شناسایی ترکیبات شیمیایی و ارزیابی اثرات آللوپاتیک اندام های مختلف علف هرز پیچک صحرایی بر شاخص های رشد و فیزیولوژیک گندم نان

محمد پوراسمعیل[1*]، روح اله متفکرآزاد[1] و محسن سبزی نوجه ده[2]

[1] **ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم طبیعی، گروه علوم گیاهی**

[2] **ایران، اهر، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۱

چکیده

آللوپاتی به صورت اندرکنش‌های بیوشیمیایی بین گیاهان بوسیله ترشح ترکیباتی موسوم به مواد آللوشیمیایی تعریف می‌شود. این مواد می‌توانند رشد و فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان هدف را تحت تأثیر قرار دهند. پژوهش حاضر با هدف شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره اتانولی ریشه، ساقه، برگ و گل پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) و اثرات آللوپاتیک آن بر رشد و فیزیولوژی دانه رست‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در مجموع ۲۳ ترکیب شیمیایی در عصاره‌ها شناسایی شد که ترکیبات غالب شامل متیل پالمیتات، پالمیتیک اسید، ۹- اوکتادکنال، ۹- اوکتا دکانوئیک اسید، لینولئیک اسید، اولئیک اسید و استیریک اسید بودند. نتایج نشان داد که جوانه زنی و رشد گندم تحت غلظت‌های مختلف عصاره پیچک صحرایی بخصوص در غلظت های بالاتر (۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر) کاهش می‌یابد. همچنین محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش یافتند. اثر عصاره‌ها بر محتوای پروتئین محلول کل بیشتر افزایشی بود. فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظت‌های پایین افزایش یافت ولی غلظت‌های بالاتر موجب مهار فعالیت این آنزیم شدند. در حالت کلی، فعالیت آنزیم پراکسیداز روند کاهشی از خود نشان داد. محتوای مالون دی آلدهید با افزایش غلظت عصاره‌ها افزایش یافت که نشانگر ایجاد تنش اکسیداتیو در دانه رست‌های گندم بود. نتیجه پژوهش حاضر نشان داد که عصاره اندام‌های مختلف پیچک صحرایی به شدت رشد و فرآیندهای فیزیولوژیک گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب القای تنش اکسیداتیو می‌گردد.

واژه های کلیدی: آللوپاتی، فیزیولوژی، تنش اکسیداتیو، آنزیم‌های آنتی اکسیدان، مالون دی آلدهید

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۸۸۶۵۱۶۰ پست الکترونیکی: modirmp93@ms.tabrizu.ac.ir

مقدمه

در سیستم‌های زراعی و بیولوژیکی، استرس‌های محیطی زیادی مانند شوری، خشکی، دما، پاتوژن‌ها و غیره وجود دارند که رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می-دهند. این عوامل استرس زا می‌توانند موجب تغییرات قابل توجهی در ریخت شناسی، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان تحت تنش شوند (۳۰). یکی از این عوامل، اندرکنش‌های بیوشیمیایی بین گیاهان می‌باشد. در این مکانیسم که با عنوان آللوپاتی یا دگرآسیبی شناخته می‌شود، گیاهان می‌توانند از طریق ترشح ترکیبات بیوشیمایی موسوم به مواد آللوشیمیایی به محیط اطراف خود، رشد گیاهان و موجودات دیگر را تحت تأثیر قرار دهند (۲۱). مواد آللوشیمیایی ممکن است در همه اندام‌های گیاهان مانند ریشه، برگ، ساقه، گل و میوه تولید و از طریق تراوشات ریشه‌ای، تبخیر از سطح برگ، تجزیه بقایای گیاهی و آبشویی به محیط آزاد شوند (۳۱). ترکیبات شیمیایی دخیل در مکانیسم آللوپاتی می‌توانند به گروه

وسیعی از ترکیبات بیوشیمیایی مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، ترکیبات فنولی، بنزوکسازینون‌ها و غیره تعلق داشته باشند (۳۶).

ترکیبات آللوشیمیایی می‌توانند بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان مانند جوانه زنی، فتوسنتز، تقسیم سلولی، جذب مواد غذایی، تنفس، پایداری غشاها و فعالیت آنزیم‌ها را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش رشد گیاهان هدف شوند (۱۸). این ترکیبات می‌توانند در فرآیند جوانه‌زنی گیاهان هدف اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش میزان جوانه‌زنی شوند. همچنین مواد آللوشیمیایی پتانسیل بالایی در کاهش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی دارند که متعاقباً موجب کاهش فتوسنتز در گیاهان هدف و در نتیجه باعث کاهش رشد می‌شوند. از طرفی حضور مواد آللوشیمیایی می‌تواند موجب تنش اکسیداتیو در گیاهان هدف شود که نتیجه آن افزایش تولید کنترل نشده گونه های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهان تحت تنش می‌باشد. یکی از دلایل اصلی افزایش گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهانی که با مواد آللوشیمیایی مواجه شده‌اند این است که این ترکیبات می‌توانند فرآیند زنجیره انتقال الکترون در ساختار فتوسنتزی را مختل کرده و موجب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن شوند (۳۵). گیاهان در پاسخ به تنش‌ها که معمولاً به دنبال افزایش غلظت پراکسید هیدروژن در داخل سلول ترارسانی می شود، می‌توانند مکانیسم‌های دفاعی (هر دو مکانیسم آنزیمی و غیر آنزیمی) خود را برای مقابله با اثرات مخرب گونه‌های فعال اکسیژن فعال کنند. در مکانیسم دفاعی آنزیمی، آنزیم‌های آنتی اکسیدان شامل کاتالاز، پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و غیره نقش مهمی ایفا می‌کنند. در حالت کلی این آنزیم‌ها می‌توانند موجب خنثی شدن گونه‌های فعال اکسیژن شده و آن‌ها را به ترکیبات کم خطر تبدیل کنند. یکی از پیامدهای افزایش کنترل نشده رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول‌های گیاهی، تخریب ساختارهای غشایی سلول بویژه پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد. مالون دی آلدهید یکی از محصولات واکنش بین فسفولیپیدها و رادیکال‌های آزاد اکسیژن می-باشد و به عنوان مهمترین نشانگر برای ارزیابی میزان تخریب غشاها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹، ۲۵، ۲۸).

مطالعات بسیاری وجود دارند که نشان داده اند عصاره آبی و الکلی گیاهان دیگر می‌تواند جوانه‌زنی و رشد گندم را تحت تأثیر قرار دهد. صفاهانی لنگرودی و همکاران (۴) نشان داده‌اند که عصاره علف‌های هرز توق، تلخه و پیر بهار موجب کاهش جوانه زنی و رشد گندم می‌شود. در پژوهشی دیگر مشخص شده است که صفات مورفولوژیک گیاه گندم با افزایش عصاره آفتابگردان روند کاهشی معنی داری از خود نشان می‌دهد (۶). همچنین اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه‌های گندم و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان گندم بررسی شده و نشان داده شده است که با فزایش غلظت عصاره‌ها، رشد گیاهچه‌های گندم کاهش و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان افزایش می‌یابد (۳).

پیچک صحرایی یک از مهمترین علف‌های هرز موجود در مزارع گندم می‌باشد. در پژوهش‌های پیشین اثرات آللوپاتیک این علف هرز بر جوانه‌زنی و رشد برخی گیاهان زراعی از جمله گندم اثبات شده است (۱، ۵). این پژوهش‌ها نشان داده اند که این علف هرز پتانسیل آللوپاتیکی بالایی دارد و می‌تواند موجب کاهش عملکرد گیاهان زراعی شود. از آنجائیکه پژوهش‌های گذشته بیشتر بر صفات مورفولوژیکی گیاهان هدف متمرکز شده‌اند و شناسایی مواد آللوشمیایی عصاره‌ها زیاد مدنظر نبوده است، بنابراین بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان تیمار شده با عصاره علف هرز پیچک صحرایی می‌تواند کمک شایانی در درک مکانیسم عمل مواد آللوشیمیایی در ایجاد تنش اکسیداتیو کند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر شناسایی ترکیبات موجود در عصاره اتانولی اندام‌های مختلف پیچک صحرایی و ارزیابی اثرات آللوپاتیک آن بر برخی

شاخص‌های رشد و فیزیولوژیک دانه رست‌های گندم نان می‌باشد.

مواد و روشها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی: علف هرز پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) از مزارع گندم اطراف روستای جاجان، شهرستان ورزقان، استان آذربایجان شرقی جمع آوری و سپس به ریشه، ساقه، برگ و گل تفکیک شد. اندام‌های مختلف گیاه در سایه به مدت دو هفته خشک و به صورت جداگانه با آسیاب برقی پودر شدند. برای ارزیابی اثرات آللوپاتیک پیچک صحرایی، گیاه گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به عنوان گیاه هدف انتخاب شد. بذرهای گندم از نوع رقم میهن از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز تهیه شدند. این پژوهش در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارها شامل غلظت های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره اتانولی ریشه، ساقه، برگ و گل پیچک صحرایی بودند و از آب دو بار تقطیر، اتانول و DMSO ۰/۱ درصد به عنوان شاهد استفاده گردید و در مجموع چهار تیمار در هر اندام در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها برای هر اندام به طور مجزا انجام شد.

تهیه عصاره اتانولی: به منظور تهیه غلظت‌های مختلف (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر) عصاره الکلی اندام‌های مختلف گیاه پیچک صحرایی، پودر خشک هر اندام توزین و در یک لیتر اتانول حل و به مدت ۲۴ ساعت در شیکر قرار داده شد. هر کدام از عصاره‌ها به صورت جداگانه یک بار با استفاده از تنزیپ چهارلایه و بار دیگر با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردیدند. سپس عصاره ها با استفاده از دستگاه روتاری تغلیظ و در DMSO ۰/۱ درصد حل و با استفاده از آب استریل دو بار تقطیر به حجم یک لیتر رسانده شد (۱۲). عصاره‌های تهیه شده بلافاصله پس از تهیه و به صورت تازه استفاده شدند.

زیست سنجی جوانه زنی و رشد دانه رست‌ها: بذرهای گیاه گندم با استفاده از سدیم هیپوکلریت ۲/۵ درصد به مدت پنج دقیقه استریل و سپس چندین بار با آب مقطر به طور کامل شستشو داده شدند. مقدار پنج میلی لیتر از هر کدام از غلظت‌های مختلف اندام‌ها در داخل ظرف پتری هشت سانتی متری حاوی دولایه کاغذ صافی اضافه و سپس ۲۰ عدد از بذر گندم بر روی کاغذ صافی قرار داده شدند. پتری‌ها با استفاده از پارافیلم به طور کامل درز گیری و به داخل ژرمیناتور با دمای ۲۷ درجه سانتیگراد منتقل شدند. پتری‌ها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و پس از جوانه‌زنی در فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی جمعاً به مدت ۷ روز قرار داده شدند. بعد از هفت روز، درصد جوانه‌زنی، طول اندام هوایی، طول ریشه و طول دانه رست، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه اندازه گیری شدند. همچنین برخی شاخص‌های فیزیولوژیک شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل های a و b و کاروتنوئیدها)، پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم-های کاتالاز و پراکسیداز و محتوای مالون دی آلدهید اندازه گیری شدند.

سنجش محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها: برای استخراج و سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی، اندام هوایی هر یک از دانه‌رست‌ها در پنج میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد استخراج و به مدت ۱۲ ساعت در تاریکی قرار داده شدند. بعد از این مدت از محلول بالایی سه میلی‌لیتر برداشته و جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۲ نانومتر قرائت شد. غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها طبق فرمول های زیر محاسبه گردید (۱۴).

$$\text{Chlorophyll a} = 11.75A_{662} - 2.35A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 18.61A_{645} - 3.96A_{662}$$

$$\text{Carotenoids} = (1000A_{470} - 2.27\text{chlo a} - 81.4\text{chlo b})/227$$

استخراج پروتئین محلول کل و آنزیم‌های آنتی اکسیدان: برای استخراج پروتئین محلول کل و آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز، اندام هوایی و ریشه دانه رست‌ها به صورت جداگانه بعد از وزن کردن، در دو میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۱ میلی مولار با پی اچ ۶/۸ روی یخ و داخل هاون چینی به خوبی ساییده و به مدت پنج دقیقه با دور g ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی جهت سنجش شاخص‌های مذکور استفاده شد.

سنجش محتوای پروتئین محلول کل: برای سنجش محتوای پروتئین محلول کل، ۲۰ میکرولیتر از محلول رویی عصاره اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های گندم همراه با ۱۸۰ میکرولیتر آب در داخل لوله آزمایش مخلوط شد و سپس به آن یک میلی‌لیتر معرف برادفورد اضافه گردید. همزمان نمونه شاهد نیز به صورت ۲۰۰ میکرولیتر آب و یک میلی‌لیتر معرف برادفورد تهیه شد. با اضافه شدن معرف برادفورد به نمونه‌ها محلول به رنگ آبی درآمد. بعد از ۱۵ دقیقه، دستگاه اسپکتروفتومتر با نمونه شاهد در طول موج ۵۹۵ نانومتر صفر شد و جذب بقیه نمونه‌ها قرائت گردید (۱۱). غلظت پروتئین هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد بر حسب میکروگرم بر میلی گرم وزن تر گزارش گردید. منحنی استاندارد پروتئین با استفاده از سرم آلبومن گاوی تهیه و رسم گردید.

سنجش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان: برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (EC: 1.11.16)، ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی به همراه ۶۰۰ میکرولیتر بافر فسفات ۸۳/۵ میلی مولار و ۳۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن با غلظت ۳۳ میلی مولار در داخل سل کوارتز مخلوط و جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت سه دقیقه قرائت شد (۱۳). فعالیت آنزیم کاتالاز بر حسب میزان هیدروژن پراکسید مصرف شده و ضریب خاموشی در غلظت پروتئین در دقیقه گزارش گردید.

سنجش آنزیم پراکسیداز (EC: 1.11.1.7) با استفاده از روش تبدیل گایاکول به تتراگایاکول انجام گرفت. محلول سنجش شامل بافر فسفات ۲۸/۵۷ میلی مولار با پی اچ ۷، پراکسید هیدروژن ۱۶/۶ میلی‌مولار و گایاکول ۱۳/۳ میلی مولار بود. برای سنجش ابتدا ۳۵۰ میکرولیتر بافر فسفات سنجش، ۳۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن و ۳۰۰ میکرولیتر گایاکول در داخل سل پلاستیکی باهم مخلوط شدند و بلافاصله ۵۰ میکرولیتر از عصاره به آن اضافه شد. با افزودن عصاره گیاهی تغییر رنگ محلول قابل مشاهده بود. جذب نمونه در طول موج ۴۷۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه هر ۳۰ ثانیه یک بار قرائت شد (۱۳). در نهایت فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از ضریب خاموشی تتراگایاکول با واحد میکرو مولار تتراگایاکول بر میلی گرم پروتئین بر دقیقه گزارش گردید.

سنجش محتوای مالون دی آلدهید: غلظت مالون دی آلدهید معیار مناسبی برای بررسی میزان پراکسیداسیون لیپیدها در شرایط تنش اکسیداتیو می‌باشد. برای استخراج و سنجش محتوای مالون دی آلدهید، ریشه و اندام هوایی دانه رست‌ها به صورت جداگانه در دو میلی‌لیتر محلول تری کلرو استیک اسید ۰/۱ درصد استخراج و به مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شدند. نسبت ۱ به ۴ از محلول روشناور با محلول ۲۰ درصد از تری کلرو استیک اسید حاوی ۰/۵ درصد از محلول تیوباربیوتریک اسید در داخل لوله آزمایش باهم مخلوط شده و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۹۶ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس محلول سریعاً در یخ سرد شد و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس یک میلی لیتر از محلول روشناور در داخل سل پلاستیکی ریخته شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت گردید (۱۰). همزمان منحنی استاندارد با استفاده از مالون دی آلدهید بیس (دی متیل استال) رسم گردید.

شناسایی ترکیبات شیمیایی با استفاده از کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی: برای شناسایی ترکیبات شیمیایی مقدار ۲۰ گرم از پودر اندام‌های مختلف در ۴۰ میلی لیتر اتانول با روش اولتراسونیک استخراج و سپس صاف گردید. سپس محلول بدست آمده بوسیله روتاری تغلیظ و دوباره مقدار ۴۰ میلی لیتر اتانول به آن اضافه ش. برای شناسایی ترکیبات شیمیایی عصاره اتانولی اندام‌های مختلف پیچک صحرایی مقدار یک میکرولیتر از هر عصاره با نسبت جداسازی یک به پنج به دستگاه GC/MS تزریق شد. دستگاه GC-MS از نوع Agilent 6890N متصل به دتکتور جرم از نوع Agilent 5973N بود. ستون مورد استفاده از نوع HP-5MS بود. هلیوم به عنوان گاز حامل با نرخ انتشار ۰/۸ میلی لیتر بر دقیقه استفاده شد. دمای اینجکتور و دتکتور بر روی ۲۸۰ درجه سانتیگراد تنظیم گردید. برنامه دمایی به این صورت بود که ابتدا دما در ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ دقیقه نگه داشته شد سپس تا ۱۴۶ درجه سانتیگراد با نرخ هشت درجه سانتیگراد بر دقیقه ، تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد با نرخ سه درجه سانتیگراد بر دقیقه، تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد با نرخ ۵ درجه سانتیگراد بر دقیقه و تا ۲۸۰ درجه سانتیگراد با نرخ سه درجه سانتیگراد بر دقیقه تنظیم شد. در نهایت به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۸۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد. انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوده اسکن جرم بین ۲۰ تا ۵۵۰ amu بود (۳۴). شناسایی ترکیبات با استفاده از جستجو در کتابخانه NIST و WILEY و مقایسه آنها با منابع پیشین انجام گرفت.

آنالیز آماری: از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ برای آنالیز آماری استفاده گردید. برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. آنالیزهای آماری به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر برای غلظت‌های مختلف هر اندام انجام شد. تمامی نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2013 رسم شدند.

نتایج

ترکیبات شیمیایی: نتیجه بررسی ترکیبات عصاره اتانولی اندام‌های مختلف پیچک صحرایی با دستگاه GC-MS در جدول ۱ نشان داده شده است. در مجموع ۲۳ ترکیب شناسایی شد که متعلق به گروه‌های آلکان‌ها، آلکن‌ها، ترپن‌ها و اسیدهای چرب بود. ترکیبات غالب در همه اندام‌ها متعلق به گروه اسیدهای چرب بود (۷۳/۱۷ درصد در برگ تا ۹۴/۹۳ درصد در ساقه). ترکیباتی همچون متیل پالمیتات، پالمیتیک اسید، ۹- اوکتادکنال، ۹- اوکتا دکانوئیک اسید، لینولئیک اسید، اولئیک اسید و استیریک اسید که متعلق به خانواده اسیدهای چرب می‌باشند، اجزای عمده تشکیل دهنده عصاره‌های اتانولی بودند. دو ترکیب لینولئیک اسید (۲۳/۱۳ درصد در گل تا ۳۵/۶۰ درصد در برگ) و اولئیک اسید (۱۶/۴۵ درصد در برگ تا ۳۹/۸۵ درصد در ریشه) دارای بیشترین فراوانی در مقایسه با ترکیبات دیگر بودند.

جوانه زنی و رشد دانه رست‌ها: اثر غلظت های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر جوانه‌زنی و برخی شاخص‌های رشد دانه رست‌های گندم در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که با افزایش غلظت عصاره‌ها جوانه زنی و رشد دانه رست‌ها کاهش یافت. از میان عصاره اندام‌های مختلف، غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر گل بیشترین اثر بازدارندگی را بر جوانه زنی بذرهای گندم داشت بطوریکه نسبت به شاهد به اندازه ۵۱/۳۳ درصد کاهش یافته بود (شکل ۱ الف). همه غلظت‌های عصاره تمامی اندام‌ها به غیر از غلظت ۲۵ گرم بر لیتر ریشه موجب کاهش معنی‌دار طول اندام هوایی دانه رست‌های گندم شد بطوریکه این کاهش در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر به حداکثر رسید. بیشترین کاهش در این شاخص در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره ساقه به اندازه ۹۰/۵۵ درصد مشاهده گردید (شکل ۱ ب). همانند طول اندام هوایی، طول ریشه دانه رست‌ها نیز در مواجه با غلظت‌های

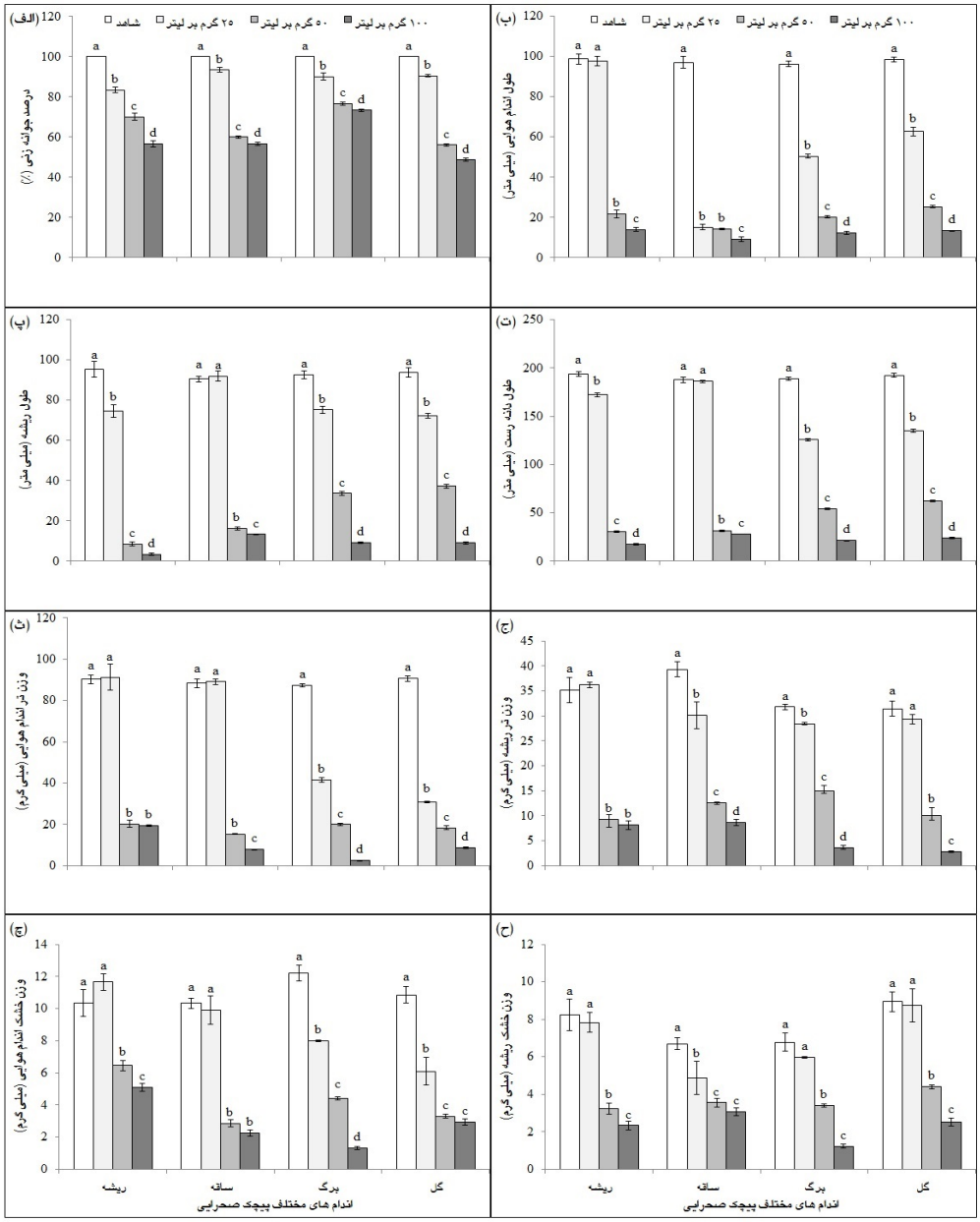
مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی کاهش یافت با این تفاوت که فقط عصاره ۲۵ گرم بر لیتر ساقه اثر معنی‌داری بر رشد ریشه نداشت.

جدول ۱- ترکیبات شناسایی شده بوسیله دستگاه GC-MS در عصاره اتانولی اندام های مختلف پیچک صحرایی

ردیف	ترکیبات شیمیایی	شاخص کواتس	محتوی نسبی (درصد)			
			گل	برگ	ساقه	ریشه
	آلکان‌ها/آلکن‌ها					
۱	Undecane	۱۱۰۰	-	-	۰/۳۶	-
۳	1-Octadecene	۱۷۹۳	۴/۹۰	-	۰/۶۶	۷/۸۵
۵	1-Nonadecene	۱۸۹۱	-	-	۰/۸۶	-
۶	5-Eicosene, (E)-	۲۲۸۵	-	۴/۹۹	-	-
	جمع		۴/۹۰	۴/۹۹	۱/۸۸	۷/۸۵
	ترپن ها					
۷	o-Cymene	۱۰۲۴	-	۰/۵۵	-	-
۸	m-Cymene	۱۰۲۵	-	-	۰/۳۴	۰/۵۱
۹	Eucalyptol	۱۰۵۰	-	۰/۶۴	-	-
۱۰	γ-Terpinene	۱۰۵۱	-	۰/۶۴	-	۰/۵۳
۱۱	1, 8- Cineole	۱۰۲۷	-	-	۰/۴۱	-
۱۲	α-Pinene	۹۳۱	-	-	۰/۴۳	-
۱۳	Thujone	۱۴۱۳	-	۰/۳۶	۰/۲۴	-
۱۴	α-Copaene	۱۳۸۳	۰/۴۱	۰/۶۵	-	-
۱۵	β-Funebrene	۱۴۱۸	۰/۳۰	-	-	-
۱۶	β-Sesquiphellandrene	۱۵۳۷	-	۰/۴۷	-	-
۱۷	Germacrene D	۱۴۸۰	۱/۹۴	۶/۰۵	-	-
۱۸	Phytol	۲۱۲۲	-	۱/۰۸	-	-
	جمع		۲/۶۵	۹/۸۹	۱/۴۲	۱/۰۴
	اسیدهای چرب					
۱۹	Methyl Palmitate	۱۹۰۸	۸/۸۰	۱/۶۲	۰/۷۲	۱/۱۷
۲۰	Palmitic acid	۱۹۴۲	۲/۱۲	۱/۳۴	۰/۱۳	۰/۲۷
۲۱	9-Octadecenal	۱۹۹۱	۹/۲۲	-	-	-
۲۲	9-Octadecenoic acid, (E)-	۲۰۹۵	۱۱/۳۰	۶/۷۲	۱۹/۲۳	۱۰/۹۹
۲۳	Linoleic acid	۲۰۷۱	۲۳/۸۳	۳۵/۶۰	۳۰/۱۵	۳۲/۶۷
۲۴	Oleic acid	۲۱۱۳	۲۹/۸۹	۱۶/۴۵	۳۳/۸۰	۳۹/۸۵
۲۵	Octadecanoic acid (Stearic Acid)	۲۱۴۳	۴/۱۱	۱۱/۴۴	۱۰/۹۰	۱/۳۷
	جمع		۸۹/۲۷	۷۳/۱۷	۹۴/۹۳	۸۶/۳۲
	کل		۹۶/۸۲	۸۸/۰۵	۹۸/۲۳	۹۸/۲۱

بیشترین کاهش معنی دار در طول ریشه در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره ریشه به اندازه ۹۶/۴۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱ پ). در مجموع اثر بازدارندگی غلظت‌های مختلف عصاره اندام های پیچک صحرایی بر طول دانه رست‌های گندم به وضوح مشاهده گردید بطوریکه غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره ریشه موجب کاهش ۹۱/۰۲

درصدی نسبت به شاهد شد (شکل ۱ ت). همانند دیگر شاخص‌ها، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه نیز تحت تیمار غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی کاهش یافت که این کاهش بیشتر در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر معنی‌دار بود. بیشترین کاهش در وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره برگ مشاهده شد که میزان کاهش به ترتیب به اندازه ۹۷/۱۰، ۸۹/۱۳ و ۸۲/۰۱ درصد بود (به ترتیب شکل‌های ۱ث، ۱چ و ۱ح). وزن تر ریشه نیز در تیمار غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره گل به اندازه ۹۰/۹۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱ج).



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر جوانه‌زنی (الف)، طول اندام هوایی (ب)، طول ریشه (پ)، طول دانه رست (ت)، وزن تر اندام هوایی (ث)، وزن تر ریشه (ج)، وزن خشک اندام هوایی (چ) و وزن خشک ریشه (ح) گندم. حروف متفاوت روی ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. آنالیز آماری به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر برای غلظت‌های مختلف هر اندام انجام شده است.

شاخص‌های فیزیولوژیک

رنگیزه های فتوسنتزی: جدول ۲ اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی دانه رست‌های گندم را نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود، با افزایش غلظت عصاره‌ها محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش یافتند که این کاهش در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر به حداکثر رسید. بیشترین کاهش معنی‌دار در محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره گل به ترتیب به اندازه ۹۶/۰۴، ۹۳/۵۱ و ۹۳/۱۸ درصد مشاهده گردید.

جدول ۲- اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام های پیچک صحرایی بر محتوی کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها. حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

	تیمارها	کلروفیل a ($\mu g\ mg^{-1}$ FW)	کلروفیل b ($\mu g\ mg^{-1}$ FW)	کارتنوئیدها ($\mu g\ mg^{-1}$ FW)
ریشه	شاهد	۱۵۰/۲۵±۵/۱۸ a	۶۲/۳۳±۳/۵۶ b	۳۰/۱۴±۰/۲۵ a
	۲۵ گرم بر لیتر	۹۳/۳۳±۱/۱۳b	۸۵/۳۳±۲/۶۰a	۲۹/۸۸±۰/۲۱ a
	۵۰ گرم بر لیتر	۳۱/۳۳±۲/۰۱ c	۱۶/۵۷±۰/۵۴ c	۱۴/۸۸±۰/۱۷ b
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۱۰/۵۴±۰/۵۲ d	۷/۲۵±۰/۶۳ d	۶/۳۸±۰/۰۶ c
ساقه	شاهد	۱۴۸/۷۲±۴/۳۶ a	۶۰/۸۷±۱/۴۵ a	۳۳/۲۰±۰/۹۱ a
	۲۵ گرم بر لیتر	۹۲/۵۸±۱/۶۶ b	۴۷/۵۶±۰/۹۸ b	۲۵/۱۰±۰/۲۷ b
	۵۰ گرم بر لیتر	۵۲/۴۱±۲/۶۵ c	۴۱/۴۵±۰/۷۴ c	۱۵/۶۹±۰/۷۴ c
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۱۹/۶۵±۱/۰۲ d	۱۹/۶۵±۰/۳۴ d	۷/۲۰±۰/۰۸ d
برگ	شاهد	۱۵۱/۹۸±۵/۱۸ a	۶۵/۴۱±۱/۲۰ a	۲۹/۸۸±۰/۷۵ a
	۲۵ گرم بر لیتر	۴۳/۴۵±۱/۰۸ b	۲۲/۷۸±۰/۵۴ b	۱۵/۸۴±۰/۰۶ b
	۵۰ گرم بر لیتر	۱۵/۴۱±۱/۰۳ c	۱۰/۴۷±۰/۱۴ c	۶/۵۵±۰/۰۴ c
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۸/۲۱±۰/۶۵ d	۶/۳۲±۰/۲۴ d	۳/۶۸±۰/۰۲ d
گل	شاهد	۱۴۹/۵۴±۴/۳۲ a	۶۳/۴۷±۰/۷۴ a	۳۰/۷۸±۰/۸۵ a
	۲۵ گرم بر لیتر	۴۵/۵۰±۰/۹۸ b	۱۸/۴۲±۰/۳۶ b	۱۲/۳۲±۰/۳۶ b
	۵۰ گرم بر لیتر	۱۵/۶۸±۱/۳۱ c	۹/۸۸±۰/۱۹ c	۵/۹۶±۰/۰۷ c
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۵/۹۲±۰/۷۸ d	۴/۱۲±۰/۱۴ d	۲/۱۳±۰/۰۱ d

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. دادها به صورت mean±SE نشان داده شده است. آنالیز آماری به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر برای غلظت‌های مختلف هر اندام انجام شده است.

پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و محتوای مالون دی آلدهید: اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر محتوای پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و محتوای مالون دی آلدهید اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های گندم به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند. آنالیز آماری داده‌ها نشان دهنده تغییرات معنی‌دار در شاخص‌های فیزیولوژیک ذکر شده تحت تیمارهای مختلف می‌باشد. پروتئین محلول کل اندام هوایی تغییرات معنی‌داری در هیچ یک از غلظت های عصاره ریشه نداشت. در مقابل تقریباً اکثر غلظت های عصاره ساقه، برگ و گل بخصوص غلظت های ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر موجب افزایش معنی‌دار در محتوای پروتئین محلول کل اندام هوایی دانه رست‌های گندم شدند. غلظت ۵۰ گرم بر لیتر عصاره برگ بیشترین تأثیر را در افزایش پروتئین محلول کل اندام هوایی داشت بطوریکه موجب افزایش ۴۳/۷۸ درصدی نسبت به شاهد شد (جدول ۲). مشابه محتوای پروئین محلول کل اندام هوایی، این شاخص در ریشه دانه رست‌های گندم نیز با افزایش غلظت عصاره-

ها افزایش یافت. از میان تیمارهای مختلف، غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره گل بیشترین تأثیر را در افزایش محتوای پروتئین محلول کل ریشه داشت که این افزایش به اندازه ۶۱/۲۹ درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۳).

در حالت کلی غلظت پایین (۲۵ گرم بر لیتر) عصاره‌ها موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در هر دو اندام هوایی و ریشه شد. بیشترین افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز اندام هوایی (جدول ۱) و ریشه (جدول ۲) به ترتیب در غلظت ۲۵ گرم بر لیتر عصاره ساقه و برگ مشاهده گردید که به ترتیب به اندازه ۴۱/۴۲ و ۴۲/۸۰ درصد نسبت به شاهد بود. بیشترین کاهش معنی‌دار در فعالیت آنزیم کاتالاز اندام هوایی (جدول ۱) و ریشه (جدول ۲) به ترتیب در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره‌های برگ و گل مشاهده گردید که به اندازه ۹۷/۹۲ و ۹۶/۰۳ درصد نسبت به شاهد بود. فعالیت آنزیم پراکسیداز تقریباً در همه غلظت‌های عصاره اندام‌های مختلف روند کاهشی از خود نشان داد که در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر به کمترین میزان خود رسید. غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره اندام‌های برگ و گل به ترتیب بیشترین اثر کاهشی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز اندام هوایی (جدول ۱) و ریشه (جدول ۲) داشت که به ترتیب به اندازه ۹۴/۳۴ و ۸۹/۷۳ درصد نسبت به شاهد بود.

جدول ۳- اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر محتوای پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و محتوای مالون دی آلدهید اندام هوایی دانه رست‌های گندم. حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

	تیمارها	پروتئین محلول کل (mg g^{-1} FW)	فعالیت کاتالاز (mM H_2O_2 mg^{-1} pr min^{-1})	فعالیت پراکسیداز (mM tetraguiacol mg^{-1} pr min^{-1})	مالون دی آلدهید (µg mg^{-1} FW)
ریشه	شاهد	۶/۵۴±۰/۰۳^{a}	۱۷/۰۰±۰/۹۱^{b}	۱۹/۵۹±۰/۱۸^{a}	۳/۱۸±۰/۰۱^{c}
	۲۵ گرم بر لیتر	۷/۲۵±۰/۰۵^{a}	۲۵/۸۱±۰/۷۸^{a}	۱۵/۳۳±۰/۱۱^{b}	۳/۲۵±۰/۰۲^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۷/۴۳±۰/۱۵^{a}	۱/۸۲±۰/۰۴^{c}	۱۴/۵۱±۰/۰۸^{b}	۵/۴۵±۰/۰۲^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۶/۱۲±۰/۰۵^{a}	۰/۵۰±۰/۰۱^{c}	۲/۳۱±۰/۰۱^{c}	۷/۸۴±۰/۰۳^{a}
ساقه	شاهد	۶/۸۲±۰/۰۲^{ab}	۱۸/۵۰±۰/۶۳^{b}	۲۰/۱۱±۰/۰۹^{a}	۴/۲۱±۰/۱۱^{bc}
	۲۵ گرم بر لیتر	۷/۶۵±۰/۲۵^{a}	۳۱/۵۸±۰/۴۷^{a}	۱۷/۲۸±۰/۰۲^{b}	۳/۸۹±۰/۰۳^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۶/۵۹±۰/۰۱^{ab}	۲/۵۶±۰/۲۱^{c}	۱۶/۲۲±۰/۰۲^{b}	۵/۴۸±۰/۰۳^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۵/۲۱±۰/۰۶^{a}	۰/۶۳±۰/۰۲^{c}	۳/۲۰±۰/۰۱^{c}	۸/۰۴±۰/۰۹^{a}
برگ	شاهد	۵/۸۹±۰/۰۴^{c}	۱۹/۷۳±۰/۹۸^{a}	۱۷/۱۳±۰/۰۸^{a}	۳/۰۸±۰/۰۸^{d}
	۲۵ گرم بر لیتر	۸/۹۶±۰/۰۷^{b}	۱۹/۲۳±۰/۱۴^{a}	۱۳/۰۲±۰/۰۷^{b}	۶/۰۴±۰/۰۷^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۱۰/۴۸±۰/۰۹^{a}	۱/۰۳±۰/۰۳^{b}	۹/۵۰±۰/۰۳^{c}	۱۰/۵۷±۰/۱۱^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۹/۵۲±۰/۰۳^{ab}	۰/۴۱±۰/۰۱^{b}	۰/۹۷±۰/۰۰^{d}	۱۴/۰۹±۰/۱۲^{a}
گل	شاهد	۶/۰۵±۰/۰۱^{b}	۱۷/۵۸±۰/۶۹^{b}	۱۸/۵۴±۰/۱۰^{a}	۳/۲۱±۰/۰۴^{c}
	۲۵ گرم بر لیتر	۷/۵۱±۰/۰۵^{ab}	۲۹/۷۴±۱/۰۲^{a}	۱۸/۹۸±۰/۰۷^{a}	۳/۹۷±۰/۰۴^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۹/۲۷±۰/۰۷^{a}	۲/۰۱±۰/۰۶^{c}	۱۲/۸۶±۰/۰۲^{b}	۶/۲۵±۰/۰۶^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۹/۳۲±۰/۰۳^{a}	۰/۵۴±۰/۰۲^{c}	۴/۱۱±۰/۰۲^{c}	۹/۴۱±۰/۰۳^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. دادها به صورت mean±SE نشان داده شده است. آنالیز آماری به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر برای غلظت‌های مختلف هر اندام انجام شده است.

غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بخصوص غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ گرم بر لیتر موجب افزایش معنی‌دار در محتوای مالون دی آلدهید اندام هوایی و ریشه شد که مشابه شاخص‌های فیزیولوژیک دیگر بیشترین اثر در غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر مشاهده گردید. غلظت ۱۰۰ گرم بر لیتر عصاره برگ و گل به ترتیب

موجب افزایش ۷۸/۱۴ و ۶۳/۸۲ درصدی در محتوای مالون دی آلدهید اندام هوایی (جدول ۱) و ریشه (جدول ۲) دانه رست‌های گندم شد.

جدول ۴- اثر غلظت‌های مختلف عصاره اندام‌های پیچک صحرایی بر محتوای پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و محتوای مالون دی آلدهید ریشه دانه رست‌های گندم. حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

	تیمارها	پروتئین محلول کل (mg g^{-1} FW)	فعالیت کاتالاز (mM H_2O_2 mg^{-1} pr min^{-1})	فعالیت پراکسیداز (mM tetraguiacol mg^{-1} pr min^{-1})	مالون دی آلدهید (µg mg^{-1} FW)
ریشه	شاهد	۴/۸۰±۰/۰۱^{b}	۲۰/۷۸±۰/۰۲^{b}	۲۵/۸۹±۰/۳۰^{a}	۳/۱۱±۰/۰۴^{c}
	۲۵ گرم بر لیتر	۵/۵۰±۰/۰۵^{ab}	۳۲/۰۳±۰/۱۲^{a}	۲۰/۶۵±۰/۱۶^{b}	۳/۷۴±۰/۰۳^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۵/۶۲±۰/۰۲^{ab}	۸/۷۲±۰/۰۱^{c}	۱۷/۸۸±۰/۰۳^{c}	۵/۶۵±۰/۰۴^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۶/۰۱±۰/۰۷^{a}	۱/۲۵±۰/۰۴^{d}	۸/۶۵±۰/۰۷^{d}	۸/۰۱±۰/۰۵^{a}
ساقه	شاهد	۴/۱۸±۰/۰۸^{c}	۱۹/۳۲±۰/۲۰^{b}	۲۳/۵۴±۰/۰۲^{a}	۳/۸۵±۰/۰۱^{b}
	۲۵ گرم بر لیتر	۵/۶۳±۰/۰۳^{bc}	۲۸/۲۵±۰/۱۰^{a}	۲۰/۳۳±۰/۰۵^{b}	۴/۱۱±۰/۰۱^{ab}
	۵۰ گرم بر لیتر	۶/۶۷±۰/۰۱^{ab}	۷/۳۳±۰/۰۴^{c}	۱۸/۷۰±۰/۰۱^{c}	۳/۷۹±۰/۰۲^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۷/۱۳±۰/۰۷^{a}	۱/۴۲±۰/۰۰^{d}	۷/۴۵±۰/۰۱^{d}	۵/۵۲±۰/۱۰^{a}
برگ	شاهد	۵/۱۱±۰/۰۴^{c}	۲۰/۳۳±۰/۰۷^{b}	۲۴/۱۲±۰/۱۴^{a}	۴/۰۶±۰/۰۱^{c}
	۲۵ گرم بر لیتر	۷/۰۲±۰/۰۴^{b}	۳۵/۵۴±۰/۰۵^{a}	۱۹/۰۰±۰/۰۴^{b}	۴/۷۳±۰/۰۲^{c}
	۵۰ گرم بر لیتر	۹/۰۶±۰/۰۵^{a}	۱۱/۱۴±۰/۰۱^{c}	۱۴/۷۰±۰/۰۳^{c}	۶/۲۸±۰/۰۲^{b}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۹/۲۵±۰/۰۱^{a}	۳/۲۵±۰/۰۱^{d}	۶/۲۵±۰/۰۲^{d}	۸/۴۷±۰/۰۴^{a}
گل	شاهد	۴/۲۵±۰/۰۳^{c}	۲۱/۴۱±۰/۱۴^{a}	۲۵/۱۴±۰/۱۳^{a}	۳/۱۹±۰/۰۲^{b}
	۲۵ گرم بر لیتر	۷/۹۸±۰/۰۴^{b}	۲۲/۷۳±۰/۱۰^{a}	۱۸/۰۲±۰/۰۹^{b}	۳/۴۵±۰/۰۴^{b}
	۵۰ گرم بر لیتر	۱۰/۵۸±۰/۰۹^{a}	۴/۱۴±۰/۰۶^{b}	۱۲/۸۶±۰/۱۰^{c}	۷/۳۷±۰/۰۳^{a}
	۱۰۰ گرم بر لیتر	۱۰/۹۸±۰/۰۸^{a}	۰/۸۵±۰/۰۲^{c}	۲/۵۸±۰/۰۴^{d}	۸/۸۲±۰/۰۷^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد. دادها به صورت mean±SE نشان داده شده است. آنالیز آماری به صورت جداگانه و مستقل از یکدیگر برای غلظت‌های مختلف هر اندام انجام شده است.

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر عصاره اندام‌های مختلف علف هرز پیچک صحرایی، جوانه زنی، رشد، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی، پروتئین محلول کل، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و محتوای مالون دی آلدهید دانه رست‌های گندم را تحت تأثیر قرار داد. همچنین ترکیبات شیمیایی عصاره اندام‌های مختلف با استفاده از دستگاه GC-MS شناسایی شد. ترکیبات غالب در عصاره اندام‌ها بیشتر متعلق به اسیدهای چرب بودند. ترکیباتی همچون لینولئیک اسید و اولئیک اسید و مشتقات آنها که متعلق به خانواده اسیدهای چرب هستند بیشترین فراوانی را از خود نشان دادند. در مطالعه‌ای ترکیبات شیمیایی عصاره الکلی علف هرز پیچک صحرایی با استفاده از تکنیک GC/MS مطالعه شده و ترکیباتی مانند اولئیک اسید، لینولئیک اسید، لینولنیک اسید، پالمیتیک اسید و استیریک اسید از اندام‌های مختلف پیچک صحرایی گزارش شده است (۲۲). نتایج نشان دادند که اثر عصاره اندام‌های مختلف پیچک صحرایی بر جوانه‌زنی و رشد دانه رست‌های گندم یکسان نیست و بسته به نوع اندام متفاوت می‌باشد. یکی از دلایل این موضوع می‌تواند به تفاوت در نوع و غلظت ترکیبات آللوشیمیایی موجود در اندام‌های مختلف مربوط باشد. به عبارتی مواد آللوشمیایی تولید شده در اندام‌های مختلف یک گیاه می‌توانند به لحاظ ترکیب و غلظت متفاوت باشند و اثرات آللوپاتیکی متفاوتی از خود نشان دهند. در برخی از پژوهش‌های پیشین اثرات

آللوپاتیک گیاهان بخصوص علف‌های هرز گزارش شده است. یارنیا و همکاران (۸) گزارش کرده‌اند که اثرات آللوپاتیکی عصاره اندام‌های مختلف پیچک صحرایی (ریشه، ساقه، برگ و کل گیاه) کاملاً متفاوت بوده و رشد و عملکرد گندم را هم در شرایط گلخانه و هم در شرایط مزرعه به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شده است که عصاره گیاه بومادران پتانسیل بالایی در کاهش جوانه زنی و رشد علف هرز تاج خروس وحشی دارد (۷). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، ترکیبات آللوشیمیایی موجود در عصاره اتانولی اندام‌های مختلف گیاه پیچک صحرایی پتانسیل بالایی در کاهش جوانه زنی و رشد گندم دارند. از مکانیسم‌های شناخته شده برای ترکیبات آللوشیمایی در کاهش جوانه زنی بذرها می‌توان به مهار فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز، کاهش جذب آب، تغییر در محتوای جیبرلیک اسید، مهار آنزیم‌های درگیر در گلیکولیز و مهار تنفس در میتوکندری اشاره کرد (۹، ۲۷، ۲۹، ۳۳).

کلروفیل‌ها اجزای اصلی کمپلکس رنگیزه-پروتئین در گیاهان هستند که در غشاهای فتوسنتزی قرار گرفته و نقش عمده ای در فتوسنتز دارند. در این پژوهش محتوای کلروفیل های a و b دانه رست‌های گندم تحت تیمار عصاره الکلی اندام‌های مختلف پیچک صحرایی کاهش یافت که همسو با نتایج پژوهش فرهودی (۵) می‌باشد که اظهار کرده است عصاره الکلی اکالیپتوس موجب کاهش کلروفیل گیاه توق می‌شود. از نتایج حاضر می‌توان دریافت که مواد آللوشیمیایی موجود در عصاره پیچک صحرایی قادر هستند بیوسنتز کلروفیل را مختل کنند. به عقیده مبارک و همکاران (۲۶) عصاره گیاهان می‌توانند از طریق مهار بیوستنز کلروفیل، افزایش تخریب و تجزیه کلروفیل و یا هر دو روش منجر به کاهش محتوای کلروفیل شوند. یکی از دلایل کاهش رشد دانه رست‌های گندم تحت تیمار عصاره پیچک صحرایی می‌تواند به کاهش میزان کلروفیل‌ها مربوط باشد. از طرفی تیمار دانه رست‌های گندم با عصاره الکلی پیچک صحرایی موجب کاهش در محتوای کاروتنوئیدها شد. کاهش شدید در محتوی کاروتنوئیدها می‌تواند اثرات تنش و به دنبال آن کاهش رشد را شدت بخشد. کاروتنوئیدها یکی از رنگیزه های مهم فتوسنتزی هستند که بیشتر نقش محافظتی از ساختارهای فتوسنتزی را بر عهده دارند (۳۷). کاهش میزان کاروتنوئیدها منجر به کاهش محافظت نوری شده و به دنبال آن موجب القای تنش اکسیداتیو و متعاقباً کاهش رشد می‌شود.

بر اساس نتایج حاضر بیشتر عصاره‌ها اثر افزایشی بر محتوای پروتئین محلول کل دارند که احتمالاً می‌تواند یک نوع پاسخ مثبت به تنش ایجاد شده توسط مواد آللوشیمیایی باشد تا از اثرات تنش بکاهد. مطالعات پیشین هر دو اثرات کاهشی و افزایشی در محتوای پروتئین محلول کل گیاهان تحت تیمار مواد آللوشیمیایی را گزارش کرده اند (۱۶، ۱۷). فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های گندم در پاسخ به عصاره اندام‌های پیچک صحرایی تغییرات معنی‌داری داشت. این آنزیم‌ها مسئول جاروب کردن گونه‌های فعال اکسیژن در سلول هستند. گونه‌های فعال اکسیژن که در سلول‌های تحت تنش به صورت کنترل نشده تولید می-شوند، می‌توانند موجب تخریب غشاهای سلول شده و نشت غشاها را افزایش دهند. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در پاسخ به تنش‌های محیطی از جمله آللوپاتی گزارش شده است (۲۳). در پژوهش حاضر فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظت‌های پایین عصاره‌ها افزایش یافت و غلظت‌های بالاتر فعالیت این آنزیم را مهار کردند. فعالیت آنزیم پراکسیداز بیشتر روند کاهشی داشت و احتمال می‌رود که مواد آللوشیمایی موجود در عصاره پیچک صحرایی باعث مهار فعالیت این آنزیم‌ها شده باشند. نتایج حاضر همسو با یافته های لیو و همکاران (۲۵) می-باشد که اظهار کرده‌اند فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در غلظت‌های پایین عصاره‌ها افزایش و غلظت‌های بالاتر فعالیت این آنزیم‌ها را مهار می‌کند. یکی از پیامدهای تنش-

های محیطی مانند آللوپاتی، افزایش کنترل نشده گونه‌های فعال اکسیژن در سلول می‌باشد. گیاهان در پاسخ به تولید کنترل نشده گونه‌های فعال اکسیژن طیف وسیعی از سیستم‌های دفاعی را فعال می‌کنند. یک از این این سیستم‌های دفاعی، سیستم دفاعی آنزیمی می‌باشد. آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌توانند به طور مستقیم رادیکال‌های آزاد مانند پراکسید هیدروژن را به ترکیبات کم خطر تبدیل کنند. افزایش گونه‌های فعال اکسیژن موجب تخریب لیپیدها و یا به عبارتی پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود که نتیجه آن افزایش محتوی مالون دی آلدهید می‌باشد (۲۴، ۳۲). ماالون دی آلدهید نشانگر مناسبی برای درک میزان پراکسیداسیون لیپیدها و میزان تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌باشد. تخریب غشاهای سلولی صدمات جبران ناپذیری به سلول وارد می‌کند بطوریکه موجب افزایش نشت غشایی شده و در نهایت منجر به مرگ سلول‌ها می شود. نتایج حاضر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره‌ها محتوای مالون دی آلدهید در هر دوی اندام هوایی و ریشه افزایش یافت که همسو با یافته های دینگ و همکاران (۱۵) حسین و همکاران (۲۰) می‌باشد. افزایش محتوای مالون دی آلدهید در اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های گندم نشان دهنده پتانسیل بالای مواد آللوشیمیایی موجود در عصاره پیچک صحرایی در ایجاد تنش اکسیداتیو در دانه رست‌های گندم می‌باشد با توجه به نتایج حاضر، به نظر می‌رسد افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظت پایین عصاره‌ها مانع از افزایش غلظت رادیکال‌های آزاد در سلول شده و مانع از پراکسیداسیون لیپیدها شده است. در غلظت‌های بالاتر عصاره که فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز به شدت مهار شده است، افزایش مالون دی آلدهید در اندام هوایی و ریشه دانه رست‌های گندم مشاهده شد که نشان دهنده نقش این آنزیم ها در خنثی سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد.

از نتایج پژوهش حاضر نتیجه گیری می‌شود که مواد آللوشیمیایی موجود در عصاره اتانولی اندام‌های مختلف علف هرز پیچک صحرایی پتانسیل بالایی در کاهش رشد و همچنین اختلال فرآیندهای فیزیولوژیک دانه رست‌های گندم دارد و موجب تنش اکسیداتیو می‌شود.

منابع

۱- احمدی، خ؛ امینی دهقی، م و علیپور گراوند، س. ۱۳۹۷. ارزیابی اثر آللوپاتی عصاره اندام‌های پیچک و پنیرک صحرایی بر خصوصیات جوانه‌زنی و پارامترهای رشد سه رقم کنجد. تحقیقات بذر، ۸(۲۹): ۷-۱۴.

۲- بابایی نژاد، ب؛ دادخواه، ع؛ آلبوغبیش، ج و رستمی، م. ۱۳۹۵. اثر دگرآسیبی بقایای چغندرقند و کلزا بر پیچک صحرایی در شرایط آزمایشگاه. بوم شناسی گیاهان زراعی، ۱۲(۴): ۱۹-۲۶.

۳- حاتمی همپا، ا؛ جوانمرد، ع؛ آل ابراهیم، م و سفالیان، ا. ۱۳۹۷. اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در گندم، چغندرقند، سلمه‌تره و تاج خروس. مطالعات حفاظت گیاهان، ۳۲(۱): ۱۰۱-۱۱۹.

۴- صفاهانی لنگرودی، ع و قوشچی، ف. ۱۳۹۳. تأثیر عصاره آبی و بقایای چند گونه علف هرز بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷(۱): ۱۰۰-۱۰۹.

۵- فرهودی، ر. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر عصاره الکلی اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulesis*) بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان، فعالیت آنزیم ساکاروز سنتتاز و تخریب غشاهای سلولی گیاهچه توق (*Xantium strumarium*). مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸(۵): ۱۰۷۷-۱۰۸۷.

۶- ممتازی، ف. ۱۳۹۷. بررسی اثر آللوپاتی بقایای آفتابگردان بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم و کلزا. مجله علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۰(۳۴): ۲۶۰-۲۶۴.

۷- نیازی پور، غ؛ اهتمام، م ح و کریم مجنی، ح. ۱۳۹۷. مقایسه اثرات دگرآسیبی عصاره دوگونه بومادران *Achillea pachycephala* Rech. F.) و (*Achillea nobilis* L) بر

علف هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.). مجله پژوهشهای گیاهی، ۳۱(۲): ۳۵۹-۳۷۲.

۸- یارنیا، م؛ فرجزاده معماری تبریزی، ا؛ احمدزاده، و و نوبری، ن. ۱۳۸۹. اثر آللوپاتی علف هرز پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) بر گندم (*Triticum aestivum* L.). دانش کشاورزی وتولید پایدار، ۲۰(۱): ۱۵۳-۱۶۷.

9- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, and Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils - A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.

10- Boominathan R and Doran P. 2002. Ni-induced oxidative stress in roots of the Ni hyperaccumulator, *Ayssum bertolonii*. New Phytologist. 156(2): 205–215.

11- Bradford M M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein dye binding. Analytical Biochemistry. 72(1): 248–254.

12- Carvalho MSS, Andrade-Vieira LF, Santos FE, dos Correa FF, das Graças Cardoso M, and Vilela LR. 2019. Allelopathic potential and phytochemical screening of ethanolic extracts from five species of *Amaranthus* spp. in the plant model *Lactuca sativa*. Scientia Horticulturae. 245:90-98.

13- Chance B and Maehly AC. 1955. Assays of catalases and peroxidases. Methods of Biochemical Analysis. 1(2): 773–775.

14- Dere Ş, Güneş T and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total caretenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany, 22: 13–17.

15- Ding H, Cheng Z, Liu M, Hayat S, and Feng H. 2016. Garlic exerts allelopathic effects on pepper physiology in a hydroponic co-culture system. Biology Open. 5(5): 631–637.

16- El-Kenany ET, El-Darier SM, Abdellatif AA, and Shaklol SM. 2017. Allelopathic potential of invasive species: *Nicotiana glauca* Graham on some ecological and physiological aspects of *Medicago sativa* L. and *Triticum aestivum* L. Rendiconti Lincei. 28(1): 159–167.

17- Ghayal NA, Biware MV and Dhumal KN. 2014. Effect of leachates of alien weeds on seed germination, seedling growth and physiology in mungbean. International Journal of Agriculture and Biosciences. 3(4): 141-148.

18- Gniazdowska A, and Bogatek R. 2005. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. Acta Physiologiae Plantarum. 27(3): 395–407.

19- Hua Q, Liu YG, Yan, ZL, Zeng GM, Liu SB, Wang WJ, Tan XF, Deng JQ, Tang X and Wang QP. 2018. Allelopathic effect of the rice straw aqueous extract on the growth of *Microcystis aeruginosa*. Ecotoxicology and Environmental Safety.148: 953-959.

20- Hussain I, Singh NB, Singh A, and Singh H. 2017. Allelopathic potential of sesame plant leachate against *Cyperus rotundus* L. Annals of Agrarian Science. 15(1): 141-147.

21- Inderjit CRM, and Vivanco JM. 2006. Can plant biochemistry contribute to understanding of invasion ecology? Trends in Plant Science. 11(12): 574–580.

22- Kaur M, and Kalia A. 2012. *Convolvulus arvensis*: A useful weed. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 4(1): 38–40.

23- Li J, and Jin Z. 2010. Potential allelopathic effects of *Mikania micrantha* on the seed germination and seedling growth of *Coix lacryma-jobi*. Weed Biology and Management. 10(3): 194–201.

24- Lin CC, and Kao CH. 2000. Effect of NaCl stress on H_2O_2 metabolism in rice leaves. Plant Growth Regulation. 30: 151-155.

25- Liu J, Li D, Wang D, Liu Y and Song, H. 2017. Allelopathic Effects, Physiological Responses and Phenolic Compounds in Litter Extracts of *Juniperus rigida*Sieb. et Zucc. Chemistry and Biodiversity. 14(8): 1-9.

26- M'barek K, Zribi I, Ullah MJ and Haouala R. 2019. The mode of action of allelochemicals aqueous leaf extracts of some Cupressaceae species on lettuce. Scientia Horticulturae. 252: 29-37.

27- Madany MMY and Saleh AM. 2015. Phytotoxicity of *Euphorbia helioscopia* L. on *Triticum aestivum* L. and *Pisum sativum* L. Annals of Agricultural Sciences. 60(1): 141–151.

28- Mitra S, Mobarak SH, Karmakar A and Barik A. 2019. Activities of antioxidant enzymes in three species of Ludwigia weeds on feeding by *Altica cyanea*. Journal of King Saud University-Science. 31(4): 1522-1527.

29- Muscolo A, Panuccio M. R. & Sidari M. 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

30- Omezzine F, Ladhari A, and Haouala R. 2014. Physiological and biochemical mechanisms of allelochemicals in aqueous extracts of diploid and mixoploid *Trigonella foenum-graecum* L. South African Journal of Botany. 93: 167–178.

31- Rice, EL. 1984. Allelopathy (2nd ed.). Academic press.

32- Shah K, Kumar RG, Verma S, and Dubey RS. 2001. Effect of cadmium on lipid peroxidation, superoxide anion generation and activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Science. 161(6): 1135-1144.

33- Tawaha A. M., and Turk M. A. 2003. Allelopathic Effects of Black Mustard (Brassica nigra) on Germination and Growth of Wild Barley (Hordeum spontaneum). Journal of Agronomy and Crop Science, 189(5), 298–303.

34- Wang Q, Xu Z, Hu T, Rehman HU, Chen H, Li Z, Ding B and Hu H. 2014. Allelopathic activity and chemical constituents of walnut (*Juglans regia*) leaf litter in walnut-winter vegetable agroforestry system. Natural Product Research. (28)22: 2017-2020.

35- Weir TL, Park SW and Vivanco JM. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. Current Opinion in Plant Biology, 7(4): 472–479.

36- Yoneyama K, and Natsume M. 2019. Allelochemicals for plant-plant and plant-microbe interactions. pp. 1-18. In Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering. Elsevier.

37- Young AJ. 1991. The photoprotective role of carotenoids in higher plants. Physiologia Plantarum. 83(4): 702-708.

Identification of chemical constituents and evaluation of allelopathic potential of field bindweed organs extract on growth and physiological parameters of bread wheat

PoorEsmaeil M.,[1] MotefakerAzad R.[1] and Sabzi M.[2]

[1] **Dept. of Plant Sciences, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, I.R. of Iran**

[2] **Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, I.R. of Iran**

Abstract

Allelopathy is defined as biochemical interactions among plants by releasing the chemical compounds known as allelochemical. These compounds can affect the growth and physiological processes of receiver plants. The present study was aimed at the identification of chemical constituents of ethanolic extract from root, stem, leaf, and flower of *Convolvulus arvensis* L. and its allelopathic activity on growth and physiological parameters of *Triticum aestivum* L. experimental design was completely randomized design with three replications. A total of 23 compounds were identified in ethanolic extracts which palmitic acid, 9-octadecenal, 9-octadecanoic acid, linoleic acid, oleic acid, and stearic acid were the major compounds. The results indicated that the germination and early growth of wheat were reduced by extracts especially in higher concentrations (50 and 100 g/L). Photosynthetic pigments content (chlorophyll a, b and carotenoids) was reduced. Total soluble proteins content was mostly increased by increasing the concentration of the extracts. Catalase activity was increased in low concentrations but decreased by high concentrations. A decreasing trend was observed in the peroxidase activity. Malondialdehyde content was increased with increasing the concentration of the extracts, indicating the occurrence of oxidative stress in both shoot and root of wheat seedlings. It was concluded that the extracts from different organs of field bindweed negatively affected the growth and physiological processes and cause oxidative stress in wheat seedlings.

Key words: Allelopathy, Physiology, Oxidative stress, Antioxidant enzymes, MDA