم برای تولید مناسب محصول از نظر کمی و کیفی ضروری است.

برای چندین دهه، کشاورزی در سراسر جهان کاملاً به علف‌کش‌ها به عنوان کارآمدترین و مؤثرترین اقدام کنترل علف‌های هرز متکی بود. با این حال، کاربرد طولانی‌مدت علف‌کش تأثیر منفی بر محیط زیست و سلامت انسان داشته است، در حالی که به طور همزمان مشکل جهانی مقاومت به علف‌کش‌ها را ایجاد می‌کند (Babalola et al., 2021). از سوی دیگر، نشان داده شده است که محصولات طبیعی ایمن هستند و تأثیر کمتری بر محیط زیست دارند (Dayan et al., 2009). بنابراین، تقاضا برای محصولات طبیعی و توسعه آن‌ها برای کنترل بیماری‌ها، به ویژه آن‌هایی که برای استفاده در سیستم‌های تولید کشاورزی ارگانیک در نظر گرفته شده‌اند، افزایش یافته است (Dayan et al., 2009). کنترل علف‌های هرز می‌تولند از طریق مواد زیست‌فعال طبیعی انجام شود و هیچ‌گونه باقی‌مانده مضری برای محیط زیست باقی نمی‌گذارد (Macias et al., 2000). به نظر می‌رسد محصولات طبیعی راه‌حل مناسبی برای مشکلات زیست‌محیطی ناشی از آفت‌کش‌های مصنوعی باشند و بسیاری از محققان در تلاشند تا محصولات طبیعی مؤثری را برای جایگزینی آفت‌کش‌های مصنوعی شناسایی کنند (Kim et al., 2005). وجود ترکیبات ضد قارچی در گیاهان عالی مدت‌هاست که به عنوان یک عامل مهم در مقاومت به بیماری شناخته شده است (Mahadevan,

1 - Zygophyllaceae

1982). چنین ترکیباتی، که زیست‌تخریب‌پذیر و در سمیت خود انتخابی هستند، برای کنترل برخی از بیماری‌های گیاهی ارزشمند تلقی می‌شوند (Singh & Dwivedi, 1987).

آللوپاتی پدیده‌ای است که در آن متابولیت‌های ثانویه سنتز شده توسط قارچ‌ها، ویروس‌ها، میکروارگانیسم‌ها و گیاهان بر سیستم‌های بیولوژیکی و کشاورزی تأثیر می‌گذارند، که ممکن است تحریک‌کننده یا بازدارنده باشند (Rizvi et al., 1992; Lux-Endrich & Hock, 2004). متابولیت‌های ثانویه محلول در آب یا آللوشیمیایی‌های موجود در بافت‌های گیاهی، برای استفاده در مدیریت آفات، در آب استخراج می‌شوند (Bonanomi et al., 2006). عصاره‌های آبی می‌توانند به عنوان واسطه‌ای برای بیان فعالیت آللوشیمیایی جهت کاهش رشد سایر موجودات زنده استفاده شوند (Bonanomi et al., 2006; Macias et al., 2007). چندین محقق استفاده از آللوشیمیایی‌های استخراج شده در آب را برای سرکوب علف‌های هرز در آزمایشگاه و همچنین کاربرد در شرایط مزرعه پیشنهاد کرده‌اند (Jabran et al., 2007; 2010a; 2010b). جبران و همکاران (Jabran et al., 2010a; 2010b) و جمیل و همکاران (Jamil et al., 2009) استفاده از عصاره آبی آللوپاتیک را به عنوان یک روش مهم و مفید برای بهره‌برداری از پتانسیل آللوپاتیک گیاهان زراعی برای مدیریت علف‌های هرز توصیف کردند.

نتایج بررسی توکلی و همکاران (Tavakoli et al., 2023) نشان داد که کمترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن تر ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه خاکشیر تلخ از غلظت چهار درصد عصاره بنه مشاهده شد. نتایج بررسی اثر عصاره آبی زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد سه گونه علف‌هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، خاکشیر (*Descurainia sophia* L.) و ازمک (*Cardaria draba* L.) نشان داد که کاربرد عصاره برگ و بنه این گیاه دارویی سبب کاهش پارامترهای جوانه‌زنی در هر سه گونه علف‌هرز شد (Asgarpour et al., 2015). محققین نشان دادند که غلظت‌های مختلف عصاره برگ و بنه زعفران درصد جوانه‌زنی دو علف‌هرز جو وحشی (*Hordeum spontaneum* L.) و مرغ (*Agropayron repense* L.) را کاهش داد. کم‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی جو وحشی و مرغ به‌ترتیب از تیمارهای دو درصد عصاره‌ی برگ و دو درصد عصاره بنه حاصل شد. هم‌چنین غلظت‌های متفاوت عصاره برگ و بنه، شاخص‌های طول ریشه‌چه، وزن تر گیاه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Ghesmathi et al., 2018). نتایج حاصل از تحقیق بیات و همکاران (Bayat et al., 2020) نشان داد که عصاره سوخ و برگ نرگس (*Narcissus tazetta* L.) باعث کاهش جوانه‌زنی، رشد و محتوای کلروفیل علف‌های هرز اگروپیرون و یولاف در شرایط آزمایشگاه و گلخانه شد به‌طوری‌که با افزایش غلظت عصاره، اثر بازدارندگی بیش‌تر شد. هم‌چنین نتایج نشان داد اثر بازدارندگی عصاره سوخ در مقایسه با عصاره برگ بر خصوصیات ذکرشده این دو علف هرز در شرایط آزمایشگاه و گلخانه بیش‌تر بود. نتایج آزمایش موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2023) نشان داد که بیش‌ترین بازدارندگی رشد و کمترین سرعت جوانه‌زنی سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) با کاربرد عصاره ۲۰ درصد (به‌دست‌آمده از ترکیب بافت برگ و بنه) حاصل شد. در آزمایشی مشخص شد که نوع عصاره زعفران تأثیری بر صفات گیاه‌چه شاهی وحشی نداشت. اما غلظت عصاره زعفران تا ۰/۵ درصد اثر تحریک‌کنندگی و در غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی بر صفات گیاه‌چه شاهی وحشی (*Cardaria draba* L.) داشت (Tavakoli et al., 2024).

استفاده از عصاره‌های گیاهی نقش مؤثری در کنترل و مرگ و میر پاتوژن‌ها (قارچ‌ها) دارند. عصاره‌های گیاهی که از طریق

خواباندن مواد گیاهی در حلال‌های مختلف به‌دست می‌آیند، به‌عنوان ترکیبات گیاهی روی قارچ‌های عامل بیماری آزمایش شده‌اند. نتایج بررسی نشان داد که عصاره بذری گیاه خوردانه، عصاره برگی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) و عصاره گل ریواس (*Rheum ribes* L.) به‌طور مؤثری بر رویش شعاعی و جوانه‌زنی اسپور قارچ *Fusarium oxysporum* عامل بیماری بوته میری زیره سبز اثر بازدارندگی دارند. بخار عصاره‌های خوردانه (*Trachyspermum copticum* L.) و پونه (*Mentha polegium* L.) به‌طور مؤثری بر رویش شعاعی قارچ عامل بیماری اثر بازدارندگی داشتند و آزمایش‌های گلخانه‌ای نشان داد که عصاره خوردانه، اسطوخودوس و ریواس به‌ترتیب به میزان ۶۰، ۳۷ و ۱۵ درصد شدت بیماری بوته میری زیره سبز را کاهش داد (Ghorbany et al., 2010). نتایج آزمایش توکلی و همکاران (Tavakoli et al., 2023) نشان داد که تمام غلظت‌های مورد استفاده برای عصاره بنه زعفران مانع از رشد قارچ فوزاریوم در هر چهار مرحله نمونه‌برداری شدند. تأثیر بازدارندگی عصاره بنه زعفران بر رشد قارچ پنیسیلیوم بیشتر از عصاره برگ گزارش شده است (Hammami et al., 2020).

وجود عوامل خسارت‌زا از جمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز هر ساله بخش مهمی از محصولات کشاورزی را از بین می‌برند. بنابراین، اتخاذ شیوه‌های درست و دقیق مدیریت بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز جهت کاهش اثرات سوء آن‌ها از ضروریات است. بنابراین این آزمایش با هدف ارزیابی اثر دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره‌ی آبی برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی اسپند و قارچ فوزاریوم نیگامی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی اسپند و قارچ *Fusarium nygamai* سه آزمایش مجزا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌ترتیب در آزمایشگاه تحقیقات بذر، گلخانه تحقیقاتی و آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش در هر سه آزمایش شامل عصاره آبی دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی- حجمی) بودند. صفات مورد مطالعه در آزمایش دگرآسیبی در شرایط آزمایشگاه شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب آلومتریک، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه اسپند، در شرایط گلخانه‌ای نیز صفات مذکور اندازه‌گیری شدند. در آزمایش ضد قارچی میانگین قطر کلونی قارچ *Fusarium nygamai* در چهار مرحله ۳، ۶، ۹، و ۱۲ روز پس از شروع آزمایش اندازه گیری شد.

بذرهای اسپند از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند تهیه شد. برگ‌ها و بنه‌های زعفران از مزارع شهرستان سرایان 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 ۲۰ گرم پودر خشک برگ و بنه زعفران با ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و به مدت ۴۸ ساعت بر روی شیکر با ۲۰۰ دور در دقیقه در شرایط محیط آزمایشگاه (دمای محیط آزمایشگاه ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، محلول حاصل، از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده شدند و عصاره مادر تهیه شد (بیشترین غلظت در تیمارها). سپس با رقیق‌سازی عصاره محلول ۲ درصد غلظت‌های موردنیاز جهت اجرای آزمایش تهیه‌شده و مورد استفاده قرار گرفت (برای تهیه محلول یک درصد به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول مادر (۲ درصد) ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد، برای تهیه محلول ۰/۵ درصد

به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱ درصد ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد، برای تهیه محلول ۰/۲۵ درصد به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۵درصد ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد، برای تهیه محلول ۰/۱۲۵ درصد به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲۵ درصد ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد، برای تهیه محلول ۰/۰۶۲۵ درصد به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱۲۵ درصد ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد) (Mojab & Mahmodi, 2012). عصاره‌ها بلافاصله بعد از تولید، در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند و در صورت نیاز عصاره جدید استخراج می‌گردید.

برای آزمایش دگرآسیبی در شرایط آزمایشگاه از پتری دیش‌های با قطر نه سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا پتری دیش‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ 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 (Tavakoli et al., 2023). 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. پتری دیش‌ها در انکوباتور (در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد) 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 و ساقه‌چه پس از ۴۸ ساعت قرار دادن در آون در دمای ۶۰ درجه اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز آخر آزمایش×۱۰۰)، سرعت جوانه‌زنی (مجموع حاصل تقسیم تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز بر همان روز (Feizi et al., 2013)، میانگین زمان جوانه‌زنی طبق معادله ۱ و ضریب آلومتریک بر اساس معادله ۲ محاسبه شد.

$$MGT = \Sigma\,(Di \times Ni)/\,\Sigma Ni \qquad (۱)$$

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

$$\text{ضریب تخصیص} = \frac{\text{میانگین طول چه‌ریشه}}{\text{میانگین طول چه‌ساقه}} \qquad (۲)$$

برای آزمایش گلخانه‌ای، ابتدا گلدان‌های یک لیتری با یک کیلوگرم خاک (ماسه، خاک (لومی، اسیدیته ۷/۳ و EC= ۳/۴) و خاکبرگ به نسبت مساوی) پر شدند. سپس در هر گلدان ۱۰ عدد بذر اسپند کشت گردید. مقدار ۲۰ سی‌سی عصاره (در غلظت‌های مختلف) در چهار مرحله (یک، دو، سه و چهار هفته بعد از سبز شدن) به هر واحد آزمایشی اضافه شد. پس از سبز شدن گیاه‌چه‌های خارمریم، آبیاری هر دو روز یک بار و بر اساس ظرفیت زراعی (بر اساس توزین روز در میان گلدان‌ها) انجام شد. پس از گذشت ۲ ماه از کاشت گیاه، گیاهان از سطح خاک برداشت شده و طول اندام هوایی اندازه‌گیری شده و سپس توزین شدند. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. علاوه بر اندام هوایی، ریشه‌ها نیز به‌دقت از خاک جدا شده و شستشو شدند و طول آن‌ها اندازه‌گیری شد. پس از خشک شدن سطح ریشه‌ها وزن تر و وزن خشک (۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد) تعیین شدند. برای آزمایش ضد قارچی، از غلظت‌های عصاره آبی در هفت سطح (صفر، ۰/۰۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی- حجمی) استفاده شد. قارچ مورد استفاده در این آزمایش از قبل شناسایی و خالص 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 به هم زده شدند تا محلول کاملاً یکنواخت ایجاد گردد. سپس محیط‌های حاصل

1 -Potato Dextrose Agar

درون پتری دیش‌هایی به قطر نه سانتیمتر تقسیم و اجازه داده شد تا محیط کاملاً جامد گردد. سپس، دیسک‌هایی به قطر پنج میلی‌متر به‌وسیله کورک بورر[1] از حاشیه میسیلیوم‌های قارچ هفت‌روزه به‌صورت معکوس در مرکز پتری دیش‌ها روی محیط کشت قرار داده شد. برای هر غلظت سه پتری دیش به‌عنوان تکرار استفاده شد. سپس پتری دیش‌ها با پارافیلم بسته شده و به داخل انکوباتور[2] با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد 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 به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از تعیین نرمال بودن (با آزمون شاپیرو ویلکاکسیون)، توسط نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز شد. به‌منظور مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت‌شده در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمایش اول: اثر عصاره‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات گیاه‌چه علف هرز اسپند:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و ضریب آلومتریک معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به عصاره برگ در غلظت صفر بود. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط عصاره برگ در غلظت ۲ درصد بود (جدول ۲). مقایسه میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی نشان داد بیش‌ترین متوسط زمان جولنه‌زنی در عصاره بنه با غلظت ۱ درصد بود. کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در عصاره بنه در غلظت ۲ درصد بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ضریب آلومتریک نشان داد بیش‌ترین ضریب آلومتریک در عصاره بنه با غلظت ۱ درصد بود. کم‌ترین ضریب آلومتریک در عصاره بنه در غلظت ۲ درصد بود (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره زعفران بر شاخص‌های طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین طول ریشه‌چه نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه‌چه در عصاره برگ در غلظت صفر دیده شد. کم‌ترین طول ریشه‌چه در عصاره بنه با غلظت ۲ درصد بود. مقایسه میانگین طول ساقه‌چه نشان داد که بیش‌ترین طول ساقه‌چه در عصاره بنه در غلظت صفر و ۰/۰۶۲۵ درصد دیده شد. کم‌ترین طول ساقه‌چه در عصاره بنه با غلظت ۲ درصد بود. مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه در عصاره بنه با غلظت صفر دیده شد. کم‌ترین وزن خشک ساقه‌چه در عصاره بنه با غلظت ۲ درصد بود. مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک ریشه‌چه در عصاره بنه با غلظت صفر دیده شد. کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه در عصاره بنه با غلظت ۲ درصد بود (جدول ۳).

1 -Cork borer

2 -Incubator

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی و گیاهچه اسپند تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 1- Analysis of variance germination and seedling characteristics of *Peganum harmala* under the effect

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	ضریب آلومتریک Allometric coefficient	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of plumule	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of radicle
نوع عصاره Extract type (E)	1	6144.38 **	7.97 *	4.74 *	0.041 **	52.59 **	219.42 **	1.32 **	2.14 *
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	4817.52 **	9.28 **	6.32 **	0.106 **	228.99 **	506.26 **	2.51 **	7.37 **
نوع عصاره × غلظت E×C	6	426.15 **	2.97 ns	5.16 **	0.192 **	88.26 **	81.98 **	1.02 **	5.81 **
خطای آزمایشی Error	28	93.71	1.38	0.88	0.001	2.71	1.97	1.05	3.52
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	16	42.26	27.33	6.41	8.34	5.29	14.57	8.24

ns، * و ** : به ترتیب 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 متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات جوانه‌زنی اسپند (آزمایشگاه)

Table 2- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on germination characteristics of *Peganum harmala* (lab)

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره Extract concentration (M.V)	درصد جوانه‌زنی Germination percent	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time (seed per day)	ضریب آلومتریک Allometric coefficient
عصاره برگ Extract leaf	0	98.66	3.16	0.72
	0.0625	94.66	2.73	0.74
	0.125	84	3.40	0.73
	0.25	61.33	4.01	0.68
	0.5	72	4.35	0.69
	1	57.33	4.61	0.68
	2	40	4.10	0.83
عصاره بنه Extract corm	0	94.66	2.65	0.69
	0.0625	78.66	3.30	0.77
	0.125	77.33	3.91	0.69
	0.25	42.66	2.56	0.73
	0.5	32	3.08	0.75
	1	13.33	6.16	1.00
	2	0	0	0
LSD (5 %)		16.19	1.57	0.49

مرحله جوانه‌زنی بذرها یکی از حساس‌ترین مراحل زندگی گیاهان است. با جذب آب مواد دگرآسیب نیز به بذر وارد می‌شوند و از جوانه‌زنی بذرها ممانعت می‌کنند (Bhowmik & Inderjit, 2003). از طرفی تغییر در تعادل هورمونی و فعالیت آنزیم‌های مؤثر بر جوانه‌زنی مانند جیبرلین باعث اثر کاهشی عصاره‌های دگرآسیب بر درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Muzel Trezi et al., 2016). از مکانیسم‌های اثرگذاری مواد دگرآسیب ممانعت از تقسیم و رشد سلول‌ها 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). در نتایجی مشابه اصغرپور و همکاران (Asgarpour et al., 2015) گزارش کردند که عصاره بنه زعفران سبب کاهش درصد جولنه‌زنی گیاهان هرز تاج خروس وحشی، اَزمک و خاکشیر ایرانی شد. هم‌چنین عصاره‌های برگ و بنه زعفران در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۲ درصد سبب کاهش درصد جوانه‌زنی زیره سبز شدند (Salari et al., 2018). با افزایش غلظت عصاره آبی برگ و بنه زعفران، درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر دو علف‌هرز شلمبیک و گچ دوست کاهش پیدا کرد. در مقایسه دو اندام بنه و برگ زعفران، اثرات دگرآسیبی برگ بیشتر از بنه بود (Azizi et al., 2013). همچنین افزایش غلظت عصاره زعفران سبب کاهش میانگین جوانه‌زنی بذر خرفه شد و تأثیر کاهشی عصاره بنه بیشتر از برگ بود (Hammami et al., 2020). قسمتی و همکاران (Ghesmati et al., 2018) در پژوهش خود گزارش کردند که کمترین درصد جولنه‌زنی علف هرز جو وحشی از غلظت ۲ درصد عصاره برگ به‌دست آمد که با غلظت ۲ درصد عصاره بنه اختلاف معنی‌دار آماری نداشت 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 به‌دست آمد (Rashed-Mohassel et al., 2009). 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 (Farhoudi & Lee, 2012).

آزمایش دوم: اثر عصاره‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی و خصوصیات گیاه‌چه علف‌هرز اسپند در شرایط گلخانه‌ای

نتایج جدول تجزیه واریانس بر خصوصیات جوانه‌زنی اسپند در شرایط گلدان نشان داد که اثرات ساده و متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و ضریب آلومتریک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر درصد جوانه‌زنی اسپند در گلدان نشان داد بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در عصاره بنه و برگ در غلظت صفر و غلظت ۰/۱۲۵ عصاره برگ مشاهده شد. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به عصاره بنه در غلظت ۲ درصد مشاهده شد. بیش‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در عصاره برگ در غلظت ۰/۵ درصد عصاره برگ مشاهده شد. کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به عصاره برگ در غلظت ۱ و ۲ درصد و عصاره بنه در غلظت ۲ درصد مشاهده شد. بیش‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی در عصاره بنه در غلظت ۰/۵ درصد مشاهده شد. کم‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی مربوط به عصاره بنه در غلظت ۱ و ۲ درصد عصاره برگ و عصاره بنه در غلظت ۲ درصد مشاهده شد (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ساقه و وزن تر ریشه بودند (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر طول ریشه اسپند نشان داد بیش‌ترین طول ریشه در عصاره برگ در غلظت صفر مشاهده شد. کم‌ترین طول ریشه مربوط به عصاره برگ در غلظت ۱ و ۲ درصد و عصاره بنه در غلظت ۲ درصد مشاهده شد. بیش‌ترین طول ساقه در عصاره برگ در غلظت صفر مشاهده شد. کم‌ترین طول ساقه مربوط به عصاره

برگ در غلظت ۱ و ۲ و عصاره بنه در غلظت ۲ درصد مشاهده شد. بیش‌ترین وزن خشک ساقه از غلظت صفر و ۰/۰۶۲۵ درصد عصاره برگ به‌دست آمد. کم‌ترین وزن خشک ساقه از غلظت ۲ درصد عصاره برگ و غلظت ۱ و ۲ درصد عصاره بنه حاصل شد.

بیش‌ترین وزن تر ریشه از غلظت صفر عصاره برگ و بنه حاصل شد و کم‌ترین شاخص مذکور از غلظت ۲ درصد عصاره برگ و غلظت‌های ۱ و ۲ عصاره بنه به‌دست آمد (جدول ۷).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاهچه اسپند (آزمایشگاه)

Table 3- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on seedling characteristics of *Peganum harmala* (lab)

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره Extract concentration (M.V)	طول ریشه‌چه Radicle length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of plumule (g)	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of radicle (g)
عصاره برگ Extract leaf	0	27.33	37.66	0.00133	0.00058
	0.0625	26.66	36.00	0.0012	0.00053
	0.125	24.00	32.66 b	0.0062	0.00153
	0.25	22.66	33.00	0.001	0.00086
	0.5	17.66	25.66	0.0007	0.00046
	1	14.66	21.33	0.0005	0.0005
	2	13.00	15.66	0.0004	0.0004
عصاره بنه Extract corm	0	22.33	32.00	0.0068	0.00176
	0.0625	19.33	25.00	0.0053	0.00086
	0.125	18.00	26.00	0.0046	0.00086
	0.25	24.33	33.00	0.0013	0.00073
	0.5	23.33	31.00	0.0007	0.00056
	1	23.00	23.00	0.0005	0.00053
	2	0	0	0	0
LSD (5 %)		2.75	2.35	5.41	9.93

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی علف هرز اسپند تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 4- Analysis of variance germination characteristics of *Peganum harmala* under the effect saffron extracts

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time	ضریب سرعت جوانه زنی Germination rate coefficient	ضریب آلومتریک Allometric coefficient
نوع عصاره Extract type (E)	1	390.09 **	1.644 ns	15.151 **	28.612 **	0.325 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	10122.41**	30.385 **	82.513 **	112.937 **	0.520 **
نوع عصاره × غلظت E×C	6	246.09 **	1.170 ns	13.829 **	36.806 **	0.154 **
خطای آزمایشی Error	28	30.47	0.88	0.232	0.521	0.003
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	9.89	31.31	6.74	8.11	9.39

ns، * و ** : به ترتیب 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 جوانه‌زنی اسپند

Table 5- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on germination characteristics of *Peganum harmala*

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره Extract concentration (M.V)	درصد جوانه‌زنی Germination percent	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	سرعت جوانه زنی Germination rate	ضریب آلومتریک Allometric coefficient
عصاره برگ Extract leaf	0	100	9.40	12.36	0.71
	0.0625	94.66	8.93	11.20	0.74
	0.125	96	8.43	11.86	0.73
	0.25	77.33	9.20	10.87	0.68
	0.5	44	9.81	10.20	0.69
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
عصاره بنه Extract corm	0	98.66	9.33	11.81	0.88
	0.0625	86.66	8.86	11.29	0.93
	0.125	82.66	9.30	10.75	0.79
	0.25	57.33	9.72	10.31	0.64
	0.5	26.66	9.00	11.10	0.66
	1	17.33	7.98	12.79	0.87
	2	0	0	0	0
LSD (5 %)		16.19	0.80	1.20	9.39

جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاهچه اسپند

Table 6- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on seedling characteristics of *Peganum harmala*

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	طول ریشه Root length	طول ساقه Shoot length	وزن خشک ساقه Dry weight of shoot	وزن تر ریشه Fresh weight of root
نوع عصاره Extract type (E)	1	27.523 **	0.095 ns	2.499 **	1.906 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	551.103 **	1009.35 **	1.404 **	5.313 **
نوع عصاره × غلظت E×C	6	107.023 **	212.81 **	4.790 **	9.523 **
خطای آزمایشی Error	28	1.261	2.42	9.428	6.357
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	6.27	6.53	17.91	4.33

ns، * و ** : به ترتیب 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

در تحقیقات زیادی گزارش شـــده که گیاهان دارویی دارای اثرات ضـــدبازدارنده هســـتند که در راســـتای این پژوهش بودند (Musavi et al., 2018; Hammami et al., 2020). بررسی تاثیر اندام های مختلف زعفران بر جوانه زنی گونه های علف هرز از جمله *Rapistrum rugosum* و *Gypsophila pilosa* با افزایش غلظت عصاره آبی برگ و بنه زعفران، درصد و سرعت جوانه زنی این دو علف هرز کاهش یافت (Azizi et al., 2013).

در آزمایش دیگری مشخص شد که با افزایش غلظت عصاره‌های آبی اندام هوایی و بنه از ۰ تا ۴۰ درصد، زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی بذرهای شلمی به ترتیب ۶۹ درصد و ۷۴ درصد افزایش یافت (Fekret et al., 2013). همچنین با افزایش غلظت عصاره زعفران از صفر به ۲ درصد، میزان جوانه زنی بذر چغندرقند به میزان ۲۹ درصـــد کاهش یافت (Feizi et al., 2018).

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره بر صفات گیاهچه اسپند

Table 7- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on seedling characteristics of *Peganum harmala*

نوع عصاره Extract type	غلظت عصاره Extract concentration (M.V)	طول ریشه Radicle length (mm)	طول ساقه Plumule length (mm)	وزن خشک ساقه Dry weight of plumule (g)	وزن تر ریشه Fresh weight of radicle (g)
عصاره برگ Extract leaf	0	28.66	40.00	0.00186	0.00836
	0.0625	26.66	36.00	0.0015	0.00753
	0.125	24.00	32.66	0.00133	0.00683
	0.25	22.66	33.00	0.00113	0.00686
	0.5	17.66	25.66	0.00076	0.00673
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
عصاره بنه Extract corm	0	25.00	28.66	0.00556	0.00836
	0.0625	23.33	25.00	0.00556	0.00773
	0.125	20.66	26.00	0.00356	0.00743
	0.25	21.33	33.00	0.00133	0.000763
	0.5	20.66	31.00	0.000767	0.0072
	1	20.00	23.00	0.000567	0.00703
	2	0	0	0	0
LSD (5 %)		1.87	2.60	5.13	4.21

قسمتی و همکاران (Ghesmathi et al., 2018) همچنین کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی جو وحشی و نخود را به ترتیب در تیمارهای دو درصد عصاره برگ و دو درصد عصاره بنه گزارش کردند که با نتایج ما مطابقت دارد. حمامی و همکاران (Hammami et al., 2020) در پژوهش خود گزارش کردند که تأثیر کاهشی عصاره بنه بر وزن تازه و خشک اندام‌های هوایی خرفه در شرایط گلخانه‌ای در مقایسه با هم بیشتر است. همچنین علی مرادی و همکاران (Alimoradi et al., 2008) طی تحقیقی نشان دادند که با افزایش سطوح غلظت عصاره برگ و بنه طول ریشه‌چه علف هرز شلمی و گچ‌دوست به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. مشابه طاهری و همکاران (Taheri et al., 2011) گزارش کردند که عصاره آبی و الکلی برگ، بنه و گلبرگ زعفران سبب کاهش معنی‌دار طول ریشه، ساقه و برگ و هم‌چنین وزن تر و خشک گیاه‌چه‌ها در تمام ارقام سورگوم می‌شود. گزارش شده است که زعفران دارای مواد آللوشیمیایی است و در بین آللوشیمیایی‌ها، ترکیبات حلقوی مانند فنل‌ها، کومارین ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، مشتقات اسید سینامیک و کینون‌ها از مهم‌ترین آن‌ها هستند. مواد ضد التهابی زعفران ذکر شده است (Kohli et al., 2001). ترکیبات ضد آسیب به ویژه ترکیبات فنلی مانند تانن‌ها به دلیل جلوگیری و کاهش سرعت میتوز، تقسیم سلولی و افزایش طول سلولی را کاهش داده و از جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کند (Meyghani, 2003).

آزمایش سوم: اثر عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی قارچ *Fusarium nygamai*: نتایج تجزیه واریانس نشان داد در روز سوم و ششم نمونه‌برداری قطر کلونی قارچ تنها تحت تأثیر اثر ساده غلظت عصاره قرار گرفت. در روز نهم اندازه‌گیری قطر کلونی قارچ تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل نوع عصاره و غلظت عصاره قرار گرفت (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت عصاره نشان داد که افزایش غلظت عصاره سبب کاهش قطر کلونی قارچ در روز سوم و نهم اندازه‌گیری شد به‌طوری‌که کم‌ترین قطر کلونی از غلظت ۲ درصد به‌دست آمد که با غلظت ۱ درصد عصاره اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۹).

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس قطر کلونی قارچ *Fusarium nygamai* تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 8- Analysis of variance *Fusarium nygamai* fungus colony diameter of under the effect saffron extracts

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	قطر کلونی روز ۳ Colony diameter in 3 day	قطر کلونی روز ٦ Colony diameter in 6 day	قطر کلونی روز ۹ Colony diameter in 9 day
نوع عصاره Extract type (E)	1	2.88 ^{ns}	1.52 ^{ns}	32.59 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	17.69 **	135.57 **	185.88 **
نوع عصاره × غلظت E×C	6	0.76 ^{ns}	0.91 ^{ns}	5.76 *
خطای آزمایشی Error	28	0.92	3.09	1.97
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	22.11	16.20	9.26

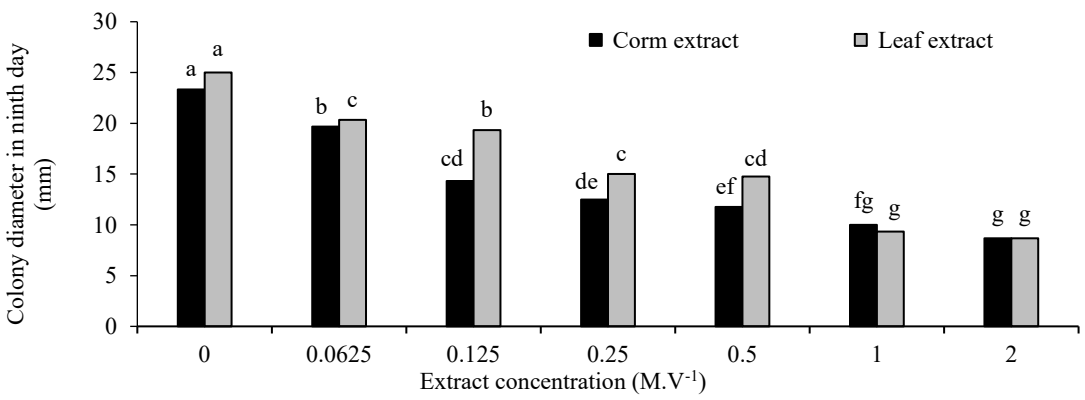
^{ns}، * و ** : به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

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

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت عصاره بر قطر کلونی قارچ *Fusarium nygamai*

Table 9- Mean comparisons of simple effect of extract concentration on *Fusarium nygamai* fungus colony diameter

غلظت عصاره Extract concentration (M.V)	قطر کلونی روز ۳ Colony diameter in 3 day	قطر کلونی روز ٦ Colony diameter in 6 day
0	6.5	18.33
0.0625	5.83	16.16
0.125	5.33	11.83
0.25	4.25	8.75
0.5	4.25	7.87
1	2.5	6.5
2	1.83	6.83
LSD (5 %)	0.93	1.69



شکل ۱- اثرات متقابل غلظت و نوع عصاره زعفران بر قطر کلونی قارچ Fusarium nygamai در روز نهم.

Figure 1- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on colony diameter *Fusarium nygamai* in ninth day.

نتایج اثر متقابل تیمارها نشـــان داد که کم‌ترین قطر کلونی قارچ در روز نهم مربوط به غلظت ۲ درصد عصاره بنه بود که با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد عصاره برگ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۱).

نتایج تحقیق نشان داد که نوع و غلظت عصاره زعفران تأثیر قابل توجهی بر قطر کلنی قارچ *Fusarium nygamai* دارد. این ممکن است به عنوان یک اطلاعات مهم در فهم تأثیرات عصاره زعفران بر جلوگیری یا کنترل رشد این نوع قارچ‌ها در محیط‌های مختلف مورد اســتفاده قرار گیرد. در راســتای این پژوهش تأثیر بازدارندگی عصاره بنه زعفران بر رشد قارچ پنیسیلیوم بیشتر از عصاره برگ گزارش شده است (Hammami et al., 2020). مهار رشـد پاتوژن توسـط عصـاره‌های آبی زعفران به این دلیل اســت که عصـــاره‌ها دارای متابولیت‌های ثانویه با فعالیت ضـــد قارچی مانند پلی فنل‌ها و تری ترپنوئیدها هســـتند. همچنین اثر ضـــد قارچی در بخش‌های انتهایی بنه زعفران که دارای مقدار بیشـــتری از ترکیبات متابولیت‌های ثانویه مانند تریترپنوئید و ساپونین است در مقایسه با سایر قسمت‌های بنه بیشتر است (Tavakoli et al., 2023).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشـــان داد که عصـــاره‌های برگ و بنه زعفران دارای اثرات بازدارنده جوانه‌زنی و رشـــد گیاه اســـپند و همچنین رشد قارچ *بیماری‌زای Fusarium nygamai* هستند. در شـرایط آزمایشـگاهی، عصـاره بنه زعفران با غلظت ۲ درصـد بیش‌ترین اثر بازدارندگی را بر جوانه‌زنی و رشد اسپند داشت. در شـــرایط گلخانه‌ای، عصـــاره برگ زعفران با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد نیز اثرات منفی قابل توجهی بر شاخص‌های رشد اسپند نشـان داد. در آزمایش‌های ضـدقارچی، هر دو عصـاره برگ و بنه زعفران در غلظت‌های بالا موجب کاهش معنی‌دار قطر کلونی قارچ شـــدند. این یافته‌ها تأیید می‌کند که ترکیبات موجود در لندام‌های زعفران، به‌ویژه متابولیت‌های ثانویه با ماهیت فنلی و تری‌ترپنوئیـدی، توان بـالقوه‌ای برای جـایگزینی بخشـــی از علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های شیمیایی دارند. با توجه به اثربخشی قابل توجه، ایمنی نسبی و سازگاری زیست‌محیطی عصاره‌های گیاهی، می‌توان آن‌ها را به‌عنوان گزینه‌ای امیدبخش در طراحی نهاده‌های طبیعی و کم‌خطر برای مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و بیماری‌های قارچی در کشـــاورزی پیشـــنهاد کرد. بنابراین، با انجام تحقیقات تکمیلی، می‌توان از این عصاره‌ها به‌عنوان پایه‌ای برای تولید علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های طبیعی و زیســت‌ســازگار بهره گرفت.

قدردانی

این تحقیق در قالب طرح پژوهشـی (پایان نامه کارشـناسـی ارشد) به شماره ابلاغیه ۹۳۶۰ مورخ ۱۴۰۱/۰۸/۱۶ و با استفاده از اعتبارات پژوهشـــی دانشـــگاه بیرجند انجام شـــده اســـت که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

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.

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 with English abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2015.314

Azizi, E., Alimoradi, L., Jahani Kondori, M., & Siahmargouei, A. (2013). Evaluation of allelopathic effects of saffron extract on germination and early growth of gipsophylla pilosaand rapistrum rugosum. *Journal of Plant Environmental Physiology*, *8* (2), 1-12. (In Persian with English abstract).

Babalola, O. O., Truter, J. C., & Van Wyk, J. H. (2021). Lethal and teratogenic impacts of imazapyr, diquat dibromide, and glufosinate ammonium herbicide formulations using frog embryo teratogenesis assay-xenopus (FETAX). *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, *80* (4), 708-716.

Bayat, H., Moghadam, A. N., & Aminifard, M. H. (2019). Allelopathic effects of narcissus (*Narcissus tazetta* L.) extract on germination, growth and physiological characteristics of couch grass (*Agropyron repens*) and wild oat (*Avena fatua*). *Iranian Journal of Seed Sciences & Research***,** *6* (4), 457-469. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22124/jms.2020.3925

Bhowmik, P., & Inderjit, C. (2003). Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. *Crop Protection*, *22*, 661-671. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00242-9

Bonanomi, G., Sicurezza, M. G., Caporaso, S., Esposito, A., & Mazzoleni, S. (2006). Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. *New Phytologist*, *169* (3), 571-578. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01611.x

Dayan, F. E., Cantrell, C. L., & Duke, S. O. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *17* (12), 4022-4034. https://doi.org/10.1016/j.bmc.2009.01.046

Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., Rudd, J. J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis, J., & Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, *13* (4), 414-430. https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x

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 & Technology, 40* (1), 134-138. https://doi.org/10.15258/sst.2012.40.1.17

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 & Spice Plants*, *22* (4), 156–161.

Fekret, L., Khorramdel, S., & Siahmargoui, A. (2013). Evaluation of germination characteristics of two weed species, wild mustard and common mustard, under the influence of different concentrations of aqueous extract of aerial parts and saffron corms. Fifth Iranian Weed Science Conference, Tehran, Iran. (In persian)

Fernando, W. G., Miller, J. D., Seaman, W. L., Seifert, K., & Paulitz, T. C. (2000). Daily and seasonal dynamics of airborne spores of Fusarium graminearum and other Fusarium species sampled over wheat plots. *Canadian Journal of Botany*, *78* (4), 497-505. https://doi.org/10.1139/b00-027

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 & Technology, 6* (1), 35-48. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2017.54263.1163

Ghorbany, M., Falahati Rastegar, M., & Jafarpour, B. (2010). The use of some herbal products to control cumin wilt disease with the agent *Fusarium oxysporum* f. sp Cumini. *Journal of Iranian Plant Protection Research, 24* (1), 1-7. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.v1389i24.3840

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 with English abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2020.3196.1123

Jabran, K., Cheema, Z. A., Farooq, M., & Khaliq, A. (2007). Evaluation of effectiveness of some allelopathic crop water extracts against aphid (Aphis pomi). Proc International Workshop on Allelopathy—Current Trends and Future Aplications, 18–21 March 2007, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, pp. 31

Jabran, K., Cheema, Z. A., Farooq, M., & Hussain, M. (2010a). Lower doses of pendimethalin mixed with allelopathic crop water extracts for weed management in canola (*Brassica napus*). International *Journal of Agricultural & Biological, 12*, 335–340.

Jabran, K., Farooq, M., Hussain, M., & Ali, M. (2010b). Wild oat (*Avena fatua* L.) and canary grass (*Phalaris minor* Ritz.) management through allelopathy. *Journal of Plant Protection Research, 50*, 32–35.

Jamil, M., Cheema, Z. A., Mushtaq, M. N., Farooq, M., & Cheema, M. A. (2009). Alternative control of wild oat and canary grass in wheat fields by allelopathic plant water extracts. *Agronomy for Sustainable Development, 29*, 475–482. https://doi.org/10.1051/agro/2009007

Kim, D. I., Park, J. D., Kim, S. G., Kuk, H., Jang, M. S., & Kim, S. S. (2005). Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *8* (1), 93-100. https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60076-X

Kohli, R. K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2001). *Allelopathy in Agroecosystems*. Food Products Press, USA, 447 pp.

Lin, B., Bozorgmagham, A., Ross, S. D., & Schmale III, D. G. (2013). Small fluctuations in the recovery of fusaria across consecutive sampling intervals with unmanned aircraft 100 m above ground level. *Aerobiologia*, *29* (1), 45-54. https://doi.org/10.1007/s10453-012-9261-3

Lux-Endrich, A., & Hock, B. (2004). *Allelopathy, in Plant Toxicology*, ed. by B Hock and EF Elstner. CRC Press, New York, NY

Macias, F. A., Molinillo, J. M., Varela, R. M., & Galindo, J. C. (2007). Allelopathy—a natural alternative for weed control. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, *63* (4), 327-348. https://doi.org/10.1002/ps.1342. PMID: 17348068.

Macias, F. A., Castellano, D., & Molinillo, J. M. (2000). Search for a standard phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, *48* (6), 2512-2521. https://doi.org/10.1021/jf9903051

Mahadevan, A. (1982). Biochemical aspects of plant disease resistance. *In*- Part I: Performed inhibitory substances. Today and Tomorrowos Printers and Pub. New Delhi pp 425-431.

Meyghani, F. (2003). *Allelopathy from Concept to Application*. Incident Beam Press, Iran. p. 41-

107. (in Persian).

Mojab, M., & Mahmodi, M. (2012). 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 with English Summary).

Mousavi, S. A., Feizi, H., Ahmadian, A., & Izadi Darbandi, E. (2023). Extracts obtained from organs of saffron (*Crocus sativus*) alter growth and seed germination of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, *157* (4), 844-850. https://doi.org/10.1080/11263504.2023.2204311

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 & Technology***,** *6* (2), 219-236. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2017.62688.1197. (In Persian with English Summary).

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. https://doi.org/10.1080/17429145.2016.1159342

Okungbowa, F. I., & Shittu, H. O. (2012). Fusarium wilts: An overview. *Environmental Research Journal, 6* (2), 83-102.

Osmonali, B., Tokbergenova, A., Taukebayev, O., Zulpykharov, K., Salmurzauly, R., Smanov, Z., & Ussen, S. (2024). Weed species in plant communities as indicators of degradation of vegetation cover and fertile soil layer in desert regions. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *25* (12). https://doi.org/10.13057/biodiv/d251230

Passos, I. D., & Mironidou-Tzouveleki, M. (2016). Hallucinogenic plants in the Mediterranean countries. In V. R. Preedy (Ed.), *Neuropathology of Drug Addictions and Substance Misuse* (pp. 761–772). London, UK: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800212-4.00071-6

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 with English abstract).

Rizvi, S. J. H., Haque, H., Singh, V. K., & Rizvi, V. A. (1992). Discipline called allelopathy. *In Allelopathy: Basic and Applied Aspects*, ed. By SJH Rizvi and V Rizvi. Chapman and Hall, London, UK, pp. 1–10.

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 with English abstract). https://doi.org/10.22077/jsr.2018.1490.1059

Schmale III, D. G., Ross, S. D., Fetters, T. L., Tallapragada, P., Wood-Jones, A. K., & Dingus, B. (2012). Isolates of Fusarium graminearum collected 40–320 meters above ground level cause Fusarium head blight in wheat and produce trichothecene mycotoxins. *Aerobiologia*, *28* (1), 1-11. https://doi.org/10.1007/s10453-011-9206-2

Singh, R. K., & Dwivedi, R. S. (1987). Effect of oils on *Sclerotiumn rolfsii* causing root rot of barley. *Indian Phytopathology*, *40*, 531-533.

Smith, S. N. (2007). An overview of ecological and habitat aspects in the genus Fusarium with special emphasis on the soil-borne pathogenic forms. *Plant Pathology Bulletin*, *16* (3), 97-120.

Taheri, K., Saboora, A., & Kiarostami, K. 2011.

Allelopathic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of four sorghum (*Sorghum bicolar* L.) cultivars. *Iranian Journal of Biology*, *24* (1), 89-103.

Tavakoli, Z., Jahani, M., & Hammami, H. (2023). Allelopathic and antifungal effects of saffron (*Crocus sativus* L.) aqueous extract on germination and seedling growth of London rocket (*Sisymbrium irio*) and *Fusarium solani*. *Saffron Agronomy & Technology, 11* (3), 321-341. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22048/jsat.2023.409228.1499

Tavakoli, Z., Jahani, M., & Hammami, H. (2024). Investigating the allelopathic and antifungal effects of saffron (*Crocus sativus*) leaves and corms water extract on the germination criteria and seedling growth of Whitetop (*Cardaria draba*) and Aspergilus (*Aspergilus niger*). *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *38* (3), 241-258. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2024.86305.1174

Vesselova, P. V. (2017). Anthropophilous representatives of Brassicaceae Burnett of the Northern Turan (conspectus of species). *Proceedings on Applied Botany, Genetics & Breeding*, *178* (2), 96-112.

Vesselova, P., Makhmudova, K., Kudabayeva, G., Osmonali, B., & Mikhalev, V. (2022). Current growth conditions of *Populus diversifolia* Schrenk and *Populus pruinosa* Schrenk in the Syr-Darya Valley. *OnLine Journal of Biological Sciences, 22* (4), 425-438. https://doi.org/10.3844/ojbsci. 2022.425.438.