مقاله پژوهشی

تأثیر دگرآسیبی بابونه بر تغییرات پارامترهای فیزیولوژیکی و رشد خردل وحشی در مقایسه با گندم

الهام مددی[۱]، سینا فلاح[۱*]، امیر صادق‌پور[۲] و حسین بارانی بیرانوند[۳]

[۱] گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، [۲] گروه گیاه، خاک و سیستم‌های کشاورزی، دانشگاه ایلینوی جنوبی

[۳] گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۳۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰)

چکیده

آلودگی‌های زیست محیطی و ایجاد مقاومت در علف‌های هرز نسبت به علف‌کش‌ها، توجه پژوهشگران را به روش‌های کنترل بیولوژیک علف‌های هرز جلب کرده است. در این راستا، اثر غلظت‌های مختلف (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر) عصاره اندام‌های مختلف (ریشه، اندام هوایی، کل گیاه) بابونه بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که افزایش غلظت عصاره بابونه سبب افزایش پراکسید هیدروژن، پراکسیداسیون لیپیدی، محتوای پرولین گیاه خردل وحشی شد، اما زیستایی سلول، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه این گیاه را کاهش داد. وزن خشک گیاهچه خردل وحشی و گندم در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر در سطح احتمال ۵ درصد به‌ترتیب ۵۸/۹ و ۸۴/۳ گردید، به بیان دیگر این صفت در دو گیاه مذکور ۴۱ و ۱۵/۷ درصد کاهش نشان داد. اگر چه عصاره اندام هوایی بابونه بیش‌ترین تأثیر منفی را بر صفات یادشده در هر دو گیاه داشت، ولی خردل وحشی پاسخ شدیدتری در مقایسه با گندم نشان داد. عصاره بابونه حتی با کم‌ترین غلظت شاخص بنیه گیاهچه خردل وحشی را سه برابر بیش‌تر از گندم کاهش داد. به‌طورکلی نتیجه‌گیری می‌شود که براساس تأثیرگذاری شدید عصاره بابونه بر توقف رشد علف هرز خردل وحشی و تأثیر اندک بر گیاهچه گندم، می‌توان آن را به‌عنوان کاندیدایی قابل تأمل برای تولید علف‌کش طبیعی در مزارع گندم معرفی نمود. علاوه بر این بقایای این گیاه در تناوب با گندم به کنترل علف هرز خردل وحشی و کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی کمک می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: پراکسیداسیون لیپیدی، پرولین، شاخص میتوزی، علف‌کش‌طبیعی

مقدمه

آلودگی خاک و منابع آب یکی از مشکلات عمده استفاده از ترکیبات شیمیایی در کنترل علف‌های هرز است. برای جلوگیری از گسترش مقاومت علف‌های هرز و هم‌چنین کاهش مشکلات زیست‌محیطی ایجادشده در اثر مصرف علف‌کش‌ها و نیز کم‌کردن هزینه‌های تولید باید از استراتژی جایگزین مانند استفاده از روش‌های بیولوژیک و زراعی در کنار روش‌های شیمیایی استفاده کرد. یکی از این روش‌های بیولوژیک استفاده از خاصیت دگرآسیبی گیاهان علیه گیاهان دیگر (علف‌های هرز) است. در بررسی خاصیت دگرآسیبی

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: falah1357@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

گیاهان بر یکدیگر باید توجه نمود که اثر منفی این ترکیبات را به حداقل رسانده و در عین حال حداکثر کنترل علف هرز را حاصل نمود (Bhadoria, 2011; Farooq *et al*., 2011).

آللوپاتی یا دگرآسیبی نوعی مداخله منفی در زندگی گیاه است که اثر زیان‌بار آن از طریق آزادسازی مواد شیمیایی گیاه دهنده صورت می‌گیرد (Mominul Islam *et al*., 2018).

بسیاری از ترکیبات آللوپاتیک با اختلال در فرآیند جوانه‌زنی سبب کاهش استقرار گیاهچه‌های علف هرز می‌شوند. مطالعات رضایی نودهی و همکاران (۱۳۸۲) نشان داد که ترکیبات دگرآسیب گیاهان خانواده کلم سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذور شب‌بو (*Matthiola longipetala*) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) شد. تحقیقات جهاندیده و لطیفی (۱۳۸۳) نیز بیانگر کاهش رشد گیاهچه خردل وحشی تحت تأثیر عصاره آبی جو (*Hordeum vulgare*) بود. بنابراین در حال حاضر به علف‌کش‌های جدیدی نیاز است که فرآیندهای سوخت‌وساز گیاه (فتوسنتز و تنفس) را هدف‌گیری نمایند، برای محیط‌زیست بی‌خطر بوده و کارایی بیش‌تری هم داشته باشند، هم‌چنین در غلظت‌های پایین فعال بوده و گستره فعالیت وسیعی داشته باشند. در این راستا مطالعات آللوپاتی گیاهان دارویی می‌تواند باعث کشف علف‌کش‌های طبیعی جدید و بازدارنده‌های رشد شود (Ehlers and Thompson, 2004).در این زمینه، عصاره برخی از گیاهان دارویی به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان علف‌کش‌های گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است (Zribi *et al*., 2018). مواد شیمیایی قابل توجه در این گیاهان شامل متابولیت‌های ثانویه مختلف، مانند آلکالوئیدها، مونوترپن‌ها، سسکوی‌ترپن‌ها، آلفاپینن‌ها که از اسانس گیاهان خاص تهیه شده (Badmus and Afolayan, 2012)، پلی‌فنل‌ها، کومارین‌ها، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، گلیکوزیدهای سیانوژنیک و استروئیدها مانع جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان دیگر می‌شود، بنابراین می‌توان از گیاهان دارویی برای مدیریت علف‌های هرز در اراضی زراعی استفاده کرد (Chung *et al*., 2001; Qasim *et al*., 2019) و ضمن تولید علف‌کش‌های طبیعی ایمن، سالم و دوستدار محیط‌زیست (Islam *et al*., 2009) از خطرات بهداشتی، سمیت و اثرات سرطانی ناشی از مصرف علف‌کش‌های شیمیایی جلوگیری نمود (صوفی و بقالیان، ۱۴۰۰؛ Gasnier *et al*., 2009).

Mominul Islam و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیقات خود چندین نوع از مواد آللوشیمیایی برای مثال فنل‌ها، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، کومارین‌ها، تانن‌ها، فلاونوئیدها، استروئیدها و کوئینون‌ها که در فعالیت‌های فیتوتوکسیک گیاهان آللوپاتی دخیل هستند و تعدادی ترکیبات استخراج‌شده از گیاهان از قبیل سینئول (cineole)، بنزوکسازینون (benzocazinone)، اسید کینولینیک (quinolinic acid) و لپتوسپرانون (leptospranone)، که به تازگی در زمینه‌های مختلف برای کنترل علف‌های هرز استفاده شده‌اند را به‌عنوان اصلی‌ترین مواد آللوشیمیایی معرفی کردند.

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی دارویی است که عصاره آن از ۱۲۰ نوع ترکیب شیمیایی از جمله فنل‌ها و فلاونوئیدها تشکیل شده است. مهم‌ترین اجزای فعال موجود در آن کامازولین (camazoline)، اپی‌جنین (epigenin) و بیزابولول (bisabolol) است (McKay and Blumberg, 2006; Singh *et al*., 2011). این گیاه منبع غنی از محصولات طبیعی، ترکیبات شیمیایی از جمله اسانس و هم‌چنین خواص دارویی است (Singh *et al*., 2011). هم‌چنین ترکیبات فنلی از قبیل کومارین‌ها (coumarins)، هرنیارین (herniarin) و آمبلیفرون (umbelliferone)، و نیز فنیل پروپانوئیدها (pentyl propanoides)، اسید کلروژنیک (chlorogenic acid) و اسید کافئیک (caffeic acid) در آن گزارش شده است. ترکیبات فنلی به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه گیاهی در کاهش رشد محصولات کشاورزی نقش داشته و از جهت دیگر می‌توان از آن‌ها در کنترل علف‌های هرز، آفات و امراض استفاده کرد (انتشاری و اهرابی، ۱۳۹۰).

خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره شب‌بو است که به‌وسیله بذر تکثیر می‌شود. بذرها گاهاً تا چندین سال قوه نامیه خود را در خاک حفظ می‌کنند (DiTomaso *et al*., 2013). خردل وحشی یکی از علف‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

هرز رایج و سمج در مزارع تولید گندم است و هیچ روش مؤثری توأم با توجیه اقتصادی برای کنترل آن در مزارع یادشده وجود ندارد، بنابراین اغلب به‌عنوان یک علف هرز مهم در کشت‌های پاییزه غلات مطرح است. جوانه‌زنی سریع این گیاه در پاییز و تحت شرایط سرما و رشد سریع آن در ابتدای بهار باعث افزایش توان رقابتی این گیاه در مزارع غلات گردیده است و عدم کنترل آن موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول آن‌ها می‌شود.

هدف از کار حاضر، شناسایی تأثیر آللوشیمیایی عصاره گیاه دارویی بابونه به‌عنوان مسئول اثرات فیتوتوکسیک در خردل وحشی به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهم اقتصادی محصول گندم بود. روابط متقابل دوز – نوع عصاره و پاسخ بین این شاخصه‌های فیتوتوکسین و پارامترهای رشد گیاهان هدف نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

دو آزمایش (گندم و خردل وحشی) هر کدام با دو عامل آزمایشی و سه تکرار در سال ۱۳۹۹ در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا گردید. در هر آزمایش فاکتورها شامل سه نوع عصاره اندام گیاهی (ریشه، اندام هوایی، ریشه به‌علاوه اندام هوایی) گیاه بابونه در چهار غلظت شامل صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر بودند.

برای تهیه عصاره آبی، ابتدا گیاه دارویی بابونه در مرحله گلدهی از مزارع استان اصفهان (دهستان فساران با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی و ارتفاع حدود ۱۵۷۰ متر از سطح دریا) جمع‌آوری شد. پس از خشک شدن اندام‌های گیاهی، به‌صورت پودر درآمده و نرم شد. سپس برای تهیه محلول به نسبت ۱:۱۰ مقدار ۵۰ گرم از اجزاء هر کدام از گیاهان مذکور (برگ + ساقه، ریشه و کل اندام‌ها) به‌طور جداگانه به ۰/۵ لیتر آب‌مقطر اضافه شد (برای عصاره‌گیری در آزمایشگاه از آب‌مقطر به‌عنوان حلال استفاده گردید) و سپس عصاره تهیه‌شده ۴۸ ساعت در محیط کاملاً تاریک در یخچال قرار داده شد، سپس از پارچه تنظیف کتانی دو لایه عبور داده و دوباره با کاغذ واتمن شماره ۱ صاف تا عصاره‌ای یکدست و خالص بدست آید، که به‌عنوان عصاره ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. پس از آن عصاره با آب‌مقطر رقیق، و غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر از آن تهیه شد. ۵ میلی‌لیتر از هر غلظت عصاره به پتری‌دیش‌های مختلف حاوی بذور افزوده شد. غلظت صفر (آب‌مقطر) نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و برای مشابهت با شرایط طبیعی، عصاره‌گیری در آب سرد (دمای محیط) انجام گرفت (Mahmoud *et al*., 2016; Qasem, 2017).

بذور علف هرز خردل وحشی از حواشی مزارع گندم منطقه مزارع استان اصفهان (دهستان فساران با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی و ارتفاع حدود ۱۵۷۰ متر از سطح دریا) اواخر تیرماه جمع‌آوری شد. سپس برای اطمینان از زنده‌بودن بذرها تست ترازولیوم استفاده شد، بدین منظور علف هرز در محلول ۰/۱٪ 2,3,5- trihenyl tetrazolium chloride خیسانده شد. برای خواب‌شکنی بذر خردل وحشی نیز، بذور به‌مدت ۲۴ ساعت در محلول نیترات پتاسیم ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفت و سپس با آب‌مقطر شستشو داده شد (Baskin and Baskin, 2014). بذور گندم رقم پیشگام نیز از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی تهیه شد.

برای هر تیمار از ظروف پتری‌دیش با قطر ۱۸۰ و ضخامت ۱۵ میلی‌متر استفاده شد. دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۲ در پتری‌دیش‌ها قرار داده شد. سپس ۲۵ عدد بذر علف هرز خردل وحشی یا بذر گندم قرار داده شد. پس از اضافه‌کردن عصاره‌ها با غلظت‌های متفاوت از هر اندام گیاهی، درب ظروف پتری گذاشته شده و ظروف درون اتاقک رشدی با شرایط تاریکی، با ۲ ±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد قرار گرفت.

شش روز پس از شروع آزمایش گیاهچه‌ها از هر پتری‌دیش خارج شد و پارامترها مورد سنجش قرار گرفت. معیار جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر است (Samad *et al*., 2008).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

صفات اندازه‌گیری‌شده شامل سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، شاخص میتوزی، زیستایی سلول، میزان پراکسیداسیون لیپیدی غشاء، شاخص قدرت، محتوای پرولین و غلظت پراکسیداسیون هیدروژن (H_2O_2) بودند.

سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی (GR) به‌صورت زیر محاسبه شد (Maguire, 1962; Hartman *et al*., 1990):

(۱)

ام/ تعداد بذر جوانه‌زده در n (تعداد روز مربوطه تا شمارش)

(GRهر روز) مجموع =

درصد جوانه‌زنی: درصد جوانه‌زنی (GP) نیز از رابطه زیر محاسبه شد:

$$(GP) = 100 \times \frac{n}{N} \quad (۲)$$

در این معادله، n تعداد بذور جوانه‌زده پس از روز ششم و N تعداد کل بذور کشت شده است (Ikic *et al*., 2012).

شاخص بنیه گیاهچه: شاخص بنیه گیاهچه (SVI) که معیار مناسبی جهت تخمین قدرت گیاهچه است (Tekrony and Egli, 1977) با استفاده از معادله ۳ تعیین گردید (Islam *et al*., 2009):

$$SVI = (GP \times SR)/100 \quad (۳)$$

در این معادله، SR: به‌ترتیب طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (مجموعاً طول گیاهچه) است و GP: درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

شاخص قدرت: به‌منظور محاسبه شاخص قدرت (VI) از رابطه ارائه‌شده توسط Ren و همکاران (۲۰۲۰) استفاده شد:

$$VI = \sum(Gt \times Dt) \times S \quad (۴)$$

Gt: تعداد بذور جوانه‌زده در روز t و Dt: تعداد روزهای شمارش از شروع آزمایش و S میانگین طول ریشه‌چه است.

محتوای پرولین: پرولین با روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام و محاسبه گردید. حدود ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه (ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های گندم و علف‌های هرز) تهیه و در ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوسالسیلیک (۳٪ w/v) قرار داده شد و سپس در سانتریفیوژ با دور ۲۰۰۰ برای مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. مایع شناور رویی (۱ میلی‌لیتر) با اسید نین‌هیدرین و اسید استیک منجمد به نسبت ۱:۱:۱ میکس و در آب جوش برای ۱ ساعت و سپس در حمام یخ برای ۱۰ دقیقه انکوبه شد. تولوئن (۴ میلی‌لیتر) به محلول میکس‌شده اضافه و فازهای آلی و معدنی از هم جدا شدند. فاز آلی در ۵۲۰ نانومتر طیف‌سنجی مورد بررسی قرار گرفت. محتوای پرولین برای خط کالیبراسیون ساخته‌شده با پرولین خالص خوانده گردید.

شاخص میتوزی: پس از آنکه بذور گندم با عصاره گیاهان دارویی مورد نظر تیمار شدند، ریشه‌چه‌ها جمع‌آوری و بلافاصله در مایع کارنو (اتانول/ اسید استیک، ۳/۱ v/v) به‌مدت ۲۴ ساعت، سپس در HCL ۵٪ برای مدت ۵ دقیقه هیدرولیز شد. معرف استو اورسئین برای رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه مورد استفاده قرار گرفت. قطعات ریشه (حدود ۲ میلی‌متر) برداشت و خرد و با استفاده از میکروسکوپ معکوس مجهز به دوربین دیجیتال مشاهده شد. حداقل ۱۰۰۰ سلول در هر تیمار با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

شاخص میتوزی به‌عنوان نسبت بین تعداد سلول‌ها در میتوز و تعداد کل سلول‌های مشاهده شده است. نسبت سلول‌ها در پروفاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز نیز محاسبه گردید (Yan *et al*., 2015).

زیستایی سلول: پس از اعمال تیمارها، قسمت‌هایی از ریشه (حدود ۱ سانتی‌متر) از نوک آن را برش داده شد و با ۰/۲۵٪ (w/v) ایوانزبلو (Evans blue) به‌مدت ۱ ساعت در دمای اتاق قرار داده و سپس با آب‌مقطر شستشو دادیم، ریشه‌های رنگ گرفته در ۱ میلی‌لیتر دی‌متیل فورمامید (N,N-dimethyl formamide) به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی قرار گرفت تا رنگ خارج گردد.

میزان جذب ایوانزبلو (EB) در ۶۰۰ nm با طیف‌سنج اندازه‌گیری شد. میزان جذب EB به‌عنوان نسبت بین مقادیر OD (میزان جذب نوری یا مقادیر چگالی نوری بهینه) گروه تحت تیمار و شاهد محاسبه گردید (Yan *et al*., 2015).

پراکسید هیدروژن: برای تخمین میزان پراکسید هیدروژن (H_2O_2) یک گرم از بافت گیاهچه فریزشده با ۱۷ میلی‌لیتر استون سرد هموژنیزه شد. سپس معرف تیتانیوم اضافه شده تا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

غلظت نهایی چهار درصد حاصل شود. برای رسوب‌دادن کمپلکس پراکسید تیتانیوم ۰/۲ میلی‌لیتر از آمونیوم تغلیظ‌شده به ازای هر ۱ میلی‌لیتر مخلوط واکنش اضافه گردید. مخلوط حاصل در سانتریفیوژ یخچال‌دار برای ۵ دقیقه در دور ۸۵۰۰ سانتریفیوژ شد. رسوب حاصله دو بار با ۵ میلی‌لیتر استون شسته و سپس با ۲ میلی‌لیتر اسید سولفوریک یک مولار حل شد. جذب طیف نوری کمپلکس $Ti\text{-}H_2O_2$ که به رنگ نارنجی زرد است در ۴۱۰ نانومتر خوانده شد. با استفاده از منحنی استاندارد H_2O_2 میزان جذب محاسبه گردید (Nag *et al.*, 2000).

پراکسیداسیون لیپیدی غشاء: برای تخمین میزان پراکسیداسیون لیپیدی غشاء، ۲۵۰ میلی‌گرم از بافت تازه گیاهچه با ۵ میلی‌لیتر اسید تری‌کلرو استیک ۰/۱ درصد در هاون چینی سائیده شد. عصاره حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۸۵۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. به یک میلی‌لیتر از محلول رویی سانتریفیوژ شده، ۴ میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد اسید تری‌کلرو استیک که حاوی ۰/۵ درصد اسید تیوباربیتوریک باشد اضافه گردید. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم و سپس بلافاصله به‌مدت ۱۰ دقیقه درون ظرف حاوی یخ قرار گرفت. سپس نمونه‌ها با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. شدت جذب این محلول توسط اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۳۵ نانومتر ثبت گردید. ماده مورد نظر برای جذب در این طول‌موج کمپلکس قرمز رنگ است. جذب بقیه رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر گردید (Nag *et al.*, 2000).

آنالیز داده‌ها به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای امکان مقایسه گندم با خردل وحشی، در هر گیاه همه داده‌ها به غلظت صفر (شاهد) تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب شدند و بنابراین داده‌ها و میانگین‌ها به‌صورت میانگین درصد کنترل مورد مقایسه قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS v. 9.4 انجام شد و میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵٪ مقایسه گردید.

نتایج و بحث

ترکیبات عصاره بابونه: تجزیه و تحلیل LC-MS از عصاره ریشه، اندام هوایی و کل گیاه بابونه از ۷۰٪ (v/v) متانول (MeOH) نشان داد که این عصاره‌ها حاوی مخلوطی از فلاونوئیدها، ترکیبات فنلی، ترپن‌ها و آلکالوئید هستند، به‌طوریکه بخش اعظم ترکیبات موجود، فلاونوئید (عصاره ریشه ۲۵/۹٪، اندام هوایی ۳۰٪ و کل گیاه ۲۷/۴۵٪)، فنل (عصاره ریشه ۱۵/۶۹٪، اندام هوایی ۲۵٪ و کل گیاه ۲۲/۲٪) و ترپن‌ها (عصاره ریشه ۱۵/۶۹٪، اندام هوایی ۱۸/۵۲٪ و کل گیاه ۱۷/۱۲٪) بودند. علاوه بر این، ۳/۷٪ از ترکیبات عصاره ریشه، ۶/۶۶٪ از عصاره ترکیبات اندام هوایی و ۳/۹۲٪ از ترکیبات عصاره کل گیاه را آلکالوئیدها تشکیل داده‌اند، هم‌چنین عصاره این گیاه حاوی ساپونین به میزان ۳/۳ درصد در ریشه، ۳/۷ درصد در اندام‌های هوایی و ۱/۹۶ درصد در کل گیاه بود. در عصاره اندام هوایی هم‌چنین شاهد وجود لامینین، کوئینون و کومارین بودیم. با این حال در کل گیاه نیز کومارین دیده شد. ترکیبات مشابه که علاوه بر اندام هوایی در عصاره ریشه یا کل گیاه بابونه یافت شد عبارت بودند از: چند ترکیب ناشناخته از گروه فلاونوئیدها، ۳-متیل سیکلوهگزان (3-methylcyclohexanol)، مالیک اسید (malic acid)، n- نونانول (n-Nonanol)، نریل استات یا بورنیل استات (neryl acetate یا bornyl acetate)، نرولیدول (nerolidol)، پاراسیمن (para-Cymene)، سیکلوارتنول (cycloartenol)، اکسید بیسابولون (bisabolone oxide)، لیمونن-6 -ال (limonen-6-ol)، پیوالات (pivalate)، هگزادکانوئیک اسید (hexadecanoic acid)، ۴-وینیل فنل (4-vinylphenol)، پاتولتین (patuletin)، دی هیدروکسی-تترامتوکسی فلاون (dihydroxy-tetramethoxy flavone)، آمیترول (آمینو-۱و۲و۴-تریازول-۳) (amitrole amino-1,2,4-triazole-3)، ولی این موارد با درصد بیش‌تری در اندام هوایی دیده می‌شوند.

مواد آللوشیمیایی رشد را از طریق تداخل در فرآیندهای مهم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

فیزیولوژیک مثل تغییر ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری و عمل غشاء، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها و تعادل هورمون‌های گیاهی در هر دو اندام ریشه‌چه و ساقه‌چه مختل می‌سازد (Azirak and Karaman, 2008).

در تجزیه انجام شده، ویتامین B5 (اسید پانتوتنیک (Pantothetic acid)) در عصاره ریشه و به مقدار کم‌تری در عصاره کل گیاه بابونه دیده شد، با توجه به این‌که ترکیب فوق جزء دسته ویتامین‌ها بوده و خود به نوعی کمک‌کننده در جهت تحمل شرایط نامساعد و تنش محیطی توسط گیاهچه‌های تیمارشده با عصاره ریشه را نشان داده است، به گونه‌ایی که محمدی و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقات خود بر روی تأثیر محلول‌پاشی ملاتونین و ویتامین‌های گروه ب بر شاخص‌های رشد، پیری برگ و اجزای عملکرد سویا اشاره داشتند که بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به گیاهانی بود که به‌طور هم‌زمان با غلظت ۰/۲ میلی‌مولار ملاتونین و اسید پانتوتنیک محلول‌پاشی شدند و با میانگین حدود ۵/۷ به لحاظ آماری نسبت به سایر ترکیبات تیماری برتری داشت. ویتامین‌های گروه ب محلول در آب بوده و می‌توانند نقش مهمی در مهار گونه‌های فعال اکسیژن و هم‌چنین تحریک غیرمستقیم ساخت پرولین داشته باشند که در مواجهه گیاه با تنش در مسیر پنتوز فسفات دخیل هستند (Chen and Xiong, 2005; Burguieres *et al*., 2007; Fardet *et al*., 2008).

وجود ترکیبات مگنوفلورین (magnoflorine) (در عصاره اندام هوایی و به مقدار اندک‌تر در ریشه)، میرستیسین (myristicin) (در عصاره اندام هوایی)، نورارجمونین (Norargemonine) (کل گیاه بابونه) بیانگر نقش مهارکنندگی آلکالوییدها بر درصد و شاخص جوانه‌زنی خردل وحشی است و از این‌رو سرعت این شاخص را کاهش داده و رشد گیاهچه را تحت تأثیر قرار داده است. در تحقیقات صورت گرفته دیگران نیز مشخص شده که آللوپاتی می‌تواند اثرات خود را از طریق تأثیر بر تنفس، بازدارندگی رشد سلولی و ممانعت از فعالیت آنزیم‌ها اعمال کند (Azirak and Karaman, 2008; Pudełko *et al*., 2014). Zeng و همکاران (۲۰۰۸) در مطالب گردآوری‌شده خود اسیدهای آلی و آلدئیدها، کومارین‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، استروئیدها و چند ترکیب شیمیایی دیگر را به‌عنوان ترکیبات آللوپاتیک معرفی کردند. لذا ترکیبات فنلیک و فلاونوئیدها، مواد آللوشیمیایی اصلی گیاه در اکوسیستم هستند و در آللوپاتی نقش اصلی را دارند (Jacob and Sarada, 2012). داده‌های تجربی به‌شدت نشان می‌دهد که فنل‌ها اثرات فیزیولوژیکی متعددی دارند که منجر به سمیت سلولی عمومی شده و غالباً باعث تغییر نفوذپذیری غیراختصاصی در غشای دیواره سلولی می‌شود (Einhellig *et al*., 2004; Zeng *et al*., 2008).

ساختار حلقه‌ای فلاونوئیدها هم به‌گونه‌ای است که به آسانی تشکیل یک رادیکال آزاد پایدار را داده، و می‌تواند به‌راحتی منجر به تشکیل دیمرها، الیگومرها و تانن‌های تغلیظ‌شده گردد (Einhellig *et al*., 2004; Zeng *et al*., 2008).

از سوی دیگر عملکردهای طبیعی ترپن‌ها بسیار متنوع است و اثرات مهارکننده قوی بر روی رشد گیاه و جوانه‌زنی بذر دارند. تعدادی از آن‌ها مانند الکل‌های ترپن مانند سیکلوارتنول (cycloartenol) و اسپاتونلول (spathulenol) (در ریشه و کل گیاه)، بیسابولول (bisabolol) و لیمونن (limonen) (در ریشه و اندام هوایی)، استات‌های ترپن (اندام هوایی و کل گیاه)، پاراسیمن (para-cymene)، ملیلوتیژنین (melilotigenin)، کامازولن (chamazulene)، آلفا آمورفن (α-amorphene) و فارنسول (farnesol) (در اندام هوایی)، هیدرآژنین گلوکوزید (hederagenin glycoside)، کامفن (camphene)، آلفاترپینن (α-terpinene)، گاماترپینن (γ-terpinene)، میرسن (myrcene) و ۱و۸- سینئول (1,8-cineole) (در کل گیاه) شناخته شده‌اند.

کومارین‌های فنلی فعال زیستی (هرنیارین (herniarin) و آمبلیفرون (umbelliferone))، نیز به‌طور قابل‌توجهی مانع از افزایش ریشه‌چه، کاهش فعالیت سلولی و تعداد اجسام سلولی می‌شوند، که عصاره اندام هوایی گیاه بابونه حاوی موارد گفته شده در بالا است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

آلکالوئیدها نیز بیش‌تر از طریق مسیرهای بیوسنتزیک که با یک آمینواسید طبیعی شروع‌شده، حاصل می‌شوند. آن‌ها، بالقوه بازدارنده جوانه‌زنی هستند. درحالیکه تعداد زیادی از آلکالوئیدهای فیتوتوکسیک، به‌طور هم‌زمان به بیش از یک جایگاه هدف گیاه حمله می‌کنند، مشخص است که دامنه اهداف شامل توابع آنزیمی کلیدی، فتوسنتز، تنفس، رونویسی، سنتز پروتئین، پایداری غشاء، انتقال سیگنال، انتقال الکترون و همانندسازی است (Wink and Latz-Bruning, 1995). در تحقیقات پیشین مشخص شد که کومارین به‌طور قابل‌توجهی مانع از افزایش ریشه‌چه گیاهچه کاهو (*Lactuca sativa* L.)، کاهش فعالیت سلولی و تعداد اجسام سلولی می‌شود (رضوی و همکاران، ۱۳۹۴).

پراکسید هیدروژن: میزان پراکسید هیدروژن در گندم و خردل وحشی تحت تأثیر اثرات اصلی و متقابل نوع و غلظت عصاره قرار گرفت ($P\leq0.01, 0.05$) (جدول ۱). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در گندم و خردل وحشی، به ترتیب میزان پراکسید هیدروژن با کاربرد عصاره اندام هوایی بابونه در بیش‌ترین غلظت به‌کار رفته (۱۵۰ mL/L)، ۴۸ و ۷۴ درصد افزایش یافت، ولی با عصاره ریشه حتی در بیشینه غلظت به‌کار رفته در گندم مشابه با تیمار شاهد بود و افزایشی در این پارامتر دیده نشد. میزان پراکسید هیدروژن در خردل وحشی تحت تأثیر عصاره اندام هوایی بابونه تفاوت محسوسی نسبت به میزان آن در گندم داشت، به‌طوریکه در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر مقدار این پارامتر تا ۲۵ درصد نسبت به گندم بالا رفت و در دیگر غلظت‌ها نیز بیش از گندم بود (شکل ۱).

میزان تغییر در غلظت H_2O_2 در سلول‌های گیاهی گندم باعث شد که کم‌ترین آسیب را متحمل گردد. تصور می‌شود که تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) توسط عصاره بابونه در این ارگانیسم‌ها با تداخل آن در زنجیره انتقال الکترون همراه باشد، از آنجا که میزان پراکسید هیدروژن در اعمال عصاره اندام هوایی بابونه برای گیاه خردل وحشی بیش‌تر از گیاه زراعی گندم بود و به همین دلیل پراکسیداسیون لیپیدی نیز برای علف هرز خردل وحشی در غلظت بالاتر عصاره اندام هوایی زیاد شده است، لذا عصاره بابونه باعث تولید بیش‌تر ROS در خردل وحشی نسبت به گندم می‌شود و پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش سطح مالون دی‌آلدئید نیز برای گیاه خردل وحشی در غلظت بالاتر عصاره اندام هوایی دیده شده است، از طرفی ROS احتمالاً نقش مهمی در مهار رشد ناشی از بابونه دارد که این نقش را می‌توان به حضور فلاونوئیدهای موجود در عصاره بابونه از جمله آپیژنین (apigenin)، کوئرستین (quercetin)، پاتولتین (patuletin)، لوتئولین (luteolin)، کومارین (coumarin)، کامفرول (kampherol)، روتین (rutin) و تاکسیفولین (taxifolin) مربوط دانست.

پراکسیداسیون لیپیدی غشاء: غلظت مالون دی‌آلدئید گویای پراکسیداسیون لیپیدی غشاء است. مطابق جدول ۱ تأثیر نوع و غلظت عصاره آبی گیاه بابونه بر غلظت مالون دی‌آلدئید در گندم و خردل وحشی معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). غلظت مالون دی‌آلدئید در گندم نسبت به خردل وحشی تحت تیمار عصاره اندام هوایی که بیش‌ترین اثر را داشته، ۳۳ درصد کم‌تر بود. اثر غلظت بر این صفت نیز در هر دو گیاه هدف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد، به گونه‌ایی که در میزان غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر این تأثیر را می‌توان در خردل وحشی نسبت به گندم تا ۱/۵ برابر (و حتی غلظت حداقل (۵۰ mL/L) تا ۱/۳ برابر) عنوان کرد (جدول ۲).

اثر متقابل نوع و غلظت عصاره فقط در خردل وحشی معنی‌دار بود. در کم‌ترین میزان اثرگذاری یعنی تیمار ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره ریشه، میزان مالون دی‌آلدئید در خردل وحشی قریب به ۳۱ درصد بیش از شاهد بود. بیشینه اثر برجای مانده که مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره اندام هوایی است نسبت به شاهد و حالت کمینه به‌ترتیب به میزان ۱۷۸ و ۱۱۲ درصد اثرگذارتر بود (شکل ۲).

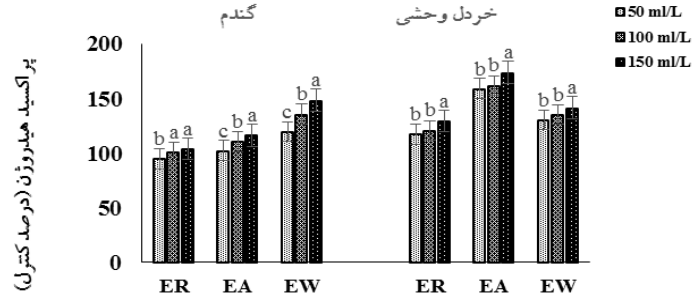
افزایش غلظت پراکسید هیدروژن (به‌عنوان یکی از عوامل ایجاد تنش اکسیداتیو) می‌تواند باعث افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای سلولی شود. افزایش غلظت مالون دی‌آلدئید نتیجه مستقیم پراکسیداسیون لیپیدی از جمله لیپیدهای غشایی است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، مالون دی‌آلدئید، محتوای پرولین و زیستایی سلول گندم و خردل وحشی تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	پراکسید هیدروژن		مالون دی‌آلدئید		محتوای پرولین		نسبت جذب ایوانزبلو	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره (E)	۲	۲۸۷۹**	۳۵۵۲**	۷۰۷۰**	۲۲۲۱۷**	۳۳۷۱۷۹**	۳۳۳۸۳۶**	۷۳۷۴۶**	۳۲۳۷۳۵**
غلظت عصاره (C)	۲	۶۸۰/۴**	۵۷۹/۷**	۵۱۷/۹**	۴۲۵۵**	۲۰۰۰۸**	۳۱۶۱۳**	۹۰۳۸**	۲۲۱۶۹**
E × C	۴	۷۶/۴۰**	۴۷/۳۸*	۱۳/۹۲^{ns}	۲۵۶/۲*	۲۰۶۴^{ns}	۸۷۵۳**	۳۵۱۴**	۳۸۶۲**
خطا	۱۸	۱۳/۵۱	۱۶/۷۴	۶۹/۸۸	۸۷/۸۰	۱۵۴۵	۶۰۹/۷	۳۷۱/۵	۳۳۷/۸
ضریب تغییرات (٪)		۳/۲۰	۲/۹۲	۶/۲۰	۴/۹۴	۱۱/۸۸	۷/۹۷	۱۰/۵۴	۵/۸۴

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است.



شکل ۱- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر میزان پراکسید هیدروژن در گندم و خردل وحشی. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

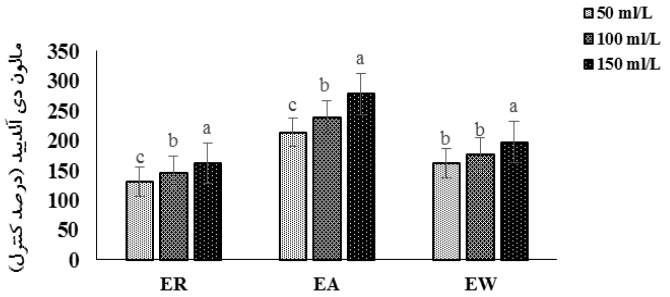
جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، مالون دی‌آلدئید، محتوای پرولین و زیستایی سلول در گندم و خردل وحشی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های بابونه

تیمارها		پراکسید هیدروژن (درصد کنترل)		مالون دی‌آلدئید (درصد کنترل)		محتوای پرولین (درصد کنترل)		نسبت جذب ایوانزبلو (درصد کنترل)	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره	ریشه	۹۹/۹۶^{c}	۱۲۲/۷^{c}	۱۰۶/۸^{c}	۱۴۶/۵^{c}	۱۵۱/۶^{c}	۲۵۵/۹^{c}	۱۰۷/۶^{c}	۱۵۲/۹^{c}
	اندام هوایی	۱۳۴/۶^{a}	۱۶۱/۷^{a}	۱۶۲/۹^{a}	۲۴۳/۹^{a}	۵۳۶/۱^{a}	۷۲۴/۴^{a}	۲۸۳/۳^{a}	۵۲۳۳^{a}
	کل گیاه	۱۰۹/۶^{b}	۱۳۵/۸^{b}	۱۳۵/۲^{b}	۱۷۸/۷^{b}	۳۰۴/۸^{b}	۵۴۲/۹^{b}	۱۵۷/۷^{b}	۲۶۷/۳^{b}
غلظت عصاره (میلی‌لیتر در لیتر)	۵۰	۱۰۵/۶^{c}	۱۳۲/۳^{c}	۱۲۷/۲^{b}	۱۶۹/۶^{c}	۲۷۸/۸^{b}	۲۹۸/۶^{c}	۱۵۴/۵^{c}	۲۶۲/۴^{c}
	۱۰۰	۱۱۵/۷^{b}	۱۳۹/۴^{b}	۱۳۵/۲^{ab}	۱۸۷/۶^{b}	۳۴۲/۹^{a}	۴۹۶/۶^{b}	۱۷۷/۱^{b}	۳۱۹/۸^{b}
	۱۵۰	۱۲۲/۹^{a}	۱۴۸/۳^{a}	۱۴۲/۵^{a}	۲۱۲/۵^{a}	۳۷۰/۸^{a}	۶۷۴/۵^{a}	۲۱۷/۱^{a}	۳۶۱/۲^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]



شکل ۲- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر مالون دی‌آلدئید، در خردل وحشی. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

مشخص شده است که تجزیه این لیپیدها منجر به کاهش انسجام و پایداری غشاءهای سیتوپلاسمی می‌شود (اسدی نسب و همکاران، ۱۳۹۲).

عصاره بابونه موجب تغییر در نفوذپذیری و سیالیت لایه لیپیدی غشاء شده و می‌تواند به‌طور چشمگیری یکپارچگی سلول را تغییر دهد (Dix and Aikens, 1993). پس از اعمال تیمار به‌طور قابل‌توجهی سطح مالون دی‌آلدئید گیاهچه‌های خردل وحشی افزایش یافته و باعث پراکسیداسیون لیپیدی غشاءها و آسیب اکسیداتیو می‌شود.

محتوای پرولین: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثرات اصلی نوع و غلظت عصاره بابونه بر میزان پرولین ($P\leq0.01$) در هر دو گیاه معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل این دو عامل بر صفت فوق تنها در خردل وحشی ($P\leq0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۱).

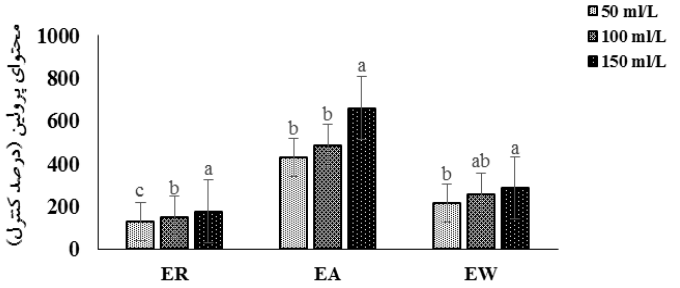
در گیاه گندم میزان تجمع بیش‌تر پرولین در عصاره اندام هوایی ملاحظه گردید و از لحاظ غلظت نیز تفاوت معنی‌داری بین ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر دیده نشد (جدول ۲).

در گیاه خردل وحشی، میزان تجمع بیش‌تر پرولین در بالاترین غلظت عصاره اندام هوایی مشاهده گردید، و اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف بود (شکل ۳). تأثیر عصاره آبی بر دو گیاه مذکور گواه آن است که در حالت کاربرد عصاره اندام هوایی و ریشه، تولید این اسیدآمینه در خردل وحشی به‌ترتیب ۳۵ و ۶۹ درصد بیش‌تر از گندم بود (جدول ۲). در رابطه با میزان غلظت به‌کار رفته نیز باید گفت در بالاترین غلظت اعمال‌شده (۱۵۰ mL/L) میزان اثرگذاری بر تولید پرولین منجر به تولید بیش از ۱/۸ برابری در گیاه خردل وحشی نسبت به گندم بوده است. لذا به‌کارگیری عصاره بابونه موجب افزایش پرولین شده و نشان می‌دهد، در این میان اثرگذاری عصاره اندام هوایی بیش از سایر موارد بوده است (جدول ۲).

پرولین یکی از پایدارترین اسیدهای آمینه است که پتانسیل اسمزی سیتوپلاسم را تحت تنش محیطی پایین آورده و در این شرایط به مقدار زیادی تولید آن افزایش می‌یابد (Ashraf and Foolad, 2007). عملکردهای پرولین در طول تنش عبارتند از: تعدیل‌کننده و محافظت‌کننده اسمزی، جاروب کننده رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان، تنظیم اسیدیته سیتوزولی، ذخیره کربن، نیتروژن و انرژی بعد از کاهش تنش و پایداری غشاهای سلولی توسط برهم‌کنش با فسفولیپیدها (Teklic *et al.*, 2008). ثابت شده است که تجمع پرولین با تولید ROS تحت تنش همراه است (Szabados and Savoure, 2010). لذا در آزمایش حاضر ROS برای تنظیم استرس ناشی از عصاره بابونه ممکن است در تجمع پرولین نقش داشته باشد.

زیستایی سلول: میزان جذب ایوانزبلو نشان‌دهنده زیستایی سلول است. اثرات اصلی نوع و غلظت عصاره بابونه و اثر متقابل آن‌ها بر زیستایی سلول گندم و خردل وحشی معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). در هر نوع عصاره و هر غلظت از آن، میزان جذب ایوانزبلو در گیاه خردل وحشی بسیار بیش‌تر از گندم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]



شکل ۳- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر پرولین در خردل وحشی. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

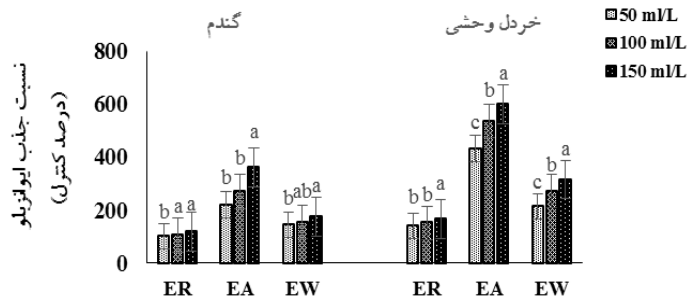
بود (جدول ۲). به گونه‌ایی که در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر اندام هوایی در گندم، میزان ۴۰ درصد کاهش جذب نسبت به خردل مشاهده شد، هم‌چنین در کاربرد این عصاره حتی با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر بر روی خردل وحشی به میزان ۴/۳ برابر بیش از شاهد، جذب ایوانزبلو ملاحظه گردید. پس از آن، غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر کل گیاه در گندم، بدون تفاوت معنی‌دار با غلظت ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر و در خردل وحشی بیش‌ترین تأثیرگذاری را نشان دادند. در بررسی اثر متقابل غلظت و نوع عصاره در گیاه گندم مشخص شد که با کاربرد غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر از عصاره اندام هوایی، میزان جذب ایوانزبلو حدود ۲/۵ برابر بیش‌تر از کاربرد عصاره ریشه با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر (مشابه شاهد) بود (شکل ۴).

زنده ماندن سلول در نوک ریشه‌های گندم و خردل وحشی با رنگ‌آمیزی توسط ایوانزبلو ارزیابی شد. که با افزایش غلظت، زنده‌مانی بیش‌تر سلول‌های انتهای ریشه کاهش یافت. جذب ایوانزبلو برای تعیین کمیت میزان ظهور سلول‌های مرده تعیین می‌گردد که تحت تیمار کم‌ترین غلظت عصاره، جذب نسبی ایوانزبلو توسط ریشه‌های خردل وحشی و گندم به‌طور مشابه تحت کنترل بود اما در غلظت بالاتر به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت (شکل ۴).

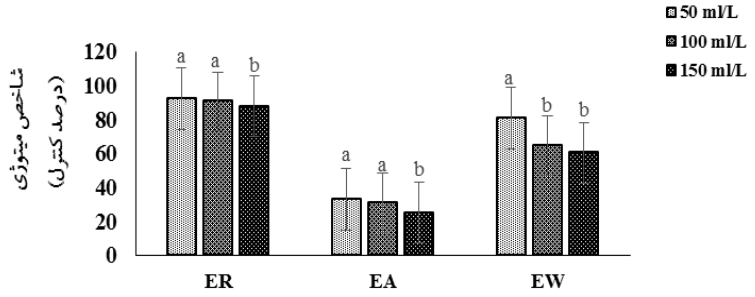
شاخص میتوزی: در این آزمایش روش‌های متعدد و حتی تغییریافته برای اندازه‌گیری شاخص میتوزی خردل وحشی مورد بررسی قرار گرفت اما به‌دلیل کوچکی سلول‌های خردل وحشی و عدم وضوح مناسب، فقط نتایج شاخص میتوزی گندم اندازه‌گیری شد. شاخص میتوزی گیاهچه گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع و غلظت عصاره آبی بابونه و اثرات متقابل این دو عامل قرار گرفت (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره ریشه بابونه بدون تفاوت معنی‌دار با غلظت ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر این اندام، شاخص میتوزی اندازه‌گیری‌شده نوک ریشه‌چه-های گندم بیش از ۹۲ درصد بود. کاربرد سایر غلظت‌ها از دیگر عصاره‌ها نیز باعث کاهش این شاخص در گندم شد که فقط بین غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره آبی ریشه و اندام هوایی و غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره کل اندام گیاه بابونه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در بیش‌ترین غلظت به‌کار رفته (۱۵۰ mL/L) اندام هوایی بابونه، شاخص میتوزی نسبت به کم‌ترین غلظت (۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره ریشه) به میزان ۷۳ درصد کاهش نشان داد (شکل ۵). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود روند مراحل تقسیم سلولی بابونه در پاسخ به نوع عصاره مشابه شاخص میتوزی بود. به عبارتی کم‌ترین میزان این مراحل در عصاره اندام هوایی بابونه و بیش‌ترین آن در عصاره ریشه بدست آمد.

پس از اعمال تیمار، تعداد سلول‌ها در تمام مراحل میتوزی در ریشه گندم به سرعت کاهش یافت. که نشان می‌دهد این ترکیب ممکن است در فاز خاصی از چرخه سلولی تداخل ایجاد کرده و از ورود سلول به میتوز جلوگیری کند، لذا مهار میتوز توسط این ترکیب به‌وضوح یکی از عواملی است که باعث کاهش رشد ریشه می‌شود. با توجه به اینکه تعداد و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]



شکل ۴- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر نسبت جذب ایوانزیلو در گندم و خردل وحشی. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.



شکل ۵- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر شاخص میتوزی گندم. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص میتوزی (MI)، شاخص پروفاز (PI)، شاخص متافاز (MeI)، شاخص آنافاز (AI) و شاخص تلوفاز (TI) گندم تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص میتوزی (MI)	شاخص پروفاز (PI)	شاخص متافاز (MeI)	شاخص آنافاز (AI)	شاخص تلوفاز (TI)
نوع عصاره (E)	۲	۳۵۳۲**	۶۴۲/۹**	۹۹۹/۹**	۸۴۴/۷**	۲۷۵۴**
غلظت عصاره (C)	۲	۳۱۰/۶**	۴۳/۷۱**	۳۴۲/۱**	۸۴/۱۴*	۱۰۱/۱^{ns}
E × C	۴	۵۹/۴۵**	۰/۵۵۰^{ns}	۱۰۹/۵^{ns}	۴۱/۷۰^{ns}	۴۸/۷۴^{ns}
خطا	۱۸	۷/۹۹	۰/۳۴۳	۴۶/۸۸	۱۹/۴۰	۵۴/۷۴
ضریب تغییرات (٪)		۶/۰۴	۱/۶۶	۸/۹۶	۵/۹۲	۱۰/۹۲

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است.

مقدار ترکیباتی مانند پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها، کومارین‌ها، ترپنوئیدها، کوئینون‌ها و آلکالوئیدها، در عصاره اندام هوایی بیش از سایر عصاره‌ها بود، احتمالاً عصاره اندام هوایی منجر به تأثیر بر توابع آنزیمی کلیدی، تنفس، رونویسی، سنتز پروتئین، پایداری غشاء، انتقال سیگنال، انتقال الکترون، سنتز هورمون‌های درون‌زای گیاه، مهار تقسیم سلولی و همانندسازی شده و درنهایت با اتصال به آنزیم‌های پردازش DNA یا DNA/RNA و پیوند به آن‌ها، می‌توانند بیش از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای شاخص میتوزی (MI)، شاخص پروفاز (PI)، شاخص متافاز (MeI)، شاخص آنافاز (AI) و شاخص تلوفاز (TI) در گندم تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی بابونه در گندم تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی بابونه

تیمارها		شاخص میتوزی (درصد کنترل)	شاخص پروفاز (درصد کنترل)	شاخص متافاز (درصد کنترل)	شاخص آنافاز (درصد کنترل)	شاخص تلوفاز (درصد کنترل)
نوع عصاره	ریشه	۶۸/۵۷^{a}	۹۵/۴۹^{a}	۸۷/۳۷^{a}	۸۵/۰۱^{a}	۸۶/۱۳^{a}
	اندام هوایی	۲۹/۸۱^{c}	۷۸/۹۶^{c}	۶۶/۳۵^{c}	۶۵/۹۸^{c}	۵۱/۳۱^{c}
	کل گیاه	۴۲/۱۱^{b}	۹۰/۲۹^{b}	۷۵/۴۸^{b}	۷۲/۳۳^{b}	۶۵/۷۷^{b}
غلظت عصاره (میلی‌لیتر در لیتر)	۵۰	۵۳/۰۵^{a}	۹۰/۲۱^{a}	۸۲/۰۶^{a}	۷۷/۸۳^{a}	۷۱/۳۵^{a}
	۱۰۰	۴۶/۰۴^{b}	۸۸/۶۷^{b}	۷۷/۳۱^{a}	۷۳/۵۹^{ab}	۶۷/۱۵^{a}
	۱۵۰	۴۱/۳۸^{c}	۸۵/۸۶^{c}	۶۹/۸۳^{b}	۷۱/۹۰^{b}	۶۴/۷۲^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

عصاره‌های دیگر، همانندسازی یا رونویسی را مختل کند (جدول ۴ و شکل ۵).

از سوی دیگر برخی از ترکیبات عصاره‌های مربوط به گیاه مورد آزمایش در پژوهش حاضر نیز، مثل ۱و ۸ – سینئول (1,8-cineole) تأثیرات متفاوتی از جمله تورم نوک ریشه، بازدارندگی تنفس در گیاه و ایجاد DNA میتوکندریایی، توقف میتوز و بازدارندگی سنتز می‌کنند (Macias *et al.*, 2007).

در پاسخ به غلظت عصاره نیز فقط روند پروفاز مشابه شاخص میتوزی بود و در دیگر مراحل تقسیم سلولی اختلاف معنی‌داری بین غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر مشاهده نشد. به استثنای مرحله تلوفاز که پاسخ معنی‌داری به غلظت عصاره نشان نداد، در سایر مراحل تقسیم سلولی، کم‌ترین میزان با بالاترین غلظت حاصل شد (جدول ۴).

سرعت جوانه‌زنی: در این آزمایش عصاره بابونه سرعت جوانه‌زنی بذر گندم را تحریک کرد، اما اثر نوع و غلظت‌های مختلف عصاره بابونه بر سرعت جوانه‌زنی بذر این گیاه زراعی معنی‌دار نبود، اثر متقابل اندام گیاهی و غلظت بر سرعت جوانه‌زنی خردل وحشی، نیز معنی‌دار نبود درحالیکه اثر اصلی غلظت و اندام گیاهی بر علف هرز خردل وحشی معنی‌دار گردید (جدول ۵)، با افزایش غلظت عصاره آبی از ۵۰ به سمت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، جوانه‌زنی بذر خردل وحشی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. کم‌ترین میزان جوانه‌زنی به‌ترتیب با ۱۱ و ۱۲ درصد کاهش در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر و از سوی دیگر در عصاره اندام هوایی بروز یافت (جدول ۶).

کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر باعث می‌شود که گیاه زراعی فرصت کافی برای رشد و توسعه کانوپی خود نداشته باشد و در مراحل اولیه رشد نتواند زودتر از علف هرز سیستم ریشه‌ایی و شاخ و برگ خود را تشکیل داده و در جذب منابع رشد از علف هرز پیشی بگیرد (Nilda and Talbert, 2000). کاهش جوانه‌زنی و رشد خردل وحشی در این آزمایش را می‌توان به میزان فنل‌های بیش‌تر در اندام هوایی در مقایسه با ریشه، اسیدهای آلی موجود در عصاره بابونه مانند اسید مالیک (malic acid)، اسید سیتریک (citric acid)، کوئینیک اسید (quinic acid)، وانیلیک اسید (vanillic acid)، گالیک اسید (gallic acid)، فرولیک-گلوکز (ferulic-glucose) (در عصاره اندام هوایی) و یا m-کوماریک اسید (m-coumaric acid)، p-کوماریک اسید (p-coumaric acid)، ایندول الاکتیک اسید (indolelactic acid)، دی‌هیدروکسی اکتادکانوئیک اسید (dihydroxy octadecanoic acid)، کلروژنیک اسید (chlorogenic acid)، فرولیک اسید (ferulic acid) و کافئیک اسید (caffeic acid) (در عصاره کل گیاه) که خود زیرمجموعه فنلیک‌ها محسوب می‌شوند نسبت داد، که اثرات آللوپاتی خود را بر روی فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی در گیاهان اعمال

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه گندم و خردل وحشی تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی		درصد جوانه‌زنی		طول ریشه‌چه		طول ساقه‌چه	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره (E)	۲	۳۸۹/۹^{ns}	۷۰۴/۹**	۲۹/۴۶*	۸/۵۸۸**	۱۲۲۰**	۹۱۶/۱**	۹۶۶/۱**	۲۲۰۳**
غلظت عصاره (C)	۲	۶۷/۱۸^{ns}	۳۶۹/۹**	۱۰۳/۵**	۱۰۵/۱**	۱۴۳۹**	۳۱۹۶**	۷۶۷/۴**	۱۰۳۸**
E × C	۴	۷۱/۰۶^{ns}	۷/۲۰۲^{ns}	۷/۴۳۸^{ns}	۷/۲۴۴^{ns}	۳۹/۵۰^{ns}	۱۱/۴۸^{ns}	۱۲/۶۴*	۴۵/۶۷^{ns}
خطا	۱۸	۲۳۷/۳	۴/۴۰۹	۵/۸۸۷	۵/۳۹۴	۱۵/۵۲	۵۱/۸۰	۳/۷۱۹	۱۹/۵۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۳۸	۲/۱۹	۲/۴۷	۲/۳۸	۴/۹۴	۹/۹۴	۲/۳۲	۵/۴۱

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است.

جدول ۶- مقایسه میانگین پارامترهای سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در گندم و خردل وحشی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی بابونه

تیمارها		سرعت جوانه‌زنی (درصد کنترل)		درصد جوانه‌زنی (درصد کنترل)		طول ریشه‌چه (درصد کنترل)		طول ساقه‌چه (درصد کنترل)	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره	ریشه	۱۱۴/۳^{a}	۱۰۵/۲^{a}	۱۰۰/۰^{a}	۹۳/۲۴^{a}	۹۰/۴۱^{a}	۸۳/۲۸^{a}	۹۴/۴۱^{a}	۸۸/۷۹^{a}
	اندام هوایی	۱۰۵/۷^{a}	۸۷/۵۷^{c}	۹۶/۴۳^{b}	۸۵/۳۳^{a}	۶۷/۳۰^{c}	۶۳/۳۴^{c}	۷۳/۹۴^{c}	۶۸/۰۹^{c}
	کل گیاه	۱۰۱/۴^{a}	۹۵/۴۷^{b}	۹۸/۰۳^{ab}	۹۰/۶۵^{a}	۸۱/۳۰^{b}	۷۰/۶۱^{b}	۸۱/۷۳^{b}	۷۸/۲۲^{b}
غلظت عصاره (میلی‌لیتر در لیتر)	۵۰	۱۱۰/۱^{a}	۱۰۱/۷^{a}	۱۰۱/۴^{a}	۹۳/۰۲^{a}	۹۶/۰۷^{a}	۸۴/۵۶^{a}	۹۲/۰۰^{a}	۹۰/۱۱^{a}
	۱۰۰	۱۰۶/۵^{a}	۹۷/۵۴^{b}	۹۸/۴۸^{b}	۸۵/۶۷^{a}	۸۰/۸۲^{b}	۷۱/۷۷^{b}	۸۳/۵۴^{b}	۸۰/۲۰^{b}
	۱۵۰	۱۰۴/۸^{a}	۸۹/۰۹^{c}	۹۴/۶۳^{c}	۷۵/۵۴^{b}	۷۰/۵۵^{c}	۵۰/۸۹^{c}	۷۳/۷۸^{c}	۷۱/۷۹^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

می‌کنند. کاهش سرعت جوانه‌زنی را هم‌چنین می‌توان به نقش ترپن‌های فرار موجود در عصاره بابونه در ویژگی آللوپاتی مربوط دانست، آن‌ها قادرند از تقسیم سلولی جلوگیری کرده یا آن را به تأخیر بیندازند (Beres and Kazinczi, 2000; Pudelko *et al.*, 2014).

درصد جوانه‌زنی: در آزمایش حاضر معنی‌داری اثرات نوع و غلظت عصاره بابونه بر درصد جوانه‌زنی گندم و خردل وحشی در جدول ۵ مشاهده می‌شود ولی اثر متقابل غلظت و اندام گیاهی در هر دو گیاه معنی‌دار نبود.

عصاره ریشه بدون تفاوت معنی‌دار با شاهد دارای اثر کم‌تر و عصاره کل گیاه بابونه دارای بیش‌ترین تأثیر بر درصد جوانه‌زنی گندم بود (جدول ۶). کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار عصاره اندام هوایی گیاه روی خردل وحشی بدون تفاوت معنی‌دار با سایر عصاره‌ها به مقدار ۴ و ۱۵ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۶). با افزایش غلظت عصاره بابونه از ۵۰ به ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، تفاوت معنی‌داری در کاهش درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی مشاهده شد. غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره اعمال‌شده بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

خردل وحشی بدون تفاوت معنی‌دار، به یک میزان سبب کاهش این صفت در خردل شدند، حال آن‌که غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، کاهش ۲۴ و ۵ درصدی آیتم مذکور را برای خردل در قیاس با گندم نشان داد (جدول ۶).

با افزایش غلظت عصاره، میزان جوانه‌زنی بذر در هر دو گونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما در علف هرز خردل وحشی با شیب بیش‌تری بود (جدول ۶). احتمالاً به‌دلیل اثر بازدارندگی مواد آللوشیمیایی گفته‌شده در بابونه (پلی‌فنل‌ها، کومارین‌ها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها) بر روی جیبرلین (حجازی، ۱۳۷۹) و تخریب در فعالیت آنزیم‌هایی مثل آلفا-آمیلاز (Alam and Islam, 2002)، رشد از طریق تداخل در فرآیندهای مهم فیزیولوژیک مانند جلوگیری از تقسیم سلولی (جدول ۴) و فعالیت برخی آنزیم‌ها و تعادل هورمون‌های گیاهی در هر دو اندام ریشه‌چه و ساقه‌چه مختل می‌شود. به هر حال به‌دلیل تغییر یا عدم کفایت پارامترهای مورد نیاز جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم‌ها کاهش و سایر فعالیت‌های متابولیکی با مشکل مواجه خواهد شد. بنابراین در غلظت بالاتر عصاره، رطوبت قابل دسترس بذر کاهش یافته و سبب اختلال در فعل و انفعالات متابولیکی قبل از فرآیند جوانه‌زنی شده و همانند بذور کشت-شده در شرایط تنش، جوانه‌زنی کاهش یافته است (Milthrope, 1995).

طول ریشه‌چه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نوع و غلظت عصاره بابونه بر طول ریشه‌چه هر دو گیاه مورد آزمایش، تأثیر معنی‌داری داشت ($P\leq0.01$) (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های طول ریشه‌چه نشان داد (جدول ۶) که عصاره اندام‌های مختلف گیاه بابونه در مقایسه با شاهد طول ریشه‌چه را کاهش داد و میزان اثرگذاری در عصاره حاصل از اندام هوایی بیش‌تر از سایر عصاره‌ها و در خردل وحشی شدیدتر از گندم بود.

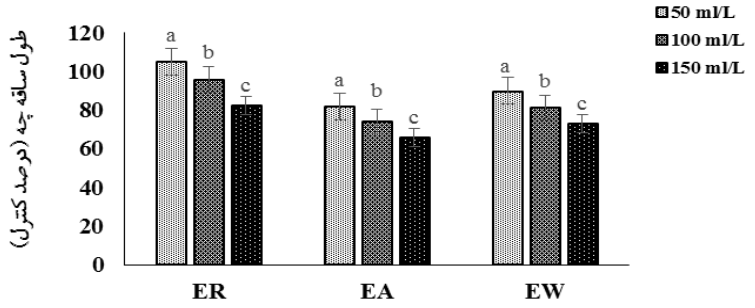
با افزایش میزان غلظت عصاره، طول ریشه‌چه گیاهان مورد مطالعه کاهش محسوسی داشت، بطوریکه بیش‌ترین طول در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر و کم‌ترین میزان آن در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره مشاهده گردید. به گونه‌ایی که کاهش طول ریشه در غلظت‌های مختلف عصاره در خردل وحشی ما بین ۱۵ تا ۴۹ درصد نسبت به شاهد متغیر بود (جدول ۶) و افزایش ریشه‌دهی در خردل وحشی به‌طور فزاینده‌ای با افزایش غلظت توسط عصاره بابونه متوقف شد. درحالیکه در کاربرد بیش‌ترین حد غلظت عصاره در گندم تنها ۲۹ درصد طول ریشه‌چه کاسته شد (جدول ۶).

گزارش شده است که رشد ریشه نسبت به اندام هوایی از حساسیت بیش‌تری در مقابل ترکیبات مواد آللوشیمیایی برخوردار است، زیرا ریشه‌ها ابتدا با این ترکیبات برخورد کرده و آن‌ها را از محیط دریافت می‌کنند (Ziaebrahimi *et al.*, 2007). علاوه بر بازدارندگی رشد طولی ریشه‌چه، ساختار غیرطبیعی در ریشه، درنتیجه تیمار با عصاره بابونه به‌وجود می‌آید. هم‌چنین، بعضی اسیدهای فنلیک مانند اسید ایندولیک، با تنفس گیاه در ارتباط هستند (Ziaebrahimi *et al.*, 2007). لذا یکی از اثرات مورد توجه، اثر بازدارندگی بر تنفس سلول‌های نوک ریشه و دانه‌رست‌ها است و با توجه به اینکه ریشه‌ها نسبت به اندام هوایی حساسیت بیش‌تری در برابر اثرات آللوپاتیک نشان می‌دهند، دیده شد که در علف هرز خردل وحشی طول ریشه با نسبت بالاتری کاهش یافته است. اسیدهای کافئیک و فرولیک موجود در عصاره آبی بابونه، رشد ریشه‌چه خردل وحشی را کاملاً محدود می‌کنند. به‌نظر می‌رسد این امر به‌دلیل اثر بازدارندگی مواد آللوپاتیک بر تقسیم سلولی در کلاهک ریشه باشد. به‌طوری‌که گزارش شده است مواد آللوشیمیایی میزان اکسین القاء کننده‌ی رشد ریشه‌ها را کاهش می‌دهند (Ben-Hammouda *et al.*, 2001).

طول ساقه‌چه: همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود اثر نـوع عصاره و غلظت آن بر طول ساقه‌چه گیاهان تحت تیمار معنی‌دار شد ($P\leq0.01$)، ولی اثر متقابل نوع و غلظت عصاره بابونه فقط بر طول ساقه‌چه گندم معنی‌دار شد ($P\leq0.05$). بیش‌ترین طول ساقه‌چه گندم در تیمار ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر عصاره ریشه بابونه مشاهده شد. علاوه بر این تفاوت بین طول ساقه‌چه در غلظت‌های مختلف عصاره ریشه بیش‌تر از غلظت‌های دیگر عصاره‌ها بود (جدول ۶). استفاده از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]



شکل ۶- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر طول ساقه‌چه گندم. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

بیش‌ترین غلظت عصاره اندام هوایی بابونه حدود ۳۴ درصد از طول ساقه‌چه گندم را کاهش داد (جدول ۶).

اثر متقابل دو عامل نوع و غلظت عصاره بابونه بر طول ساقه‌چه گندم گویای این موضوع بود که عصاره ریشه با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر حتی تحریک‌کننده رشد به میزان ۵ درصد بیش از شاهد بود و غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر اندام هوایی نسبت به غلظت گفته‌شده کاهش ۳۷ درصدی طول ساقه‌چه را نشان داد (شکل ۶).

قرار دادن بذور خردل وحشی در معرض انواع عصاره بابونه موجب کاهش ۱۱ تا ۳۲ درصدی طول ساقه‌چه این گیاه می‌شود. علاوه بر این، با حداقل و حداکثر غلظت عصاره بابونه نیز می‌توان طول ساقه‌چه خردل وحشی را به‌ترتیب ۱۰ تا ۲۸ درصد کاهش داد (جدول ۶).

غلظت‌های مختلف عصاره آبی بابونه با اختلال در تعادل هورمونی بذر، تأثیر بر تقسیم سلولی و رشد ریشه‌چه باعث افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی گردید. فیتوتوکسین‌ها، توازن هورمونی بذر را بر هم می‌زنند که توازن این هورمون‌ها تعیین‌کننده جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه است (زاجی و همکاران، ۱۳۸۸).

طول گیاهچه: تأثیر معنی‌دار نوع و غلظت عصاره بابونه (جدول ۷) بر طول گیاهچه خردل وحشی/گندم گویای این موضوع بود که غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر به‌ترتیب مانع افزایش طول گیاهچه به میزان ۴۰ و ۲۸ درصدی شد (جدول ۸). در بین عصاره‌های اعمال‌شده نیز، عصاره اندام هوایی بیش‌ترین تأثیر را بر دو گیاه داشت و به‌ترتیب طول گیاهچه خردل وحشی و گندم را حدود ۳۵ و ۳۰ درصد کاهش داد، هم‌چنین عصاره ریشه اثر کمینه را بر هر دو گیاه نشان داد. اثر متقابل نوع و غلظت عصاره بابونه نیز بر طول گیاهچه هر دو گیاه مد نظر معنی‌دار نبود (جدول ۸).

از سوی دیگر می‌توان گفت فلاونوئید و کومارین موجود در عصاره بابونه از طریق ممانعت از تقسیم سلولی و طویل شدن سلول در مراحل جوانه‌زنی، سبب بازدارندگی جوانه‌زنی و کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر گندم به‌عنوان الگو و بالطبع علف هرز خردل وحشی شده است. وجود ترکیبات آللوپاتیک مانند کومارین‌های فنلی فعال زیستی (هرنیارین (herniarin) و آمبلیفرون (umbelliferone))، فلاون‌ها (آپیژنین (apigenin) و آپیژنین-۷-O-گلوکوزید (apigenin-7-O-glucoside))، فلاونول‌ها (کوئرستین (quercetin) (کوئرستین-۷-O-گلوکوزید (quercetin-7-O-glucoside))، ایزوکوئرستین (isoquercitrin)، کوئرستین هگزوساید (quercetin hexoside)، کوئرستین-۳-O-آرهامونوسید (quercetin-3-o-rhamonoside)، کوئرستین-۳-O-گالاکتوزید (quercetin-3-O-glucuronide)، کوئرستین-گالاکتوزید (quercetin galactoside)) و روتین (rutin))، کوئینون (۱و۲-بنزوکوئینون (1,2-benzoquinone) quinone) و سایر ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و اسیدهای تری‌کربوکسیلیک هم‌چون اسید مالیک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) طول گیاهچه، شاخص قدرت (vitality index)، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه گندم و خردل وحشی تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	طول گیاهچه		شاخص قدرت		وزن خشک گیاهچه		شاخص بنیه گیاهچه	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره (E)	۲	۱۴۵۶**	۱۰۷۵**	۴۷۵۲**	۳۱۹۲**	۵۱۶/۴**	۲۷۶۱**	۱۷۴۳**	۱۱۹۸**
غلظت عصاره (C)	۲	۱۱۱۲**	۸۸۲/۱**	۱۳۰۶**	۲۷۰۹**	۲۰۹/۳**	۴۳۸/۹**	۱۶۶۵**	۱۳۹۳**
E × C	۴	۱۲/۵۹^{ns}	۶/۸۶۸^{ns}	۳۱/۵۴^{ns}	۱۹/۰۹^{ns}	۲۵/۱۳**	۶۱/۲۹*	۱۳/۷۴^{ns}	۲۱/۳۷^{ns}
خطا	۱۸	۱۹/۶۳	۱۲/۵۶	۱۸/۱۱	۲۰/۰۸	۳/۰۱۱	۱۴/۸۹	۱۱/۹۳	۲۱/۵۵
ضریب تغییرات (٪)		۵/۳۶	۴/۱۳	۶/۰۲	۸/۴۶	۱/۹۵	۵/۸۵	۴/۲۴	۵/۵۳

ns، ** و * به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است.

جدول ۸- مقایسه میانگین پارامترهای میانگین طول گیاهچه، شاخص قدرت (vitality index)، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه در گندم و خردل وحشی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی بابونه

تیمارها		طول گیاهچه (درصد کنترل)		شاخص قدرت (درصد کنترل)		وزن خشک گیاهچه (درصد کنترل)		شاخص بنیه گیاهچه (درصد کنترل)	
		گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی	گندم	خردل وحشی
نوع عصاره	ریشه	۹۵/۵۹^{a}	۹۰/۴۱^{a}	۹۲/۶۵^{a}	۷۲/۶۴^{a}	۹۴/۸۳^{a}	۸۳/۴۲^{a}	۹۵/۷۲^{a}	۹۰/۰۳^{a}
	اندام هوایی	۷۰/۱۵^{c}	۶۴/۵۹^{c}	۵۱/۱۶^{c}	۴۶/۸۰^{b}	۸۱/۵۵^{c}	۴۸/۳۹^{c}	۶۷/۹۱^{c}	۵۲/۰۱^{c}
	کل گیاه	۸۲/۲۲^{b}	۷۶/۶۶^{b}	۷۲/۵۱^{b}	۴۵/۱۱^{b}	۹۰/۸۱^{b}	۶۶/۱۵^{b}	۸۰/۸۳^{b}	۷۶/۸۸^{a}
غلظت عصاره (میلی‌لیتر در لیتر)	۵۰	۹۴/۱۱^{a}	۹۰/۹۴^{a}	۸۳/۴۶^{a}	۷۰/۷۱^{a}	۹۳/۱۵^{a}	۷۲/۸۹^{a}	۹۵/۳۸^{a}	۸۶/۰۸^{a}
	۱۰۰	۸۱/۹۳^{b}	۷۵/۵۸^{b}	۶۸/۹۶^{b}	۵۲/۱۷^{b}	۸۹/۷۹^{a}	۶۶/۱۵^{b}	۸۰/۸۹^{b}	۷۴/۶۱^{b}
	۱۵۰	۷۱/۹۱^{c}	۶۰/۱۴^{c}	۵۶/۵۴^{c}	۳۶/۰۳^{c}	۸۴/۲۶^{b}	۵۸/۹۲^{c}	۶۸/۱۹^{c}	۵۱/۲۳^{c}

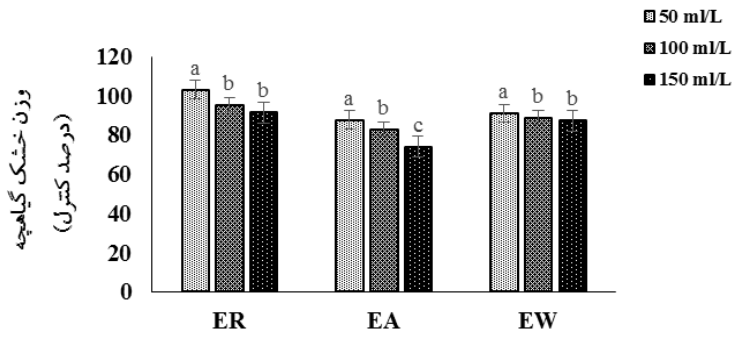
میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

در عصاره آبی بابونه با تخریب غشاهای سلولی و تأثیر منفی بر فعالیت آنزیم‌های گیاهان در مرحله جوانه‌زنی، سبب کاهش رشد گیاهچه گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق می‌گردند. بابونه به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش شاخص میتوزی در سلول‌های انتهای ریشه گندم در غلظت بالاتر شد. علاوه بر آن تعداد سلول‌های هر فاز میتوزی نیز کاهش یافت (جدول ۴). لذا کاهش رشد گیاهان آزمایش کنونی به‌خصوص علف هرز خردل وحشی در حضور ترکیبات آللوپاتیک گفته‌شده با توقف شدید میتوز در سلول‌های مریستمی گیاهچه همراه می‌شود، درنتیجه طول گیاهچه کاهش می‌یابد.

بسیاری از مواد آللوشیمیایی نیز اثر تحریک‌کنندگی هورمون‌های رشد ایندول استیک اسید (indole-3-acetic acid (IAA)) و جیبرلین (gibberellin) را کاهش می‌دهند که به کاهش رشد اندام‌های گیاهی می‌انجامد (Tomaszeweski and Thimann, 1996). مکانیسم‌های مختلف جذب از ریشه‌ها و سلول‌های سطحی و مسیرهای متابولیکی و جایگاه‌های اثر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]



شکل ۷- اثر متقابل نوع اندام گیاهی و غلظت عصاره بابونه بر وزن خشک گندم. در هر سطح غلظت عصاره میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند. ER، EA و EW به‌ترتیب نشان‌دهنده عصاره آبی ریشه، اندام هوایی و کل بوته بابونه هستند.

متفاوت، ممکن است توجیه‌کننده تفاوت حساسیت گیاهان به مواد آللوشیمیایی یکسان باشد.

بعضی از سازوکارهای فعالیت مواد دگرآسیب شبیه هورمون‌های گیاهی است. ترکیبات دگرآسیب با تأثیر گذاشتن روی رشد ریشه‌ها از طریق کاستن از تشکیل ریشه‌های مویینه می‌توانند باعث کاهش جذب آب درگیاهان و درنتیجه موجب کاهش طول گیاهچه می‌گردد (Chon *et al*., 2005).

شاخص قدرت: اثر نـوع عصاره و غلظت آن بر شاخص قدرت گیاهان تحت تیمار معنی‌دار شد ($P\leq0.01$)، ولی اثر متقابل نوع و غلظت عصاره بابونه اثر معنی‌داری بر هر دو گیاه نداشت (جدول ۷). بیش‌ترین شاخص قدرت گندم در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر و از سوی دیگر در نوع عصاره ریشه بابونه مشاهده شد. غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر به‌ترتیب مانع افزایش شاخص قدرت گندم و خردل وحشی به میزان ۴۳ و ۶۴ درصدی شد (جدول ۸). در میان عصاره‌های اعمال‌شده نیز، عصاره اندام هوایی بیش‌ترین تأثیر را بر دو گیاه داشت و به‌ترتیب طول گیاهچه گندم و خردل وحشی را حدود ۵۲ و ۶۴/۹ درصد کاهش داد، همچنین عصاره ریشه اثر کمینه را بر هر دو گیاه نشان داد.

وزن خشک گیاهچه: وزن خشک گندم و خردل وحشی تحت تأثیر افزایش غلظت عصاره اندام هوایی بابونه کاهش یافت، بطوریکه بیش‌ترین کاهش وزن خشک (۵۱٪ کاهش در مقایسه با شاهد)، مربوط به خردل وحشی تحت تأثیر کاربرد عصاره اندام هوایی بابونه بدست آمد و علاوه بر این در غلظت‌های مختلف عصاره نیز کاهش حدود ۲۷ تا ۴۱ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۸).

اثر متقابل نوع و غلظت عصاره بابونه در گندم نشان داد که در غلظت ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر ریشه افزایش ۳ درصدی در وزن خشک نسبت به شاهد را داشتیم و کم‌ترین میزان وزن خشک مربوط به غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر اندام هوایی بابونه بود که در مقایسه با شاهد حدود ۲۶ درصد کاهش وزن خشک را نشان داد (شکل ۷).

رشد گیاهچه تا حدی به انتقال ترکیبات ذخیره‌ای از لپه بستگی دارد. احتمال می‌رود در طی مرحله جوانه‌زنی میزان تحرک ترکیبات ذخیره‌ای تحت تأثیر ترکیبات آللوپاتیک متوقف و یا با تأخیر مواجه می‌شود. اثرات فیزیولوژیک برخی ترکیبات آللوپاتیک منجر به کاهش توسعه برگ‌ها، کاهش جذب مواد غذایی توسط ریشه و انتقال به اندام‌های هوایی می‌گردد (Kremer and Ben-hammouda, 2009). بنابراین، به تبع آن تجمع ماده خشک در گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین میزان رشد و نهایتاً وزن گیاهچه گندم و خردل وحشی کاهش می‌یابد (جدول ۸).

شاخص بنیه گیاهچه: در مطالعه حاضر، با توجه به آنکه تمام غلظت‌های عصاره بابونه اعمال‌شده مهار قابل‌توجهی بر درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه خردل وحشی نشان داد، بنابراین شاخص بنیه گیاهچه این علف هرز نیز تحت تأثیر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

مستقیم قرار گرفته و کم‌ترین میزان آن در تیمار عصاره اندام هوایی و غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر بود (جدول ۸)، به‌طوریکه در اثرات اصلی عصاره اندام هوایی و نیز در غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر، کاهش ۴۸ درصدی و ۴۹ درصدی شاخص بنیه گیاهچه خردل وحشی مشاهده شد. با بررسی تأثیر اصلی اندام هوایی بر گندم مشخص شد که عصاره ریشه و کل گیاه با اثرگذاری مشابه دارای کم‌ترین اثر سوء نسبت به اندام هوایی (جدول ۸)، و غلظت ۱۵۰ میلی‌لیتر در لیتر نسبت به ۵۰ میلی‌لیتر در لیتر دارای تأثیر ۲۸ درصدی بر این شاخص بود. باید گفت که غلظت یادشده (۵۰ mL/L)، با ۱۷ درصد افزایش، اثرگذاری مثبتی بر گندم نسبت به خردل وحشی داشت (جدول ۸).

در این آزمایش اگرچه سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان زراعی گندم با افزایش غلظت عصاره بابونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما روند نزولی برای علف هرز شدت بیش‌تری داشت. این کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور علف هرز نسبت به گیاه زراعی، فرصت کافی برای رشد و توسعه گیاه زراعی فراهم کرده و باعث می‌شود کـه گیاه زراعی بتواند زودتر از علف هرز سیستم ریشه‌ای و شاخساره خـود را تشکیل دهد و در جذب منابع بهتر از علف هرز عمل کنـد (Tahamizarandi and Rezvanimoghadam, 2011).

نتیجه‌گیری

با مشاهده نتایج بدست آمده مبنی بر حساسیت کم‌تر گندم به عصاره بابونه در مقایسه با علف هرز خردل وحشی می‌توان بیان نمود که استفاده از بابونه برای کنترل پایدار علف هرز خردل وحشی در مزارع گندم از طریق کاربرد این گیاه و عصاره‌های آن در تولید علف‌کش‌های زیستی و کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی مؤثر است. می‌توان این گیاه را به‌عنوان کاندیدایی قابل تأمل برای تولید علف‌کشی طبیعی در مزارع گندم معرفی نمود. از سوی دیگر، کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور علف هرز خردل وحشی نسبت به گندم، فرصت کافی برای رشد و توسعه این‌گیاه زراعی فراهم شده و گندم می‌تواند زودتر از علف هرز فوق سیستم ریشه‌ای و شاخساره خود را تشکیل دهد و در جذب منابع، بهتر از علف هرز عمل کند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

اسدی نسب، ن.، حسیبی، پ.، روشنفکر، ح. و مسگرباشی، م. (۱۳۹۲) مطالعه برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک سه رقم چغندرقند به تنش شوری. به‌زراعی کشاورزی ۱۵:۹۴-۷۹.

انتشاری، ش. و اهرابی، ف. (۱۳۹۰) تأثیر کومارین بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱. نشریه زیست‌شناسی گیاهی ۳:۳۵-۲۳.

جهاندیده، و. و لطیفی، ن. (۱۳۸۳) بررسی اثر آللوپاتیکی کاه و کلش کلزا بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ذرت و سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۳: ۱۰۶-۹۸.

حجازی، ا. (۱۳۷۹) آللوپاتی: خودمسمومی و دگرمسمومی (اثرات متقابل موجودات نسبت به یکدیگر). انتشارت دانشگاه تهران.

رضایی نودهی، ا.، خانقلی، ش. و نوری، م. (۱۳۸۲) بررسی پتانسیل اللوپاتیک تره تیزک وحشی، خردل وحشی و کلزا روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های شب بو و تاج خروس. مجله پژوهش و سازندگی ۱۶: ۶۴-۵۶.

رضوی، س. م.، حسین‌زاده شاهماربیگلو، ه. و زهری، ص. (۱۳۹۴) اثر ترکیب دگرآسیب کومارین بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه کاهو. فرآیند و کارکرد گیاهی ۵: ۲۰۰-۱۹۱.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

زاجی، ب.، شیرخانی، ع. و علایی، ش. (۱۳۸۸) بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره آبی بقایای سه رقم کلزا در غلظت‌های مختلف (*Brassica napus* L.) بر جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست برخی علف‌های هرز. گیاه و زیست بوم ۴۰: ۲۷-۵.

صوفی کریمی، ف. و بقالیان، س. (۱۴۰۰) تأثیر کاربرد سموم در محصولات کشاورزی بر سلامت انسان. فصلنامه بهورز ۳۲: ۷۵-۷۲.

محمدی، ی.، برادران فیروزآبادی، م.، غلامی، ا. و مکاریان، ح. (۱۳۹۸) اثر محلول‌پاشی ملاتونین و ویتامین‌های گروه ب بر شاخص‌های رشدی، پیری برگ و اجزای عملکرد سویا. نشریه تولید گیاهان زراعی ۱۲:۱۹۰-۱۷۳.

Alam, S. M. and Islam, E. U. (2002) Effect of aqueous extract of leaf stem and root of nettle leaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. Pakistan Journal of Science and Technology 1: 47-52.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2007) Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.

Azirak, S. and Karaman, S. (2008) Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science 58: 88-92.

Badmus, A. and Afolayan, A. (2012) Allelopathic potential of Arctotis arctotoides (L.f.) O. Hoff aqueous extracts on the germination and seedling growth of some vegetables. African Journal of Biotechnology 47: 10711-10716.

Baskin, C. C. and Baskin, J. M. (2014) Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press.

Bates, L., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 3: 205-207.

Ben-Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R. J. and Oueslati, O. (2001) Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedling growth of bread and durum wheat. Agronomie 21: 65-71.

Beres, I. and Kazinczi, G. (2000) Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. Allelopathy Journal 7: 93-98.

Bhadoria, P. B. S. (2011) Allelopathy: A natural way towards weed management. American Journal of Experimental Agriculture 1: 7-20.

Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y. I. and Shetty, K. (2007) Effect of vitamin C and folic acid on seed vigor response and phenolic-linked antioxidant activity. Bioresource Technology 98: 1393-1404.

Chen, H. and Xiong, L. (2005) Pyridoxine is required for postembryonic root development and tolerance to osmotic and oxidative stresses. Plant Journal 44: 396-408.

Chon, S. U., Jang, H. G., Kim, D. K., Kim, Y. M., Boo, H. O. and Kim, Y. J. (2005) Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. Scientia Horticulture 106: 309-317.

Chung, N., Mao, C., Heitman, J., Hannun, Y. A. and Obeid, L. M. (2001) Phytosphingosine as a specific inhibitor of growth and nutrient import in saccharomyces cerevisiae. Journal of Biological Chemistry 276: 35614-35621.

DiTomaso, J. M., Kyser, G. B., Oneto, S. R., Wilson, R. G., Orloff, S. B., Anderson, L. W., Wright, S. D., Roncoroni, J. A., Miller, T. L., Prather, T. S., Ransom, C., Beck, K. G., Duncan, C., Wilson, K. A. and Mann, J. J. (2013) Weed Control in Natural Areas in the Western United States. University of California Weed Research & Information Center.

Dix, T. A. and Aikens, J. (1993) Mechanisms and biological relevance of lipid peroxidation initiation. Chemical Research in Toxicology 6: 2-18.

Ehlers, B. K. and Thompson, J. (2004) Do co-occurring plant species adapt to one another? The response of Bromus erectus to the presence of different *Thymus vulgaris* chemotypes. Oecologia 141: 511-518.

Einhellig, F. A., Galindo, J. C. G., Molinillo, J. M. G. and Cutler, H. G. (2004) Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: Allelopathy: Chemistry and Mode of Action of Allelochemicals (eds. Macias, F. A. Galindo, J. C. G. and Molinillo, J. M. G.) Pp. 217-238. CRC Press.

Fardet, A., Rock, E. and Christian, R. (2008) 1s the in vitro antioxidant potential of whole grain cereals and cereal produces well reflected in vivo. Journal of Cereal Science 48: 258-276.

Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z. A., Wahid, A. and Siddique, K. H. (2011) The role of allelopathy in agricultural pest management. Pest management science 67: 493-506.

Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M. Ch. And Seralini, G. E. (2009) Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. National Library of Medicine 262: 184-191.

Hartman, H., Kester, D. and Davis, F. (1990) Plant Propagation. Prentice Hall Inc.

Ikic, I., Maricevic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Sarcevic, Z. and Arcevic, H. (2012) The effect of germination temperature on seed dormancy in creation-grown winter wheats. Euphytica 188: 25-34.

Islam, A. K., Anuar, N. and Yaakob, Z. (2009) Effect of genotypes and pre-sowing treatments on seed germination behavior of jatropha. Asian Journal of Plant Sciences 8: 433-439.

Jacob, J. and Sarada, S. (2012) Role of phenolics in allelopathic interactions. Allelopathy Journal 29: 215-230.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

Kremer, R. J. and Ben-hammouda, M. (2009) Physiological study of allelopathic medicinal plants and wheat weeds under greenhouse conditions. Allelopathy Journal 24: 225-242.

Macias, F. A., Molinillo, J., Varela, R. M. and Galindo, J. C. G. (2007) Allelopathy a natural alternative for weed control. Pest Management Scienc 63: 327-348.

Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2: 176-177.

Mahmoud, S. A., Singh, S. D. and Muralikrishna, K. S. (2016) Allelopathy in jatropha plantation: Effects on seed germination, growth and yield of wheat in north-west India. Agriculture, Ecosystems and Environment 231: 240-245.

McKay, D. L. and Blumberg, J. B. (2006) A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). Phytotherapy Research 20: 519-530.

Milthrope, F. L. (1995) Change in the drought resistance of wheat seedling during germination. Annals of Botany 14: 79-86.

Mominul Islam, A. K. M., Yeasmin, S., Qasem, J. R. and Juraimi, A. S. (2018) Allelopathy of medicinal plants: Current status and future prospects in weed management. Article in Agricultural Sciences 9: 1569-1588.

Nag, S., Saha, K. and Choudhuri, M. A. (2000) A rapid and sensitive assay method for measuring amine oxidase based on hydrogen peroxide–titanium complex formation. Plant Science 157: 157-163.

Nilda, R. and Talbert, E. (2000) Differential activity of allelochemicals from *Secale cereale* in seedling bioassays. Weed Science 48: 302-310.

Pudelko, K., Majchrzak L. and Narozna, D. (2014) Allelopathic effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. Industrial Crops and Products 56: 191-199.

Qasem, J. R. (2017) A survey on the phytotoxicity of common weeds, wild grown species and medicinal plants on wheat. Allelopathy Journal 42: 179-194.

Qasim, M., Fujii, Y., Ahmed, M. Z., Aziz, I., Watanabe, K. N. and Khan, M. A. (2019) Phytotoxic analysis of coastal medicinal plants and quantification of phenolic compounds using HPLC. Plant Biosystems 153: 767-774.

Ren, Y., Wang, W., He, J., Zhang, L., Wei, Y. and Yang, M. (2020) Nitric oxide alleviates salt stress in seed germination and early seedling growth of pakchoi (*Brassica chinensis* L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. Ecotoxicology and Environmental Safety 187: 109785.

Samad, M. A., Rahman, M. M., Hossaini, A. K. M. M., Rahman, M. S. and Rahman, S. M. (2008) Allelopathic effects of five selected weed species on seed germination and seedling growth of corn. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 2: 13-18.

Singh, O., Khanam, Z., Misra, N. and Srivastava, M. K. (2011) Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. Pharmacognosy Reviews 5: 82-89.

Szabados, L. and Savoure, A. (2010) Proline: A multifunctional amino acid. Trends in Plant Science 15: 89-97.

Tahamizarandi, M. K. and Rezvanimoghadam, P. (2011) Investigation of germination and seedling morphological characteristics of wild oat (*Avena ludoviciana*) under aqueous extract of the aerial parts of medicinal plants. Crop Protection 25: 398-406.

Teklic, T., Engler, M., Cesar, V., Lepedua, H., Paraikovic, N., Loncaric, Z., Tolfa, I., Marotti, T., Mikac, N. and Zarkovic, N. (2008) Influence of excess copper on lettuce (*Lactuca sati*va L.) grown in soil and nutrient solution. Journal of Food, Agriculture and Environment 6: 439-444.

Tekrony, D. M. and Egli, D. B. (1977). Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. Crop Sciences 17: 573-577.

Tomaszeweski, M. and Thimann, K. V. (1996) Interactions of phenolic acids, metallic ions and chelating agents on auxin-induced growth. Plant Physiology 41: 1443-1454.

Wink, M. and Latz-Bruning, B. (1995) Allelopathic properties of alkaloids and other natural products: Possible modes of action: In: Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications. American Chemical Society (eds. Inderjit Dakshini, K. M. M. and Einhellig, F. A.) Pp. 117-126. Symposium Series.

Yan, Zh. Q., Wang, D. D., Ding, L., Cui, H. Y., Jin, H., Yang, X. Y., Yang, J. Sh. and Qin, B. (2015) Mechanism of artemisinin phytotoxicity action: Induction of reactive oxygen species and cell death in lettuce seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 88: 53-59.

Zeng, R. S., Mallik, A. U. and Luo, Sh. M. (2008) Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer-Verlag, New York.

Ziaebrahimi, L., Khavari-Nejad, R. A., Fahimi, H. and Nejadsatari, T. (2007) Effects of aqueous eucalyptes extractson seed germination, seedling growth and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in three wheat cultival seedlings (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 3415-3419.

Zribi, I., Ghezal, N., Sbai, H., Richard, G., Fauconnier, M. L. and Haouala, R. (2018) Biochemical composition of tunisian *Nigella sativa* L. at different growth stages and assessment of the phytotoxic potential of its organic fractions. Plant Biosystems 153: 205-212.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]

The effect of allochemical compounds of chamomile on changes in physiological parameters and growth of charlock mustard compared to wheat

Elham Madadi[1], Sina Fallah[1]*, Amir Sadeghpour[2], Hossien Barani-Beiranvand[3]

[1] Department of Agronomy, Shahrekord University
[2] Department of Plants, Soil and Agricultural Systems, Southern Illinois University
[3] Department of Biology, Islamic Azad University of Najafabad
(Received: 22/07/2021, Accepted: 21/09/2021)

Abstract

Environmental pollution as well as weed resistance to herbicides have attracted the attention of researchers to methods of biological weed control. In this regard, the effect of different concentrations (50, 100 and 150 mL/L) of different organs (roots, shoots, whole plant) of chamomile on some physiological parameters and initial growth of charlock mustard (*Sinapis arvensis* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) were examined. For these purposes, a factorial experiment was performed in a completely randomized design with three replications. The results showed that increasing the concentration of chamomile extract increased hydrogen peroxidation, lipid peroxidation, and proline content of charlock mustard, whereas it suppreseed cell viability, germination rate, seedling length, seedling dry weight and seedling vigor index. The dry weight of charlock mustard and wheat seedlings at a concentration of 150 mL/L at the 5% probability level were 58.9 and 84.3, respectively. In another words, this trait decreased by 41% and 15.7% in the two plants. Although chamomile shoot extract had the most negative effect on the mentioned traits in both plants, charlock mustard showed a more severe response compared to wheat. Even with the lowest concentration, chamomile extract reduced the vigor index of charlock mustard seedlings three times more than that of wheat. In general, it can be concluded that based on the strong effect of chamomile extract on suppressing the growth of charlock mustard and little effect on wheat seedlings, it can be introduced as a viable candidate for natural herbicide production in wheat fields. In addition, the residues of this plant, in rotation with wheat, contsibute to control charlock mustard weeds and reduce the use of chemical herbicides.

Keywords: Lipid peroxidation, Proline, Mitotic index, Natural herbicide

Corresponding author, Email: falah1357@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-19]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.47.13.2]