



Allelopathic and Antifungal Effects of Saffron (*Crocus sativus* L.) Aqueous Extract on Germination and Seedling Growth of London Rocket (*Sisymbrium irio*) and *Fusarium solani*

Zahra Tavakoli¹, Mehdi Jahani² and Hossein Hammami^{3,4*}

Article type:

Research Article

Article history:

Submitted: 23 July 2023

Revised: 22 September 2023

Accepted: 16 October 2023

Available Online: 23 October 2023

How to cite this article:

Tavakoli, Z., Jahani, M., and 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.

DOI: 10.22048/jsat.2023.409228.1499

Abstract

To evaluate the allelopathic and fungicidal effect of saffron leaf and corm extracts on the germination and growth characteristics of London Rocket and *Fusarium solani*, 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 London Rocket seed germination characteristics, including 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 *Fusarium solani* fungus, including 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 results showed that the type of extract is effective on the germination percent, germination rate, mean germination time, length and weight radicle, the length and weight of the plumule, and the weight and radicle of the seedling of London Rocket were significant, and the corm extract had more negative effects compared to the leaf extract. By increasing extract concentration, its effectiveness also increased by increasing extract concentration to 4 % significant decrease in the length and weight of the radicle, the length and weight of the plumule, and seedling vigor of the London Rocket seedling compared to the control. The interaction results showed that the lowest percentage of germination, germination speed, radicle length and fresh weight, plumule fresh and dry weight, and seedling dry weight of London Rocket were observed from the concentration of 4 % corm extract. The interaction effect of extract type and concentrations on *Fusarium solani* colony diameter showed that all the concentrations used for corm extract prevented *Fusarium solani*'s growth in all four sampling stages. In leaf extract, concentrations of 0.125, 0.25, 0.5, and 1% completely inhibited *Fusarium solani*'s growth in all four sampling stages. Finally, the results of these

1 - MSc. 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 and Member of the Unconventional Water Research Group, University of Birjand, Birjand, Iran.

Corresponding Author: hhammami@birjand.ac.ir



experiments showed that the effect of inhibiting the germination and growth of London Rocket and the antifungal effect, is more significant in saffron corm extract than in leaf extract. Therefore, considering the results of this research and conducting more research on the anti-inflammatory and fungicidal effects of saffron organ extracts, we can produce natural herbicides and fungicides.

Keywords: Allelopathy, Antifungal, Biological Control, Fungi, Weed.

مقاله پژوهشی

اثرات دگر آسیمی و ضد قارچی عصاره آبی اندام های زعفران (*Crocus sativus*) بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*) و رشد قارچ فوزاریوم (*Fusarium solani*)

زهرا توکلی^۱، مهدی جهانی^۲ و حسین حمامی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱ مرداد ۱۴۰۲

تاریخ بازنگری: ۳۱ شهریور ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۴ مهر ۱۴۰۲

توکلی، ز.، م جهانی، م.، و حمامی، ح. (۱۴۰۲). اثرات دگر آسیمی و ضد قارچی عصاره آبی اندام های زعفران (*Crocus sativus*) بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*) و رشد قارچ فوزاریوم (*Fusarium solani*). زراعت و فناوری زعفران، ۱۱(۳)، ۳۴۱-۳۲۱.

چکیده

با هدف ارزیابی خاصیت دگر آسیمی و قارچ کشی عصاره آبی برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه زنی و رشدی علف هرز خاکشیر تلخ و قارچ فوزاریوم سولانی آزمایش های مستقل به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد. عامل اول آزمایش دگر آسیمی شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و عامل دوم هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۴ درصد وزنی- حجمی) بودند. عامل اول آزمایش ضدقارچی شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و عامل دوم شامل هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۳۱۲، ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ وزنی-حجمی) بودند. نتایج نشان داد که نوع عصاره بر در صد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، میانگین زمان جوانه زنی، طول و وزن تر و خشک ریشه چه، طول و وزن تر و خشک ساقه چه و وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه خاکشیر تلخ معنی دار بود و عصاره بنه دارای آثار منفی بیشتری نسبت به عصاره برگ بود. با افزایش غلظت عصاره، اثر بخشی آن نیز بیشتر شد به طوری که افزایش غلظت عصاره به چهار در صد سبب کاهش معنی دار طول و وزن تر و خشک ریشه چه، طول و وزن تر و خشک ساقه چه، و وزن جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول و وزن تر ریشه چه، طول و وزن تر و خشک ساقه چه و وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه در صد مورد استفاده برای عصاره بنه مانع از رشد قارچ فوزاریوم در هر چهار مرحله نمونه برداری شدند. در عصاره برگ، غلظت های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ در صد به طور کامل مانع رشد قارچ فوزاریوم در هر چهار مرحله نمونه برداری شدند. در نهایت نتایج این آزمایش ها نشان داد که اثر ضدقارچی و هم چنین اثر ممانعت کنندگی از جوانه زنی و رشد خاکشیر تلخ در عصاره بنه زعفران بیش تر از عصاره برگ است. لذا با در نظر گرفتن نتایج این تحقیق و انجام پژوهش های بیش تر و کامل تر در زمینه اثر قارچ کشی و دگر آسیمی عصاره اندام های زعفران می توان جهت تولید قارچ کش و علف کش طبیعی به این عصاره ها توجه بیشتری نمود.

کلمات کلیدی: جوانه زنی، عصاره آبی، علف هرز، قارچ، کنترل زیستی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری های گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

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

۴- عضو گروه پژوهشی گیاه و تنش های محیطی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و عضو گروه پژوهشی آب های نامتعارف دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

*-نویسنده مسئول: hhamami@birjand.ac.ir

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق (Iridaceae)، به عنوان گران‌بهاترین محصول کشاورزی و دارویی کشور و دنیا شناخته می‌شود (Kafi et al., 2002). زعفران زراعی، گیاهی اتوتریپلوئید بوده و به دلیل فرد بودن کروموزوم‌های آن عقیم است و تولید مثل جنسی ندارد و از این رو از طریق بنه تکثیر می‌شود (Aghhavani Shajari et al., 2015). خاکشیر تلخ^۱ یکی از علف‌های هرز یک‌ساله پاییزه رایج مزارع زعفران است که بدلیل تطابق با دوره رشدی و فراونی نسبی بیش از ۷۲ درصدی و غالبیت بیش از ۶۸ درصدی جزو علف‌های هرز رایج مزارع زعفران محسوب می‌شود (Izadi - Darbandi & Hosseini Evari, 2017).

گیاه دارویی زعفران دارای اثرات بازدارندگی روی رشد قارچ‌ها و جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف است (Azizi et al., 2013). اگر چه ممکن است تمام اندام‌های گیاه حاوی مواد دگرآسیب باشند، ولی برگ‌ها و بنه‌ها از مهم‌ترین منابع تولیدکننده این ترکیبات هستند (Williamson, 1990). گیاهان دگرآسیب از طریق تولید و ترشح متابولیت‌هایی که به محیط اطراف خود آزاد می‌کنند (از طریق ترشحات ریشه، تجزیه بقایا و همچنین شستشوی برگ‌ها در نتیجه باران) تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز داشته و از این طریق رشد و تراکم آن‌ها را محدود می‌کنند (Meyghani, 2003). سموم شیمیایی به عنوان متداول‌ترین روش، در کنترل بیماری‌های

گیاهی و علف‌های هرز بیش‌ترین استفاده را دارند. خسارت‌های ناشی از بقایای طولانی مدت سموم شیمیایی (قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها) در محیط سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده و احتمال ورود سموم به زنجیره غذایی در نتیجه مدیریت شیمیایی نامناسب بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز در حال افزایش است (Hajian Far & Zarbakhsh, 2006). از این رو استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان و بقایای آنها برای کنترل علف‌های هرز و همچنین عصاره‌های گیاهی به عنوان بازدارنده رشد قارچ‌های بیمارگر گیاهی مورد توجه محققان قرار گرفته است (Hammani et al., 2020; Anjum & Bajwa, 2007). اثر دگرآسیبی عصاره‌های اندام‌های مختلف زعفران بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان همچون چاودار^۲ و یولاف وحشی^۳ (Shakeri et al., 2019)، خرفه^۴ (Hammani et al., 2020)، زیره سبز^۵ و گوجه‌فرنگی^۶ (Salari et al., 2018) گزارش شده است. محققین با بررسی اثر عصاره آبی زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد سه گونه علف‌هرز گزارش کردند که کاربرد عصاره برگ و بنه این گیاه دارویی سبب کاهش پارامترهای جوانه‌زنی در هر سه علف‌هرز شامل تاج خروس^۷، خاکشیر^۸ و از مک^۹ شد (Asgarpour et al., 2015). نتایج تحقیق قسمتی و همکاران (Ghesmati et al., 2018) نشان داد که غلظت‌های مختلف عصاره برگ و بنه زعفران درصد جوانه‌زنی دو علف هرز جو وحشی^{۱۰} و مرغ^{۱۱} را کاهش داد. کم‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی جو وحشی و مرغ به ترتیب از تیمارهای دو درصد

1- *Sisymbrium irio*2 - *Secale cereale*3 - *Avena ludoviciana*4 - *Portulaca oleracea*5 - *Solanum lycopersicum*6 - *Cuminum cyminum*7 - *Amaranthus retroflexus*8 - *Cardaria draba*9 - *Descurainia sophia*10 - *Hordeum spontaneum*11 - *Agropyron repense*

oxysporum عامل بیماری بوته میری زیره سبز گزارش شده است. بخار عصاره‌های خوردانه و پونه^{۱۰} 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). برخی محققین اثر ضدقارچی بنه زعفران بر روی برخی قارچ‌ها نظیر فوزاریوم^{۱۱}، پنی سیلیوم^{۱۲}، اسپریژیلوس^{۱۳} و بایبولاریس^{۱۴} گزارش کردند (Rubio-Moraga et al., 2013).

آفات و بیماری‌ها یکی از عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است. علف‌های هرز به روش‌های مختلف رشد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و همواره مشکلات زیادی چون کاهش عملکرد، کاهش کیفیت محصول تولیدی و افزایش هزینه‌های تولید را به دنبال دارند. همچنین قارچ *Fusarium solani* که از قارچ‌های بیماری‌زا محسوب می‌شود خسارت‌های سنگینی به گیاهان زراعی و غیره وارد می‌سازد. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش ارزیابی اثر دگرآسیبی و قارچ کشی عصاره‌ی آبی برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی خاکشیر تلخ و قارچ فوزاریوم سولانی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی خاصیت دگرآسیبی و قارچ‌کشی عصاره برگ و بنه زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی خاکشیر تلخ و قارچ فوزاریوم سولانی آزمایش‌های مجزا به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقات

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. محققین در نتایج خود بیش‌ترین تأثیر دگرآسیبی عصاره برگ را بر رشد و جوانه‌زنی علف پشمکی و بیش‌ترین تأثیر دگرآسیبی عصاره بنه زعفران را بر رشد و جوانه‌زنی علف هرز خاکشیر گزارش کردند (Alipoor & Mahmoodi, 2015).

اقبالی و همکاران (Eghbali et al., 2008) در آزمایشی روی اثر دگرآسیبی بقایای اندام‌های هوایی و بنه زعفران را بر رشد گندم^۱، چاودار^۲، ماش^۳ و لوبیا^۴ بررسی نموده و دریافتند که بقایای برگ و بنه زعفران بر گیاهان زراعی مورد مطالعه، اثر دگرآسیبی منفی، ولی برگ‌های زعفران اثر تحریک‌کنندگی دارد.

در بررسی اثر دگرآسیبی اندام‌های مختلف زعفران بر جوانه‌زنی گونه‌های علف‌هرز شامل شلمی^۴ و گچ‌دوست^۵ با افزایش غلظت عصاره آبی برگ و بنه زعفران، درصد و سرعت جوانه‌زنی این دو علف هرز کاهش پیدا کرد (Azizi et al., 2013). گومز و همکاران (Gomes et al., 2016) با ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف عصاره‌ی غده‌های اویار سلام ارغوانی^۶ بر مشخصه‌های جوانه‌زنی کاهو و منداب در بسترهای مختلف خاک گزارش نمودند که با افزایش غلظت عصاره، جوانه‌زنی بذور آزمایشی در بسترهای مختلف کاهش یافت.

همچنین اثر ضدقارچی عصاره بذری گیاه خوردانه^۷، عصاره برگی اسطوخودوس^۸ و عصاره گل ریواس^۹ بر قارچ *Fusarium*

8 - *Lavandula angustifolia*
9 - *Rheum ribes*
10 - *Mentha pulegium*
11 - *Fusarium oxysporum*
12 - *Penicillium raistrickii*
13 - *Aspergillus niger*
14 - *Bipolaris spicifera*

1 - *Triticum aestivum*
2- *Vigna radiata*
3 - *Phaseolus vulgaris*
4 - *Rapistrum rugosum*
5 - *Gypsophila pilosa*
6 - *Cyperus rotundus*
7 - *Trachyspermum copticum*

(بیشترین غلظت در تیمارها). سپس با رقیق سازی عصاره به دست آمده غلظت‌های مورد نیاز جهت اجرای آزمایش تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفت (Mojab & Mahmodi, 2008). به دلیل اثر بازدارندگی شدید عصاره‌های برگ و بنه زعفران بر رشد میسلیم قارچ آلترناریا گزارش شده توسط حمامی و همکاران (Hammami et al., 2020) از غلظت‌های پایین‌تر نسبت به آزمایش دگرآسیبی استفاده شد.

برای آزمایش اول از پتری‌دیش‌های شیشه‌ای با قطر نه سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا پتری‌دیش‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۱۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و ضدعفونی گردید. بذرها نیز به کمک محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با آب مقطر شستشو داده شدند (Saghi et al., 2016). 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 به مدت ۱۰ روز شمارش بذره‌های 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 آن در دمای ۶۰ درجه اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز آخر آزمایش $\times 100$)، سرعت جوانه‌زنی (مجموع حاصل تقسیم تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز بر همان روز (Feizi et al., 2013))، میانگین زمان جوانه‌زنی طبق معادله ۱، بنیه گیاهچه بر حسب معادله ۲ و ضریب تخصیص بر اساس معادله ۳ محاسبه شد.

$$MGT = \frac{\sum (D_i \times N_i)}{\sum N_i} \quad (1)$$

در این معادله MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، N تعداد بذرهایی که در روز D ام جوانه زدند و D تعداد روزهایی که از

بذر و آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خاکشیر تلخ (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 در صد وزنی - حجمی) بودند (Hammami et al., 2020). تیمارهای آزمایش بررسی اثر بازدارندگی عصاره زعفران بر رشد قارچ *Fusarium solani* (آزمایش ضد قارچی) شامل دو نوع اندام زعفران (برگ و بنه) و هفت غلظت عصاره (صفر، ۰/۳۱۲، ۰/۶۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی - حجمی) بودند (Hammami et al., 2020). صفات مورد مطالعه در آزمایش دگرآسیبی شامل در صد 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 خاکشیر تلخ بودند. در آزمایش ضد قارچی میانگین قطر کلونی قارچ *Fusarium solani* نیز اندازه‌گیری شد.

بذره‌های خاکشیر تلخ از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند جمع‌آوری شده و تا زمان شروع آزمایش در یخچال (دمای ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد) نگهداری شد. برگ‌ها و بنه‌های زعفران از مزارع چهارساله شهرستان سربان (منطقه کامرود) جمع‌آوری شد. برگ‌ها و بنه‌های زعفران پس از جمع‌آوری به منظور جداسازی بقایای خاک با آب شستشو شده و به مدت یک هفته در شرایط سایه خشک شدند و به تفکیک به وسیله 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 ساعت، محلول حاصل، از کاغذ صافی واتمن عبور داده شدند و عصاره مادر تهیه شد

آزمایش دگرآسیبی: اثر عصاره‌های زعفران بر شاخص‌های جوانه‌زنی خاکشیر تلخ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر متقابل تیمارها بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر خاکشیر تلخ در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و غلظت ۰/۲۵ درصد عصاره برگ و کم‌ترین آن از تیمار چهار در صد عصاره بنه به دست آمد (شکل ۱). بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی از غلظت ۰/۲۵ درصد عصاره برگ و کم‌ترین شاخص مذکور از غلظت چهار درصد عصاره بنه حاصل شد (شکل ۲). بیش‌ترین میانگین زمان جوانه‌زنی بذر خاکشیر تلخ از غلظت چهار درصد عصاره بنه به دست آمد (شکل ۳).

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, 2009). با جذب آب مواد دگرآسیب نیز به بذر وارد می‌شوند و در مرحله جوانه‌زنی که حساس‌ترین مرحله سیکل زندگی گیاه در برابر عوامل تنش‌زای محیطی است بیش‌ترین میزان اثر مواد دگرآسیب مشاهده می‌شود (Bhowmik & Inderjit, 2003). 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 طرفی برخی محققین اظهار داشتند مکانیسمی که موجب کاهش جوانه‌زنی بذر شده است، احتمالاً مربوط به کاهش فعالیت آنزیم‌هایی مانند آلفا‌آمیلاز است که در جوانه‌زنی بذر دخالت دارند (Soltanipoor et al., 2016).

آغاز زمان جوانه‌زنی گذشته است.

$$(۲) \quad = \text{بنیه گیاهچه}$$

$$(۳) \quad = \frac{\text{طول گیاهچه GP} \times 100}{\frac{\text{میانگین طول ریشه‌چه}}{\text{میانگین طول ساقه‌چه}}}$$

قارچ مورد استفاده در این آزمایش از قبل شناسایی و خالص شده بود. به منظور بررسی اثر ضدقارچی عصاره‌های زعفران از محیط کشت PDA^۱ 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 امولسیون کاملاً یکنواخت ایجاد گردد. سپس محیط‌های حاصل درون پتری‌دیش‌هایی به قطر نه سانتی‌متر تقسیم و اجازه داده شد تا محیط کاملاً جامد گردد. قبل از بستن کامل محیط کشت، دیسک‌هایی به قطر پنج میلی‌متر به وسیله کورک بورر^۲ از حاشیه میسیلیوم‌های قارچ هفت روزه به صورت معکوس در مرکز پتری‌دیش‌ها روی محیط کشت قرار داده شد. برای هر غلظت سه پتری‌دیش به‌عنوان تکرار استفاده شد. سپس پتری‌دیش‌ها با پارافیلیم بسته شده و به داخل انکوباتور^۳ 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 سه روز یکبار اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن توسط نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز شد. به‌منظور مقایسه میانگین از آزمون LSD محافظت شده استفاده گردید.

نتایج و بحث

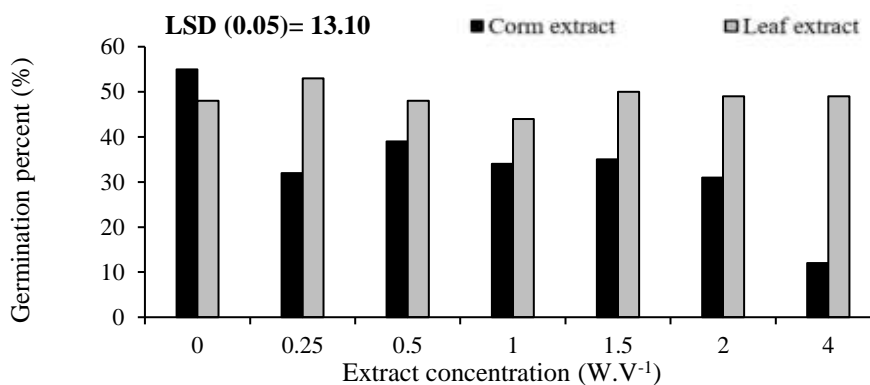
(2006).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات جوانه‌زنی خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*) تحت تأثیر عصاره‌های زعفران
 Table 1- Analysis of variance (mean squares) of germination characteristics of *Sisymbrium irio* under the effect of 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	3031.14 **	85.182 **	23.420 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	313.81 **	12.291 **	4.077 **
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	357.81 **	7.468 **	2.171 **
خطا Error	42	84.286	1.286	0.366
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	22.19	23.00	19.09

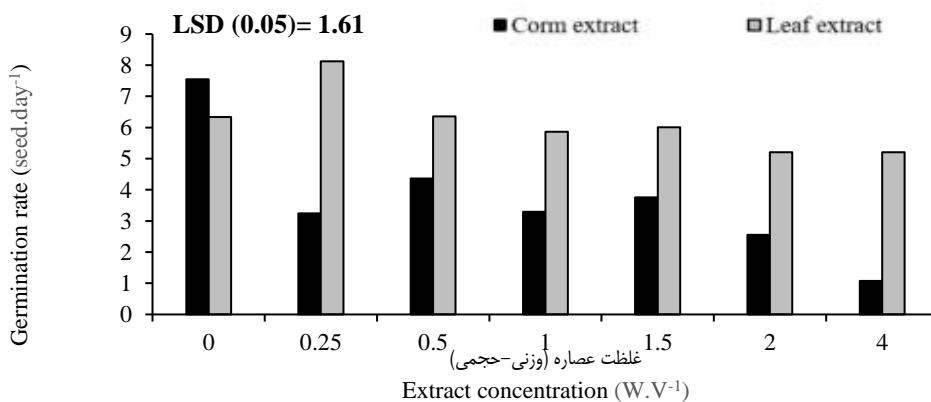
NS، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

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



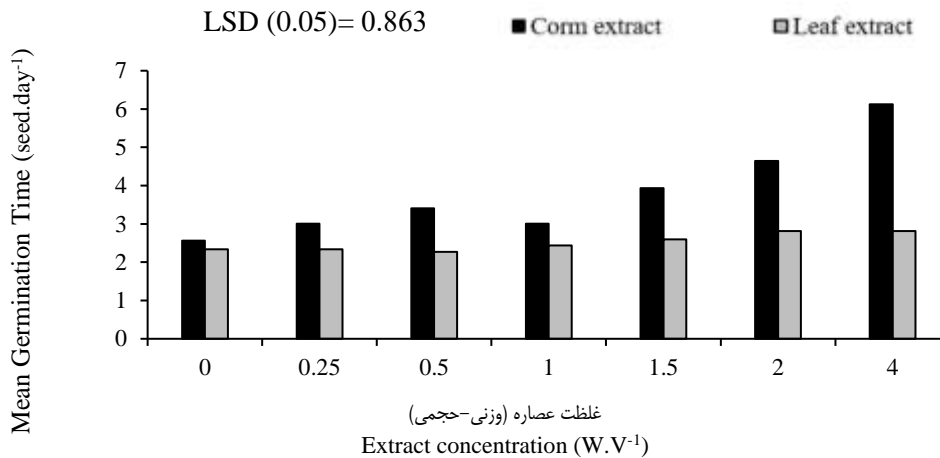
شکل ۱- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر درصد جوانه‌زنی خاکشیر تلخ

Figure 1- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on germination percent of *Sisymbrium irio*.



شکل ۲- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر سرعت جوانه زنی خاکشیر تلخ

Figure 2- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on germination rate of *Sisymbrium irio*.



شکل ۳- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر میانگین زمان جوانه زنی خاکشیر تلخ

Figure 3- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on the mean germination time of *Sisymbrium irio*.

متقابل آن‌ها بر صفات گیاهچه خاکشیر تلخ در جدول ۲ ارائه شده است. نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر متقابل غلظت عصاره در نوع عصاره بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج اثر متقابل نشان داد که کم‌ترین (۰/۹۹ سانتی‌متر) و بیش‌ترین (۵/۰۹ سانتی‌متر) طول ریشه‌چه به ترتیب از تیمار غلظت چهار درصد عصاره بنه و بدون عصاره به دست آمد (شکل ۴). تیمار غلظت دو درصد عصاره بنه و تیمار بدون عصاره به ترتیب دارای کم‌ترین (۰/۹۹ سانتی‌متر) و بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۴/۹۷ سانتی‌متر) بودند (شکل ۵). بیش‌ترین وزن تر ریشه‌چه (۸/۴۹ میلی‌گرم) از تیمار بدون عصاره به دست آمد که با غلظت ۰/۲۵ درصد عصاره برگ اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. کم‌ترین وزن تر ریشه‌چه (۱/۵۶ میلی‌گرم) از غلظت چهار درصد عصاره بنه حاصل شد که با تیمارهای دو درصد عصاره بنه و چهار درصد عصاره برگ اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند (شکل ۶). تیمار ۰/۲۵ درصد عصاره برگ با ۱/۶۰

در تأیید نتایج این آزمایش عسگریپور و همکاران (Asgarpour et al., 2015) اثر کاهشی معنی‌دار عصاره زعفران بر سرعت جوانه‌زنی تاج خروس وحشی، از مک و خاکشیر ایرانی را گزارش کردند. در علف‌هرز خرفه نیز با افزایش غلظت عصاره زعفران به چهار درصد، در صد جوانه‌زنی ۶۳/۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و تأثیر بازدارنده عصاره بنه از برگ بیش‌تر بود (Hammami et al., 2020). علمی پور و محمودی (Alipoor & Mahmoodi, 2015) نشان دادند که عصاره آبی برگ و بنه زعفران باعث کاهش جوانه‌زنی علف هرز خاکشیر و علف پشمکی شد. در خصوص میانگین زمان جوانه‌زنی حمامی و همکاران (Hammami et al., 2020) گزارش کردند که استفاده از عصاره زعفران منجر به کاهش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی خرفه در مقایسه با عدم کاربرد عصاره شد و تأثیر کاهشی عصاره بنه از برگ بیش‌تر بود که با نتایج ما همخوانی دارد. نتایج تجزیه واریانس اثر نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر

و کمترین وزن تر و خشک ساقه‌چه از غلظت چهار درصد عصاره بانه به دست آمد (شکل ۸ و ۹).

میلی گرم دارای بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و تیمار دو درصد عصاره بانه با ۰/۳۲ میلی گرم کمترین وزن خشک ریشه‌چه را دارا بود (شکل ۷). بیشترین وزن تر و خشک ساقه‌چه از تیمار شاهد

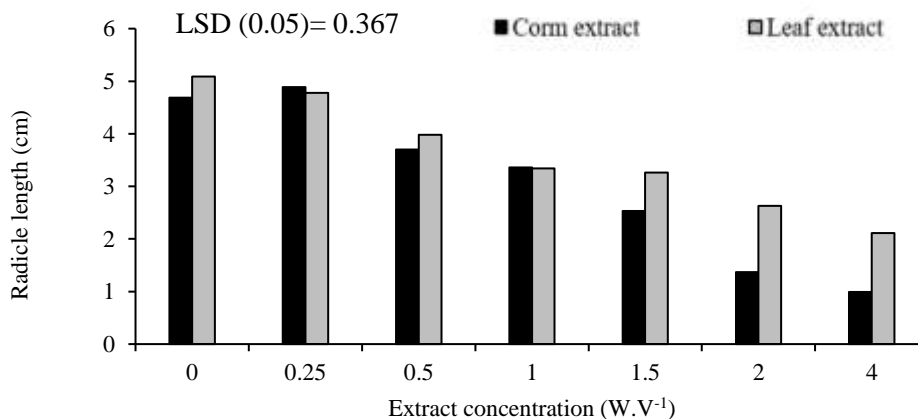
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهچه خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*) تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of seedling characteristics of *Sisymbrium irio* under the effect of 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	3.802 **	10.301 **	28.009 **	0.927 **	22.899 **	1.060 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	13.402 **	19.483 **	58.528 **	2.051 **	77.916 **	5.094 **
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	0.570 **	1.122 **	2.923 **	0.118 **	3.252 **	0.207 **
خطا Error	42	0.066	0.089	0.173	0.007	0.344	0.013
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	7.69	9.95	8.19	8.64	7.31	5.67

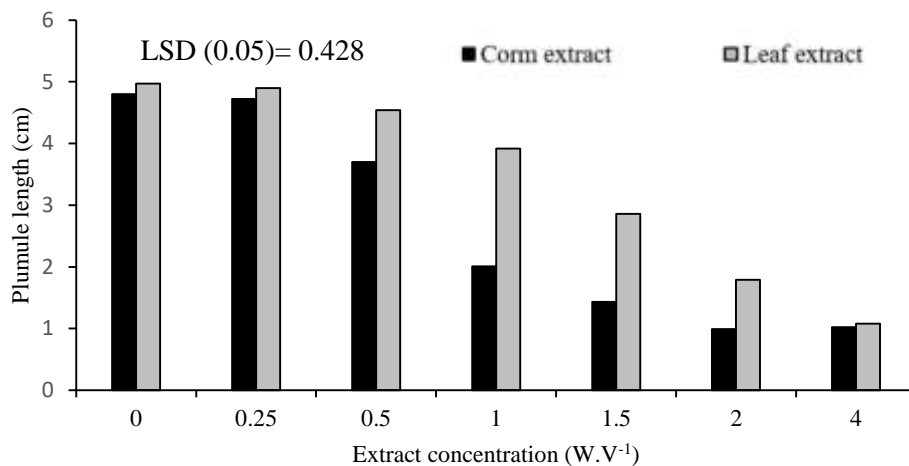
NS، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

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



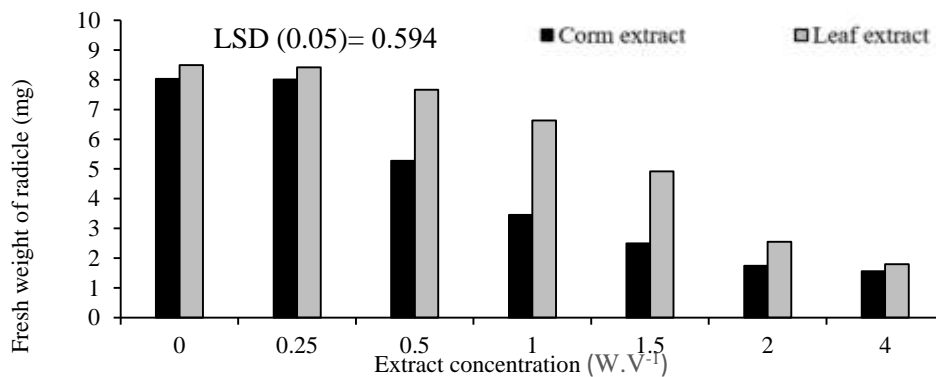
شکل ۴- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر طول ریشه‌چه خاکشیر تلخ

Figure 4- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on radicle length of *Sisymbrium irio*.



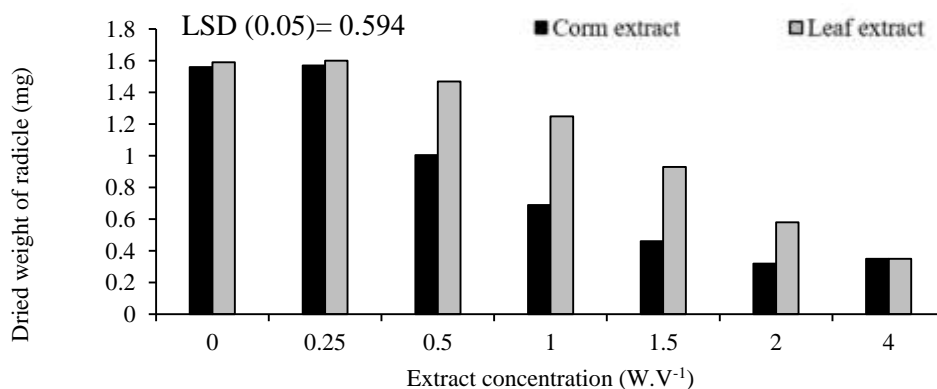
شکل ۵- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر طول ساقه چه خاکشیر تلخ

Figure 5- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on plumule length of *Sisymbrium irio*.



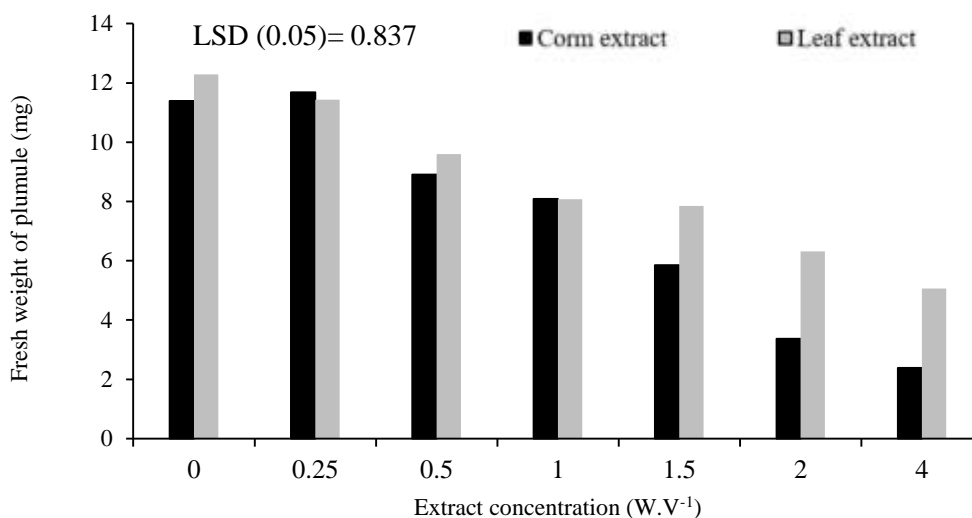
شکل ۶- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر وزن تر ریشه چه خاکشیر تلخ

Figure 6- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on fresh weight of radicle of *Sisymbrium irio*.



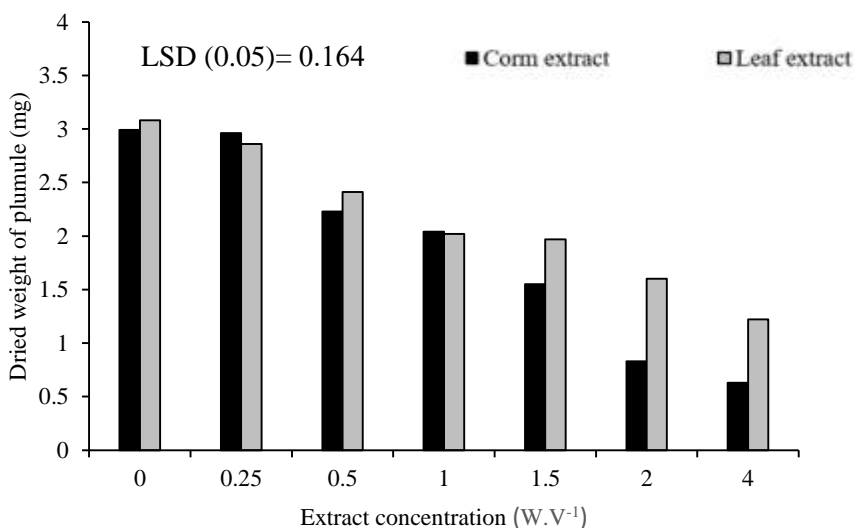
شکل ۷- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر وزن خشک ریشه چه خاکشیر تلخ

Figure 7- The interaction effects of concentration and type of saffron extract on fresh weight of radicle of *Sisymbrium irio*.



شکل ۸- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر وزن تر ساقچه خاکشیر تلخ

Figure 8- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on fresh weight of plumule of *Sisymbrium irio*.



شکل ۹- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر وزن خشک ساقچه خاکشیر تلخ

Figure 9- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on the dried weight of plumule of *Sisymbrium irio*.

تغییر ساختار DNA و RNA می‌شوند و از این طریق باعث کاهش طول ساقچه و ریشه‌چه می‌شوند (Seigler, 1996). به‌طور کلی، کاهش طول ریشه‌چه ممکن است به این دلیل باشد که بزرگ شدن سلول‌ها از طریق ممانعت از عمل جیبرلین و

ترکیبات دگرآسیب باعث تداخل در فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی مثل تغییر ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری و عمل غشا، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها و تعادل هورمون‌های گیاهی، اختلال در جذب عناصر غذایی، تنفس و

عصاره در نوع عصاره نشان داد که وزن خشک گیاهچه با افزایش غلظت عصاره به چهار درصد به ترتیب برای عصاره های حاصل از برگ و بنه ۶۶/۳۸ و ۷۸/۲۴ درصد کاهش یافت (شکل ۱۰). بیشترین ضریب تخصیص از غلظت چهار درصد عصاره برگ و کمترین ضریب تخصیص از غلظت یک درصد عصاره برگ به دست آمد (شکل ۱۱). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی نوع عصاره گویای اثر کاهشی بیشتر عصاره بنه نسبت به برگ بر وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه بود (شکل ۱۲). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت عصاره نشان داد که با افزایش غلظت میزان اثر کاهشی ناشی از عصاره ها افزایش می یابد و به ترتیب بیشترین و کمترین بنیه گیاهچه در شاهد و غلظت چهار درصد مشاهده شد (شکل ۱۳).

ایندول استیک اسید به وسیله ترکیبات دگرآسیب تحت تأثیر قرار گرفته است (Qasem, 1992) و در نتیجه کاهش رشد ریشه ها باعث کاهش جذب آب و در نهایت کاهش طول گیاهچه می گردند. در راستای نتایج این آزمایش، اثر کاهشی عصاره بنه زعفران بر طول ریشهچه و ساقهچه گیاه ماش گزارش شده است (Ataei & Hashemloian, 2007). فرناندز و همکاران (Fernandez et al., 2000) عنوان کردند که ترکیبات گلیکوکانچوگیت جدا شده از بنه های زعفران زراعی می تواند از رشد ریشه های توتون و آرابیدوپسیس^۱ ممانعت به عمل آورد.

مالکی خضرلو و همکاران (Maleki Khezerlou et al., 2017) در بررسی اثر دگرآسیبی ژنوتیپ های مختلف زعفران بر علف هرز پیچک صحرایی نشان دادند که با افزایش غلظت عصاره اثر بازدارندگی بیشتر شد و بیشترین اثر بازدارندگی در غلظت ۱۰۰ درصد و کمترین بازدارندگی در غلظت ۳۰ درصد عصاره مشاهده شد. نتایج خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2011) نشان داد که اثر دگرآسیبی اندام های مختلف زعفران بر جوانه زنی نهایی، مدت زمان تا ۵۲ درصد جوانه زنی و طول ریشهچه و ساقهچه هر دو گونه تاجریزی و سلمه تره معنی دار بود. با افزایش غلظت عصاره آبی اندام های زعفران از صفر تا ۴۲ درصد، جوانه زنی نهایی، طول ریشهچه و ساقهچه کاهش و مدت زمان تا ۵۲ درصد جوانه زنی هر دو گونه افزایش یافت.

وزن خشک گیاهچه به طور معنی داری تحت تأثیر نوع عصاره، غلظت عصاره زعفران و اثر متقابل آن ها قرار گرفت. همچنین نتایج نشان دهنده اثر معنی دار نوع عصاره و غلظت عصاره بر بنیه گیاهچه در سطح معنی داری یک درصد است. ضریب تخصیص نیز به صورت معنی داری تحت

تأثیر غلظت عصاره و اثر متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت

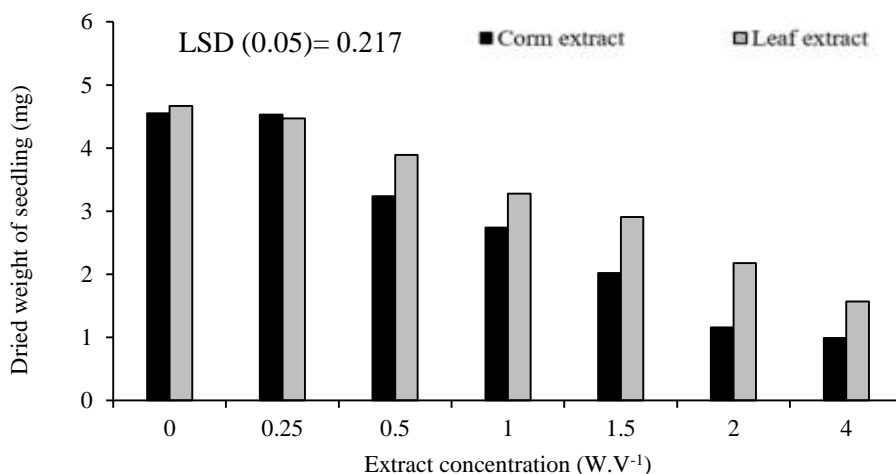
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات گیاهچه خاکشیر تلخ (*Sisymbrium irio*) تحت تأثیر عصاره‌های زعفران

Table 3- Analysis of variance (mean squares) of seedling characteristics of *Sisymbrium irio* under the effect of 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	3.970 **	5.586 **	0.104 ns
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	13.554 **	4.320 **	0.426 **
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	0.300 **	0.317 ns	0.728 **
خطا Error	42	0.023	0.151	0.042
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	5.04	27.7	16.49

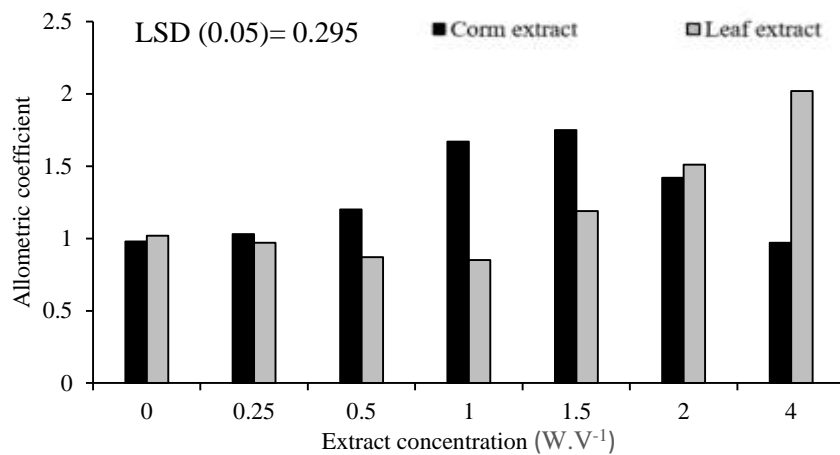
ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

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



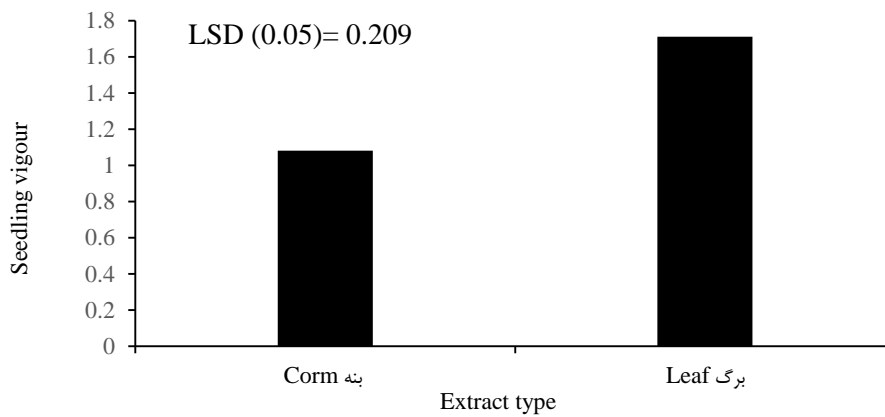
شکل ۱۰- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره‌های زعفران بر وزن خشک گیاهچه خاکشیر تلخ

Figure 10- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on the dried weight of seedlings of *Sisymbrium irio*.



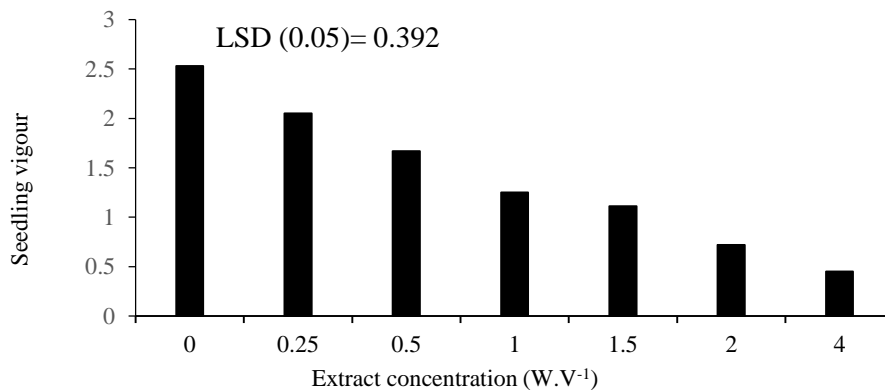
شکل ۱۱- اثر متقابل غلظت و نوع عصاره های زعفران بر ضریب تخصیص خاکشیر تلخ

Figure 11- The interaction effects of concentration and type of saffron extracts on allometric coefficient of *Sisymbrium irio*.



شکل ۱۲- اثر نوع عصاره زعفران بر بنیه گیاهچه خاکشیر تلخ

Figure 12- The effect of extract type of saffron on seedling vigor of *Sisymbrium irio*.



شکل ۱۳- اثر غلظت عصاره زعفران بر بنیه گیاهچه خاکشیر تلخ

Figure 13. The effect of extract concentration of saffron on seedling vigor of *Sisymbrium irio*.

بازدارندگی مواد موجود در عصاره (مواد شیمیایی دگرآسیب) مشاهده می‌گردد. مکانیسمی که سبب کاهش جوانه‌زنی بذر در

شواهد موجود نشان می‌دهد که کاهش جوانه‌زنی بذر و رشد طولی گیاهچه‌ها اثری است که به‌طور کلی در اثر فعالیت

و رشد گیاهچه لولیوم پرنه^۳ داشت. نتایج تحقیق آگاه و همکاران (Agha et al., 2013) حاکی از 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.

آزمایش ضدقارچی: اثر عصاره‌های زعفران بر قطر کلونی فوزاریوم

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر اصلی نوع عصاره، غلظت عصاره و اثر متقابل آن‌ها بر قطر کلونی قارچ فوزاریوم در هر چهار مرحله نمونه‌برداری بود (جدول ۴).

اثر این مواد می‌گردد احتمالاً مربوط به کاهش فعالیت آنزیم‌های درگیر در جوانه‌زنی بذر همانند آلفا آمیلاز است. همچنین عوامل متعددی مانند کاهش تقسیمات میتوز در مریستم، کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالیز کننده و اختلال در جذب یون‌های معدنی سبب کاهش میزان رشد در گیاهچه‌ها می‌گردد (Vyvyan, 2002).

در نتایجی 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. واهیونی و همکاران (Wahyuni et al., 2013) گزارش کردند که عصاره سوخ نرگس^۱ و آماریلیس^۲ اثر بازدارندگی قوی بر جوانه‌زنی/بذر

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) قطر کلونی قارچ فوزاریوم (*Fusarium solani*) تحت تأثیر عصاره‌های زعفران
Table 4- Analysis of variance (mean squares) of *Fusarium solani* fungus colony diameter under the effect of saffron extracts

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	قطر کلونی روز سوم Colony diameter on the third day	قطر کلونی روز ششم Colony diameter on the sixth day	قطر کلونی روز نهم Colony diameter on the ninth day	قطر کلونی روز دوازدهم Colony diameter on the twelfth day
نوع عصاره Extract type (E)	1	0.223 **	0.694 **	1.127 **	1.141 **
غلظت عصاره Extract concentration (C)	6	0.411 **	1.172 **	1.799 **	2.010 **
نوع عصاره×غلظت عصاره E×C	6	0.094 **	0.289 **	0.470 **	0.476 **
خطا Error	42	0.0020	0.0043	0.0010	0.0004
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	25.92	22.15	8.68	5.39

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.

نمونه‌برداری شدند. در عصاره برگ، غلظت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد به‌طور کامل مانع رشد کلونی قارچ در هر چهار

با توجه به اثر متقابل تیمارها، تمام غلظت‌های مورد استفاده برای عصاره بنه مانع از رشد کلونی قارچ در هر چهار مرحله

کاندیدا آلبیکنس^۱ و آسپرژیلوس نیجر بررسی کردند و توانایی مهارکنندگی آن را بر قارچ‌های مورد مطالعه مشاهده نمودند. تأثیر معنی‌دار فعالیت ضدقارچی زعفران علیه کاندیدا آلبیکنس، آسپرژیلوس فومیگیتس^۲ و آسپرژیلوس نیجر^۳ توسط مظفر و همکاران (Muzaffar et al., 2016) نیز مشخص گردید.

مرحله نمونه‌برداری شدند (جدول ۵). اثر ضدقارچی بنه زعفران به دلیل وجود ترکیبات ضدقارچی گزارش شده است (Rubi- Moraga et al., 2011). 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., 2015). همچنین اثر ضد قارچی در بخش‌های انتهایی بنه زعفران که دارای مقدار بیش‌تری از ترکیبات متابولیت‌های ثانویه مانند تری ترپنوئید و ساپونین است در مقایسه با سایر قسمت‌های بنه بیش‌تر است (Rubi- Moraga et al., 2013). در همین راستا فعالیت ضدقارچی زعفران توسط تعدادی از محققان بررسی شده است. وحیدی و همکاران (Vahidi et al., 2002) اثرات زعفران را روی قارچ‌های

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع و غلظت عصاره زعفران بر قطر کلونی قارچ فوزاریوم

Table 5- Mean comparisons of interaction effects of extract concentration and type extract interaction of saffron on *Fusarium solani* fungus colony diameter

نوع عصاره	غلظت عصاره	قطر کلونی قارچ روز سوم	قطر کلونی قارچ روز ششم	قطر کلونی قارچ روز نهم	قطر کلونی روز دوازدهم
Extract type	Extract concentration (M.V ⁻¹)	Colony diameter on the third day (mm)	Colony diameter on the sixth day (mm)	Colony diameter on the ninth day (mm)	Colony diameter on the twelfth day (mm)
	0	5	15	28.33	35
عصاره بنه Corm extract	0.0312	0	0	0	0
	0.625	0	0	0	0
	0.125	0	0	0	0
	0.25	0	0	0	0
	0.5	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
عصاره برگ Leaf extract	0	4.66	15	28.33	35
	0.0312	3.66	8.33	13.33	13.66
	0.625	1.66	8.33	15	15
	0.125	0	0	0	0
	0.25	0	0	0	0
	0.5	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
LSD (5 %)		0.77	1.82	2.23	1.03

نتیجه‌گیری

زعفران، اثر بازدارندگی بر شاخص‌های جوانه‌زنی علف هرز خاکشیر تلخ داشتند و با افزایش غلظت آن‌ها اکثر صفات (درصد

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عصاره‌های

3 - *Aspergillus niger*

1 - *Candida albicans*

2 - *Aspergillus fumigates*

کنترل زیستی علف‌هرز و قارچ مورد مطالعه بهره گرفت.

تقدیر و تشکر

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 ۵۴۴۱/۵۴۴۱/۱۴۰۲ مورخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۲ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه) کاهش یافتند و بازدارندگی عصاره بنه بیشتر از برگ بود. هم چنین عصاره‌های زعفران دارای اثر ضد قارچی بودند به طوری که تمام غلظت‌های عصاره‌ی بنه زعفران و غلظت‌های بالاتر ۰/۱۲۵ در صد عصاره برگ مانع رشد پرگنه قارچ شدند. لذا با توجه به پیامدهای منفی ناشی از علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های شیمیایی و نظر به نتایج این مطالعه، می‌توان از عصاره‌های زعفران جهت

منابع

- Agha, F., Khayat Moghadam, M., & Sadrabadi Haghghi, 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 with English Summary).
- Aghhavan 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. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2015.8624>.
- Anjum, T., & Bajwa, R. (2007). The effect of sunflower leaf extracts on *Chenopodium album* in wheat fields in Pakistan. *Crop Protection*, 26(9), 1390-1394. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.11.012>.
- 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 with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2014.9606>.
- 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 Summary). <https://doi.org/10.22077/jsr.2015.314>.
- Ataei, A.O., & Hashemloian, B.D. (2007). The study of increasing roots shoots and hairy roots production by different extracts of saffron (*Crocus sativus*) in mungbean (*Vicia radiate*) seedlings. 2nd International Symposium of Saffron Biology and Technology. *Acta Horticulturae*, 739, 215-221.
- Azizi, E., Alimoradi, L., Jahani Kondori, M., & Siahmargouei, A. (2013). Evaluation of allelopathic effects of saffron extract on germination and early growth of gipsophylla pilosa and rapistrum rugosum. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 8(2), 1-12. (In Persian with English Summary). 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](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00242-9).
- Eghbali, S., Rashed Mohasel, M., Nasiri mahalati, M., & Kazerooni monfared, E. (2008).

- Allelopathic potential of shoot and corm of saffron residues on wheat, rye, vetch and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(2), 227-234. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22067/gsc.v6i2.2429>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.12.012>.
- Fernandez, J.A., Escribano, J., Piqueras, A., & Medina, J. (2000). A glycoconjugate 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 with English Summary). <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 the disease of cumin with *Fusarium oxysporum* f sp. Cumin. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 24(1), 1-7. <https://doi.org/10.22067/jpp.v1389i24.3840>.
- Gomes, I.S., Oliveira, C.S., Pelosi, A.P., Pacheco, L.C.P.S., Benett, C.G.S., & Benett, K.S.S. (2016). Evaluation of physiological quality of lettuce and rocket salad seeds in the presence of purple nutsedge extract. *African Journal of Agricultural Research*, 11(21), 1887-1893. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.10956>.
- 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., & Nofereesti, 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 Summary). <https://doi.org/10.22077/jsr.2020.3196.1123>.
- Izadi-Darbandi, E., & Hosseini Evari., Z. (2017). Study of Flora and structure of weed communities of saffron fields in Kashmar and KhalilAbad counties. *Journal of Saffron Research*, 11(21), 1887-1893. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22077/jsr.2017.523>.
- Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Kochaki, A., & Molafilabi, A. (2002). Saffron, Technology of Production and Processing. First Edition. Zaban and Adab Publications, Mashhad. p. 1-250. [In Persian].
- Khorramdel, S., Shabahang, J., and Rostami, Z. (2011). Studying the effect of the alterative effect of the aqueous extract of walnut leaves on the germination characteristics of Morel and Common lambsquarters. National Conference of Natural Products and Medicinal Plants. Jump North Khorasan University of Medical Sciences, p. 154. [In Persian].
- Maleki Khezerlou, M., Ehtemam, M.H., Karimmojeni, H., & Zeinali bady, H. (2017). Allelopathic effect of *Crocus sativus* genotypes against *Convolvulus arvensis*. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 30(1), 173-183. (In Persian with English Summary).
- Meyghani, F. (2003). Allelopathy from Concept to Application. Incident Beam Press, Iran. p. 41-107. (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 with English Summary).
- 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 with English Summary).
- 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 with English Summary).
<https://doi.org/10.22048/jsat.2017.62688.1197>.
- 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.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1158999>.
- 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.
<https://doi.org/10.1080/17429145.2016.1159342>.
- Qasem, J.R. (1992). Pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of Horticulture Science*, 67, 421-428.
<https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516267>.
- 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 Summary).
- Rubio-Moraga, Á., Gerwig, G.J., Castro-Díaz, N., Jimeno, M.L., Escribano, J., Fernández, J.A., & Kamerling, J.P. (2011). Triterpenoid saponins 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.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.029>.
- Saghi, A., Rashed Mohassel, M. H., Parsa, M., & Hammami, H. (2016). Phytoremediation of lead-contaminated soil by *Sinapis arvensis* and *Rapistrum rugosum*. *International Journal of Phytoremediation*, 18(4), 387-392.
<https://doi.org/10.1080/15226514.2015.1109607>.
- Salari, A., Feizi, H., Gharari, F., & Bano, F. (2018). Influence of saffron (*Crocus sativus* L.) extract organs on seed germination and seedling growth of cumin and tomato. *Journal of Saffron Research*, 6(2), 219-232. (In Persian with English Summary).
<https://doi.org/10.22077/jsr.2018.1490.1059>.
- Seigler, D.S. (1996). Chemistry and mechanism of allelopathic interaction. *Agronomy Journal*, 88, 876-885.
<https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962003600060006x>.
- Shakeri, M., Aminifard, M.H., Abdollahi, M., & Ghesmati, M. (2019). Effect of allelopathic aqueous extract of leave and corm (*Crocus sativus* L.) on germination criteria of rye (*Secale cereale* L.) and oats (*Avena ludoviciana* L.).

- Journal of Saffron Research*, 7(1), 29-41. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22077/jsr.2019.92.1001>.
- Soltanipoor, M., Moradshahi, A., Rezaei, M., Kholdebarin, B., & Barazandeh, M. (2006). Allelopathic effects of essential oils of *Zhumeria majdae* on Wheat (*Triticum aestivum*) and Tomatto (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Biology*, 19, 19-28. (In Persian with English Summary). Taheri, K., Saboora, A., & Kiarostami, K. (2011). Allelopathic effect of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of four sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars. *Iranian Journal of Biology*, 24, 89-103. (In Persian with English Summary).
- Vahidi, H., Kamalinejad, M., & Sedaghati, N. (2002). Antimicrobial properties of *Croccus sativus* L. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 1(1), 33-35.
- Vyvyan, J.R. (2002). Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, 58, 1631-1646.
- Wahyuni, D.S.C., Van der Kooy, F., Klinkhamer, P.G.L., Verpoorte, R., & Leiss, K. (2013). The use of bio-guided fractionation to explore the use of leftover biomass in Dutch flower bulb production as allelochemicals against weeds. *Molecules*, 18, 4510-4525. <https://doi.org/10.3390/molecules18044510>.
- Williamson, G.B. (1990). Allelopathy. In: J. B. Grace and D. Thilman (eds) *Perspectives on plant competition*. San Diego, California. Academic Press.