علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۲ (۱۹ - ۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.7605

بررسی تأثیر عصاره آبی سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) و یولاف (*Avena sativa* L.) بر جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)

فاطمه احمدنیا[۱]، علی عبادی*[۲]، مسعود هاشمی[۳]، اکبر قویدل[۴] و محمدتقی آل‌ابراهیم[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۲

چکیده

آللوپاتی یکی از روش‌های زیست‌سازگار به منظور کاهش جوانه‌زنی و جلوگیری از استقرار علف‌های‌هرز است. به منظور بررسی تأثیر عصاره سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) و یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) بر جوانه‌زنی خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) آزمایشی در سال ۱۴۰۰ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره و غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد آن‌ها بود. نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی بذر خردل وحشی تحت تأثیر برهمکنش نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها قرار گرفت. کمترین درصد جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی مانند طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره‌ها حاصل شد. همچنین نتایج نشان داد عصاره سان‌همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی بازدارندگی بیشتری در درصد جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی بذر خردل وحشی داشت. از نتایج چنین استنباط می‌گردد که با افزایش غلظت عصاره‌ها، بازدارندگی جوانه‌زنی و قدرت استقرار خردل وحشی در شرایط آزمایشگاهی کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: آللوپاتی، ریشه‌چه، شاخص‌های جوانه‌زنی، عصاره، گیاهچه

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. F.ahmadnia@uma.ac.ir

۲- استاد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. Ebadi@uma.ac.ir

۳- استاد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی استاک بریج، دانشگاه ماساچوست، ماساچوست، آمریکا. masoud@umass.edu

۴- دانشیار بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. Ghavidel@uma.ac.ir

۵- استاد علوم علف‌های‌هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. m.t.alebrahim@gmail.com

*نویسنده مسئول: Ebadi@uma.ac.ir

مقدمه

خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) علف‌هرزی پهن-برگ، یکساله و متعلق به خانواده (*Brassicaceae*) می-باشد، که به طور گسترده‌ای در سرتاسر جهان به دلیل قدرت رقابتی بالا برای جذب منابع، قابلیت تکثیر بالا و ایجاد بانک بذر ماندگار، گسترش یافته است (Gherekhloo *et al*., 2018). ارتفاع بوته خردل وحشی می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی از چند سانتی‌متر تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر باشد (Zargar *et al*., 2021). پیکربندی گل خردل وحشی با خوشه‌های زرد رنگ، شاخه‌های بلند و غلاف‌های سیلکی شکل که هر کدام چهار تا هشت بذر کروی دارند، مشخص می‌شود (Luzuriaga *et al*., 2005). میزان گلدهی از چند گل تا چندصد گل (۵۰۰-۴۰۰ گل) در هر بوته منفرد، متغیر است (Zargar *et al*., 2021). علف‌هرز خردل وحشی یکی از بزرگترین مشکلات مزارع گندم و کلزا می‌باشد (Zargar *et al*., 2021; Ntoanidou *et al*., 2020). اگرچه پراکنش این گونه هرز وابسته به زمان ظهور و توانایی رقابتی آن با سایر علف‌های‌هرز است، اما غالباً در رقابت با غلات تحت تأثیر رقم و تراکم محصول قرار می‌گیرد (Didon *et al*., 2003; Dhima *et al*., 2005). آثار سوئی مانند کاهش کیفیت روغن کلزا و کاهش ۲۶ و ۲۷ درصدی عملکرد گندم و تریتیکاله ناشی از حضور علف‌هرز خردل وحشی گزارش شده است (Dhima *et al*., 2005; Ntoanidou *et al*., 2020). افزایش سطح اسید لینولئیک و اسید اروسیک توسط علف‌هرز خردل وحشی می‌تواند موجب کاهش کیفیت روغن کلزا شود (Ntoanidou *et al*., 2020). کنترل علف‌هرز خردل وحشی عمدتاً با استفاده از اکسین‌های مصنوعی و علف‌کش‌های مهارکننده فعالیت آنزیم استولاکتات سنتاز[1] (ALS, EC 2.2.1.6) می‌باشد که منجر به تولید آمینو اسیدهای شاخه‌دار لوسین[2]، ایزولوسین[3] و والین[4] می‌گردد (Khaledi *et al*., 2019). اگرچه کاربرد نهاده‌های شیمیایی یکی از مؤثرترین روش-های کنترل علف‌هرز خردل وحشی است، اما استفاده بیش از حد و نادرست علفکش‌های شیمیایی باعث ایجاد پیامدهای منفی از جمله بروز مقاومت و تجمع بقایای علفکش‌ها در خاک، آب، اتمسفر و محصولات کشاورزی می‌شود (Bhadoria *et al*., 2011). در سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی استفاده از خاصیت آللوپاتی برخی از گیاهان به منظور کنترل علف‌های‌هرز به عنوان یکی از روش‌های زیست‌سازگار مطرح است (Sharma and Satsangi, 2013). آللوپاتی بیانگر اثرات مضر و مفید، مستقیم و غیرمستقیم یک گونه (اهداکننده) بر رشد و نمو گونه دیگر (گیرنده) از طریق ترشح ترکیبات آللوشیمیایی در محیط است (Rice, 1984). آللوشیمیایی‌ها مولکول‌های زیستی یا متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که طی فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف توسط گیاهان تولید می‌شوند و در فعل و انفعالات گیاه-گیاه، گیاه-خاک، پاتوژن-گیاه و گیاه-حشره نقش دارند (Sharma and Satsangi, 2013; Alebrahim *et al*., 2018). ترکیبات آللوپاتیک غیرمغذی هستند و در هر قسمتی از گیاه (برگ، ساقه، ریشه، گل و بذر مواد گیاهی زنده یا در حال تجزیه) یافت می‌شوند و می‌توانند به صورت شیرابه، ترشحات ریشه، مواد فرار و مواد در حال تجزیه در محیط آزاد شوند (Qasem, 2012; Bonanomi *et al*., 2016). ترکیبات آللوشیمیایی می-توانند با داشتن اثرات متعدد بر فتوسنتز، تنفس، تقسیم سلولی، سنتز رنگدانه، سنتز پروتئین، تولید هورمون‌های گیاهی، نفوذپذیری غشاء، تثبیت نیتروژن، جوانه‌زنی دانه-های گرده و چندین فعالیت آنزیمی بر رشد و نمو گیاهان تأثیرگذار باشند (Nivas *et al*., 2017). آن‌ها ممکن است باعث نکروز ریشه، کاهش جوانه‌زنی، پیچ خوردگی محور ریشه، تغییر رنگ، کاهش تجمع وزن و کاهش ظرفیت تولید مثل شوند (Mukondwa *et al*., 2019). اثرات آللوپاتیک بین گیاهان در مجموعه وسیعی از فعل و انفعالات در اکوسیستم‌های زراعی وجود دارد و انواع آللوپاتی اساساً با توجه به رابطه بین گونه‌های گیاهی درگیر محصول زراعی-محصول زراعی، محصول زراعی- علف‌هرز، علف‌هرز- علف-هرز و درخت - محصول زراعی طبقه بندی می‌شوند (Signh *et al*., 2012).

سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) یک گیاه سه‌کربنه، گرمسیری، مقاوم به شرایط سخت و از خانواده Fabaceae است (Kamireddy *et al*., 2013). این گیاه پتانسیل بالایی در سرکوب فیزیکی علف‌های‌هرز دارد (Cho *et al*., 2015). همچنین براساس مطالعات انجام یافته برگ‌های گیاه سان‌همپ حاوی اسیدآمینه غیرپروتئینی

[1]Acetolactate synthase
[2]Leucin
[3]Isoleucine
[4]Valine

فیتوتوکسیک هیدروکسی نورلوسین[1] است (Javaid *et al*., 2012) که می‌تواند موجب سرکوب علف‌های‌هرز شود. آمینو اسید دیگری نیز با نام ۲-آمینو-۵- هیدروکسی هگزانوئیک[2] در بذر سان‌همپ وجود دارد (Morris *et al*., 2015). ریشه، ساقه، و بذر سان‌همپ حاوی چندین آلکالوئید دهیدروپیرولیزیدین[3] می‌باشند (Colegate *et al*., 2012). آلکالوئیدهای دهیدروپیرولیزیدین اصلی شناسایی شده در سان‌همپ شامل جونسئین[4]، تریکودزمین[5]، ایزوهمی جونسئین‌های[6] A، B، C و استیلیزوهمی جونسئین[7] I و II هستند (Colegate *et al*., 2012). بیان شده است که ریدلین[8]، سنکونین[9] و سنسیفیلین[10] برخی دیگر از آلکالوئیدهای موجود در سان-همپ هستند که می‌تواند در سرکوب آللوپاتیک علف‌های هرز مؤثر باشند (Morris *et al*., 2015).

یولاف (*Avena sativa* L.) گیاهی علفی، دو ساله و متعلق به خانواده Poaceae می‌باشد (Kim *et al*., 2021). اهمّیت تغذیه‌ای و دارویی یولاف زراعی موجب کشت گسترده آن در جهان شده است (Mahmoud *et al*., 2022). یولاف حاوی ترکیبات شیمیایی فراوانی است که عملکردهای متفاوتی دارند (Martín-Diana *et al*., 2021). برخی از این ترکیبات شامل فلاون-کلیکوزیدهای[11] مانند O-متیل-آپژنین-C-هگزوساید-O- دی-هگزوسیدین[12]، آلکالوئید ایندول-گرامین[13] (آپژنین-C-هگزوساید-O-پنتوساید[14] و لوتیلن-C-هگزوساید-O-پنتوساید[15]) و فلاونولیگنان‌ها[16]، تری‌ترپنوئیدها[17]، اسید فرولیک[18]، فنولیک‌ها[19]، ساپونین‌ها[20] و استرول‌ها[21] است (Kaur *et al*., 2016). برخی از این ترکیبات آللوشیمیایی رشد گیاه را بهبود و برخی از آنها اثرات بازدارندگی دارند (Mahmoud *et al*., 2022). این ترکیبات به عنوان علفکش، حشره‌کش و تنظیم‌کننده رشد استفاده می‌شوند (Putnam *et al*., 1986). گزارش شده است که عصاره متانولی یولاف دارای اثرات ضد میکروبی است (Al-Amiery *et al*., 2010). با این حال، موثرترین ترکیب در آللوپاتی یولاف، ترکیبات فنلی است (Pérez *et al*., 1991). ترکیبات فنلی یکی از مهمترین دلایل تغییر نفوذپذیری غشاء و جلوگیری از انتقال انرژی برای انجام بسیاری از فرآیندهای ضروری در بذر از جمله جوانه‌زنی است (Yang *et al*., 2002). دی- برتولدی و همکاران (De-Bertoldi *et al*., 2009) گزارش کردند که فیتوتوکسین‌های موجود در عصاره‌های متانول-آب، n-بوتانول و فلاونوئیدی یولاف زراعی موجب کاهش جوانه‌زنی بذر کاهو (*Lactuca sativa* L.) می‌شوند. در مطالعات بسیار دیگری به پتانسیل آللوپاتیک بالای یولاف زراعی ناشی از ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی اشاره شده است (Baghestani *et al*., 1999; Chon and Kim 2004; Hura *et al*., 2006).

با توجه به استفاده روزافزون نهاده‌هایی شیمیایی به منظور کنترل علف‌های‌هرز از جمله علف‌هرز خردل وحشی و پیامدهای زیست‌محیطی حاصل از نهاده‌ها، توجه به رویکردهایی همگام با محیط زیست در جهت کنترل پایدار و مؤثر علف‌های‌هرز ضروری است. در این راستا بررسی خاصیت آللوپاتیک عصاره آبی سان‌همپ و یولاف زراعی به عنوان دو گیاه آللوپاتیک با هدف کنترل و یا کاهش جوانه-زنی علف‌هرز خردل وحشی و مؤلفه‌های رشدی وابسته به آن در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

نوع طرح و تیمارهای آزمایش

آزمایش درسال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه علوم علف‌های‌هرز گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و

[1]Hydroxynorleucine as a phytotoxic non-protein amino acid
[2]2-amino-5-hydroxyhexanoic acid
[3]Dehydropyrrolizidine
[4]Junceine
[5]Trichodesmine
[6]Isohemijunceines
[7]Acetylisohemijunceines
[8]Riddelline
[9]Senecionine
[10]Senecionine
[11]Flavone-Cglycosides
[12]O-methyl- apigenin-C-hexoside-O-deoxyhexosidean
[13]Indole alkaloid-gramine
[14]Apigenin - C - hexoside-Opentoside
[15]Luteolin-C-hexoside-O-pentoside
[16]Flavonolignans
[17]Triterpenoid
[18]Ferulic acid
[19]Phenolics
[20]Saponins
[21]Sterols

منابع طبیعی و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع عصاره و غلظت‌های صفر (شاهد آب مقطر)، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد بود. نوع عصاره شامل عصاره آبی گیاه سان‌همپ (*Crotalaria juncea*) و عصاره آبی گیاه یولاف زراعی (*Avena sativa* L.) بود.

ویژگی‌های بذر سان‌همپ: بذر سان‌همپ کلیوی شکل با سطحی صاف به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه می‌باشد. بذرها دارای یک پوشش بذر و یک جنین متشکل از ساقه‌چه، هیپوکوتیل و ریشه‌چه بوده و دو لپه می‌باشند (شکل ۱). طول بذر سان‌همپ شش میلی‌متر بوده و تعداد دانه آن در یک کیلوگرم متغیر (۳۵۰۰۰-۱۸۰۰۰ عدد) است (Duke, 1983). جوانه‌زنی بذر سان‌همپ به‌صورت برون‌خاکی[1] است (Silva *et al*., 2012). نگهداری بذر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای مدت زمان طولانی امکان‌پذیر است و توصیه حداقل درصد جوانه‌زنی برای بذر سان‌همپ ۶۰ درصد گزارش شده است (Silva *et al*., 2012).

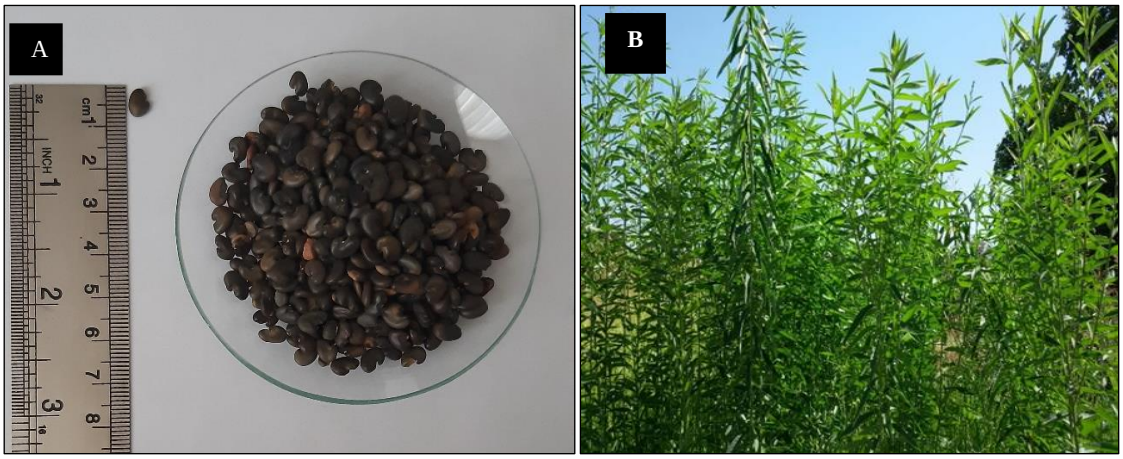
زیست‌توده گیاهی: به‌منظور تهیه زیست‌توده گیاه سان-همپ، بذر سان‌همپ با نام تجاری Global Sunn brand Sunn hemp (*crotalaria Juncea*) از ایالات متحده امریکا، ماساچوست، امهرست تهیه شد. بذر سان‌همپ پس از اختلاط با باکتری همزیست *Bradyrhizobium* spp با فواصل بین ردیف ۳۸ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در بهار ۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مغان دانشگاه محقق اردبیلی کشت شد (Ahmadnia *et al*., 2020). با گذشت ۱۰۰ روز از تاریخ کاشت و پیش از گلدهی اقدام به جمع‌آوری زیست‌توده گیاه سان‌همپ گردید. برگ‌های گیاه سان‌همپ به مدت ۷۲ ساعت تا حصول وزن ثابت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس در آون خشک شد (Skinner *et al*., 2012). همچنین بذر یولاف زراعی از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذور یولاف زراعی با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی کشت شد (Ahmadnia *et al*., 2021). با گذشت ۵۰ روز از تاریخ کاشت اقدام به جمع‌آوری زیست‌توده یولاف زراعی شد. اندام هوایی یولاف زراعی در دمای ۳۷ درجه سلسیوس در آون آزمایشگاهی خشک شد (EL-burai et al. 2020). سپس نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب مدل Romania, type 3M~پودر شد و تا زمان تهیه عصاره در یخچال منفی ۷۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. شرایط اقلیمی (دمای حداقل، حداکثر و میزان بارش) مزرعه آزمایشی در شکل-های ۲ ارائه شده است.

عصاره‌های گیاهی: به منظور تهیه عصاره آبی گیاه سان-همپ و یولاف زراعی از روش خیساندن[2] استفاده شد (Trusheva *et al*., 2007). در این روش پودر گیاه سان-همپ و یولاف زراعی براساس غلظت‌های آزمایشی با آب مقطر مخلوط شد. به منظور تهیه غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به‌ترتیب ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم پودر گیاه سان‌همپ و یولاف زراعی به یک لیتر آب مقطر (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) اضافه شد. محلول‌های حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بر روی شیکر مدل FSA, AC220V, 50/60HZ (IRAN) قرار گرفت. پس از گذشت زمان، محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف گردید. سپس به مدت ۱۵ دقیقه با ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و محلول شفاف رویی جدا و تا زمان انجام آزمون‌های زیست‌سنجی در یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد.

آزمون‌های زیست‌سنجی: بذر علف‌هرز خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis* L.) از مزارع کشاورزی مرکز تحقیقات مغان در شهرستان پارس‌آباد، استان اردبیل با موقعیت جغرافیایی ′۳۱ °۳۹ شمالی و ′ ۴۶ °۴۷ شرقی جمع‌آوری شد. قبل از انجام آزمایش، قوه‌نامیه بذر علف‌هرز خردل وحشی مورد بررسی قرار گرفت. شکست خواب با استفاده از جیبرلیک اسید در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲۴ ساعت نگهداری در تاریکی انجام شد (Nabati Souha *et al*., 2021). به منظور سنجش تأثیر هریک از غلظت‌های مختلف عصاره آبی سان‌همپ و یولاف زراعی تعداد ۲۰ عدد بذر از علف‌هرز پس از استریلیزه شدن سطحی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد، به‌صورت تصادفی در پتری دیش‌های به قطر ۹ سانتی‌متر

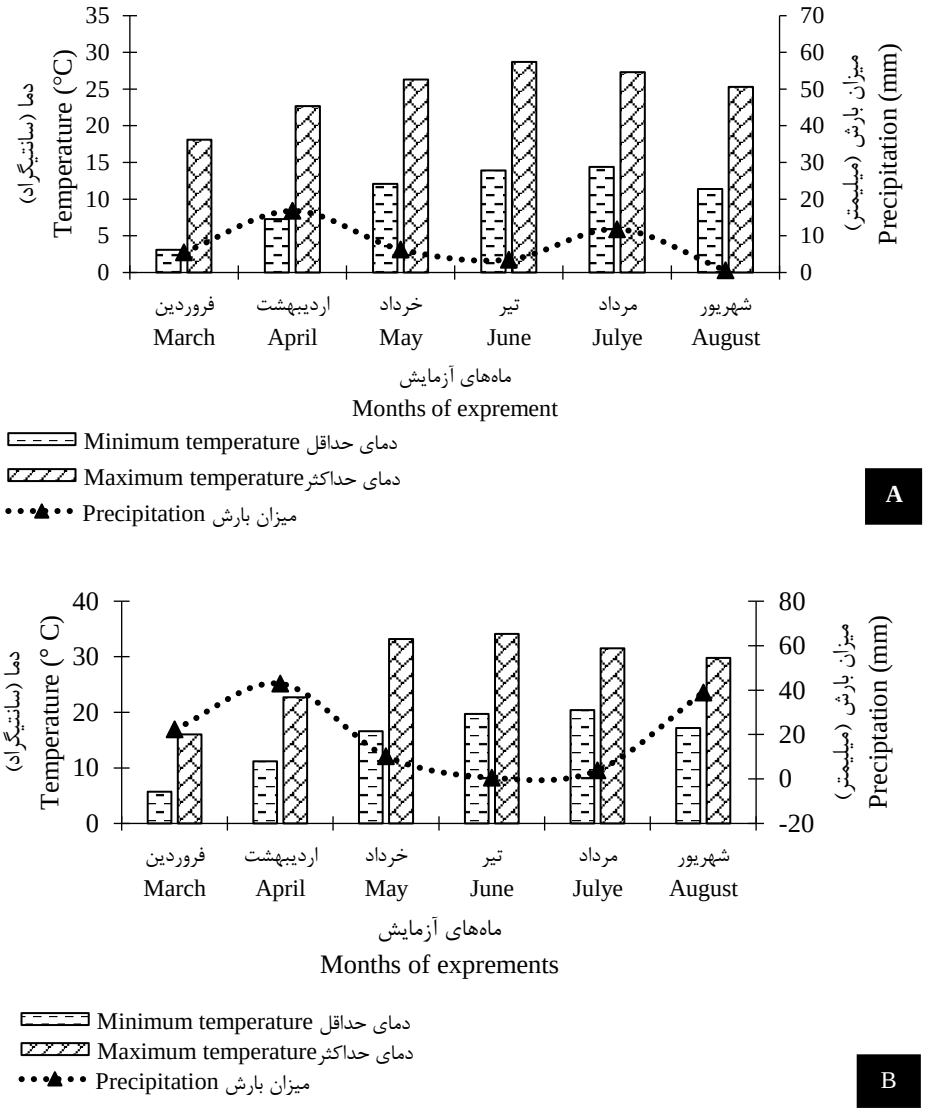
[1] Epigeal

[2] Maceration



شکل ۱- بذر سان‌همپ (A) و زیست‌توده گیاهی سان‌همپ (B)

Figure 1. Sunhemp seeds (A) and Sunn hemp plant biomass (B)



شکل ۲- تغییرات دمایی و میزان بارش در طول دوره رشد گیاه یولاف زراعی (A) و سان‌همپ (B)

Figure 2. Variation in temperature and precipitation during the growth period of oats (A) and Sunn hemps (B)

جدول ۱- آزمون‌های زیست سنجی بذر خردل وحشی تحت تأثیر عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی

Table 1. Bioassay tests of wild mustard seeds under the influence of Sunn hemp and Oats extracts

صفات مورد بررسی Traits under investigation	معادلات Equation	منابع Reference
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	$GP=\frac{S}{T}\times 100$	Scott et al. 1984
سرعت جوانه‌زنی Germination speed	$GS=\sum\frac{n}{t}$	Maguire, 1962; Burnett et al. 2005
سرعت جوانه‌زنی روزانه Daily germination speed	$DGR=\frac{1}{MDG}$	Maguire, 1962
ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of velocity of germination	$CVG=\frac{\sum Gt}{\sum GT\times Tt}$	Baiyeri et al. 2011
میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	$MGT=\frac{\sum(nd)}{\sum n}$	Ellis, 1992
میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	$MDG=\frac{FGP}{D}$	Hunter et al. 1984
شاخص بنیه بذر Seed vigor index	$VI=(S_l+R_l)\times GP/100$	Abdul-Baki and Anderson, 1973
درصد کاهش Percentage reduction	$PR=\frac{(x-y)}{x}\times 100$	-

در این روابط GP بیانگر درصد جوانه‌زنی، S بیانگر تعداد بذور جوانه‌زده، T بیانگر تعداد کل بذور نمونه، GS بیانگر سرعت جوانه‌زنی، n بیانگر تعداد بذر جوانه زده در زمان t، t بیانگر تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، DGR بیانگر سرعت جوانه‌زنی، MDG بیانگر میانگین جوانه‌زنی روزانه، CVG بیانگر ضریب سرعت جوانه‌زنی، Gt بیانگر تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز t ام و Ttبیانگر زمان متناظر برای Gt در روزها، MGT بیانگر میانگین زمان جوانه‌زنی، ∑(nd) بیانگر تعداد بذر جوانه‌زده در d روز، d بیانگر تعداد روز،MDG بیانگر میانگین جوانه‌زنی روزانه، FGP بیانگر درصد جوانه‌زنی نهایی، D بیانگر طول دوره‌ی آزمون جوانه‌زنی، VIبیانگر بنیه گیاهچه، R_l بیانگر طول ریشه‌چه بر حسب میلی‌متر، S_l بیانگر طول ساقه‌چه بر حسب میلی‌متر و SL بیانگر طول گیاهچه، PR بیانگر درصد کاهش صفات مورد بررسی، X بیانگر نتایج در تیمار شاهد، Y بیانگر نتایج صفت مورد نظر در تیمار عصاره‌های گیاهی می‌باشد.

قرار داده شد. به هریک از پتری‌دیش‌ها ۱۰ سی‌سی عصاره گیاهی و برای تیمار شاهد آب مقطر اضافه شد. پس از آن ظروف پتری‌دیش در پاکت‌های پلاستیکی شفاف قرار داده شد و به منظور جوانه‌زنی به ژرمیناتور با رطوبت نسبی ۷۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل شد (Alebrahim *et al*., 2011; Alebrahim *et al*., 2015). شمارش بذور به مدت ۱۴ روز، روزانه در ساعت مشخص انجام شد. بذوری با طول ریشه‌چه دو میلی‌متر به عنوان بذور جوانه‌زده در نظر گرفته شد (Perry, 1991). طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. همچنین شناسایی ترکیبات در عصاره‌های گیاهی با استفاده از آزمون کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (Agilent 7890B series GC) انجام شد.

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون $LSD_{5\%}$ در نرم افزار آماری SAS 9.4 و ترسیم شکل‌ها با استفاده از Excel 2019 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد جوانه-زنی، سرعت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، ضریب سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول‌های ۲ و ۳).

درصد جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که بیشترین (۹۹/۳۳ و ۱۰۰ درصد) درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی از تیمارهای شاهد (آب مقطر) و کمترین درصد جوانه‌زنی (صفر درصد) از تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف

زراعی حاصل شد (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد یولاف زراعی موجب کاهش ۵/۳۶، ۳۵/۵۷، ۶۴/۴۲، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی جوانه‌زنی شدند (شکل ۳). همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۳/۳۳، ۹۴، ۹۶، ۱۰۰و ۱۰۰ درصدی جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شد (شکل ۳).

طول ساقه‌چه: نتایج نشان داد که بیشترین (۱۱/۶۶ سانتی‌متر) و کمترین (صفر سانتی‌متر) طول ساقه‌چه به‌ترتیب از تیمارهای شاهد آب مقطر و تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی حاصل شد (شکل ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر، غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در عصاره سان‌همپ (۱۵/۱۹، ۷۰/۳۹، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد) و در عصاره یولاف زراعی (۱۴/۲۸، ۱۷/۱۴، ۲۵/۷۱، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد) موجب کاهش طول ساقه‌چه شد (شکل ۴). عصاره سان‌همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی در غلظت‌های ۱ و ۵ درصد بازدارندگی بیشتری (۲۹/۳۳ و ۷۴/۴۸ درصد) داشت (شکل ۴).

طول ریشه‌چه: بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه خردل وحشی از تیمارهای شاهد (۱۶/۱۶ سانتی‌متر) و ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی (صفر سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۵). همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره یولاف زراعی در مقایسه با تیمار شاهد موجب به‌ترتیب ۹/۰۹، ۲۰/۴۵، ۲۷/۲۷، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد طول ریشه‌چه را کاهش داد (شکل ۵). این در حالی است که عصاره سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۷۱/۱۳، ۹۷/۹۳، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی طول ریشه‌چه در غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد شد (شکل ۵). عصاره سان‌همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی در غلظت‌های ۱ و ۵ درصد موجب کاهش ۶۴/۹۹ و ۹۷/۱۴ درصدی طول ریشه‌چه شد (شکل ۵).

طول گیاهچه: بیشترین طول گیاهچه تحت تأثیر نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها از تیمار شاهد آب مقطر (۲۴/۳۳ و ۲۴/۵ سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۶). کمترین طول گیاهچه خردل وحشی از تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی (صفر سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۶). غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره یولاف و سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۱۱/۳۹، ۱۸/۹۸، ۲۶/۵۸، ۱۰۰، ۱۰۰، ۵۲/۱۰، ۸۸/۵۷، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی طول گیاهچه شدند (شکل ۶).

سرعت جوانه‌زنی: نتایج نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی (۳۶/۰۵ بذر در روز) از تیمار شاهد آب مقطر و کمترین سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی (صفر بذر در روز) از تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی حاصل شد (شکل ۷). نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره یولاف موجب به‌ترتیب ۱۲/۶۳، ۳۵/۴۳، ۶۱/۶۳، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شد (شکل ۷). همچنین نتایج نشان داد که عصاره سان‌همپ موجب کاهش ۲۵/۳۳، ۹۶/۰۸، ۹۶/۸۸، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد شد (شکل ۷). مقایسه عصاره یولاف زراعی با سان همپ بیانگر تأثیر بیشتر عصاره سان-همپ (۳۷/۸۴ و ۹۵/۵۸ درصد) در کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر در غلظت‌های ۱ و ۵ درصد بود (شکل ۷).

سرعت جوانه‌زنی روزانه: بیشترین سرعت جوانه‌زنی روزانه بذر خردل وحشی (۹/۷۶ بذر در روز) از غلظت ۱۰ درصد عصاره یولاف زراعی حاصل شد (شکل ۸). غلظت‌های صفر، ۱ و ۵ درصد عصاره یولاف زراعی از نظر سرعت جوانه-زنی روزانه بذر (به‌ترتیب ۸/۶۹، ۷/۷۷ و ۸/۳۴ بذر در روز) اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۸). کمترین سرعت جوانه‌زنی روزانه بذر خردل وحشی از غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی (صفر بذر در روز) حاصل شد (شکل ۸). غلظت‌های ۱ و ۵ درصد عصاره سان‌همپ (به‌ترتیب ۵/۱۲ و ۴/۴۴ بذردر روز) دارای اختلاف آماری معنی‌داری نبودند (شکل ۸). با این حال در مقایسه عصاره یولاف زراعی و عصاره سان‌همپ می‌توان بیان نمود که عصاره سان‌همپ موجب کاهش ۳۴/۰۶، ۴۶/۷۶ و ۳۷/۴۸ درصدی سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در غلظت‌های عصاره ۱، ۵ و ۱۰ درصد شده است (شکل ۸).

ضریب سرعت جوانه‌زنی: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۰/۶۹ درصد) و کمترین (صفر درصد) ضریب سرعت جوانه‌زنی از غلظت‌های ۱۰ درصد عصاره

جدول ۲-نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات جوانه‌زنی خردل وحشی

Table 2. The results of analysis of variance in some germination traits of wild mustard

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	طول گیاهچه Seedling length	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination speed
نوع عصاره Type of extract (TE)	1	122.47**	212.67**	657.92**	1849.00**	812.88**
غلظت‌ها Concentration (C)	5	106.65**	204.12**	594.18**	12293.71**	1027.91**
نوع عصاره× غلظت‌ها (TE)×(C)	5	19.50**	53.34**	124.97**	936.20**	108.42**
خطای آزمایشی Error	24	1.09	0.59	1.73	8.33	1.05
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	21.70	12.89	12.23	6.93	8.10

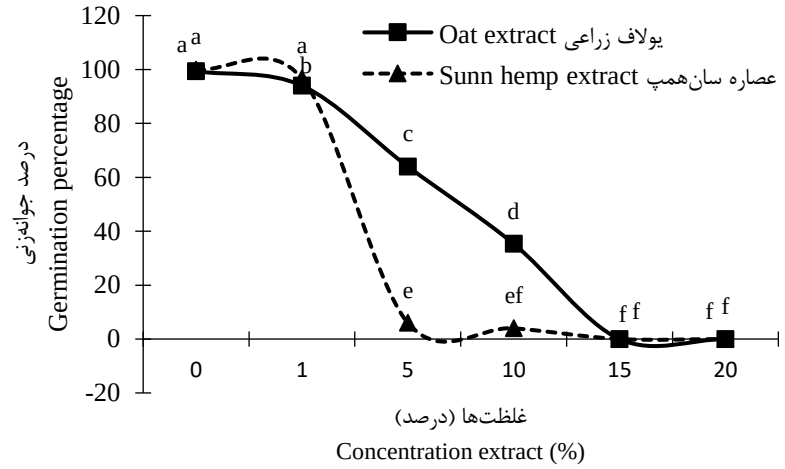
** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد است. ** Significance is at $p \leq 0.01$.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برخی از صفات جوانه‌زنی خردل وحشی

Table 2. The results of analysis of variance in some germination traits of wild mustard

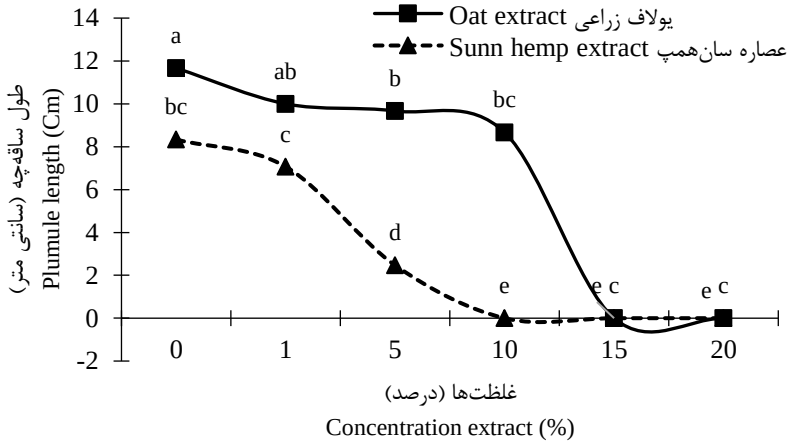
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of velocity of germination	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	سرعت جوانه‌زنی روزانه Daily germination speed	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
نوع عصاره Type of extract (TE)	1	3.64**	0.182**	0.018**	35.83**	2661030.94**
غلظت‌ها Concentration (C)	5	7.40**	0.430**	0.037**	84.30**	6263750.99**
نوع عصاره× غلظت‌ها (TE)×(C)	5	0.54**	0.022**	0.002**	4.45**	501654.43**
خطای آزمایشی Error	24	0.05	0.001	0.0002	0.23	15582.67
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	16.54	10.26	16.54	10.26	14.32

** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد است. ** Significance is at $p \leq 0.01$.



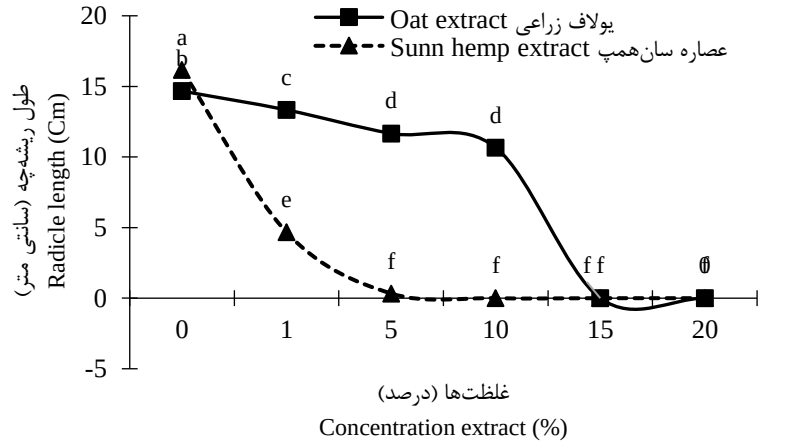
شکل ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر درصد جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی

Figure 3. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the germination percentage of wild mustard weed



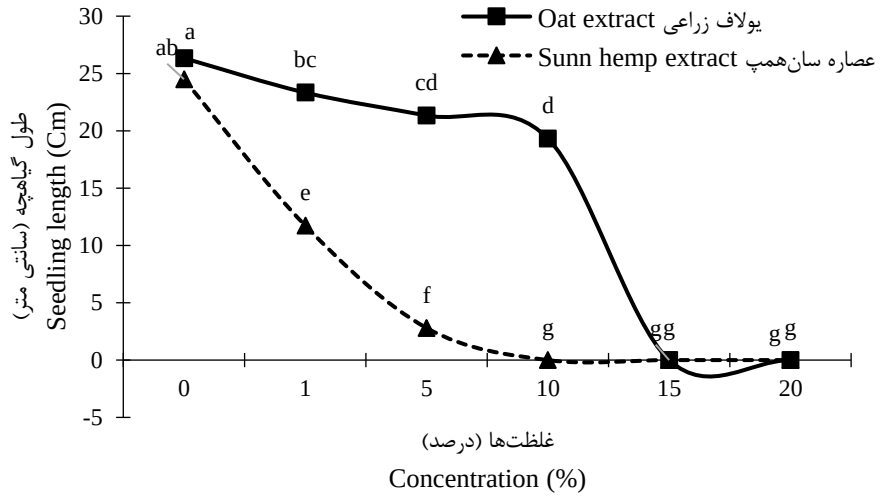
شکل ۴- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر طول ساقه‌چه علف‌هرز خردل وحشی

Figure 4. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the plumule length of wild mustard weed



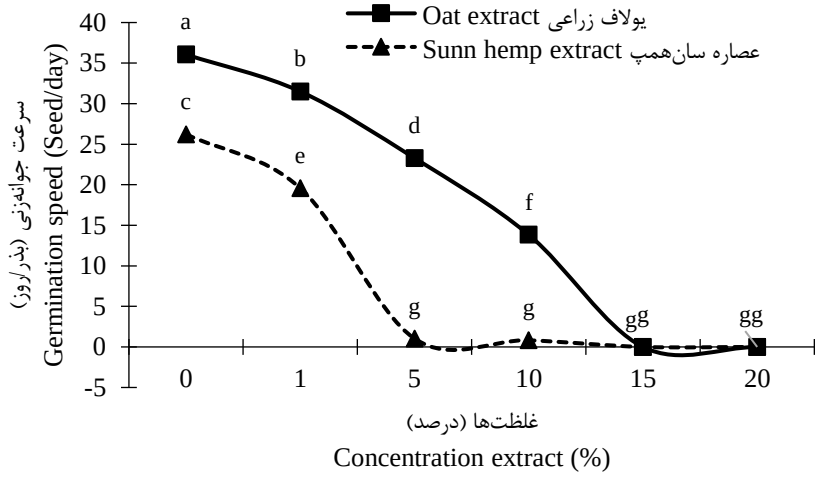
شکل ۵- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر طول ریشه‌چه علف‌هرز خردل وحشی

Figure 5. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the radicle length of wild mustard weed



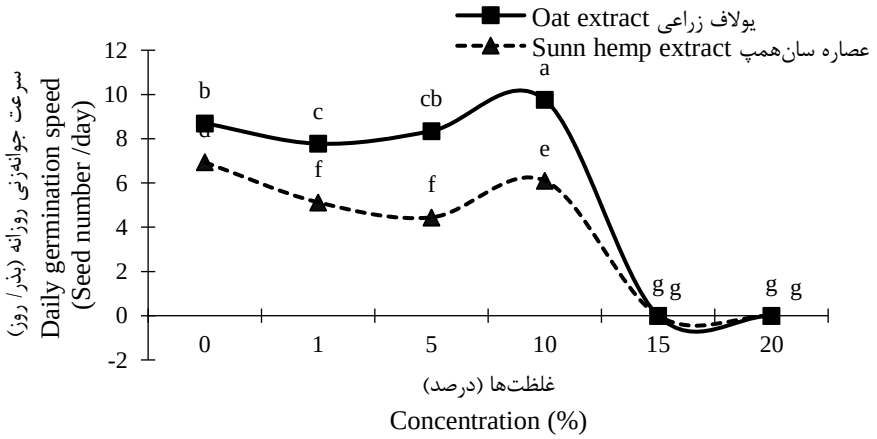
شکل ۶- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر طول گیاهچه علف‌هرز خردل وحشی

Figure 6. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the seedling length of wild mustard weed



شکل ۷- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 7. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the germination speed of the wild mustard weed



شکل ۸- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر سرعت جوانه‌زنی روزانه بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 8. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the daily germination speed of the wild mustard seed

یولاف زراعی و ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی حاصل شد (شکل ۹). همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱، ۵، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره یولاف زراعی و سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۱۰/۵۹، ۴/۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰، ۲۶/۰۷، ۳۵/۹۱، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شدند (شکل ۹). همچنین نتایج نشان داد که عصاره سان‌همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی در غلظت‌های ۱ و ۵ درصد موجب کاهش ۳۵/۰۶ و ۴۶/۷۵ درصدی ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شد (شکل ۹).

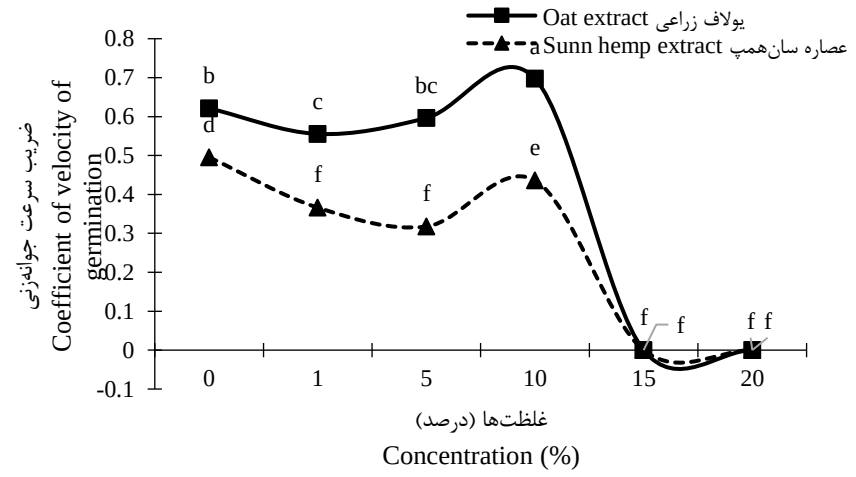
میانگین زمان جوانه‌زنی: بیشترین میانگین زمان جوانه-زنی بذر خردل وحشی از تیمار ۵ درصد عصاره سان‌همپ (۱/۶۷ بذر در روز) حاصل شد (شکل ۱۰). این در حالی بود که کمترین میانگین جوانه‌زنی بذر خردل وحشی از تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی و پس از آن‌ها از غلظت‌های صفر، ۱، ۵ و ۱۰ درصد عصاره یولاف زراعی (به‌ترتیب ۱/۶۱، ۱/۸۰، ۱/۶۷ و ۱/۴۳ بذر در روز) حاصل شد (شکل ۱۰). غلظت‌های ۱، ۵ و ۱۰ درصد عصاره سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب افزایش ۲۶/۲۶، ۳۶/۲۱ و ۱۶/۴۱ درصدی میانگین زمان جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شد (شکل ۱۰). غلظت ۱۰ درصد در مقایسه با غلظت ۵ درصد عصاره سان‌همپ ۱۳/۴۸ درصد کاهش میانگین جوانه‌زنی را به‌همراه داشت (شکل ۱۰). این در حالی است که غلظت‌های ۱ و ۵ درصد عصاره یولاف زراعی در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب افزایش ۱۰/۵۳ و ۳/۹۳ درصدی میانگین جوانه‌زنی بذر خردل وحشی شد (شکل ۱۰).

میانگین جوانه‌زنی روزانه: نتایج نشان داد که کمترین (صفر بذر در روز) از غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره یولاف زراعی و سان‌همپ حاصل شد (شکل ۱۱). همچنین بیشترین میانگین جوانه‌زنی روزانه (۰/۲۲ بذر در روز) از غلظت ۵ درصد عصاره یولاف زراعی حاصل شد (شکل ۱۱). نتایج نشان داد که عصاره یولاف زراعی و سان همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر در غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر خردل وحشی را به‌ترتیب ۱۶/۳۹، ۱۰۰، ۱۰۰، ۱۰/۴۹، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد کاهش دادند (شکل ۱۱). عصاره سان‌همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی در غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰ درصد موجب کاهش ۳۴/۲۸، ۴۷/۰۳ و ۴۰/۶۱ درصدی میانگین جوانه‌نی روزانه بذر خردل وحشی شد (شکل ۱۱).

شاخص بنیه بذر: بیشترین شاخص بنیه بذر (۲۴/۵ و ۲۶/۱۶) از تیمار شاهد آب مقطر (بدون عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی) حاصل شد (شکل ۱۲). کمترین شاخص بنیه بذر (صفر) از غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ عصاره یولاف زراعی و سان‌همپ بدست آمد (شکل ۱۲). غلظت ۱ درصد در عصاره یولاف زراعی در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۵۳/۸۱ درصدی بنیه بذر خردل وحشی شد (شکل ۱۲). این در حالی است که غلظت‌های ۱ و ۵ درصد عصاره سان‌همپ در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر موجب کاهش ۱۶/۰۸ و ۴۷/۸۰ درصدی بنیه بذر خردل وحشی شدند (شکل ۱۲).

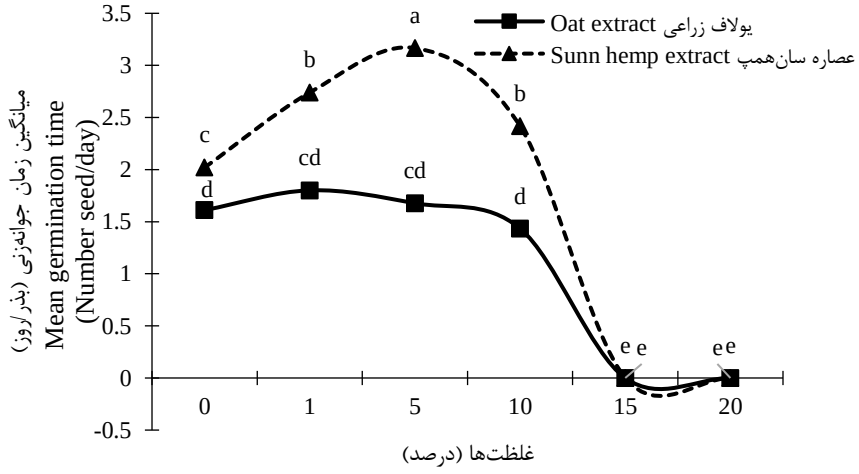
ترکیبات عصاره‌ها: نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) عصاره دو گونه مورد استفاده در این آزمایش در جدول‌های ۴ و ۵ گزارش شده است. براساس نتایج ۳۷ ترکیب در عصاره سان‌همپ (*C. juncea*) و ۴۲ ترکیب در عصاره یولاف زراعی (*A. sativa*) شناسایی شد. ترکیبات غالب در عصاره سان‌همپ شامل نانودکان[1] (۱۰۵/۸ میلی‌گرم بر گرم)، هنیکوزان[2] (۵۸/۱ میلی‌گرم بر گرم)، پنتادکانون،۶،۱۴، ۱۰-تری متیل[3] (۳/۳ میلی‌گرم بر گرم)، هپتادکان[4] (۳۱/۸ میلی‌گرم بر گرم)، تری آلیل سیلان[5] (۳۳/۷ میلی‌گرم بر گرم)، فیتول[6] (۳۹/۵ میلی‌گرم بر گرم) و کروتونیک اسید منتیل استر[7] (۳۵/۴ میلی‌گرم بر گرم) بود (جدول ۴). همچنین فیتول (۷۷/۸ میلی‌گرم بر گرم)، پنتادکانون ۱۴، ۱۰، ۶- تری متیل (۷۳/۳ میلی‌گرم بر گرم)، هیدروکسی تولوئن بوتیله[8] (۶۹/۱ میلی-گرم بر گرم)، هنیکوزان (۳۸/۳ میلی‌گرم بر گرم)، نانودکان (۳۷/۶ میلی‌گرم بر گرم) و فنول ۳-(۱-۱- دی متیل اتیل)[9] (۳۲/۲ میلی‌گرم بر گرم) ترکیبات غالب در عصاره یولاف زراعی بودند (جدول ۵).

[1]Nonadecane
[2]Heneicosane
[3]Pentadecanone, 6, 10,14-trimethyl
[4]Heptadecane
[5]Triallylsilane
[6]Phytol
[7]Crotonic acid, menthyl ester
[8]Butylated Hydroxytoluene
[9]Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)



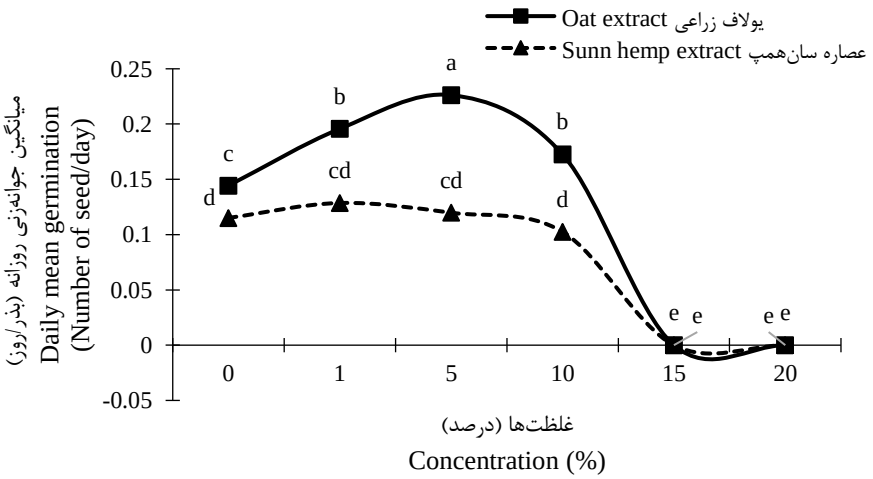
شکل ۹- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 9. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the coefficient of the velocity of germination of the wild mustard seed



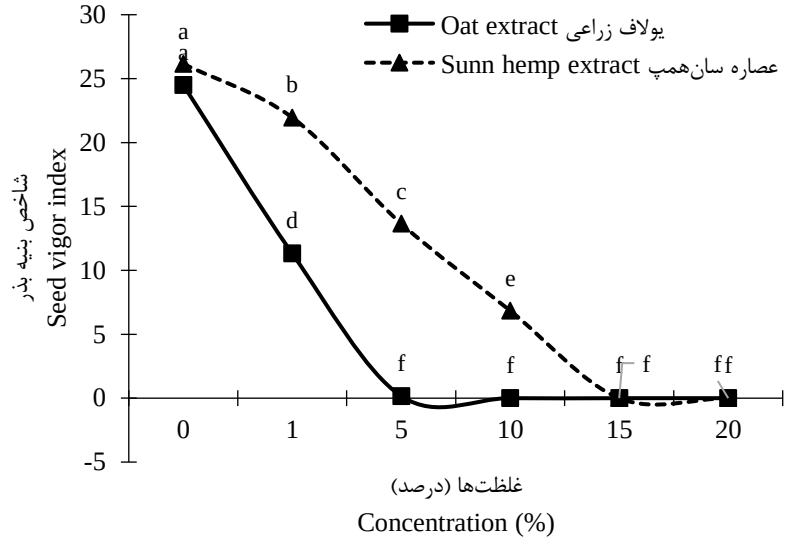
شکل ۱۰- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر میانگین زمان جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 10. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the mean germination time of the wild mustard seed



شکل ۱۱- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 11. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the daily mean germination of the wild mustard seed



شکل ۱۲- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی بر شاخص بنیه بذر علف‌هرز خردل وحشی

Figure 12. The effect of different concentrations of sunn hemp and oat extracts on the seed vigor index of the wild mustard seed

علف‌هرز خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis* L.) یکی از گونه مهم خسارت‌زا در مزارع کشاورزی است (Zargar *et al*., 2021). شناخت ویژگی‌های جوانه‌زنی، استقرار و رویش علف‌هرز موجب افزایش توانمندی‌های مدیریتی در کاهش خسارت‌های آن به مزارع کشاورزی می‌شود (Zargar *et al*., 2021). در این آزمایش نتایج بیانگر آن بود که با افزایش غلظت عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی درصد جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی کاهش یافت. کاهش تدریجی با افزایش غلظت‌های عصاره یولاف زراعی مشاهد شد. میانگین تفاوت این کاهش تدریجی در غلظت-های مختلف عصاره یولاف زراعی برابر با ۴۵/۵۱ درصد بود، این در حالی است که، جوانه‌زنی بذر خردل وحشی در عصاره سان‌همپ پس از غلظت ۱ درصد، دچار کاهش قابل توجهی (۹۴ درصد) در غلظت ۵ درصد می‌شود و پس از آن عدم جوانه‌زنی در سایر غلظت‌ها (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) را به همراه داشت. به نظر می‌رسد اختلاف بازدارندگی جوانه-زنی بذر خردل وحشی تحت تأثیر عصاره سان‌همپ بیشتر از عصاره یولاف زراعی بود. سایر صفات وابسته به درصد جوانه‌زنی مانند سرعت جوانه‌زنی بذر، سرعت جوانه‌زنی روزانه، ضریب سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه و شاخص بنیه بذر تحت تأثیر نوع عصاره و غلظت‌های آن‌ها قرار گرفت و مانند درصد جوانه-زنی بذر در غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی دارای بیشترین بازدارندگی بود. با این حال در مقایسه نوع عصاره‌ها، عصاره گیاه سان‌همپ بیشترین تأثیر را بر بازدارندگی جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های رشدی بذر خردل وحشی داشت. همچنین طول ساقه‌چه، طول ریشه-چه و طول گیاهچه بیشتر تحت تأثیر عصاره سان همپ قرار گرفت، به طوری که ظهور ریشه‌چه به عنوان اولین اندام گیاهی متأثر از درصد جوانه‌زنی بذر در مقایسه با تیمار شاهد آب مقطر کاهش ۷۱/۱۳، ۹۷/۹۳، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصدی را در غلظت‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره نشان داد. این موضوع بیانگر تأثیر مثبت عصاره سان‌همپ در کاهش استقرار علف‌هرز خردل وحشی در شرایط آزمایشگاهی بود. در مطالعات پیشین به تأثیر عصاره سان-همپ بر جوانه‌زنی بذور مختلفی مانند گندم، کاهو و تاج خروس اشاره شده است (Skinner *et al*., 2012; Alder *et al*., 2007; Ohdan *et al*., 1995). در برخی از مطالعات غلظت‌های مختلف دهیدروپیرولیزیدین در بذر، ساقه، ریشه و برگ گیاه سان‌همپ و سایر آلکالوئیدها مانند ریدلین، سیکونین و سنسیفیلین به عنوان عوامل مؤثر در افزایش خاصیت آللوپاتی گیاه سان‌همپ در سرکوب علف-های‌هرز اشاره شده است (Adams *et al*., 1956; Morris *et al*., 2015). همچنین حضور فیتوتوکسین‌ها در عصاره یولاف زراعی گزارش شده است (De-Bertoldi *et al*., 2009). دی- برتولدی و همکاران (De-Bertoldi *et al*., 2009) در بررسی عصاره متانولی، n- هگزانی و آبی یولاف زراعی بر جوانه‌زنی بذر کاهو (*Lactuca sativa* L.)

جدول ۴- نتایج کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی عصاره سان‌همپ

Table 4. Results of gas chromatography-mass spectrometry of sunn hemp (C. *juncea*) extract

ردیف Row	ترکیبات Components	زمان Time	ترکیب گیاهی (میلی-گرم/گرم) Plant content (mg/g)	محتوای عصاره Extract content	
				حداقل (میلی-گرم/لیتر) Min (mg/L)	حداکثر (میلی‌گرم/لیتر) Max (mg/L)
1	Naphthalene	14.9	11.9	0.06	2.38
2	Apha-Cubebene	18.3	7	0.04	1.40
3	Caryophyllene	19.2	7.5	0.04	1.50
4	H-Cyclopropa[a]naphthalene	19.5	10.7	0.05	2.14
5	5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimet	19.9	8.3	0.04	1.66
6	Hexadecane	20.1	5.6	0.03	1.12
7	1,2,4-Methenoazulene, decahydro	20.6	6.9	0.03	1.38
8	Buten-2-one, 4-2,6,6-trimethy	20.7	13.8	0.07	2.76
9	Caryophyllene oxide	22.7	11.7	0.06	2.34
10	Cyclohexane, 1,1,3,5-tetramethyl	22.8	5.7	0.03	1.14
11	Heptadecane	24.7	31.8	0.16	6.36
12	Octadecane	26.5	5.1	0.03	1.02
13	Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl	27.3	33.3	0.17	6.66
14	Z-5-Nonadecene	27.8	13.4	0.07	2.68
15	Nonadecane	28.3	105.8	0.53	21.16
16	5,9, 13-Pentadecatrien-2-one, 6,1	28.6	11.5	0.06	2.30
17	Triallylsilane	29.1	33.7	0.17	6.74
18	N-Hexadecanoic acid	29.3	8.5	0.04	1.70
19	Eicosane	29.8	19.2	0.10	3.84
20	Heneicosane	31.4	58.1	0.29	11.62
21	Phytol	31.6	39.5	0.20	7.90
22	Dodecane, 1-cyclopentyl-4-3-cyc	32.9	28.2	0.14	5.64
23	Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl	35.1	10.8	0.05	2.16
24	Cyclohexane, 1,1'-methylenebis	35.6	6	0.03	1.20
25	Triallylsilane	36.4	20.5	0.10	4.10
26	Tetracosane	41.5	12.1	0.06	2.42
27	Cyclohexane, 1,1'-propylidenebis	43.3	17.5	0.09	3.50
28	Eicosane, 3-cyclohexyl	43.4	14.5	0.07	2.50
29	Cyclooctane, 1-methyl-3-propyl	43.9	7.7	0.04	1.54
30	Cyclohexane, (1-decylundecyl)	44.2	16.3	0.08	3.26
31	Phosphorous acid, tris (decyl) ester	44.3	11.6	0.06	2.32
32	Cyclohexane, 2,4-diethyl-1-methyl	44.4	7.1	0.04	1.42
33	Decane, 5, 6-bis 2,2-dimethylprop	44.9	6.3	0.03	1.26
34	Benzene, 1-fluoro-2-methoxy	45.6	24.5	0.12	4.90
35	Crotonic acid, menthyl ester	45.7	35.4	0.18	7.08
36	1,2-Dodecanediol	46.2	6.6	0.03	1.32
37	Octen-2-one, 3,6-dimethyl	46.3	28.8	0.14	5.76

جدول ۵- نتایج کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی عصاره یولاف زراعی

Table 4. Results of gas chromatography-mass spectrometry of Oat (*A. sativa*) extract

				محتوای عصاره Extract content	
ردیف Row	ترکیبات Components	زمان Time	ترکیب گیاهی (میلی‌گرم/گرم) Plant content (mg/g)	حداقل (میلی‌گرم/لیتر) Min (mg/L)	حداکثر (میلی‌گرم /لیتر) Max (mg/L)
1	1,3-Heptadiene, 2,3-dimethyl	13.3	11.4	0.06	2.28
2	H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa	18.6	6.2	0.03	1.24
3	Caryophyllene	19.3	14.0	0.07	2.80
4	H-Cyclopropa[a]naphthalene	19.6	31.2	0.16	6.24
5	Alpha-Caryophyllene	20.0	5.1	0.03	1.02
6	Phenol, 3-(1, 1-dimethylethyl)	20.4	32.2	0.16	6.44
7	Thiopheneethanol	20.4	8.5	0.04	1.70
8	1, 6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-m	20.6	6.8	0.03	1.36
9	Bicyclo[2.2.1]heptane-2-carboxyl	20.7	29.9	0.15	5.98
10	Propane, 1,1,2,2-tetrachloro-	20.7	12.0	0.06	2.40
11	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexah	21.0	6.0	0.03	1.20
12	Butylated Hydroxytoluene	21.2	69.1	0.35	13.82
13	Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahy	21.4	7.3	0.04	1.46
14	H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, deca	22.5	5.1	0.03	1.02
15	Caryophyllene oxide	22.7	17.6	0.09	3.52
16	Hexadecane	22.9	12.9	0.06	2.58
17	Spiro[4.4]nonan-2-one	23.2	8.5	0.04	1.70
18	Tridecanedial	24.2	7.0	0.04	1.40
19	Dodecanol, 3,7,11-trimethyl	24.3	9.9	0.05	1.98
20	Heptadecene	24.6	20.4	0.10	4.08
21	O-Butyl,O-1,2,2-trimethylpropyl	24.9	90.7	0.45	18.14
22	Benzene, (1-pentylheptyl)	25.3	6.6	0.03	1.32
23	Octadecane	26.5	14.8	0.07	2.96
24	Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl	27.3	73.3	0.37	14.66
25	1,2-Benzenedicarboxylic acid	27.7	7.4	0.04	1.48
26	Nonadecane	28.2	37.6	0.19	7.52
27	Methyl-2-3,7,11-trimethyldode	28.6	11.0	0.06	2.20
28	Hexadecanoic acid	28.6	5.2	0.03	1.04
29	Isophytol	29.0	6.5	0.03	1.3
30	Furanmethanol, .alpha.- 2-nitr	29.5	8.8	0.04	1.76
31	Hexadecanoic acid, ethyl ester	29.7	8.2	0.04	1.64
32	Eicosane	29.8	6.9	0.03	1.38
33	Decen-5-one, 2-methyl	30.2	10.6	0.05	2.12
34	Triallylmethylsilane	30.4	6.4	0.03	1.28
35	Heneicosane	31.4	38.3	0.19	7.66
36	Cyclopentanemethanamine, 2-amino	31.5	5.9	0.03	1.18
37	Phytol	31.6	77.8	0.39	15.56
38	Ethyl 2-methyl-2-tert-butyl-cycl	32.0	9.5	0.05	1.90
39	Linoleic acid ethyl ester	32.3	5.9	0.03	1.18
40	9,12,15-Octadecatrienoic acid	32.4	13.9	0.07	2.78
41	Heptadecane	34.3	20.1	0.10	4.02
42	Pentacosane	37.3	5.6	0.03	1.12

گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره یولاف زراعی، جوانه‌زنی کاهو کاهش می‌یابد. علاوه بر این گزارش شده است که ترکیبات فنلی در یولاف زراعی یکی از مهمترین دلایل تغییر نفوذپذیری غشاء و جلوگیری از انتقال انرژی برای انجام بسیاری از فرآیندهای ضروری در بذر از جمله جوانه‌زنی است (Yang *et al*., 2002). اگرچه ترکیبات بسیاری در نتیجه آزمون کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی حاصل شد اما حضور ترکیبات فنول و فیتول در هر دو نوع عصاره سان‌همپ و یولاف زراعی (۳۹/۵، ۷۷/۸ و ۳۲/۲ میلی‌گرم در گرم) می‌تواند بیانگر تأثیر آللوپاتیک این

گیاهان ر جوانه‌زنی خردل وحشی باشد. گزارش شده است که عصاره بذر سان‌همپ موجب کاهش ۱۲ درصدی رشد علف‌های‌هرز شده است (Cole, 1991). در آزمایش دیگر، تأثیر عصاره آبی برگ‌های سان‌همپ بر گندم (*Triticum aestivum*) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که عصاره آبی سان‌همپ موجب کاهش طول ریشه شد اما بر ارتفاع بوته، تعداد برگ و یا وزن خشک اندام هوایی و ریشه تأثیرگذار نبود (Ohdan *et al*., 1995). اسکینر و همکاران (Skinner *et al*., 2012) گزارش کردند که عصاره حاصل از بقایای خشک شده سان‌همپ مانع از جوانه‌زنی بذر کاهو و تاج خروس (*Amaranthus hybrius*) شد. آلدر و همکاران (Alder *et al*., 2007) نشان دادند که بقایای خشک شده سان‌همپ جوانه‌زنی علف غاز[1] (*Eleusine indica*) و تاج خروس (*Amaranthus blitum*) را سه هفته پیش از کاشت به‌ترتیب ۸۰ و ۶۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد. در این مطالعات دلیل عمده تأثیر بقایای سان‌همپ بر جوانه‌زنی بذور خاصیت آللوپاتی گیاه سان‌همپ گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

عصاره‌های سان‌همپ و یولاف زراعی موجب کاهش جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی در شرایط آزمایشگاهی شدند. افزایش غلظت‌ها در هر دو عصاره موجب افزایش بازدارندگی جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی خردل وحشی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد. با این حال، عصاره سان-همپ در مقایسه با عصاره یولاف زراعی بیشترین بازدارندگی را با افزایش غلظت عصاره داشت. بنابراین می‌توان بیان نمود که از میان عصاره‌ها و غلظت‌های مورد بررسی در این آزمایش، عصاره سان‌همپ با غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره قابل توصیه برای کنترل جوانه‌زنی علف‌هرز خردل وحشی در شرایط آزمایشگاهی است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین محترم آزمایشگاه‌های گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند، ابراز نمایند.

منابع

Adams, R. and Gianturco, M. 1956. The alkaloids of *Crotalaria juncea*. Journal of American Chemical Society, 78: 1919-1921. **(Journal)**

Adler, M.J. and Chase, C.A. 2007. Comparison of the allelopathic potential of leguminous summer cover crops: Cowpea, sunn hemp, and velvet bean. HortScience, 42: 289-293. **(Journal)**

Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M. and Nabati, L. 2020. Investigating the effectiveness of Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*) and Rye (*Secale cereal* L.) in weed suppression and yield of Kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *Gongylodes*). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31(2): 43-56. (In Persian)**(Journal)**

Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., Ghavidel, A. and Ghahremani, S. 2021. Evaluation of short-term effect of oat and chickling pea cover crops in improving selected soil properties. Applied Soil Research, 9(1): 72-87. (In Persian)**(Journal)**

Al-Amiery, A.A. H., Al-Temimi, A.A. and Wagaa, R.I. 2010. Study the biological activities of *Avena sativa* extracts. African Journal of Pure Applied Chemistry, 4(3):031–034. **(Journal)**

Alebrahim, M.T. Rouhi, H. Serajchi, M. Majd, R. and Ghorbani, R. 2011. Study of dormancy-breaking and optimum temperature for germination of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.). International Journal of Agriscience, 1(1): 19-25. (In Persian)**(Journal)**

Alebrahim, M.T., Azadbakht, A. and Jafarzadeh gallo, P. 2018. Study on the effect of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) aqueous extract on seed germination and growth characteristics of purslane, common yellow mallow and wheat. Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(4):13-24. **(Journal)**

Alebrahim, M.T., Fakhari, R. and Sharifi, K. 2015. Allelopathic effect of bitter gourd extract (*Acroptilon repens*) on the greening of some crops and weeds. Iranian Journal of Seed Research, 6(3): 13-21. **(Journal)**

[1] Goose grass

Baghestani, A., Lemieux, C. and Leroux, GD. 1999. Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Science, 47: 498-504. **(Journal)**

Baiyeri, K.P., Ugese, F.D. and Uchendu, T.O. 2011. The effect of pervious treatments on passion fruit seed quality, and seedling emergence and growth qualities in soilless media. Journal of Agricultural Science and Technology, 5: 1397-1407**. (Journal)**

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

Bonamoni, G. Ippolito, F. Sematore, M. Cesarano, G. Incerti, G. and Saracino, A. 2016. Water extracts of charred litter cause opposite effects on growth of plants and fungi. Soil Biology and Biochemistry, 92:133-141. **(Journal)**

Cho, A.H. Chase, C.A. and Treadwell, D.D. 2015. Apical dominance and planting density effects on weed suppression by Sunn Hemp (*Crotalaria juncea* L.). Hortscience, 50(2):263-267. **(Journal)**

Chon, S.U. and Kim, Y.M. 2004. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. Journal of Agronomy and Crop Science, 190:145-150. **(Journal)**

Cole, S.D. 1991. Allelopathic effects of *Crotalaria juncea*. University of South Dakota, MS Thesis. **(Thesis)**

Colegate, S.M., Gardner, D.R., Joy, R.J., Betz, J.M. and Panter, K.E. 2012. Dehydropyrrolizidine alkaloids, including monoesters with an unusual esterifying acid, from cultivated *Crotalaria juncea* (Sunn hemp cv. 'Tropic Sun'). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60: 3541-3550. **(Journal)**

De Bertoldi, A., De Leo, M., Braca, A. and Ercoli L. 2009. Bioassay-guided isolation of allelochemicals from *Avena sativa* L.: allelopathic potential of flavone C-glycosides. Chemoecology, 19: 169-176. **(Journal)**

Dhima, K. and Eleftherohorinos, I. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 241-248. **(Journal)**

Didon, E.M.U. and Bostrom, U. 2003. Growth development of six barleys (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* L.) cultivars in response to a model weed (*Sinapis alba* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 189: 409-417. **(Journal)**

Duke, J.A. 1983. Handbook of energy crops NewCROP (New Crops Resource Online Program), Purdue Univ. Center for New Crops and Plant Products. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Cr otalaria_juncea.html (accessed 28 July 2012)

EL-burai, H., Alzaharna, M., Isleem, R., El-Hindi, M. and Sharif, F. 2020. Anticancer activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and Oats (*Avena sativa* L.) Extracts, and their antitumor enhancement of 5-Fluorouracil on Colon Cancer Caco-2 Cell Line. International Journal of Herbal Medicine, 8(3): 138-146. **(Journal)**

Gherekhloo, J., Hatami, Z.M., Alca´ntara-de la Cruz, R., Sadeghipour, H.R. and De Prado, R. 2018. Continuous use of tribenuron methyl selected for cross-resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides in wild mustard (*Sinapis arvensis*). Weed Science, 66:424-432. **(Journal)**

Hura, T., Dubert, F., Dabkowska, T., Stupnicka-Rodzynkiewicz, E., Stoklosa, A. and Lepiarczyk, A. 2006. Quantitative analysis of phenolics in selected crop species and biological activity of these compounds evaluated by sensitivity of *Echinochloa crusgalli*. Acta Physiologiae Plantarum, 28:537-545. **(Journal)**

Javaid, M.M., Bhan, M., Rathinasabapahi, B. and Chase, C.A. 2012. A non-protein amino acid from *Crotalaria juncea* foliage with allelopathic potential. American Society for Horticultural Science, Abstract, 2012. **(Report)**

Kamireddy, S.R., Li, J., Abbina, S., Berti, M., Tucker, M. and Ji, Y. 2013. Converting forage sorghum and sunn hemp into biofuels through dilute acid pretreatment, Ind. Crop Production, 49: 598-609. **(Journal)**

Kaur, D., Kamboj, A. and Shri, R. 2016. Comparative evaluation of anxiolytic effects of various extracts of oats (*Avena sativa*), rice bran (*Oryza sativa*) and spinach (*Spinacia oleracea*) in experimental animals. International Journal of Pharmaceutical Science and Research, 7(10): 4110-4116. **(Journal)**

Khaledi, R., Fayaz, F., Kahrizi, D. and Talebi, R. 2019. PCR-based identification of point mutation mediating acetolactate synthase-inhibiting herbicide resistance in weed wild mustard (*Sinapis arvensis*). Molecular Biology Reports, 46(4): 5113-5121. **(Journal)**

Kim, I.S., Hwang C.W., Yang W.S. and Kim C.H. 2021. Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (*Avena sativa* L.) in human health. Antioxidants, 10(9): 1445, 1-20. **(Journal)**

Luzuriaga, A.L., Escudero, A., Olano, J.M. and Loidi, J. 2005. Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. Acta Oecologica, 27:57-66. **(Journal)**

Mahmoud, N.E., Mahdi, A.A., Barakat, A.M.A. and Abdelhameed, R.M. 2022. Boosting vegetation, biochemical constituents, grain yield and anti-cancer performance of cultivated oat (*Avena sativa* L.) in calcareous soil using oat extracts coated inside nanocarriers. BMC Plant Biology, 24; 22(1): 544, 1-15. **(Journal)**

Martín-Diana, A.B., García-Casas, M.J., Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., Peñas, E. and Rico, D. 2021. Wheat and oat brans as sources of polyphenol compounds for development of antioxidant nutraceutical ingredients. Foods, 7;10 (1): 115,1-21. **(Journal)**

Morris, JB., Chase, C., Treadwell, D., Koenig, R., Cho, A., Morales-Payan, J.P., Murphy, T. and Antonious, G.F. 2015. Effect of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) cutting date and planting density on weed suppression in Georgia, USA. Journal of Environmental Science and Health, Part B (2015) 50: 614-621. **(Journal)**

Mukondwa, O., Rugare, J.T., Mabasa, S. and Mandumbu, R. 2019. Study of pre and post early emergence allelopathic effects on selected weeds of several sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) and pearl millet (*Pennisentum glaucuum* (L)) cultivars in Zimbabwe. African Journal Agricultural Research, 25(1):1–15. **(Journal)**

Nabati Souha, L., Alebrahim, M.T., Ahmadnia, F. and Babaaei-Ghaghelestany. 2021. Investigating different break seed dormancy methods on the germination characteristics of wild mustard weed (*Sinapis arvensis* L.). Seed Research, 10(4): 49-59. **(Journal)**

Nivas, D., Uttam, D. and Dattatraya, G. 2017. Allelopathic effect of *Excoecaria agallocha* L. mangrove leaf leachate on germination and growth behavior of *Eleusine coracana* (Finger Millet). American Journal Plant Physiology, 12: 38-44. **(Journal)**

Ntoanidou, S., Madesis, P., Menexes, G. and Eleftherohorinos, I. 2020. Growth rate and genetic structure of *Sinapis arvensis* susceptible and herbicide resistant populations originating from Greece. Euphytica, 216(12):185, 1-13. **(Journal)**

Ohdan, H., Daimon, H. and Mimoto, H. 1995. Evaluation of allelopathy in *Crotalaria* by using a seed pack growth pouch. Japanese Journal of Crop Science, 64:644-649. **(Journal)**

Pérez, FJ. and Ormeño-Nuñez, J. 1991. Root exudates of wild oats: allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry, 30(7):2199-202. **(Journal)**

Putnam, A.R. and Tang, C.S. 1986. The science of allelopathy. New York: Wiley. **(Book)**

Qasem, J. 2012. Allelopathy in crop-weed interaction field studies. Allelopathy Journal, 30(2):159-176. **(Journal)**

Rice, E.L. 1984. Allelopathy, 2nd ed.; Academic Press: Orlando, FL, USA, 400.p **(Book)**

Sharma, A.R. and Satsangi, S. 2013. Potential allelopathic influence of sunflower (*Helianthus anuus* L.) on germination and growth be haviour of two weeds invitro conditions. International Journal Biotechnol Bioeng Research, 4(5):421-426. **(Journal)**

Silva, C.B.D., Barbosa, R.M. and Vierira, R.D. 2012. Evaluating sunn hemp (*crotalaria juncea*) seed viability using the tetrazolium test. Seed Technology, 34(2):263-272.

Singh, A., Kaur, R., Kang, J.S. and Singh, G. 2012. Weed dynamics in rice-wheat cropping system. Global Journal of Biology, Agriculture and Environment Science, 1(1):7–16. **(Journal)**

Skinner, E.M., Diaz-Perez, J.C. and Phatak, Sh.C. 2012. Allelopathic effects of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) on germination of vegetables and weeds. Hortscience, 47(1):138-142. **(Journal)**

Yang, C.M., Lee, C.N. and Chou, C.H. 2002. Effect of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling: I. Inhibition of supply orientation. Institute of Botany. Academic Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan 11529, Repunlic of China, 43: 299-304. **(Journal)**

Yang, C.M., Lee, C.N. and Chou, C.H. 2002. Effect of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling: I. Inhibition of supply orientation. Institute of Botany. Academic Sinica. Nankang. Taipei. Taiwan, 45: 119-125. **(Journal)**

Zargar, M., Kavhiza, N.J., Bayat, M. and Pakina, E. 2021.Wild mustard (*Sinapis arvensis*) competition and control in rain-fed spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy, 11(11), 2306:1-8. **(Journal)**

Investigating the effect of aqueous extracts of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and oats (*Avena sativa* L.) on the germination of wild mustard weed (*Sinapis arvensis*)

Fatemeh Ahmadnia[1], Ali Ebadi[2*], Masoud Hashemi[3], Akbar Ghavidel[4], Mohammad Taghi Alebrahim[5]

Received: April 9, 2023 Accepted: July 3, 2023

Abstract

Allelopathy is one of the biocompatible methods to reduce the germination and establishment of weeds.In order to investigate the effect of sunn hemp extract (*Crotalaria juncea*) extract and oats (*Avena sativa* L.) on the germination of wild mustard (*Sinapis arvensis*), an experiment was conducted in 2022 at the Faculty of Agriculture and Natural Resources of University of Mohaghegh Ardabili University. The experiment was conducted as a factorial based on completely randomized design with three replications. The experimental treatments included the type of extract and their concentrations of zero (distilled water), 1, 5, 10, 15, and 20%. The results showed that the percentage of wild mustard seed germination and its growth components of wild mustard seeds were significantly affected by the interaction of extract type and their concentrations. The lowest percentage of germination and growth components such as plumule length, radicle length, germination speed, mean germination time, and seed germination were obtained from the concentrations of 15 and 20% of the extracts. Also, the results showed that sunn hemp extract had more inhibition on germination percentage and growth components of wild mustard seeds than oat extract. It can be concluded that with the increase in the concentration of the extracts, the inhibition of germination and the establishment power of wild mustard decreased in laboratory conditions.

Keywords: Allelopathy; Extract; Germination indicators; Radicle; Seedling

How to cite this article
Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., Ghavidel, A. and Alebrahim, M.T. 2023. Investigating the effect of aqueous extracts of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and oats (*Avena sativa* L.) on the germination of wild mustard weed (*Sinapis arvensis*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(2): 1-19. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.7605

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Ph.D Student of Plant Physiology, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. F.ahmadnia@uma.ac.ir
2. Professor of Plant Physiology, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Ebadi@uma.ac.ir
3. Professor, Department of Soil Sciences, Stockbridge School of Agriculture, University of Massachusetts Amherst, Massachusetts, USA. masoud@umass.edu
4. Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Ghavidel@uma.ac.ir
5. Professor of Weed Science, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. m.t.alebrahim@gmail.com

*Corresponding author: Ebadi@uma.ac.ir