نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره ۳(۶۷)، پاییز ۱۴۰۲، صفحه ۴۲۴-۴۰۹

مقاله پژوهشی DOI:

اثر دگرآسیبی عصاره آبی گلبرگ زعفران (*Crocus sativus* L.) و فلاونویید کل استخراج شده بر جوانه‌زنی و رشد یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)

سیدهاشم اصغری نجیب[۱]، علی سروش‌زاده[۲*] و علی مختصی بیدگلی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی گلبرگ زعفران و فلاونویید کل استخراج شده بر شاخص‌های جوانه‌زنی و برخی صفات مورفولوژیک، کلروفیل کل و قندهای محلول گیاهچه یولاف وحشی، آزمایشی در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار که عامل اول نوع عصاره در دو سطح (عصاره تام و فلاوونوئید کل) و عامل دوم غلظت عصاره‌ها (آب مقطر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین طول ساقه، طول ریشه و وزن تر گیاهچه در تیمار عدم مصرف عصاره به‌دست آمد. اعمال تیمار عصاره گلبرگ زعفران باعث کاهش صفات فوق شد به نحوی‌که کمترین میزان طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن تر کل گیاهچه به‌ترتیب با میانگین‌های، ۵/۲ سانتی‌متر، ۵/۱ سانتی‌متر و ۰/۰۱۳ گرم در تیمار فلاوونوئیدهای کل و تیمار ۱۵۰ میلی گرم عصاره به‌دست آمد. عصاره تام باعث کاهش میزان کلروفیل کل شد به نحوی‌که نسبت فلاوونوئید کل ۷/۹۲ درصد کمتر بود. با این حال در بین غلظت‌های مورد استفاده تنها ۱۵۰ میلی‌گرم عصاره باعث کاهش میزان کلروفیل کل شد و سایر سطوح تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. میزان مانوز گیاهچه با اعمال عصاره تام کاهش یافت که نسبت به تیمار فلاوونوئید کل ۶/۷ درصد کمتر بود. بیشترین میزان گلوکز در تیمار عدم مصرف عصاره (۳/۱۲ میلی گرم بر گرم وزن تر) به‌دست آمد و افزایش غلظت عصاره منجر به کاهش میزان گلوکز شد. بیشترین عملکرد دانه در غلظت صفر عصاره (۱۵۰ گرم در متر مربع) به‌دست آمد. افزایش غلظت عصاره‌ها منجر به کاهش ۲۳/۸، ۲۸/۷ و ۲۰/۹ درصدی شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد زیستی شد. اثرگذاری عصاره فلاوونوئید کل بیشتر از عصاره تام بود. در مجموع، تأثیر بازدارندگی عصاره تام در میزان مانوز و در مورد فلاوونوئید کل، تأثیر کاهندگی عصاره در کلروفیل کل و نسبت ساقه به ریشه بیشتر بود. بیشترین تأثیر بازدارندگی رشدی به ترکیبات فلاونوئیدی مربوط است و وجود سایر ترکیبات در کنار ترکیبات فلاونوئیدی از بازدارندگی آنها می‌کاهد.

واژگان کلیدی: دگر آسیبی، طول گیاهچه، فلاونویید، قندهای محلول، علف‌کش طبیعی.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

نگارنده مسئول alisorooshzadeh@yahoo.com & soroosh@modares.ac.ir

مقدمه

زعفران، با نام علمی (*Crocus sativus* L.)، از تیره زنبقیان (Iridaceae) گیاهی علفی و چندساله، که از دیرباز به‌عنوان محصولی ارزآور در کشور مطرح بوده است. منشا این گیاه یونان، ترکیه و ایران است (Goli *et al*., 2012) و بخش اقتصادی زعفران، کلاله سه شاخه حاصل از گل است. زعفران به‌عنوان گرانبهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد و در صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی، دارویی، رنگرزی و عطرسازی کاربرد دارد. استان‌های خراسان رضوی و جنوبی قطب عمده تولید زعفران در ایران هستند. زعفران دارای ترکیبات متنوعی از جمله: کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی، موسیلاژ، ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها، اسانس و مواد طعم‌دهنده می‌باشد (Goli, *et al*., 2012; Pazoki *et al*., 2017).

شواهد تجربی بسیاری در مورد اثرات دگرآسیبی زعفران وجود دارد، به‌عنوان مثال بعضی از کشاورزان قاینات معتقد هستند که در زمین زعفران نمی‌توان دوباره زعفران کشت نمود و یا آنکه لااقل دو برابر مدت توقف زعفران در زمین، برای کاشت مجدد آن باید فاصله قایل شد (Abbassi and Jahani, 2007). در اسپانیا در زمین‌هایی که قبلاً زعفران کشت شده است و مجددا کشت آن مورد نظر باشد بسته به شرایط خاک، ۱۰ تا ۲۰ سال فرصت مجدد به زمین می‌دهند و فاصله زمانی ۱۰ سال برای مزارع فاریاب و ۲۰ سال برای مزارع دیم می‌باشد (Alvarez-orti *et al*., 2004). ترکیبات آللوکمیکال‌ها مسبب آللوپاتی هستند (Zeka *et al*., 2015). نتایج بسیاری حاکی از کاربرد آللوکمیکال‌ها و مشتقات آن (آلکالوییدها، بنزوکسازینون‌ها، مشتقات اسید سینامیک، ترکیبات سینوژنیک‌ها اتیلن و دیگر محرک‌های جوانه‌زنی و فلاونوییدها) به‌عنوان علف‌کش (Xia *et al*., 2013) است. این مواد دارای تنوع ساختاری و پیچیده بوده که می‌توانند به‌طور مستقیم به‌عنوان علف‌کش و یا غیرمستقیم در ساخت علف‌کش به کار برده شوند. این ترکیبات نسبت به علف‌کش‌های مصنوعی موجود، عوارض نامطلوب زیست محیطی کمتری نیز دارند (Azizi *et al*., 2013; Kobayashi, 2004).

گلبرگ زعفران حاوی رنگدانه آنتوسیانین، ترکیبات فلاونوئیدی و مشتقات آنها می‌باشد (Xiang *et al*., 2021). فلاونوییدها از مهم‌ترین گروه‌های فنلی موجود در طبیعت را تشکیل می‌دهند و از جمله ترکیبات دارای توان علف‌کشی می‌باشند (Mardani *et al*., 2019). از مهم‌ترین ترکیبات فلاونوییدی که از گلبرگ زعفران استخراج شده است می‌توان به کامفرول، کوئرستین، ایزوهامنتین و مشتقات آنها اشاره کرد (Vosooghi *et al*., 2013). گلبرگ زعفران به‌طور متوسط ۹۶/۴ درصد وزن تر یا ۸۶/۳۶ وزن خشک گل را تشکیل می‌دهد (Mardani *et al*., 2015). با توجه به بالا بودن میزان تولید سالانه زعفران در ایران حجم بالایی از این ماده ارزشمند، پس از جدا کردن مادگی، بدون استفاده در طبیعت رها می‌شود.

جانگ و چانگ (Joung and Chung, 2000) نشان دادند که برنج، جوانه‌زنی سوروف را به میزان ۵۹ درصد کاهش داد و طول و وزن خشک ریشه بیشتر از ساقه تحت تأثیر عصاره شلتوک برنج کاهش یافت. در طی آزمایش دیگر، شبدر قرمز، رشد ریشه‌چه خردل وحشی را در مقایسه با شاهد

۲۰ درصد کاهش داد (Ohno *et al*., 2000). در آزمایشی تأثیر آللوپاتی بقایای اندام‌های هوایی و کورم زعفران را بر رشد گندم، چاودار، ماش و لوبیا بررسی و دریافتند که بافت‌های کورم زعفران بر گیاهان زراعی مورد مطالعه، اثر آللوپاتی منفی، ولی برگ‌های زعفران اثر تحریک‌کنندگی دارد (Abbassi and Jahani, 2007). گزارش شده که با افزایش میزان بقایای بنه و گلبرگ زعفران به خاک، درصد کلروفیل، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، زیست توده اندام هوایی و ریشه به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (Rahaiee *et al*., 2015). برخورداری و همکاران (Barkhordari *et al*., 2018) گزارش کردند که عصاره برگ و بنه زعفران، ارتفاع و سطح برگ علف‌هرز تاتوره (Jimson Weed) را کاهش داد.

با توجه به وجود شواهد تجربی دال بر اثرات دگرآسیبی گیاه زعفران بر سایر گیاهان، هدف از این آزمایش ارزیابی غلظت کلروفیل و خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه یولاف وحشی متأثر از غلظت‌های مختلف عصاره تام و فلاونویید کل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. آزمایش در ۲ مرحله‌ی جداگانه شامل: ۱- آزمون جوانه‌زنی در آزمایشگاه با عصاره‌های گلبرگ زعفران و ۲- آزمایش گلخانه‌ای با عصاره‌های گلبرگ زعفران انجام گرفت. گلبرگ‌های زعفران از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران و بذور علف‌هرز یولاف‌وحشی (*Avena fatua* L.) از بانک ژن گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران تهیه گردید. گلبرگ‌های زعفران پس از جمع‌آوری و خشک کردن در سایه، جهت عصاره‌گیری آماده شد. در این آزمایش تیمار اول نوع عصاره (عصاره تام و فلاونویید کل) هر کدام در چهار سطح (صفر یا شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) در سه تکرار به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. جهت استخراج عصاره تام (Total extract) از روش خیساندن استفاده شد (Vosooghi *et al*., 2013). بدین منظور مقدار ۱۵ گرم گلبرگ زعفران خشک شده را در داخل بالن ۱۰۰۰ میلی‌لیتر ریخته و مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر دوبار تقطیر به آن اضافه و به مدت ۲۴ ساعت روی دستگاه شیکر قرار داده شد. محلول به‌دست آمده صاف و بعد از حذف شدن حلال، برای آزمون جوانه‌زنی آماده شد. برای استخراج فلاونوییدهای کل گلبرگ زعفران از روش (Xiang *et al*., 2021) استفاده شد. بعد از تهیه عصاره‌ها، بسته به نوع تیمار، مقدار ۶ سی‌سی از غلظت‌های مختلف عصاره در پتری‌دیش‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر (حاوی ۲۵ عدد بذر که از قبل با محلول هیپوکلرید سدیم ۱٪ ضدعفونی شده بودند) ریخته شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ۱۴ روز در ژرمیناتور در دمای ۲۴ درجه سلسیوس با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. شمارش بذرهای جوانه زده شده به‌صورت روزانه انجام شد. بذرهایی به‌عنوان جوانه زده محسوب شدند که طول ریشه‌چه آنها ۲ میلی‌متر بود (Anonymous, 2010). در انتهای روز چهاردهم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ۱۰ گیاهچه اندازه‌گیری شد. صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962)، میانگین زمان جوانه‌زنی (Nichols and Heydecker, 1968) و شاخص بنیه بذر (Zeinali *et al*., 2010)، که از روابط ۱ تا ۳ محاسبه شدند. طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه،

وزن ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و وزن کل گیاهچه به وسیله خط‌کش، ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی صفات مربوط به جوانه‌زنی نیز از روابط زیر استفاده شد:

رابطه ۱ $$PG = 100\frac{n}{N}$$

PG= درصد جوانه‌زنی، n= تعداد بذور جوانه‌زده، N= تعداد کل بذور کشت شده

رابطه ۲ $$R50 = \frac{1}{D50}$$

R50= سرعت جوانه‌زنی، D50= زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی

رابطه ۳: طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی= شاخص بنیه بذر

برای سنجش مقدار کلروفیل از استون ۸۰ درصد استفاده شد (Lichtenthaler, 1987). برای استخراج این رنگیزه‌ها، ۰/۲ گرم از نمونه برگی در استون ۸۰ درصد ساییده شدند. پس از صاف کردن به‌وسیله کاغذ صافی، جذب آنها در طول موج‌های ۶۴۶/۸ و ۶۶۳/۲۰ نانومتر خوانده شد. جهت صفر کردن دستگاه اسپکتروفتومتر (Variam Cary Win UV 6000i, Australia) از استن ۸۰ درصد (محلول بلانک) استفاده شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه و ارایه گردید. برای اندازه‌گیری قندهای محلول کل، از نمونه‌های منجمد به میزان ۰/۲ گرم که در ۳ میلی‌لیتر آب مقطر عصاره‌گیری شده بودند استفاده شد. پس از همگن‌سازی محلول به کمک کاغذ صافی، محلولی حاوی ۵۰ میکرولیتر از همگن صاف شده، ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸ درصد تهیه شد. منحنی استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گلوکز، زایلوز و مانوز از ۰ تا ۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر ترسیم گردید. جذب استانداردها به همراه جذب سه قند مانوز، گلوکز و زایلوز، با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج-های ۴۸۰، ۴۸۵ و ۴۹۰ نانومتر اندازه‌گیری شده و مقدار قند نمونه، به‌صورت میکروگرم بر گرم بافت تازه بیان شد (Dubiso *et al*., 1965).

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های عصاره‌های گلبرگ زعفران بر عملکرد یولاف‌وحشی، آزمایش گلدانی در گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا گردید و همان تیمارهایی که برای جوانی‌زنی استفاده شد (دو نوع عصاره هر کدام در چهار غلظت) در این مرحله نیز مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور، ۴۰ عدد از بذور یولاف‌وحشی در پتری‌دیش‌هایی که هر کدام حاوی یکی از غلظت‌های عصاره تام یا عصاره فلاوونوید کل بودند، ریخته شد و بعد جوانه‌زنی در تعداد ۷۲ گلدان (هر ۳ گلدان معرف یک واحد آزمایشی) و به ازای هر گلدان ۱۰ عدد بذر در عمق یک سانتی متر کاشته شدند. گلدان‌هایی یکسان با حجم ۲۲ لیتر انتخاب و از مخلوط خاک مزرعه و کود دامی به نسبت ۱:۴ پر شدند. بعد از کاشت بذور، گلدان‌ها به گلخانه شیشه‌ای مجهز به دستگاه تهویه منتقل شدند. آبیاری گلدان‌ها هر سه روز یک‌بار انجام گرفت. پس از استقرار بوته‌های یولاف وحشی، با انجام تنک، در هر گلدان ۵ بوته نگهداری شد. به‌منظور بررسی تیمارهای مورد آزمایش بر بوته‌های یولاف‌وحشی، در مرحله سنبله‌دهی سطح برگ هر بوته با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (Delta-T area meter, Cambridge, UK) اندازه‌گیری شد. در پایان دوره رشد و رسیدگی فیزیولوژی نیز اقدام به کف بر نمودن بوته‌ها و اندازه‌گیری صفات ارتفاع

بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی (زیست توده) و عملکرد دانه در بوته شد.

داده‌ها با داده‌پرداز SAS 9.2 تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن با سطح احتمال ۵ درصد انجام و رسم شکل‌ها با نـرم‌افـزار اکسل انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس حاکی از آن بود که به جز درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و میزان زایلوز گیاهچه، باقی صفات در سطح آماری یک درصد یا پنج درصد تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند (جداول ۲،۱ و ۳). نسبت ساقه به ریشه‌چه ($P\leq0.01$)، کلروفیل کل ($P\leq0.01$) و میزان مانوز ($P\leq0.01$) گیاهچه تحت تأثیر نوع عصاره تغییرات معنی‌داری داشتند (جدول ۲). غلظت کلروفیل کل، میزان گلوکز، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد زیستی نیز تحت تأثیر غلظت عصاره معنی‌دار شد (جداول ۲ و ۳). طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن کل گیاهچه و عملکرد دانه یولاف وحشی تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت آن قرار گرفتند (جداول ۱، ۲ و ۳).

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه

طول ساقه‌چه یولاف تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های آن تغییرات معنی‌داری داشت به‌نحوی‌که بیشترین طول ساقه‌چه یولاف وحشی در هر دو عصاره و در غلظت صفر (شاهد) با میانگین ۸/۹ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۴). در هر دو نوع عصاره، افزایش غلظت، باعث کاهش طول ساقه‌چه شـد به‌نحوی‌که کمترین طول ساقه‌چه در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و با کاهشی ۴۱ درصدی نسبت به تیمار برتر (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۴). بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار عدم مصرف عصاره با میانگین ۹/۸ میلی متر به‌دست آمد (جدول ۴). استفاده از عصاره تام و فلاوونوئید کل باعث کاهش میزان طول ریشه‌چه نسبت به تیمار عدم مصرف شد به‌نحوی‌که در هر دو نوع عصاره کمترین طول ریشه‌چه مربوط به غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود اما در میان تیمارهای مورد استفاده، عصاره فلاوونوئید کل در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر دارای کمترین طول ریشه‌چه (۵/۱ میلی متر) بود که نسبت به تیمار عدم مصرف ۴۷/۹ درصد کمتر بود (جدول ۴).

محققان معتقد هستند مواد دگرآسیب در غلظت‌های پایین ممکن است اثرات مثبت در گیاهان هدف داشته باشند اما در غلظت‌های بالا همواره بازدارنده هستند (Hamidi *et al*., 2010). عباسی و جهانی (Abbasi and Jahani, 2007) طی تحقیقی نشان دادند طول ساقه‌چه گیاه تحت تأثیر عصاره اندام زعفران کاهش یافت که علت آن را وجود ترکیبات فلاونونیدی در عصاره برگ زعفران گزارش کردند که باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد می‌شود. کاهش فتوسنتز خـود منجر به کاهش تولیـد ATP می‌شود که می‌تواند باعث تغییر در سایر فرآیندهای سلولی از جمله جذب یون‌ها و رشد شود. بنابراین به نظر می‌رسد کاهش رشد ساقه‌چه‌های یولاف وحشی به علت کاهش فتوسنتز باشد. کاهش رشد گیاه در حضور ترکیبات آللوپاتیک با توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی ریشه‌چه و ساقه‌چه همراه می‌شود و در نتیجه طول ریشه و ساقه کاهش می‌یابد (Senizza *et al*., 2019). همچنین، محققان نشان دادند که طول ریشه‌چه گندم تیمار شده با عصاره زعفران به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Abbassi and Jahani, 2007) که از علل

آن می‌توان به ممانعت از عمل جیبرلین و ایندول استیک اسید به‌وسیله عوامل آللوپاتی اشاره کرد (Lee *et al*., 2016). گزارش شده یکی از علل کاهش رشد ریشه به علت فرار و ممانعت از جذب مواد آللوپاتیک است (Pudełko *et al*., 2014).

وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه

وزن تر ساقه‌چه رابطه غیرمستقیمی با غلظت‌های دو نوع عصاره داشت به‌نحوی‌که با افزایش غلظت عصاره‌ها، وزن تر ساقه‌چه کاهش یافت (جدول ۳) و غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر از هر دو عصاره کمترین وزن تر ساقه‌چه را به دست آورند. در بین کل تیمارها، غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر از عصاره فلاوونوئیدهای کل با میانگین ۰/۰۰۹۲ گرم، کمترین وزن تر ساقه‌چه را داشت که نسبت به تیمار برتر (عدم مصرف عصاره) ۴۶/۶ درصد کمتر بود (جدول ۴). بیشترین وزن تر ریشه‌چه در عصاره تام با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۰/۰۱۴ گرم به دست آمد (جدول ۴). اگرچه تیمارهای عدم مصرف عصاره تام و عدم مصرف فلاوونوئیدهای کل نیز در همین گروه آماری بودند. کمترین وزن تر ریشه‌چه در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر از هر دو عصاره (عصاره تام و فلاوونوئید به‌ترتیب با ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۵ گرم) به‌دست آمد (جدول ۴).

نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه

نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه تنها در تیمار نوع عصاره معنی‌دار بود به‌نحوی‌که تیمار عصاره تام با میانگین ۱/۱ بیشترین نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه را داشت که در مقایسه با فلاوونوئید کل ۷ درصد بیشتر بود (شکل ۱). کروز-ارتگا و همکاران (Cruz-Ortega *et al*., 2007) طی تحقیقی گزارش کردند که وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه سورگوم تحت تأثیر غلظت‌های متفاوت عصاره برگ و بنه زعفران کاهش یافت که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. امینی و همکاران (Amini *et al*., 2014) با بررسی تأثیر عصاره برگ زعفران بر خصوصیات رشدی گندم نشان دادند که مواد آللوپاتی موجود در عصاره زعفران وزن تر ریشه‌چه گندم را کاهش داد. می‌توان گفت فلاونوئید و کومارین از طریق ممانعت از تقسیم سلولی و طویل شدن سلول در مراحل جوانه‌زنی سبب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نهایت کاهش وزن گیاهچه گونه‌های مورد مطالعه شدند. گزارش شده مواد دگرآسیب با ایجاد تاخیر یا ممانعت از انتقال مواد ذخیره‌ای منجر به کمبود فرآورده‌های تنفسی و در نهایت کمبود ATP و کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها شود (Gnanavel, 2015).

وزن تر گیاهچه

وزن تر گیاهچه با افزایش غلظت هر دو عصاره کاهش یافت اما این کاهش در نتیجه استفاده از عصاره فلاوونوئید کل مشهودتر بود به نحوی‌که کمترین وزن تر کل گیاهچه در تیمار فلاوونوئید کل و غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر با میانگین ۰/۰۱۳ گرم به‌دست آمد (جدول ۴). اثرات منفی بر وزن تر گیاهچه احتمالاً به‌دلیل پتانسیل قوی ترکیبات دگرآسیب باشد که روی فرآیندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و آنزیمی اتفاق می‌افتد. ترکیبات دگرآسیب مانند ترکیبات فنلی و تانن‌ها باعث کاهش تقسیم سلولی و طویل‌شدن سلول‌ها به‌دلیل جلوگیری و کاهش سرعت تقسیم میتوز می‌شوند که در نتیجه مانع طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و در مواردی کاهش جوانه‌زنی می‌شد. در یک بررسی اثر دگرآسیب عصاره آبی بنه زعفران بر جوانه‌زنی بذر جو (*Hordeum vulgare*)، گندم (*Triticum*

aestivum)، کلزا (*Brassica napus*)، ذرت (*Zea mays* L.)، سویا (*Glycine max*) و پنبه (*Gossypium hirsutum*) بررسی و گزارش شد که کمترین اثر دگرآسیبی بر گیاه گندم و بیشترین اثر روی گیاه پنبه و سویا بود و از بین صفات مورد بررسی، طول ساقه‌چه بیشتر از سایر شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تاثیر قرار گرفته است (Abbassi and Jahani, 2007). همچنین گزارش شده است که کاهش طول ریشه‌چه به علت تماس مستقیم ریشه با مواد دگر آسیب باشد (Jabran, 2017).

کلروفیل کل

گیاهچه‌های حاصل از بذور تیمار شده با فلاوونوئید کل، ۰/۷۹ درصد کلروفیل کمتری نسبت به گیاهچه‌های تیمار شده با عصاره تام داشتند (شکل ۲). همچنین، افزایش غلظت عصاره‌های تیمار شده منجر به کاهش غلظت کلروفیل شد به‌نحوی‌که غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم با ۴/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کمترین کلروفیل کل را دارا بود. اگرچه سایر سطوح عدم مصرف، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره، در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۳). کاهش محتوای کلروفیل در هر دو نوع عصاره و همه غلظت‌ها می‌تواند در نتیجه تجزیه رنگیزه‌های کلروفیلی، کاهش سنتز و یا کاهش فعالیت فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و یا سایر ترکیبات فیتوشیمیایی حاضر در برگ باشد. تأثیر *E.globus* روی سه گیاه برنج، ذرت و نخود بررسی و کاهش بیشتر کلروفیل b نسبت به کلروفیل a گزارش شد (Dganaguiraman and Vaidyanathan, 2005) که می‌تواند نشان‌دهنده حساسیت بیشتر آن به تنش باشد. کاهش میزان کلروفیل در آزمایش‌های ال-خواس و همکاران (El-khawas and Shahata, 2005) نیز دیده شده است.

قندهای محلول کل

بیشترین غلظت مانوز با میانگین ۱۳/۴ میکروگرم بر گرم وزن تر در تیمار عصاره فلاوونوئید کل به‌دست آمد که نسبت به عصاره تام ۶/۷ درصد بیشتر بود (شکل ۴). همچنین، غلظت گلوکز در تیمار عدم مصرف در هر دو عصاره بیشترین میزان گلوکز را داشت و افزایش غلظت عصاره باعث کاهش میزان گلوکز گیاهچه شد اگرچه با تیمار مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم عصاره در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۵). جوانه‌زنی در غلات به فعالیت α- آمیلاز که تجزیه نشاسته را به عهده دارد وابسته است که گزارش شده عصاره گلبرگ زعفران باعث کاهش فعالیت این آنزیم می‌شود (Muscolo *et al*., 2001). همچنین گیاهچه‌های حاصل از دانه‌های تیمار شده به وسیله متوکسی بنزوکسازولینون (MBOA) قندهای محلول کمتری داشتند (Augustine *et al*., 2013). محققان این امر را یک مکانیزم سازگاری برای افزایش تحمل به تنش دانستند که از جوانه‌زنی بذور در شرایط نامناسب جلوگیری می‌کند. از طرفی ثابت شده که مواد آللوپاتی موجود در عصاره برگ و ساقه *Callicarpa accuminata* منجر به بیان یک پروتئین ۱۱/۳ کیلو دالتونی مشابه بازدارنده α-آمیلاز در ریشه گیاه لوبیا می‌شود (Malik, 2004). آزمایش ترکیبات فنلی، کاهش فعالیت آنزیم‌های گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز، گلوکوز فسفات ایزومراز و آلدولاز از مسیرهای گلیکولیز و پنتوز فسفات که فراهم کننده اسکلت کربنی و انرژی مورد نیاز برای رشد گیاهچه هستند را نشان می‌دهد. در مجموع می‌توان گفت که کاهش فعالیت آنزیمی از اثرات ترکیبات دگرآسیب است که به تخریب پروتئینی منجر می‌شود و تأثیر این مواد بر

جوانه‌زنی مربوط به نقش این مواد در فرایندهای سلولی و فیزیولوژیک است.

شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته

بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار بدون عصاره مشاهده شد (جدول ۵). با افزایش غلظت عصاره، از میزان شاخص سطح برگ بوته کاسته شد. در تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر عصاره، کمترین شاخص سطح برگ (۰/۹۹) مشاهده شد به‌طوری‌که نسبت به تیمار برتر (تیمار شده با آب مقطر)، ۲۳/۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۵). ارتفاع بوته نیز همچون شاخص سطح برگ تحت تأثیر غلظت‌های عصاره کاهش یافت. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمار آب مقطر (۹۸/۶ سانتی‌متر) و ۱۵۰ میلی‌گرم عصاره (۷۰/۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد که اختلافی ۲۸/۷ درصدی با یکدیگر داشتند (جدول ۵). با این‌حال، تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم عصاره در یک گروه آماری قرار داشتند.

فتوسنتز مهم‌ترین عاملی است که باعث افزایش میزان تجمع ماده‌ی خشک (تولید کربوهیدرات) در گیاهان می‌گردد (Pudełko *et al*., 2014). کاهش در میزان فعالیت فتوسنتز چه به طور مستقیم (از طریق کاهش در میزان کلروفیل و یا ایجاد اختلال در کارکرد کلروفیل) و چه به‌طور غیرمستقیم (در اثر بسته شدن روزنه‌ها تحت تاثیر ترکیبات دگرآسیب) ایجاد می‌گردد (Rahaiee *et al*., 2015). در نتیجه می‌تواند موجب کاهش انرژی برای انجام فرآیند تنفس و فعالیت‌های نموی گردد. گزارش شده است که کاهش رشد گیاه می‌تواند در اثر ایجاد اختلال ترکیبات دگرآسیبی در تقسیم و توسعه سلولی (Senizza *et al*., 2019) و سنتز پروتئین‌ها و هورمون‌ها (Xia *et al*., 2013) ایجاد گردد.

عملکرد دانه و عملکرد زیستی

نتایج بر همکنش نوع عصاره و غلظت عصاره (جدول ۴) حاکی از آن بود که عملکرد دانه یولاف وحشی در هر دو نوع عصاره، با افزایش غلظت عصاره کاهش یافت که این کاهش در تیمار عصاره فلاوونوئیدهای کل مشهودتر بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه یولاف وحشی در واحد سطح متعلق به آب مقطر (غلظت صفر عصاره در هر دو عصاره) و غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم عصاره فلاوونوئیدهای کل بود که به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۵۰ و ۹۲ گرم در مترمربع به‌دست آمد. بیشترین عملکرد زیستی در تیمار آب مقطر با میانگین ۳۴۸ گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۵). افزایش غلظت عصاره باعث کاهش عملکرد دانه شد به نحوی‌که کمترین عملکرد دانه در تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم عصاره با میانگین ۲۷۵ گرم در مترمربع مشاهده شد که نسبت به تیمار برتر ۲۰/۹ درصد بیشتر بود (جدول ۵).

ترکیبات دگرآسیب می‌توانند با تاثیر بر روی تمام مراحل جذب نیتروژن، باعث کاهش نیتروژن در گیاه گردیده و در نتیجه توسعه‌ی اندام‌های مختلف گیاهی را کاهش دهند (Xiang *et al*., 2021). به نظر می‌رسد محدودیت در تولید پروتئین و آنزیم‌های گیاهی ناشی از کاهش جذب نیتروژن، کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و جلوگیری از انتقال انرژی و جذب عناصر غذایی (Mardani *et al*., 2015)، مسدود شدن آوند چوبی و اختلال در انتقال (Ohno *et al*., 2000)، بسته شدن روزنه‌ها و افزایش میزان اسید آبسیزیک منجر به کاهش رشد زیست توده گیاه و کاهش اجزای زایشی گل، کاهش تلقیح و تقسیم سلول‌های آندوسپرمی (Zeka *et al*, 2015) و کاهش انتقال آسیمیلات به این سلول‌ها می‌گردد،

که در نهایت ضمن کاهش تعداد دانه‌های تولید شده، وزن دانه‌ها نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد اگرچه مواد دگرآسیب موجود در گلبرگ زعفران تأثیری در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر یولاف وحشی نداشتند اما رشد گیاهچه‌ها را تحت تأثیر قرار داد و در مجموع برای علف‌هرز یولاف وحشی، تأثیر بازدارندگی عصاره تام در میزان مانوز و در مورد فلاوونوئید کل، تأثیر کاهندگی عصاره در کلروفیل کل و نسبت ساقه به ریشه بیشتر بود. همچنین، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین تأثیر بازدارندگی رشدی به ترکیبات فلاونوئیدی مربوط است. وجود سایر ترکیبات در کنار ترکیبات فلاونوئیدی از بازدارندگی آنها می‌کاهد. لذا برای اینکه یک علف‌کش طبیعی با ثبات مناسب معرفی گردد پیشنهاد می‌گردد از عصاره ترکیبات همگن استفاده گردد. عصاره فلاونوئیدی از این لحاظ بر عصاره تام برتری داشته و می‌تواند به‌عنوان پایه علف‌کش طبیعی معرفی شود. در مجموع، نتایج این تحقیق استفاده از عصاره گلبرگ زعفران را به عنوان یک علف‌کش طبیعی قوت بخشید و با توجه به اینکه با افزایش غلظت عصاره، روند کاهشی در رشد و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در گیاه یولاف وحشی دیده شد، نتایج تحقیق حاضر و سایر محققین مؤید این مطلب است که می‌توان از اثرات آللوپاتی در برخی گیاهان زراعی جهت کاهش فشار ناشی از حضور علف‌های‌هرز بهره جست.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر نوع و غلظت عصاره

Table 1- Results of analysis of variance (mean of squares) of germination indexes affected by extraction and concentration

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	شاخص بنیه بذر Seed vigour index	طول ساقه‌چه Seedling length	طول ریشه‌چه Seedling weigh
عصاره Extraction	1	4.16^{ns}	0.003^{ns}	0.051^{ns}	3.76^{ns}	1.97**	8.13**
غلظت Concentration	3	81.94^{ns}	5.47^{ns}	0.28^{ns}	1.88^{ns}	13.7**	18.9**
عصاره × غلظت Extraction×Concentration	3	48.6^{ns}	0.94^{ns}	0.29^{ns}	0.29^{ns}	0.60**	1.29**
خطای آزمایشی Error	16	112.5	4.44	0.35	5.118	1.47	0.48
ضریب تغییرات(%) C.V.		11.51	22.46	14.1	25.01	4.25	2.25

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد

ns, * and **: Non-significant and, significant at 1% and 5% probability level, respectively

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های جوانه‌زنی، میزان کلروفیل کل و قندهای محلول تحت تأثیر نوع و غلظت عصاره

Table 2- Results of analysis of variance (mean of squares) of germination indexes, total chlorophyll content and soluble sugars affected by extraction and concentration

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	وزن ساقه‌چه Shoot weight	وزن ریشه‌چه Root weight	نسبت ساقه‌به ریشه Shoot to root ratio	وزن کل گیاه‌چه Seedling weight	کلروفیل کل Total chlorophyll	زایلوز Xylose	مانوز Manose	گلوکز Glucose
عصاره Extraction	1	0. 0004**	0.00006 **	0.043**	0.0002 **	0.94**	10.66^{ns}	4.5*	0.232^{ns}
غلظت Concentration	3	0.0002**	0.00005 **	0.0029^{ns}	0.0005 **	0.87**	25.41^{ns}	1.51^{ns}	0.469**
عصاره × غلظت Extraction×Concentration	3	0.00003**	0.00002 **	0.0049^{ns}	0.00012 **	0.045^{ns}	0.44^{ns}	0.41^{ns}	0.002^{ns}
خطای آزمایشی Error	16	0.000001	0.00000 1	0.0028	0.00000 2	0.065	11.59	0.861	0.078
ضریب تغییرات(%) C.V.		5.16	13.08	4.94	4.72	5.25	3.66	7.137	9.13

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد

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

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و عملکرد زیستی تحت تأثیر نوع و غلظت عصاره

Table 3: Results of analysis of variance (mean of squares) of leaf area index, plant height, grain yield and biological yield affected by extraction and concentration

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیستی Biological yield
عصاره Extraction	1	0.0055^{ns}	6.4^{ns}	185.92^{ns}	3.010^{ns}
غلظت Concentration	3	0.108**	827.03**	2596.5**	5433.4**
عصاره × غلظت Extraction×Concentration	3	0.0045^{ns}	3.28^{ns}	154.3*	103.4^{ns}
خطای آزمایشی Error	16	0.0044	17.6	46.46	117.66
ضریب تغییرات(%) CV		5.97	5.065	5.58	3.53

ns , * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns , * and ** are non-significant, insignificant, and significant in probabilities of five and one percent, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی و عملکرد دانه تحت تأثیر برهمکنش نوع و غلظت عصاره

Table 4: Two-way interaction between extraction and concentration on germination indexes and grain yield

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg L^{-1})	طول ساقه‌چه Seedling length (mm)	طول ریشه‌چه Seedling weigh (mm)	وزن ساقه‌چه Shoot weight (g)	وزن ریشه‌چه Root weight (g)	وزن کل گیاه‌چه Seedling weight (g)	عملکرد دانه Gain yield (g m^2)
عصاره تام Total extract	0	8.9a	9.8a	0.026a	0.013ab	0.04a	150 a
	50	7.9b	8.9b	0.023b	0.011bc	0.035b	126 b
	100	7.2c	8.1c	0.022b	0.014a	0.037b	109 d
	150	5.3de	6.2e	0.014c	0.007d	0.021c	113 cd
فلاوونوئیدهای کل Total flavonoids	0	8.9a	9.8a	0.026a	0.013ab	0.04a	150 a
	50	7.5bc	7.6d	0.026a	0.010c	0.037b	123 bc
	100	5.7d	5.9f	0.014c	0.05de	0.019c	111 d
	150	5.2e	5.1g	0.0092d	0.005e	0.013d	92 e
LSD value		0.52	0.3	0.018	0.024	0.072	11.7

حروف مشابه در هر ستون میانگین، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

Means having similar letters have no significant difference at 5% probability level by Duncan test.

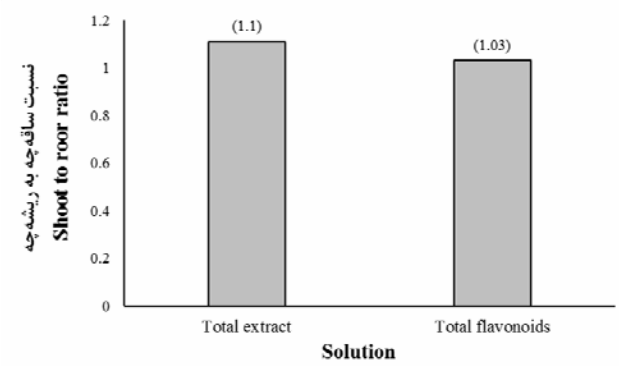
جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد زیستی یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) تحت تأثیر اثر ساده غلظت عصاره

Table 5: Main effect of extract concentration on leaf area index, plant height and biological yield of wild oat (*Avena fatua* L.).

غلظت Concentration (mg L^{-1})	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد زیستی Biological yield (g m^2)
0	1.3 a	98.6 a	348 a
50	1.09 b	82.2 b	302 b
100	1.07 bc	80.0 b	300 b
150	0.99 c	70.3 c	275 c
LSD value	0.0861	5.13	13.2

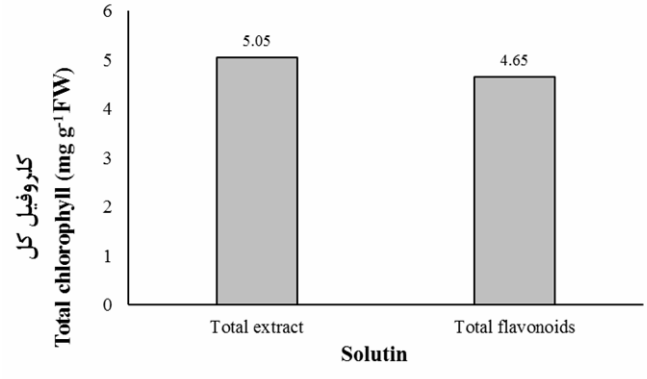
حروف مشابه در هر ستون میانگین، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

Means having similar letters have no significant difference at 5% probability level by Duncan test.



شکل ۱- - نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه تحت تأثیر اثر اصلی نوع عصاره

Figure 1- Root-seedling ratio affected by main effect of solution

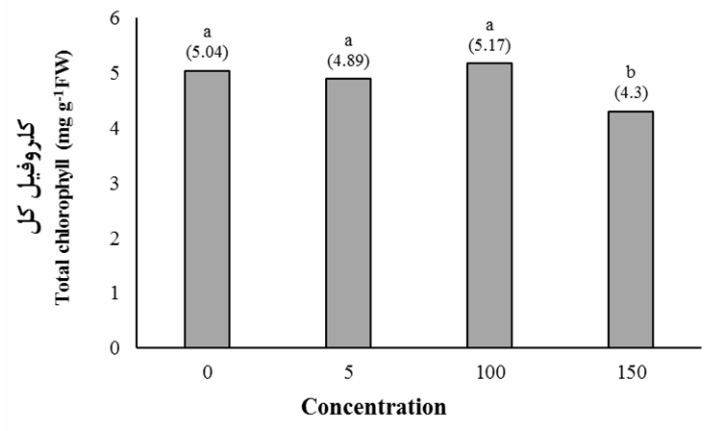


شکل ۲= میزان کلروفیل کل برگ تحت تأثیر اثر اصلی نوع عصاره

Figure 2- Total chlorophyll content affected by main effect of solution

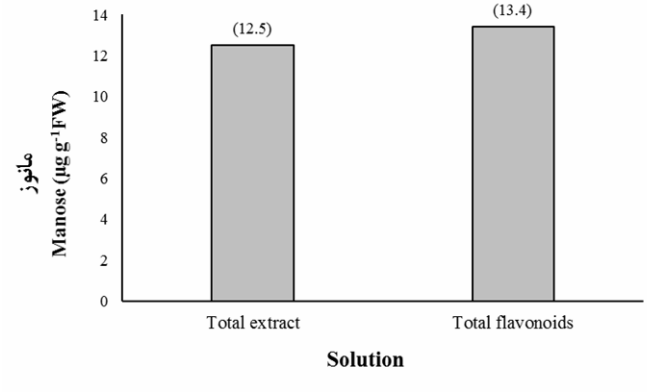
حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

Means followed by similar letters in bars are not significantly different at the 5% probability level by the Duncan test.



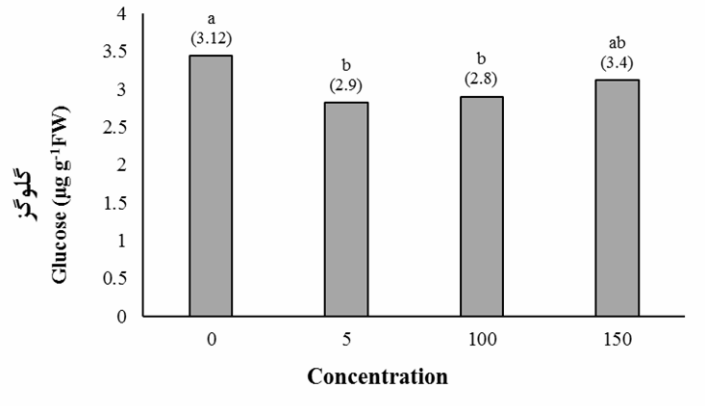
شکل ۳- - میزان کلروفیل کل برگ تحت تأثیر اثر اصلی غلظت عصاره

Figure 3- Total chlorophyll content affected by main effect of concentration



شکل ۴= میزان مانوز برگ تحت تأثیر اثر اصلی نوع عصاره.

Figure 4- Manose content affected by main effect of solution



شکل ۵= میزان گلوکز برگ تحت تأثیر اثر اصلی غاظت عصاره

Figure 5- Glucose content affected by main effect of concentration

حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ (براساس آزمون دانکن) می‌باشند.

Means followed by similar letters in bars are not significantly different at the 5% probability level by the Duncan test.

References منابع مورد استفاده

- Abbassi, F., and M. Jahani, 2007. Allelopathic effects of saffron corms on seed germination of several important crops. *Acta Horticulture*. 739: 269-73.
- Alvarez-orti, M., L. Gomez-Gomez, A. Rubio, J. Escribano, J. Pardo, F. Jimenez, and J.A. Fernandez. 2004. Development and gene expression in saffron corms. *Acta Horticulture*. 650: 141-148.
- Amini, S., M. Azizi, M.R. Joharchi, M. Shafei, F. Moradinezhad, and Y. Fujii. 2014. Determination of allelopathic potential in some medicinal and wild plant species of Iran by dish pack method. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 26(3-4): 189-199.
- Anonymous. 2010. ISTA International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA).
- Augustine, A., E. Uduenevwo Francis, and A. Uche Ivy. 2013. Biochemical assessment of the effect of aqueous leaf extract of euphorbia heterophylla linn on hepatocytes of rats. *IOSR Journal of Environmental Science*, *Toxicology and Food Technology*. 3(5): 37-41.
- Azizi, E., L. Alimoradi, M. Jahani Kondori, and A. Siahmargouei. 2013. Evaluation of allelopathic effects of saffron extract on germination and early growth of *Gipsophylla pilosa* and *Rapistrum rugosum*. *Journal of Plant Environental Physiology*. 8(2): 1-12. (In Persian).
- Barkhordari, K., A. Sorooshzadeh, and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2018. Allelopathic effect of extraction solution of leaves and corms of saffron (*Crocus sativus*) in phenological stages on seed germination of jimson weed (*Datura stramonium*). *Modares Journal of Biotechnology*. 9(2): 233-239 (In Persian).
- Cruz-Ortega, R., A. Lara-Núñez, and A.L. Anaya, 2007. Allelochemical stress can trigger oxidative damage in receptor plants: Mode of action of phytotoxicity. *Plant Signaling Behav*. 2: 269-270.
- Dganaguiraman, M., and R. Vaidyanathan. 2005. Physiological responses of *Eucalyptus globus* leaf leachate on seedling physiology of rice, sorghum and blackgram. *International Journal of Agriculture*. 7:34-38.
- Dubiso, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1965. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Annual Chemical*. 28:350-356.
- El-khawas, S., and M. Shahata. 2005. The allelopathic potentialities of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus rostrata* on monocot (*Zea mays* L.) and dicot (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Biotechnology*. 4:23-34.
- Gnanavel, I. 2015. Eco-friendly weed control options for sustainable agriculture. *Scientific Integrate*. 3: 37-47.
- Goli, S.A.H., F. Mokhtari, and M. Rahimmalek. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity from saffron (*Crocus sativus*L.) petal. *Journal of Agricultural Science*. 4(10): 175-181.
- Hamidi, R., D. Mazaheri, and H. Rahimian Mashhadi. 2010. Effect of wide barley (*Hordeum spontaneum* Koch) leaf and culm extracts on seed germination and seedling growth of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weed Research Journal*. 2(2):19-28. (In Persian).

- Jabran, K. 2017. Manipulation of allelopathic crops for weed control. First Ed. New York: Springer International Publishing. pp.77-85.
- Joung, K.A., and I.M. Chung, 2000. Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyard grass. *Agronomy Journal*. 92: 1162-1167.
- Kobayashi, K. 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management*. 4: 1-7.
- Lee, J., N. Joshi, R. Pasini, R.C. Dobson, J. Allison, and T. Leustek, 2016. Inhibition of Arabidopsis growth by the allelopathic compound azetidine-2-carboxylate is due to the low amino acid specificity of cytosolic prolyl-tRNA synthetase. *Plant Journal*. 88: 236-246.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. 148: 350- 382.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination–aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*. 2: 176-177.
- Malik, M.S. 2004. Effects of aqueous leaf extracts of *Eucalyptus globus* on germination and seedling growth of potato, maize and bean. *Allelopathy Journal*. 14: 213-220.
- Mardani, H., J. Maninang, K.S. Appiah, Y. Oikawa, M. Azizi, and Y. Fujii, 2019. Evaluation of biological response of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and weeds to safranal allelochemical of saffron (*Crocus sativus*) by using static exposure method. *Molecules*. 24: 1788.
- Mardani, H., T. Sekine, M. Azizi, M. Mishyna, and Y. Fujii, 2015. Identification of safranal as the main allelochemical from saffron (*Crocus sativus*). *Natural Product Community*. 10: 775-777.
- Muscolo, A., M.R. Panuccio, and M. Sidari, 2001. The effect of phenols on respiratory enzymes in seed germination, respiratory enzyme activities during germination of *Pinus laricio* seeds treated with phenols extracted from different forest soils. *Plant Growth Regulation*. 35: 31-35.
- Nichols, M.A., and W. Heydecker. 1968. Two approaches to the study of germination data. *International Seed Testing Association*. 33: 531-540.
- Ohno, T.K., L.M. Doolan, M. Zibilske, E. Liebman, R. Gallandt, and C. Berube, 2000. Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seedling growth. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 78: 187-192.
- Pazoki, A., M.K. Kariminejad, and A. Foladi Targhi. 2017. Effect of corm density on yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) under different urea and biological fertilizers in Shahr-e-Rey region. *Journal of Crop Ecophysiology*. 11 (2): 315-330. (In Persian).
- Pudełko, K., L. Majchrzak, and D. Naro˙zna. 2014. Allelopathic effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. *Indusrtial Crops Product*. 56: 191-199.
- Rahaiee, S., S. Moini, M. Hashemi, and S.A. Shojaosadati, 2015. Evaluation of antioxidant activities of bioactive compounds and various extracts obtained from saffron (*Crocus sativus* L.): A review. *Journal of Food Science and Technology*. 52: 1881-1888.

- Senizza, B., G. Rocchetti, S. Ghisoni, M. Buscon, M. Mozos Pascual, J.A. Fernandez, L. Lucini, and M. Trevisan. 2019. Identification of phenolic markers for saffron authenticity and origin: An untargeted metabolomics approach. *Food Research International*. 75: 23-36.
- Vosooghi S, M. Mahmoudabady, A. Neamati, and H. Aghababa, 2013 Preventive effects of hydroalcoholic extract of saffron on hematological parameters of experimental asthmatic rats. *Avicenna Journal Phytomed*. 3(3):279-287.
- Xia, J., D.I. Broadhurst, M. Wilson, and D.S. Wishart. 2013. Translational biomarker discovery in clinical metabolomics: an introductory tutorial. *Metabolomics*. 9(2): 280-299.
- Xiang, J.J., N. Chen, H. Li, X. Zhang, B. Yang, and L.Q. Huang. 2021. Analysis of flavonoids from saffron floral bio-residues. *China Journal of Chinese Materia Medica*. 46(6): 1438-1449.
- Zeinali, E., A. Soltani, S. Galeshi, and S.J. Sadati. 2010. Cardinal temperatures, response to temperature and range of thermal tolerance for seed germination in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Elektronik Journal Crop Production*. 3(3): 23-42. (In Persian).
- Zeka, K., K.C. Ruparelia, M.A. Continenza, D. Stagos, F. Vegliò, and R.R. Arroo. 2015. Petals of *Crocus sativus* L: as a potential source of the antioxidants crocin and kaempferol. *Fitoterapia*. 107: 128-134.

Research Article DOI:

Allopathic Effect of Aqueous Extract of Saffron Petals and Total Flavonoids Extracted on Germination and Seedling Growth of Wild Oat (*Avena fatua* L.)

Seyyed Hashem Asghari Najib[1], Ali Soroushzadeg[2*] and Ali Mokhtassi-Bidgoli[3]

Received: February 2022 , Revised: 9 March 2022, Accepted: 24 April 2022

Abstract

In order to investigate the allopathic effect of aqueous extract of saffron petals and total flavonoids extracted on germination indices and some morphological traits, total chlorophyll and soluble sugar of wild oat seedlings, an experiment was conducted in 2018 in the laboratory of Tarbiat Modares University, Tehran. The experiment was a completely randomized design with three replications. The first treatment was the type of extract at two levels (total extract and total flavonoid) and the second treatment was the concentration of extracts (distilled water, 50, 100 and 150 $mg.L^{-1}$). The results showed that the maximum stem length, root length and fresh weight of seedlings were obtained in the non-extract treatment. Application of saffron petal extract treatment reduced the above traits so that the minimum amount of stem length, root length and total seedling fresh weight with averages of 5.2 cm, 5.1 cm and 0.013 g, respectively. Total flavonoids and 150 mg L^{-1} of the extract were obtained. Total extract reduced the total chlorophyll content so that the total flavonoid ratio was 7.92% lower. However, among the concentrations used, only 150 mg L^{-1} of the extract reduced the total chlorophyll content and other levels were not significantly different. Seedling mannose content was reduced by applying total extract which was 6.7% less than total flavonoid treatment. The highest amount of glucose was obtained in the treatment of non-consumption of the extract (3.12 $mg.g^{-1}$ FW) and increasing the concentration of the extract led to a decrease in glucose. The highest grain yield was obtained at control concentration of extract (150 $g.m^{-2}$). Increasing the concentration of extracts led to a decrease in leaf area index, plant height and biological yield about 23.8%, 28.7% and 20.9%, respectively. The results show that the effectiveness of total flavonoid extract was higher than total extract. In general, the inhibitory effect of total extract was more on mannose and in the case of total flavonoids, the reducing effect of the extract was ore obviouse on total chlorophyll and stem to root ratio. The greatest effect of growth inhibition is related to flavonoid compounds and the presence of other compounds along with flavonoid compounds reduces their inhibition.

Key words: Allelopathy, Flavonoids, Natural herbicides, Seedling length, Soluble sugar.

1- Ph.D. Stident, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
**Corresponding Authors: alisorooshzadeh@yahoo.com*