نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 4، زمستان 1396، ص. 689-676

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 676-689

اثرات دگرآسیبی عصاره آبی تلخه (*Acroptilon repens* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیمی برخی گیاهان زراعی و علف‌های هرز

اعظم حاتمی همپا[1]- عبدالله جوانمرد[2*]- محمد تقی آل‌ابراهیم[3]- امید سفالیان[4]

تاریخ دریافت: 1395/11/19
تاریخ پذیرش: 1396/06/08

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات آللوپاتیک عصاره سورگوم و تلخه بر شاخص‌های جوانه‌زنی گندم، چغندرقند، سلمه‌تره و تاج خروس، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال 1395 اجرا شد. فاکتورها شامل عصاره آبی اندام هوایی تلخه و سورگوم و غلظت عصاره آبی (0، 5، 10 و 20 درصد حجمی) بودند. نتایج نشان داد که درصد و میزان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه گیاهان مورد مطالعه با افزایش غلظت عصاره سورگوم و تلخه کاهش معنی‌داری پیدا کردند. درصد جوانه‌زنی با عصاره تلخه 12/62 درصد بیشتر از عصاره سورگوم بود. علاوه بر این، اثر بازدارندگی عصاره سورگوم بر کاهش سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز بیشتر از تلخه بود. کاهش طول ریشه‌چه تاج خروس با کاربرد عصاره تلخه بیشتر از عصاره سورگوم بود. به‌طوری‌که، طول ریشه‌چه تاج خروس با کاربرد 20 درصد عصاره تلخه 73/13 درصد کاهش یافت. در میان گیاهان زراعی نیز طول ریشه‌چه چغندرقند با کاربرد عصاره تلخه 81/88 درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. همچنین کاهش بنیه بذر در تمامی غلظت‌های سورگوم بیشتر از تلخه بود. با افزایش غلظت عصاره سورگوم، شاخص بنیه بذر سلمه‌تره و تاج‌خروس به‌ترتیب 83/36 و 87/15 درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. علاوه بر این، کمترین طول ساقه‌چه و گیاهچه در علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج خروس با کاربرد 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه مشاهده شد. همچنین با افزایش غلظت عصاره تلخه و سورگوم، میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز 53/65 و 10/78 درصد به‌ترتیب افزایش و کاهش یافتند. شاخص تحمل مشخص کرد که تاج خروس و سلمه‌تره حساسیت بیشتری به عصاره آبی سورگوم و تلخه دارند. بنابراین با توجه به اثر بازدارندگی عصاره آبی تلخه و سورگوم بر میزان جوانه‌زنی و قدرت گیاهچه، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان علف‌کش‌های طبیعی در کنترل علف‌های هرز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، تاج خروس، پلی فنل اکسیداز، سلمه‌تره، شاخص تحمل علف‌هرز

مقدمه

علف‌های‌هرز بر اثر رقابت با گیاهان زراعی، خسارت اقتصادی فراوانی به نظام‌های زراعی وارد می‌کنند و به‌طور کلی موجب کاهش 95-45 درصدی تولید گیاهان زراعی در سطح جهانی می‌شوند (15). علاوه بر این ترکیبات شیمیایی که از بقایای علف‌های‌هرز طی فرآیند تجزیه توسط میکروارگانیسم‌ها و شستشو در خاک آزاد می‌شوند، تأثیراتی روی رشد و کیفیت محصولات می‌گذارند.

امروزه سموم شیمیایی هنوز هم جزو مؤثرترین روش‌های کنترل علف‌های هرز محسوب می‌گردند. طی 50 سال گذشته تولیدات زراعی به‌شدت به کودها وآفت‌کش‌های سنتتیک وابسته شده‌اند و این وابستگی منجر به آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است.

تأثیرات زیست‌محیطی علف‌کش‌های شیمیایی و مقاومت علف‌های هرز (بیش از 307 بیوتیپ مقاوم علف‌هرز متعلق به 183 گونه که از بین آن‌ها 110 گونه دولپه و 73 گونه تک‌لپه هستند، شناسایی شده است) به علف‌کش‌ها موجب جایگزینی روش‌های غیرشیمیایی در مدیریت علف‌های‌هرز شده است (3 و 36). در این راستا استفاده از ویژگی آللوپاتی گیاهان می‌تواند نقش مهمی در

1 و 2- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
(*- نویسنده مسئول: Email: a.javanmard@maragheh.ac.ir)
3- دانشیار گروه علوم علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
4- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع دانشگاه محقق اردبیلی
DOI: 10.22067/jpp.v31i4.62227

مدیریت و کنترل علف‌های هرز ایفا کند. این گیاهان از طریق تولید و ترشح متابولیت‌های که به محیط اطراف خود رها می‌کنند، تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز مجاور گذاشته و از این طریق رشد و تراکم آن‌ها را محدود می‌کنند. لذا استفاده از این گیاهان و یا بقایای آن‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف علف‌کش‌ها شود (24).

آللوپاتی بصورت عکس‌العمل متقابل مستقیم یا غیرمستقیم بین دو گیاه و اثر تحریک کنندگی یا بازدارندگی یک گیاه روی گیاهان دیگر، از طریق رهاسازی مواد شیمیایی به محیط ، بیان می‌گردد (15). برآوردهای انجام شده نشان می‌دهد حدود 1/4 میلیون ترکیب گیاهی دارای خاصیت دگرآسیبی هستند که فقط 3 درصد آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند (5). ترکیب‌های با خاصیت آللوپاتی فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی را نظیر رشد و جوانه‌زنی، تقسیم سلولی، تنفس و فتوسنتز، نفوذپذیری غشاء، توسعه ریشه، فعالیت آنزیم‌ها و سنتز پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهند (15). در زمینه آللوپاتی، زیست‌سنجی‌های متفاوتی وجود دارد که بیشترین با تغییر در سرعت و درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ناشی از توان آللوپاتیک گیاهان مرتبط است. چون آللوکیمیکال‌ها متابولیت‌های ثانویه‌ای می باشند که به دامنه وسیعی از ترکیبات شیمیایی تعلق دارند و وظیفه بوم‌شناختی مهمی در گیاهان ایفاء می‌کنند. این مواد به عنوان عامل برهمکنش میان گیاهان نیز شناخته شده‌اند (5). تحقیقات نشان داده است که کومارین، فلاونوییدها و تانن‌های موجود در عصاره برگ گیاه گارم زنگی[1] دارای خاصیت آللوپاتیک است (30). در میان آللوکیمیکال ها ترکیبات حلقوی مانند فنل‌ها، کومارین‌ها، فلاونوییدها، تانن‌ها، مشتقات سینامیک اسید و کوئینون‌ها به عنوان مهم‌ترین آللوکیمیکال ها مطرح هستند که در این میان فلاونوییدها، فنل‌ها، تانن‌ها و گلیکوزیدها به عنوان ترکیبات مهارکننده جوانه‌زنی معرفی می‌شوند (28). این مواد به شکل محلول در آب بر اثر شستشو از گیاه، ترشحات ریشه‌ای بصورت گاز از سطح گیاه یا بقایای آن در خاک در محیط آزاد می‌شوند (37). چنانچه اثرات آللوپاتیکی علف‌هرزی بر روی محصولی منفی (تحریک کننده) باشد، ترغیب‌کننده رشد سبز در محصول است و برعکس، اگر اثرات آللوپاتیکی علف هرز یا محصولات بر روی علف‌هرزی، مثبت (بازدارنده) باشد، علف‌کش‌های سبز طبیعی را توسعه خواهند داد، این ترکیبات اختصاصی‌تر عمل کرده و نسبت به علف‌کش‌های مصنوعی موجود، عوارض زیست محیطی کمتری خواهند داشت (24).

گیاهان دارای مواد آللوکیمیکال نه تنها رشد علف‌های هرز را کاهش می‌دهند بلکه قابلیت دسترسی به عناصر غذایی را از طریق افزایش فعالیت میکروبی خاک بهبود می‌بخشند (40). رسام و همکاران (29) با بررسی اثر عصاره کاکوتی[2] بر جوانه‌زنی ارقام گندم، نتیجه گرفتند درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمامی ارقام با افزایش غلظت عصاره به‌طور خطی کاهش می‌یابد. در هر سه رقم زمان تا شروع و پایان جوانه‌زنی تحت تأثیر عصاره افزایش معنی‌داری پیدا نمود. نتایج نشان داد که برگ کاکوتی حاوی ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم است که باید در برنامه‌ریزی تناوب زراعی مورد توجه قرار گیرد. مجاب و محمودی (21) با بررسی اثر عصاره آبی ازمک[3] گزارش کردند با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های هوایی و زیرزمینی ازمک درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌گونه‌ای که در غلظت‌های 75 و100 درصد حجمی از عصاره اندام‌های مورد بررسی و مخلوط آنها جوانه‌زنی صورت نگرفت. پورحیدرغفاربی و همکاران (26) مشاهده کردند که عصاره آبی چاودار اثر منفی روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌های هرز داشت، به‌طوری‌که در بخش آزمایشگاهی به ترتیب باعث کاهش 84/7، 75، 53/3 و 31 درصدی جوانه‌زنی ارزن، سلمه‌تره، قیاق و تاج خروس ریشه قرمز در بالاترین غلظت عصاره نسبت به شاهد گردید. حال آن‌که روی بذور ذرت شیرین[4] اثر منفی مشاهده نشد. زیست‌توده چاودار در تیمار 32 گرم باعث کاهش 79/8، 75، 72/8 و 68/3 درصدی ظهور گیاهچه‌های سلمه‌تره، قیاق، تاج‌خروس و ارزن در شرایط گلخانه‌ای گردید. نتایج پژوهش قرنجیک و همکاران (12) نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف عصاره آبی پیچک‌بند[5] بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گندم به جز سرعت جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین اثر بازدارندگی بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر به‌ترتیب مربوط به تیمار 100 درصد به میزان 47/08، 93/66، 84/93 و 96/09 درصد بود. همچنین مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف علف هرز پیچک‌بند بر سطح برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه بیانگر اثر تحریک‌کنندگی بر صفات مورد مطالعه نسبت به شاهد بود.

ترکیبات دگرآسیب سبب تغییر در مسیر بیان ژن‌ها، بازدارندگی جوانه‌زنی، تقسیم میتوز و فتوسنتز در گیاهان اطراف خواهند شد، همچنین این ترکیبات با اختلال در فعالیت آنزیم‌های حیاتی گیاهان نظیر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، آلفا آمیلاز و ساکارز سنتتاز موجب آسیب‌پذیری سایر گیاهان می‌شوند (10). اوراسز و همکاران (23)

1- *Terminalia catapa*

2- *Ziziphora clinopodioides* Lam
3- *Cardaria draba*
4- *Zea mays* var. saccharata
5- *Polygonum convolvulus* L

نتیجه گرفتند که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر ترکیبات دگرآسیب آفتابگردان در گیاهچه خردل وحشی کاهش یافت که منجر به عدم توانایی گیاهچه در دفع رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه تخریب غشای سلولی شد.

سورگوم[1] به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان تولید کننده مواد آللوپاتیک، به‌صورت گیاه پوششی، خفه‌کننده و یا مخلوط با خاک جهت کنترل علف‌های هرز استفاده می‌شود (24). سورگوم دارای 9 ترکیب آللوکیمیکالی همچون اسید فرولیک، کافئیک اسید، گالیک اسید، فسفو کوماریک اسید، ام کوماریک اسید، کلروژنیک اسید، وانیلیک اسید، فنولیک و هیدروکسی بنزوئیک اسید است که جوانه‌زنی، رویش، تراکم و زیست توده علف‌های هرزی همچون تاج خروس[2]، ترشک[3]، پیچک[4] و خونی‌واش[5] را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (4). سورگولون موجود در سورگوم به‌عنوان بازدارنده فتوسنتز از طریق توقف چرخه انتقال الکترون عمل کرده و نقش بازدارندگی آن در فتوسیستم II بیشتر از علف‌کش آترازین می‌باشد (4). کاربرد 5 درصد محلول سورگاب 30 روز بعد از کاشت گندم، عملکرد گندم را 14 درصد افزایش و زیست توده علف‌های هرز را 40-20 درصد کاهش داد (7).

تلخه[6] گیاه چندساله علفی متعلق به خانواده آستراسه و بومی آسیا از جمله ایران می‌باشد. توان رقابتی بالای تلخه به‌دلیل داشتن ترکیبات آللوپتیک و سازگاری وسیع اکولوژیکی، این گیاه را به عنوان یک علف هرز مهاجم در جهان معرفی کرده است. تلخه دارای ترکیباتی همچون فلاونوئید و 7-8 بنزوفلاوین است که در غلظت‌های بالاتر از 100 میکروگرم در لیتر اثر بازدارندگی بر گیاهان، باکتری‌ها و پستانداران دارند (2 و 28).

مواد آللوپاتی نقش مهمی در شکل‌دهی ساختار اجتماع گیاهی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفاء می‌کنند. حضور آللوکیمیکال‌ها در مزرعه نوعی تنش محسوب می‌شود به طوری‌که گیاهانی که در مجاورت گونه‌های دارای توان آللوپاتیکی قرار می‌گیرند، همواره در معرض نوعی تنش زیستی قرار دارند. از آنجا که اقلیم غالب در کشور ما از نوع خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، می‌توان انتظار داشت علف‌های‌هرز دارای توان آللوپاتی گیاهان زراعی را دچار مشکل مضاعف و در نهایت کاهش شدید عملکرد نمایند. بنابراین در این مطالعه پتانسیل آللوپاتی علف هرز تلخه و گیاه زراعی سورگوم بر جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز گیاهان زراعی گندم و چغندرقند و علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال 1395 اجرا شد. فاکتورها شامل عصاره آبی اندام هوایی تلخه و سورگوم و غلظت عصاره آبی (0، 5، 10 و 20 درصد حجمی) بودند. برای تهیه عصاره آبی، اندام های هوایی تلخه و سورگوم از مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه جمع‌آوری و در دمای 60 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت در آون قرار گرفته تا خشک شوند. خشک کردن نخستین مرحله آماده سازی عصاره می‌باشد که اهمیت زیادی دارد، زیرا امکان تغییرات نمونه را هنگام ذخیره کاهش داده، باعث سهولت ذخیره نمونه و سبب تبدیل نمونه به پودر ریز و یکنواخت می‌گردد. نمونه سبز باید به سرعت خشک شود تا تغییرات شیمیایی و زیستی آن به حداقل برسد. در صورت تأخیر زیاد در خشک کردن به علت انجام تنفس، کاهش قابل توجهی در وزن خشک روی می‌دهد و پروتئین‌ها به ترکیبات ساده‌تر ازت‌دار تجزیه می‌گردند (35).

پتری‌دیش‌های مورد استفاده به قطر 9 سانتی‌متر بودند که در دمای 120 درجه سانتی‌گراد به مدت 3 ساعت ضدعفونی و سپس درون هر پتری دیش دو لایه کاغذ صافی خشک به عنوان بستر رشد قرار گرفت. جهت جلوگیری از رشد قارچ‌ها، بذور را به مدت 2 دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم 5 درصد قرار گرفتند. در هر پتری 50 عدد بذر سالم کشت و به هر کدام از آن‌ها 4 میلی‌لیتر عصاره آبی اضافه شد. سپس پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای 24 درجه سانتی گراد نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه زده به‌صورت روزانه انجام گرفت و در روز چهاردهم با ثابت شدن بذور جوانه‌زده آزمایش پایان یافت. سپس شاخص‌های درصد جوانه‌زنی (معادله 1)، سرعت جوانه‌زنی (معادله 2)، شاخص قدرت گیاهچه (معادله‌های 3 و 4) و شاخص تحمل گیاهان[7] (معادله 6) محاسبه شدند (1، 14، 35 و 40). همچنین در پایان جوانه‌زنی از هرکدام از پتری‌دیش‌ها به طور تصادفی 20 عدد گیاهچه انتخاب و طول و وزن تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در آون با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت قرار داده تا کاملاً خشک شوند و سپس وزن خشک با ترازوی دیجیتال و با دقت 0/0001 گرم اندازه‌گیری شدند.

معادله 1 $$GP= \Sigma n_i/N \times 100$$

GP: درصد جوانه‌زنی، n_i: تعداد بذرهای جوانه زده تا روز i ام، N:

1- *Sorghum bicolor* L
2- *Amaranthus retroflexus* L
3- *Rumex dentatus* L
4- *Convolvulus arvensis* L
5- *Phalaris minor* Retz
6- *Acroptilon repens L*
7- Weed tolerance index (WTI)

تعداد کل بذرهای می‌باشد.

معادله 2 $GR = \Sigma N/\Sigma(D_N)$

GR = سرعت جوانه‌زنی، N =تعداد بذرهای جوانه زده، D= تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش

معادله 3 $SVI=GP\times SL$

SVI: شاخص طولی قدرت بذر، GP: درصد جوانه‌زنی، SL: طول گیاهچه

معادله 4 $SVI=GP\times SD$

SVI: شاخص وزنی قدرت بذر، GP: درصد جوانه‌زنی، SD: وزن خشک گیاهچه

معادله 5 $LS=LR+LP$

LS: طول گیاهچه، LR: طول ریشه‌چه، LP: طول ساقه‌چه

معادله 6 $WTI=(GR_t/GR_c)\times (RL_t/RL_c)$

WTI= شاخص تحمل گیاه، GR_t= سرعت جوانه‌زنی در گیاه تیمار شده، GR_c= سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد، RL_t= طول ریشه چه در گیاه تیمار شده، RL_c= طول ریشه‌چه در تیمار شاهد

اندازه‌گیری آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز: جهت استخراج عصاره ابتدا مقدار 0/05 گرم از بافت برگ تازه در هاون چینی سرد شده در ظرف یخ با 2 میلی‌لیتر بافر فسفات 0/1 مولار با اسیدیته 6/8 هموژن شد و سپس به مدت 15 دقیقه در 13000 دور در دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. فاز بالایی عصاره (سوپرناتانت) به‌دست آمده برای اندازه‌گیری فعالیت دو آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز مورد استفاده قرار گرفت (15). اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز به روش کار و میشرا (19) انجام گرفت. به‌طوری‌که 50 میکرولیتر عصاره پروتئینی را در 2/5 میلی‌لیتر بافر استخراج که شامل بافر تریس 100 میلی‌مولار و آب‌اکسیژنه 5 میلی‌مولار و پیروگالل 10 میلی‌مولار بود در حمام یخ افزوده و منحنی جذب تغییرات در طول موج 425 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز 100 میکرولیتر از عصاره پروتئینی را در 1/5 میلی‌لیتر تریس 0/2 مولار و 0/3 میلی لیتر پیروگالل 0/02 مولار حل نموده و سپس ترکیب حاصله را درحمام بن‌ماری با دمای 25 درجه سانتی گراد به مدت 5 دقیقه قرار داده و سپس میزان جذب در طول موج 420 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر یادداشت شد. در نهایت بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار آماری(SAS (Version 8.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد درصد جوانه‌زنی گیاهان زراعی و علف‌های هرز تحت تأثیر نوع گیاه، غلظت، نوع عصاره و ترکیب تیماری نوع گیاه با غلظت عصاره قرار گرفت. عصاره آبی تلخه و سورگوم بر جوانه‌زنی علف‌های هرز اثر بازدارندگی معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس در عدم تیمار از 99 درصد به 10/5 درصد در حالت تیمار با عصاره آبی سورگوم و تلخه کاهش یافت. کاهش جوانه‌زنی سلمه‌تره نیز با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم و تلخه به شدت تحت تأثیر قرار گرفته و از 92/66 درصد جوانه‌زنی با آب مقطر به 7 درصد در شرایط تیمار با غلظت 20 درصد عصاره کاهش یافته است (جدول 2). با توجه به شکل 1 مشاهده می‌شود اثر بازدارندگی عصاره سورگوم بر درصد جوانه‌زنی بیشتر بود زیرا میانگین درصد جوانه‌زنی با عصاره تلخه 12/62 درصد بیشتر از عصاره سورگوم بود.

شکل 1- میانگین درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر عصاره تلخه و سورگوم. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Figure 1- The mean of germination percent as affected by extract of sorghum and Russian knapweed. Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 1- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی و آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز

Table 1- Analysis of variance of germination indecis and peroxidase and polyphenoloxidase enzymes

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares					
		درصد جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	شاخص وزنی بذر Seed vigor index	سرعت جوانه زنی Germination rate	پلی فنل اکسیداز Polyphenoloxidase	پراکسیداز Peroxidase
گیاه Plant	3	1130.7^{**}	1.35^{*}	0.34^{**}	0.68^{**}	0.0026^{**}	0.001^{**}
عصارهExtract	1	570.3^{*}	10.51^{**}	0.00017^{ns}	0.208^{ns}	0.001^{ns}	0.0006^{ns}
غلظتConcentration	3	23361.7^{**}	169.9^{**}	0.24^{**}	0.51^{**}	0.018^{**}	0.0085^{**}
گیاه*عصارهP*E	3	31.9^{ns}	0.67^{ns}	0.0031^{**}	0.0095^{**}	0.00021^{ns}	0.0002^{ns}
گیاه*غلظتP*C	9	1900^{**}	13.8^{**}	0.08^{**}	0.051^{**}	0.00025^{ns}	0.0003^{ns}
عصاره*غلظتE*C	3	137.5^{ns}	3.23^{*}	0.0021^{**}	0.0012^{ns}	0.0002^{ns}	0.0004^{ns}
P*E*C گیاه*عصاره*غلظت	9	136.2^{ns}	1.51^{*}	0.0014^{**}	0.0042^{**}	0.0001^{ns}	0.0001^{ns}
خطاErorr	64	70.01	0.46	0.0003	0.0014	0.00026	0.00017
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		11.75	17.37	16.21	2.82	12.56	13.58

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول 2- اثر متقابل غلظت و نوع گیاه بر درصد جوانه‌زنی

Table 2- The interaction of plant and extract concentration on germination percent

غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
آب مقطر Distilled water	99^{a}	92^{a}	64^{c}	50^{d}
5	75^{b}	75^{b}	34^{e}	47^{d}
10	5^{l}	9^{hi}	19^{ghi}	30^{ef}
20	10^{hl}	7^{i}	$15g^{hi}$	$22f^{g}$

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

وقتی گیاهان حساس در معرض ترکیبات آللوپاتیک قرار می گیرند، جوانه‌زنی و رشد آنها تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. ترکیبات آللوپاتیک سبب کاهش غلظت درونی جیبرلیک اسید و اکسین و افزایش غلظت آبسزیک اسید گیاهچه گندم شده و این تغییرات هورمون‌ها منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه خواهد شد (16). همچنین شانگ و ژو (33) گزارش دادند بذرهای کوچک به راحتی تحت تأثیر عصاره آبی قرار می گیرند به‌طوری‌که حتی عصاره آبی در غلظت های پایین می‌تواند اثر منفی بر جوانه‌زنی بذر داشته باشد. علف‌های هرز دارای توان آللوپاتی با آزاد کردن ترکیبات محلول در آب (سینوجنیک گلیکوزیدها، فنل‌ها و تانن‌ها)، بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند (11).

سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر گیاه، غلظت و ترکیب‌های تیماری گیاه و غلظت، گیاه و عصاره، گیاه با عصاره و غلظت قرار گرفت. کاربرد مواد آللوپاتیک سرعت جوانه‌زنی گونه‌های گیاهی را کاهش داد اما تأثیر مواد آللوپاتیک و غلظت آن‌ها بر کاهش سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز بیشتر از گیاهان زراعی بود به‌طوری‌که کاربرد 10 و 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه موجب کاهش شدید سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز شد. البته تأثیر عصاره سورگوم بر کاهش سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز بیشتر از تلخه بود (جدول 3). در مقایسه بین دو گیاه زراعی، اثر بازدارندگی عصاره آبی سورگوم و تلخه بر روی چغندرقند بیشتر از گندم بوده است.

جدول 3- اثر متقابل نوع گیاه و عصاره با غلظت بر سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)

Table 3- The interaction of plant type and extract with concentration on germination rate

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	0.22^{efg}	0.17^{fghi}	0.48^{c}	0.78^{a}
	5	0.20^{fgh}	0.06^{ijk}	0.28^{e}	0.61^{b}
	10	0.02^{k}	0.02^{k}	0.08^{jk}	0.36^{d}
	20	0.021^{k}	0.02^{k}	0.14^{ih}	0.19^{fgh}
تلخه Russian knapweed	0	0.22^{efg}	0.19^{fgh}	0.52^{c}	0.79^{a}
	5	0.16^{ghi}	0.20^{fgh}	0.24^{fe}	0.52^{c}
	10	0.03^{k}	0.05^{k}	0.19^{fgh}	0.28^{e}
	20	0.06^{ijk}	0.06^{k}	0.15^{ih}	0.18^{fgh}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

خالق و همکاران (18) گزارش کردند که عصاره آبی سورگوم دارای اثر مهارکنندگی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه کاسنی[1] نسبت به شاهد بود. کاهش سرعت جوانه‌زنی به دلیل کند شدن فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان بر اثر کاهش تنفس بذور به علت وجود مواد آللوکیمیکال می‌باشد (9). صفری و همکاران (32) در تحقیقات خود به بررسی تاثیر آللوپاتی آویشن[2]، بر رشد و جوانه‌زنی علف پشمکی[3]و شبدر ایرانی[4] پرداختند و نشان دادند با افزایش غلظت عصاره، درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهان کاهش قابل توجهی پیدا می‌کنند. کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم به علت کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه با افزایش غلظت آللوکیمیکال‌های برگ گردو رابطه مستقیم داشت (31). تحقیقات نادری و همکاران (22) نشان داد که افزایش غلظت عصاره روناس موجب کاهش معنی‌دار سرعت جوانه زنی، درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه گیاهان زراعی و علف های هرز شده است به‌طوری‌که بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین مقدار در غلظت 100 درصد عصاره روناس مشاهده شد اما اثر بازدارندگی در بذور علف‌های هرز شدیدتر از گیاهان زراعی بود.

شاخص بنیه بذر

الف- بر اساس طول گیاهچه: طبق جدول 1 شاخص بنیه بذر تحت تأثیر معنی‌دار نوع گیاه، غلظت، عصاره و ترکیب‌های تیماری عصاره و غلظت، گیاه و غلظت، نوع گیاه، عصاره با غلظت قرار گرفت. شاخص بنیه بذر گیاهان مورد بررسی در حضور عصاره آللوپاتیک سورگوم و تلخه کاهش یافت. کاهش بنیه بذر در تمامی غلظت‌های سورگوم بیشتر از تلخه بوده است. در حضور عصاره آبی سورگوم شاخص بنیه بذر سلمه‌تره از 9/62 در شاهد به 1/6 و شاخص بنیه بذر تاج خروس از 9/89 در شاهد به 1/27 در غلظت 20 درصد کاهش یافت. بالاترین شاخص بنیه مربوط به گیاهان سلمه‌تره و تاج‌خروس در حالت عدم کاربرد مواد آللوپاتیک بود و کمترین شاخص بنیه هم به گیاهان سلمه تره و تاج خروس با غلظت 20 درصد تلخه و سورگوم تعلق داشت. کمترین مقدار تغییر شاخص بنیه بذر به گیاه زراعی گندم با کاربرد عصاره تلخه و گیاه چغندرقند با کاربرد عصاره سورگوم مشاهده شد (جدول 4). ماندل و همکاران (20) نشان دادند تجمع مواد سمی و ترشح آن از گیاهان آللوپاتیک موجب کاهش جوانه‌زنی و شاخص طولی قدرت گیاهچه می گردد. در این تحقیق هرچند طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و سرعت جوانه‌زنی گیاهان زراعی با افزایش غلظت عصاره آللوپاتیک کاهش معنی داری یافت اما میزان کاهش شاخص‌های مورد بررسی در علف‌های هرز بیشتر بود. همین عامل باعث می‌گردد تا گیاهان زراعی سریعتر بتوانند سیستم ریشه‌ای خود را توسعه دهند و در رقابت با علف‌های هرز بهتر عمل نمایند (36).

ب- براساس وزن خشک: شاخص ویگور تحت تاثیر نوع گیاه، غلظت و ترکیب‌های تیماری گیاه و غلظت، گیاه و عصاره، عصاره و غلظت و ترکیب نوع گیاه با غلظت و عصاره قرار گرفت (جدول 1). مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری سه جانبه نشان داد که بیشترین شاخص ویگور به گیاه گندم در حالت بدون کاربرد عصاره مشاهده شد و کمترین میزان این شاخص هم به کاربرد 10 و 20 درصد عصاره آبی سورگوم در گیاهان سلمه تره و تاج خروس بدست آمد. با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم و تلخه شاخص وزنی قدرت گیاهچه گیاهان گندم، چغندرقند، سلمه تره و تاج خروس به‌ترتیب 93/77، 90/8، 94/4 و 93/69 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان دادند (جدول 5). قدرت گیاهچه از مهم ترین ارکان بذر می‌باشد اگر قدرت

1- *Cichorium intybus*
2- *Tymus kotschyanus*
3- *Bromus tomenellus*
4- *Trifolium repens*

گیاهچه کاهش یابد به دنبال آن جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش می یابد (38). عصاره‌های آللوپاتیک با تأثیر بر محتوای کلروفیل برگ میزان فتوسنتز را کاهش و در نتیجه منجر به کاهش رشد و تضعیف بنیه گیاه می‌گردند (38).

جدول 4- اثر متقابل نوع گیاه و عصاره با غلظت بر شاخص طولی گیاهچه (درصد)

Table 4- The interaction of plant type and extract with concentration on seedling vigor index (%)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	9.98^{a}	9.62^{a}	7.91^{cd}	7.07^{cd}
	5	9.07^{ba}	8.06^{bc}	5.88^{ef}	6.92^{ed}
	10	1.13^{k}	2.57^{ij}	3.45^{hi}	5.16^{fg}
	20	1.27^{k}	1.6^{jk}	4.23^{gh}	3.37^{h}
تلخه Russian knapweed	0	10^{a}	9.62^{a}	8.11^{bc}	7.07^{cd}
	5	8.14^{bc}	9.12^{ab}	5.76^{f}	6.87^{ed}
	10	2.56^{ij}	3.46^{ih}	$5.05e^{f}$	5.88^{ef}
	20	4.32^{gh}	3.35^{ih}	5.45^{f}	5.45^{f}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 5- اثر متقابل نوع گیاه و نوع عصاره با غلظت بر شاخص وزنی گیاهچه (درصد)

Table 5- The interaction of plant type and extract kind with concentration on seedling weight index (%)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	0.049^{hij}	0.032^{hijkm}	0.23^{d}	0.61^{a}
	5	0.041^{hijk}	0.0083^{lmno}	0.081^{f}	0.37^{b}
	10	0.0004^{o}	0.0006^{o}	0.14^{klnmo}	0.133^{e}
	20	0.0004^{o}	0.0009^{o}	0.021^{jklnom}	0.042^{hijk}
تلخه Russian knapweed	0	0.05gih	0.043^{hijk}	0.27^{c}	0.63^{a}
	5	0.03^{hijknm}	0.045^{hij}	0.058^{fgh}	0.27^{c}
	10	0.0022^{no}	0.0045^{mno}	0.04^{hijk}	0.078^{fg}
	20	0.0059^{mno}	0.0036^{mno}	0.025^{iklmno}	0.035^{ljkih}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

پراکسیداز و پلی فنل‌اکسیداز

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که فعالیت آنزیم پراکسیداز تحت تأثیر معنی‌دار نوع گیاه و غلظت عصاره واقع شد. بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در گندم و بعد از آن در چغندرقند مشاهده شد و کمترین میزان فعالیت این آنزیم به گیاه سلمه‌تره تعلق داشت (جدول 6). همچنین فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در گندم و تاج خروس بیشتر از چغندرقند و سلمه‌تره بود (جدول 6). با توجه به جدول 7 مشاهده می‌شود با افزایش غلظت عصاره آللوپاتیک، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز روند افزایشی دارد. به طوری‌که بیشترین فعالیت این آنزیم در غلظت 20 درصد بدست آمد و کمترین میزان فعالیت هم به تیمار شاهد تعلق داشت. بعضی از آللوکیمیکال‌ها فعالیت آنزیم‌های مانند سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز را افزایش و برخی دیگر، از فعالیت این آنزیم‌ها کم می‌کنند. در برخی از موارد آللوکیمیکال‌ها ممکن است به طور مستقیم در تولید اکسیژن فعال دخالت کند و افزایش آنزیم‌های اکسایشی ممکن است پاسخ ثانویه در برابر افزایش رادیکال‌های آزاد باشد. در موارد دیگر، آللوکیمیکال‌ها ممکن است به طور مستقیم مانع فعالیت آنزیم‌های اکسایشی از طروق مختلف شود (10). علاوه بر این، با افزایش غلظت عصاره، میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز کاهش معنی‌داری پیدا کرد. بطوری‌که بیشترین فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد و کمترین فعالیت هم در غلظت 20 درصد مشاهده شد. تجمع اکسیژن فعال در نتیجه کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز منجر به تخریب ساختار کلروپلاست و میتوکندری شده که آن هم موجب کاهش فتوسنتز و تنفس و کمبود میزان انرژی و در نهایت اختلال رشد خواهد شد. یانگ و همکاران (39) گزارش دادند که فعالیت های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز گندم در اثر مواد آللوکیمیکال کاه می‌یابد. اوراسز و همکاران (23) نتیجه گرفتند که حضور ترکیبات آللوپاتیک در ابتدا باعث تغییر و افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مورد بررسی به جز گلاتیون ردکتاز در ریزوم اویارسلام شد. زیرا این آنزیم‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد، محیط را از اثرات زیانبار این رادیکال‌ها حفظ می‌کنند. اما در ادامه

آنزیم‌های آنتی اکسیدان مثل سایر ترکیبات پروتیئنی تحت تأثیر غلظت بالای ترکیبات آللوپاتیک قرار گرفته و فعالیت آن کاهش می یابد. یافته‌های این پژوهش با نتایج کیان و همکاران (27) نشان داده اند با افزایش غلظت عصاره میزان فعالیت این آنزیم کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. فرهودی و لی (10) گزارش دادند که محلول‌پاشی گیاهچه علف‌های هرز یولاف وحشی و جو دره توسط عصاره آبی جو زراعی سبب تحریک فعالیت‌های آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در گیاهچه‌های این گیاهان شده اما افزایش غلظت عصاره جو سبب کاهش فعالیت این دو آنزیم و آسیب‌پذیری گیاهچه‌ها شده است.

جدول 6- فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز (میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن تر) در گیاهان مختلف

Table 6- Peroxidase and polyphenoloxidase enzymes activity in different crops

گیاه Plant	پلی فنل اکسیداز Polyphenoloxidase	پراکسیداز Peroxidase
گندم Wheat	0.54[a]	0.11[a]
چغندر Sugar beet	0.574[b]	0.109[ab]
سلمه تره Common lambsquarters	0.571[b]	0.094[c]
تاج خروس Redroot pigweed	0.585[a]	0.102[b]

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 7- اثر غلظت‌های مختلف عصاره بر فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز (میکرومول بر دقیقه بر گرم وزن تر)

Table 7- The effect of different concentrations on peroxidase and polyphenoloxidase enzymes activity

غلظت (درصد) Concentration (%)	پلی فنل اکسیداز Polyphenoloxidase	پراکسیداز Peroxidase
0	0.612[a]	0.082[d]
5	0.591[b]	0.095[c]
10	0.575[c]	0.111[b]
20	0.546[d]	0.126[a]

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 8- تجزیه واریانس صفات مربوط به ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

Table 8- Analysis of variance of character belonging to radicle, plumule and seedling

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares					
		وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	طول گیاهچه Seedling length
گیاه Plant	3	0.084^{**}	$5.5\times10^{-5**}$	$1.8\times10^{-4**}$	6.77^{**}	84.06^{**}	124.6**
عصارهExtract	1	0.0002^{ns}	$8.5\times10^{-7*}$	$2.1\times10^{-6*}$	6.04^{ns}	27.8^{**}	30.04
غلظتConcentration	1	0.008**	$1.7\times10^{-5**}$	$5.1\times10^{-5**}$	7.61^{**}	49.6^{**}	94.08**
گیاه*عصارهP*E	3	0.0021*	$1.6\times10^{-6**}$	$4.5\times10^{-6**}$	0.65^{**}	1.75^{*}	0.6^{ns}
گیاه*غلظتP*C	9	0.0028*	$8\times10^{-6**}$	$2.7\times10^{-5**}$	0.7^{**}	0.66^{ns}	0.88^{ns}
عصاره*غلظتE*C	3	0.0007^{ns}	$1\times10^{-6**}$	$9.6\times10^{-6**}$	0.74^{**}	5.9^{**}	3.31*
گیاه*عصاره*غلظتP*E*C	9	0.0004^{ns}	$8\times10^{-7**}$	$9.3\times10^{-2*}$	0.2^{*}	1.08^{*}	1.09^{ns}
خطاErorr	64	0.0007	1.5×10^{-7}	4×10^{-5}	0.68	0.44	0.55
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		21.12	26.66	27.58	9.34	17.73	11.35

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{Ns}, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس (جدول 8) نشان داد که وزن خشک ریشه‌چه تحت تأثیر نوع گیاه، غلظت عصاره، ترکیب‌های تیماری گیاه با عصاره و گیاه با غلظت قرار گرفت. همچنین با افزایش غلظت عصاره میزان وزن خشک ریشه‌چه همه گیاهان کاهش پیدا کرد ولی این کاهش در گندم بیشتر از سایر گیاهان بود. با این وجود بالاترین وزن خشک ریشه‌چه به گیاه زراعی گندم و عدم کاربرد عصاره مربوط بود و بعد از آن باز هم ترکیب گندم و کاربرد 5 درصد عصاره و سپس ترکیب گندم با کاربرد 10 و 20 درصد عصاره قرار داشتند (جدول 9). با مقایسه میانگین ترکیب تیماری عصاره و نوع گیاه (جدول 10) مشخص شد که بالاترین وزن خشک ریشه‌چه به گیاه زراعی گندم و با کاربرد عصاره سورگوم و تلخه حاصل شد و بقیه تیمارها در رتبه بعدی و در یک سطح قرار گرفتند.

وزن خشک ساقه‌چه تحت تأثیر معنی‌دار همه اثرات اصلی و ترکیب‌های تیماری دو جانبه و سه جانبه واقع شد (جدول 8). بالاترین وزن خشک ساقه‌چه به ترکیب گندم در حالت عدم کاربرد عصاره سورگوم و تلخه تعلق داشت و ترکیب گندم با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم در رتبه دوم قرار گرفت. ترکیب‌های گندم با کاربرد 5 درصد تلخه و چغندرقند در حالت عدم کاربرد عصاره سورگوم و تلخه در رتبه سوم واقع شدند. کمترین وزن خشک ساقه‌چه به علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس به‌ویژه با کاربرد 10 و 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه مربوط بود (جدول 11). مواد آللوشیمیایی رشد را از طریق تداخل در فرایندهای مهم فیزیولوژیک مثل تغییر ساختار دیواره سلولی، نفوذپذیری و عمل غشا، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها و تعادل‌های هورمون‌های گیاهی در هر دو اندام ریشه‌چه و ساقه‌چه مختل می‌سازد (35).

وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر نوع گیاه، عصاره، غلظت و ترکیب‌های تیماری گیاه با غلظت، گیاه با عصاره، گیاه با عصاره و غلظت واقع شد (جدول 8). بیشترین وزن خشک گیاهچه به ترکیب‌های گندم و چغندرقند در حالت عدم مصرف عصاره مشاهده شد و ترکیب‌های گندم با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم و چغندرقند با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. مشاهده می‌شود با افزایش غلظت، تأثیر بازدارندگی تلخه روی گیاهان زراعی بیشتر از عصاره سورگوم بوده است (جدول 12). ماکیاست و همکاران (17) نتیجه گرفتند که حضور ترکیبات آللوپاتیک در محیط رشد باعث بازدارندگی تنفس و میتوکندریایی و سنتز DNA می‌گردد. همین امر مانع تشکیل دوک‌های تقسیم و توقف تقسیم سلولی می گردد (6). کاهش وزن خشک گیاهچه را به کاهش جذب عناصر غذایی، آب و کاهش برگ‌های فتوسنتز کننده در نتیجه ترکیبات آللوکیمیکال نسبت دادند (9).

جدول 9- اثر متقابل نوع گیاه و غلظت بر وزن خشک ریشه‌چه (گرم)

Table 9- The interaction of plant and concentration on radicle dry weight (g)

گیاه Plant / غلظت Concentration	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
0	0.00012^{d}	0.00016^{d}	0.0007^{d}	0.0062^{a}
5	0.00011^{d}	0.00024^{d}	0.00018^{d}	0.0024^{b}
10	0.0001^{d}	0.00012^{d}	0.0001^{d}	0.0014^{c}
20	0.00009^{d}	0.0002^{d}	0.0001^{d}	0.0015^{c}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 10- اثر متقابل عصاره و گیاه بر وزن خشک ریشه‌چه (گرم)

Table 10- The interaction of extract and plant on radicle dry weight (g)

گیاهPlant / عصارهExtract	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگومSorghum	0.0001^{b}	0.0001^{b}	0.0002^{b}	0.0032^{a}
تلخهRussian knapweed	0.00008^{b}	0.0002^{b}	0.0003^{b}	0.0036^{a}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 11- اثر متقابل عصاره، غلظت و نوع گیاه بر وزن خشک ساقه‌چه (گرم

Table 11- The interaction of extract and concentration with plant on plumule dry weight (g)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	0.0003^{k}	0.0002^{jk}	0.0031^{c}	0.006^{a}
	5	0.0003^{jk}	0.00005^{k}	0.0022^{d}	0.0052^{b}
	10	0.0002^{k}	0.00004^{k}	0.0011^{fgh}	0.0034^{c}
	20	0.00014^{k}	0.00013^{k}	0.0011^{fgh}	0.00006^{hjkl}
تلخه Russian knapweed	0	0.0003^{jk}	0.00023^{jk}	0.0033^{c}	0.006^{a}
	5	0.0003^{jk}	0.00016^{k}	0.0015^{ef}	0.0036^{c}
	10	0.0001^{k}	0.0002^{k}	0.0014^{efg}	0.0008^{hjig}
	20	0.0001^{k}	0.00015^{k}	0.0019^{ed}	0.0005^{ikl}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 12- اثر متقابل عصاره، غلظت و نوع گیاه بر وزن خشک گیاهچه (گرم)

Table 12- The interaction of extract and concentration with plant on seedling dry weight (g)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	0.0005^{klj}	0.0003^{kl}	0.0037^{e}	0.0122^{a}
	5	0.0005^{klj}	$0.0001l^{l}$	0.0023^{fg}	0.0079^{b}
	10	0.0003^{kl}	$0.00008l^{l}$	0.0012^{ljk}	0.005^{dc}
	20	0.0002^{kl}	0.0004^{kl}	0.0012^{ljk}	0.0031^{ef}
تلخه Russian knapweed	0	0.0005^{klj}	0.0004^{kl}	0.0041^{de}	0.0127^{a}
	5	0.00047^{kl}	0.0011^{klj}	0.0017^{igh}	0.0057^{c}
	10	0.00026^{kl}	0.0004^{kl}	0.0015^{ijgh}	0.0022^{fgh}
	20	0.00025^{kl}	0.0002^{kl}	0.002^{igh}	0.0011^{jkl}

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

پیرزاد و همکاران (25) گزارش دادند که اثرات عصاره آبی مریم گلی[1] و درمنه[2] باعث کاهش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک علف هرز خرفه[3]نسبت به شاهد شده است. عصاره آبی سورگوم (سورگولون) باعث کنترل علف‌های هرز سلمه تره، خونی واش[4]، شاهتره[5] و ترشک[6] در مزارع گندم گردید. سورگولون به ترتیب باعث کاهش 47-15 و 49-19 درصد تراکم علف‌های هرز و وزن خشک شد (7).

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

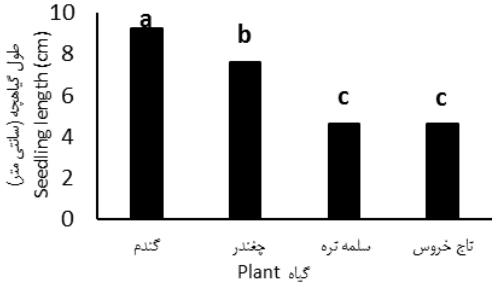
طول ریشه‌چه تحت تأثیر همه تیمارها به استثنای نوع عصاره قرار گرفت (جدول 8). بیشترین طول ریشه‌چه به علف هرز تاج خروس در حالت عدم کاربرد عصاره سورگوم تعلق داشت که تفاوت آن با ترکیب‌های تیماری سلمه‌تره و تاج‌خروس در حالت عدم کاربرد عصاره تلخه، سلمه‌تره و تاج خروس با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم، سلمه‌تره و تاج خروس با کاربرد 10 درصد عصاره سورگوم، سلمه‌تره و تاج خروس با کاربرد 5 درصد عصاره تلخه، چغندرقند با عدم کاربرد عصاره سورگوم و چغندرقند با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم معنی‌دار نبود. کمترین طول ریشه‌چه به گیاهان چغندرقند، گندم و تاج خروس با کاربرد 20 درصد عصاره تلخه مربوط بود. بطور میانگین طول ریشه‌چه علف‌هرز تاج خروس در تیمار شاهد از 3/35 به 0/9 سانتی‌متر در غلظت 20 درصد تلخه کاهش پیدا کرد این در حالی است که در تیمار با عصاره سورگوم این مقدار از 2/89 به 2/6 سانتی متر کاهش یافت. در میان گیاهان زراعی نیز طول ریشه‌چه چغندر بیشتر تحت تأثیر عصاره آبی تلخه قرار گرفت و طول آن از 2/76 به 0/5 سانتی متر کاهش یافت (جدول 13).

طول ساقه‌چه نیز تحت تأثیر همه تیمارها به استثنای ترکیب تیماری گیاه و غلظت عصاره قرار گرفت (جدول 8). بیشترین طول ساقه‌چه به تیمار گیاه زراعی گندم در حالت بدون کاربرد عصاره و با

1- *Salvia officinalis*
2- *White wormwood*
3- *Portulaca oleracea*
4- *Phalaris minor*
5- *Fumaria indica*
6- *Rumex dentatus*

کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم تعلق داشت و کمترین طول ساقه‌چه به علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج خروس با کاربرد 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه مربوط بود (جدول 14).

همچنین طول گیاهچه تحت تأثیر نوع گیاه، عصاره وغلظت و نوع گیاه قرار گرفت (جدول 8). بیشترین طول گیاهچه به گیاه زراعی گندم و بعد از آن به چغندرقند تعلق داشت و علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس از کمترین طول گیاهچه برخوردار بودند (شکل 2). با مقایسه میانگین ترکیب تیماری غلظت و عصاره (جدول 15) مشخص شد که در هر دو عصاره با افزایش غلظت، طول گیاهچه کاهش معنی‌داری پیدا کرد. به‌طوری‌که کمترین طول گیاهچه در غلظت 20 درصدی هر دو عصاره سورگوم و تلخه حاصل شد.



شکل 2- طول گیاهچه در گیاهان مختلف. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون است
Figure 2- The seedling length in different crops. Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 13- اثر متقابل عصاره، غلظت و نوع گیاه بر طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)
Table 13- The interaction of extract and concentration with plant on radicle length (cm)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	3.36 abcd	2.7kj	3.59 abc	3.13 defghi
	5	3.3abcde	2.46klm	3.25 abcdef	3.16 cdefhi
	10	2.83 fghijk	1.75n	3.24 abcdefg	3.13 eidhgf
	20	2.24lm	1.18o	2.83 efghij	2.7ikhj
تلخه Russian knapweed	0	3.35abcd	2.76ijk	3.66 a	3.3 abcde
	5	3.22bcdefg	2.82ghijk	3.54 abcd	3.3 abcd
	10	2.13mn	2.6jkl	3.6 ab	3.2 ebdhgcf
	20	0.9op	0.52p	2.6jkl	2.8 ikhgif

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است
Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 14- اثر متقابل عصاره، غلظت و نوع گیاه بر طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)
Table 14- The interaction of extract and concentration with plant on plumule length (cm)

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	3.56 fgh	4.41 def	6.64 cb	8.33 a
	5	3.16 igh	4.5 def	6.76 b	8.23 a
	10	1.43 klm	3.56 fgh	4.63 def	5.43 cd
	20	0.66 m	1.06 lm	1.96 ljk	4.33 fe
تلخه Russian knapweed	0	3.1 igh	3.56 fgh	6.13 cb	6.73 b
	5	2.2 hjk	1.56 jklm	3.96 fg	5.4 cde
	10	1.13 klm	1 lm	2.56 ijh	6.13 cb
	20	0.7 m	0.56 m	2.2 ijk	4.63 def

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است
Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 15- اثر متقابل نوع عصاره و غلظت بر طول گیاهچه (سانتی‌متر)

Table 15- The interaction of extract and concentration on seedling length (cm)

غلظت Concentration / عصاره Extract	0	5	10	20
Sorghum سورگوم	8.9[a]	8.71[ab]	6.5[c]	4.28[e]
Russian knapweed تلخه	8.15[a]	6.51[c]	5.52[d]	3.73[e]

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون LSD است

Different letters indicate significant difference at the 5% according to LSD test

جدول 16- شاخص تحمل گیاه در ترکیب تیماری عصاره، غلظت و نوع گیاه

Table 16- The weed tolerance index in treatment combination of plant, extract and concentration

عصاره Extract	غلظت (درصد) Concentration (%)	تاج خروس Redroot pigweed	سلمه تره Common lambsquarteres	چغندرقند Sugar beet	گندم Wheat
سورگوم Sorghum	0	1	1	1	1
	5	0.54	0.011	0.31	0.59
	10	0.001	0.005	0.033	0.096
	20	0.001	0.002	0.037	0.033
تلخه Russian knapw	0	1	1	1	1
	5	0.36	0.028	0.19	0.54
	10	0.005	0.023	0.024	0.15
	20	0.023	0.011	0.009	0.22

هان و همکاران (13) بیان داشتند که درصد بازدارندگی با غلظت عصاره رابطه مستقیم دارد. همچنین با توجه به جدول 15 مشاهده می‌شود اثر بازدارندگی عصاره تلخه بیشتر از عصاره سورگوم بوده است. چون و همکاران (8) بیان داشتند مواد آللوپاتیک با شباهت به هورمون‌های گیاهی رشد ریشه‌ها را با کاستن از ریشه‌های مویینه باعث کاهش جذب آب و در نتیجه منجر به کاهش طول گیاهچه می‌گردند. عصاره الکلی و محلول در آب علف هرز خرفه[1]باعث مهار جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان کاهو[2]و اندیو[3]گردید که عامل این دگرآسیبی به نوع عصاره و غلظت آن بستگی دارد (34). مواد بازدارنده موجود در عصاره آبی از طریق تحت تأثیر قرار دادن مکانیسم‌های مانند تقسیم سلولی، ممانعت از عمل هورمون‌های اسید جیبرلیک و ایندول اسید استیک و عدم جذب عناصر ماکرو و میکرو، از رشد ریشه‌چه جلوگیری و مانع از طویل شدن آن می‌شود (38). همچنین کاتو و ماکیس (19) مشاهده نمودند که کاهش شدید فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز تحت تأثیر مواد آللوپاتیک باعث کاهش شدید جوانه زنی و رشد گیاهچه یولاف وحشی، چچم، گندم و کاهو می‌گردد.

شاخص تحمل

میانگین شاخص تحمل گیاه در جدول 16 نشان می‌دهد که با افزایش غلظت عصاره، میزان حساسیت گیاهان مختلف به عصاره آبی سورگوم و تلخه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین حساسیت در گیاه تاج خروس و بعد از آن در گیاه سلمه‌تره با کاربرد 10 و 20 درصد عصاره سورگوم مشاهده شد. کمترین حساسیت هم در گندم، تاج خروس و چغندرقند با کاربرد 5 درصد عصاره سورگوم و تلخه بدست آمد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود در همه غلظت‌های عصاره حاصل از سورگوم و تلخه، حساسیت گندم نسبت به چغندرقند کمتر است. استورم و همکاران (35) حساسیت بیشتر به فیتوتوکسین‌ها را به اندازه بذر نسبت دادند. دامنه شاخص WTI از صفر تا یک می‌باشد. پایین بودن این شاخص بیانگر حساسیت بیشتر به تنش‌های زیستی و غیر زیستی است و عدد یک به معنی مقاومت بالا به عصاره آبی حاصل از گیاهان آللوپاتیک می‌باشد (35).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد عصاره تلخه و سورگوم بر جوانه‌زنی علف‌های هرز اثر بازدارندگی معنی‌داری داشتند. به‌طوری‌که تاج‌خروس و سلمه‌تره در غلظت 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه به‌ترتیب 10/5 و 7 درصد

1- *Portulaca oleracea*
2- *Lactuca sativa*
3- *Cichorium endivia*

جوانه‌زنی را نشان دادند. میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاربرد عصاره سورگوم کمتر از عصاره تلخه بود که بیانگر اثر بازدارندگی قوی‌تر عصاره سورگوم می‌باشد. همچنین کاهش شاخص قدرت گیاهچه در تمامی غلظت‌های سورگوم بیشتر از تلخه بوده است. به طوری‌که، کمترین شاخص قدرت گیاهچه در گیاهان سلمه تره و تاج خروس با غلظت 20 درصد تلخه و سورگوم مشاهده شد. کمترین مقدار تغییر شاخص قدرت گیاهچه به گیاه زراعی گندم با کاربرد عصاره تلخه و چغندرقند با کاربرد عصاره سورگوم تعلق داشت. علاوه بر این، کمترین وزن خشک ساقه‌چه به علف‌های هرز سلمه تره و تاج خروس به‌ویژه با کاربرد 10 و 20 درصد عصاره سورگوم و تلخه مربوط بود. همچنین با افزایش غلظت عصاره، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز به‌ترتیب روند افزایشی و کاهشی نشان دادند. شاخص تحمل گیاهان نشان داد، بیشترین حساسیت در گیاهان تاج خروس و سلمه‌تره و با کاربرد 10 و 20 درصد عصاره آبی سورگوم حاصل شد و کمترین حساسیت هم به گندم و بعد از آن چغندرقند مشاهده شد.

منابع

1- Abdul-Baki A.A., and Anderson J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633.

2- Alford E.R., Perry L.G., Qin B.O., Vivanco J.M., and Paschke M.V. 2007. Aputative allolopathic agent of Russian knapweed occurs in invaded soild. Soil Biology and Biochemistry, 39: 1812-1815.

3- Algandaby M.M., and El-Darier S.M. 2016. Management of the noxious weed; *Medicago polymorpha* L. via allelopathy of some medicinal plants from Taif region, Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences. Accepted 8 February 2016, Available online 12 February 2016.

4- Alsaadawi1 I.S., Al-Khateeb T.A., Hadwan H.A., and Lahmood N.R. 2015. A chemical basis for differential allelopathic potential of root exudates of *Sorghum bicolor* L. (Moench) cultivars on companion weeds. Journal of Allelochemical interactions, 1 (1): 49-55.

5- Amini S., Azizi M., and Joharchi M.R. 2014. Determination of allelopathic potential in some medicinal and wild plant species of Iran by dish pack method. Theoretical and Experimental Plant Physiology, 26 (2):189-199.

6- Azirak S., and Karaman S. 2008. Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. Acta Agriculturae Scandinavica, 58: 88-92.

7- Batish D.R., Singh H.P., Kohli R.K., Saxena D.B., and Kaur S. 2002. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. Environmental and Experimental Botany, 47:149–155.

8- 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 (3): 309-317.

9- El-Khatib A.A., Hegazy A.K., and Gala H.K. 2004. Does allelopathy have a role in the ecology of *Chenopodium murale*? Annales Botanici Fennici, 41:37-45.

10- Farhoudi R., and Lee D. 2013 Allelopatic Effects of Barley Extract (*Hordeum vulgare*) on sucrose synthase activity, lipid peroxidation and antioxidant enzymatic activities of *hordeum spontoneum* and *avena ludoviciana*. Proceedings of the National Academy of Science, 83:447–452.

11- Fateh E., Sohrabi S.S., and Gerami F. 2012. Evaluation of the allelopathic effect of bindweed (*Convolvulus arvensis L.*) on germination and seedling growth of millet and basil. Advances in Environmental Biology, 6(3): 940-950.

12- Gharanjic A., Gholamalipour Alamdari E., Biabani A., and Haghighi Haghighi A. 2014. Evaluating the allelopathic potential of (*Polygonum convolvulus* L.) on wheat (*Triticum aestivum* L.). Applied Research of Plant Ecophysiology, 1 (1): 83-95. (In Persian with English abstract)

13- Han C.M., Pan K.W., Wu N., Wang J.C., and Li W. 2008. Allelopathic effect of ginger on seed germination and seedling growth of soybean and chive. Scientia Horticulturae, 116: 330-336.

14- Hartman H., Kester D., and Davis F. 1990. Plant propagation, principle and practices. Prentice Hall Imitational Edition, 647Pp.

15- Jabran k., Mahajan G., Sardana V., and Chauhan B.S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection, 72: 57-65.

16- Kang G.Q., Wan F.H., Liu X., and Guo L. 2008 Influence of two allelochemicals from Ageratina adenophora Sprengel on ABA, IAA and ZR contents in roots of upland rice seedlings. Allelopathy Journal, 21: 253-262.

17- Kato-Noguchi H., and Macias F.A. 2008. Inhibition of germination and α-amylase induction by 6-methoxy-2-benzoxazolinone in twelve plant species. Biologia Plantarum, 52 (2): 351-354.

18- Khaliq A., Matloob A., Mahmood S., and Wahid A. 2013. Seed pre-treatments help improve maize performance under sorghum allopathic stress. Journal of Crop Improvement, 27(5): 586-605.

19- Macias F.A., Molinill R.M., Varela J.C.G., and Galindo J. 2007. Allelopathy a natural alternative for weed control**.** Pest Management Science. 63:327-348.

20- Mandel M.S.H., Masum S.M., Ali M.H., Haque M.N., and Mahto A.K. 2012. Influence of *parthenium hysterophorus*, *chromolaena odorata* and PRH on seed germination and seedling growth of maize, soybean and

cotton. Bangladesh Journal of Weed Science, 3 (1&2): 83-90.
21- Mojab M., and Mahmoodi S. 2007. Allelopathic effects of shoot and root water extracts of Hoary cress (*Cardaria draba*) on germination characteristic and seedling growth of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Electronic Journal of Crop Production, 1(4):65-78. (In Persian with English abstract).
22- Naderi R., Yazdani A., Emam Y., and Bijanzadeh E. 2015. Allelopathic effects of medicinal plant madder (*Rubia tinctorum*) on germination characteristics and seedling growth of sorghum (*Sorghum bicolor*), corn (*Zea mays*), field bindweed (*Convolvolus arvense*) and Johnsongrass (*Sorghum halepense*). Plant Protection Journal, 6 (4): 395-407.
23- Oracz K., Bailly C., Gniazdowska A., Côme D., Corbineau D., and Bogatek R. 2007 Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemistry Ecology, 33:251–264.
24- Peerzada A.M., Haider A., Singh H., and Chauhan B. 2016. Weed management in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) using crop competition. Crop Protection, 1-7.
25- Pirzad A., Ghasemian V., Darvishzahed R., Sedghi M., Hassani A., and Onofri A. 2010. Allelopathy of sage and white wormwood on purslane germination and seedling growth. Notulae Scientia Biologicae 2(3):91-95.
26- Porheidar Ghafarbi S., Eslami S.V., Hassannejad S., Alizade H., and Zamani G. 2012. Allelopathic effects of rye (*Secale cereal* L.) on corn (*Zea maize* L.) and some of its important weeds. Journal of sustainable Agriculture and Production science, 1: 149-163. (In Persian with English abstract).
27- Qian H.X.X., Chen W., Jiang H., Yuanxiang J.Y., Weiping L.W., and Fu Z .2009. Allelochemical stress causes oxidative damage and inhibition of photosynthesis in Chlorella vulgaris. Chemosphere, 75(3): 368-375.
28- Quintana N., Weir T.L., Du J., Brockling C.D., Rieder J.P., Stermitz F.R., Pasckke M.W., and Vivanco J.M., 2008. Phytotoxic polyacetylenes from roots of Russian Knapweed (*Acroptilone repens* L.). Phytochemistry, 69: 2572–2578.
29- Rasam G.H., Torabi B., Garossi F., and Badri A. 2015. Allolopathic effect of ziziphora (*Ziziphora clinopodioidis* Lam) on germination and seedling growth of wheat cultivars. Journal of Seed Science and Technology, 5 (14): 68-77. (In Persian with English abstract).
30- Rojas E.G., Silva M.P.O., Magenta M.A.G., and Thoma W. 2012. Investigation of phenolic compounds with allelopathic potential in leaves of a tree invader of restinga (*Terminalia catappa* L.). Unisanta Biology Science, 1(2): 60-64.
31- Roohi A., Tajbakhsh M., Saeidi M.R., and Nikzad P. 2009. Study the allelopathic effects of walnut (*Juglans regia*) water leaf extract on germination charactristics of wheat (*Triticum astivum*), onion (*Allium cepa* L.) and Lactuca (*Lactuca sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 7(2): 457-464. (In Persian with English abstract).
32- Safari H., Tavili A., and Saberi M. 2010. Allelopathic effects of *Thymus kotschyanus* on seed germination and initial growth of *Bromus tomentellus* and *Trifolium repens*. Frontiers of agriculture in china, 4(4): 475–480.
33- Shang Z.H., and Xu S.G. 2012. Allelopathic testing of *pedicularis kansuensis* (Scrophulariaceae) on seed germination and seedling growth of two native grasses in the Tibetan plateau. International Journal of Experimental Botany, 81: 75-79.
34- Shehata H.F. 2014. Allelopathic potential of *Portulaca oleracea* L. seed extracts on germination and seedling growth of *Cichorium endivia L., Lactua sativa L., Echinochloa crus-galli L.*, and *Brassica tournefortii Gouan*. Journal of Experimental Biology, 2(4): 388-396.
35- Sturm D.J., Kunz C., and Grehards R. 2016. Inhibitory effects of cover mulch on germination and growth of *Stellaria media (L.) Vill. Chenopodium album L*. and *Matricaria chamomilla L*. Crop Protection, 90: 121-130.
36- 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.
37- Tigre R.C., Silva N.H., Santos M.G., Honda N.K., falcao E.P.S., and Pereira EC. 2012. Allelopathic and bioherbicidal potential of *cladonia verticillaris* on the germination and growth of *lactuca sativa*. Ecotoxicology and Environmental safety, 84: 125 – 132.
38- Yang C.M., Chang F., Li S.J., and Chou C.H. 2004. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: II. Stimulation of consumption-orientation. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 45: 119-125.
39- Yang G., Wan F., Liu W., and Guo J. 2008. Influence of two allelochemicals from *Ageratina adenophora* (Spreng) on ABA, IAA and ZR contents in roots of upland rice seedlings. Allelopathy Journal, 21 (2): 253-262.
40- Wiese A.M., and Binning L.K., 1987. Calculating the threshold temperature of dormancy in seed of *Osmorhiza claytonii* L. American Journal of Botany, 78: 588-593.