Islamic Azad University
Gorgan Branch

Journal of Seed Research

ISSN (Print): 2383-2665
ISSN (Online): 2252-0961

Allelopathic effects of safflower genotypes on the germination and growth of some different weed

Ghafar Aghavaysi[1], Farzad Fayaz[2*], Babak Pasari[3]

[1] Graduated MSc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran, Email: ghafar.fr@gmail.com
[2] Assistant Prof, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran, Email: fayyaz.farzad@gmail.com
[3] Assistant Prof, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran, Email: bpasary@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2022-12-28
Revised: 2022-12-31
Accepted: 2023-1-5

Keywords:
Allelopathy
Germination
Safflower
Seedling
Weed

ABSTRACT

In order to study the allelopathic effect of safflower genotypes on germination and seedling growth characteristics of some weed species, a factorial experiment was conducted as a randomized complete block design with 3 replications in 2017 in the research laboratory of the Faculty of Agriculture, Azad University, Sanandaj branch. The first factor included three genotypes of safflower (Wild, Sina, and Kurdistan local) and the second factor consisted of four species of weeds (grass pea, millet, berseem clover, rye-grass) and the third factor includes safflower root extract in four concentrations (0: distilled water- control, 25, 50, and 100 percent) were considered. The studied traits in this experiment included: germination speed, root length, shoot length, root fresh weight, shoot fresh weight and seed vigor. The results showed that the studied traits showed significant differences under the influence of genotype except the length of root and seed vigor. Also, all investigated traits except root length were significant under the effect of root extract concentration and weed. The results of interaction effects were also significant for most of the investigated traits. In this experiment, the Sina genotype was superior in terms of its effect on reducing the rate of germination and seedling growth, and increasing the concentration of safflower root extract reduced the rate of germination and seedling growth. Also, berseem clover and grass pea, were identified as the most sensitive and resistant plants to safflower allelopathy, respectively.

Cite this article: Aghavaysi, Gh., Fayaz, F., Pasari, B. (2022). Allelopathic effects of safflower genotypes on the germination and growth of some different weed. *Journal of Seed Research*, 12 (1), 1-10.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/jsr.2023.1976248.1242

نشریه تحقیقات بذر
شاپا چاپی: ۲۶۶۵-۲۳۸۳
شاپا الکترونیکی: ۰۹۶۱-۲۳۵۲
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

تاثیر آللوپاتی ژنوتیپ‌های گلرنگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چند گونه علف‌هرز

غفار آغه ویسی[۱]، فرزاد فیاض[۲*]، بابک پاساری[۳]

۱ کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران، رایانامه: ghafar.fr@gmail.com
۲ استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران، رایانامه: fayyaz.farzad@gmail.com
۳ استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران، رایانامه: bpasary@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵

واژه‌های کلیدی:
آللوپاتی
گلرنگ
جوانه‌زنی
گیاهچه
علف هرز

چکیده

به منظور بررسی تاثیر آللوپاتی ژنوتیپ‌های گلرنگ بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چند علف‌هرز متفاوت آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد واحد سنندج اجرا گردید. عامل اول شامل سه ژنوتیپ گلرنگ (وحشی، سینا و محلی کردستان)، عامل دوم عصاره ریشه گلرنگ در چهار غلظت شامل (۰: آب مقطر- شاهد، ۲۵، ۵۰، و۱۰۰درصد) و عامل سوم شامل چهار نوع علف هرز (خلر، ارزن، شبدر برسیم، چچم) در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل: سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه و بنیه بذر بودند. نتایج نشان داد که صفات مورد بررسی به جز طول ریشه‌چه و بنیه بذر تحت تاثیر ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری نشان دادند. همچنین همه صفات مورد بررسی به جز طول ریشه‌چه تحت تاثیر غلظت عصاره ریشه و علف هرز معنی‌دار گردیدند. اثرات متقابل نیز در بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار گردیدند. در این آزمایش ژنوتیپ سینا از نظر تاثیر بر کاهش سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برتر بود و با افزایش غلظت عصاره ریشه گلرنگ کاهش سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مشهود بود. همچنین علف هرز شبدر برسیم و خلر به ترتیب به عنوان حساس‌ترین و مقاوم‌ترین گیاهان به اثر آللوپاتی گلرنگ شناسایی شدند.

استناد: آغه ویسی، غفار؛ فیاض، فرزاد؛ پاساری، بابک. (۱۴۰۱). تاثیر آللوپاتی ژنوتیپ‌های گلرنگ بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چند گونه علف‌هرز. *نشریه تحقیقات بذر*، ۱۲ (۲)، ۱۰-۱.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/jsr.2023.1976248.1242

مقدمه

افـزایش تقاضـا جهـت روغـن هـای گیـاهی در بازارهای جهانی و به دنبال آن افزایش قیمـت روغـن، باعث فشارهای اقتصـادی بـه کشـورهای وارد کننـده روغن از جمله ایران گردیده است. بنابراین، با توجـه به افزایش جمعیت و مصـرف سـرانه روغـن افـزایش سطح زیر کشت دانه‌های روغنی و افـزایش عملکـرد آن‌هـا بـرای کـاهش وابسـتگی بـه کشـورهای دیگـر ضروری است (Kafi and Rostami, 2008). گلرنـگ (*Carthamus tinctorius* L.) به عنوان گیـاهی ریشـه عمیق و مقاوم به خشکی یکی از گیاهان دانه روغنـی باارزش محسوب می‌گردد. با این وجود گیاه گلرنـگ به دلیل رشد کُند در مرحلـه روزت، در برابـر رقابـت علف‌های هرز بسـیار آسـیب‌پذیر اسـت و علف‌هـای هرز قادرند عملکرد گلرنگ را به شدت کاهش داده و حتی باعث از بین رفتن کل محصـول گردنـد (Veisi et al., 2014). بنابراین کنترل علف‌های هرز این گیـاه علی‌الخصوص با روش‌های سازگار با محیط زیست و با حداقل هزینه بسیار حائز اهمیت به شـمار مـی‌رود. در سال‌های اخیر کاربرد ترکیبـات ثانویـه مترشـحه از اندام‌های مختلف گیاهان با عنوان ترکیبات آللوپاتیـک جهت کنترل علف‌هـای هـرز از دیـدگاه اکولـوژیکی، بسیار مورد توجـه قـرار گرفتـه اسـت. در ایـن روش هدف توسعه علف‌کش‌های طبیعی جدید می‌باشد کـه می‌توانند رشد علف‌های هرز را بدون آسیب رسـاندن به محـیط زیسـت مهـار کننـد (Tutenocakli et al., 2022; Rial et al., 2020; Motamedi et al., 2016).

کاربرد ترکیبات آللوپاتیک موجب مهار یا کـاهش جوانه‌زنی، کاهش رشد در مرحلـه گیاهچـه‌ای، تقلیـل سطح برگ، کاهش تولید ماده خشک، میزان رنگیزه‌ها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و در نتیجه توقـف رشـد و نمـو مـی‌گردنـد (Behdad et al., 2015). همچنـین گزارش گردیـده اسـت کـه بـا افـزایش غلظـت ایـن ترکیبات، درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچـه‌ها کـاهش بیشتری می‌یابد (Tutenocakli et al., 2022; Miri and Armin, 2013). مطالعات صورت گرفته بیانگر وجود ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی و رشـد در عصـاره گیـاه گلرنگ می‌باشـد (Farhoudi, 2015; Gholizadeh et al., 2012; Sabet Zanganeh and Farhoudi, 2013; Ullah et al., 2014). عصاره گلرنگ از فعالیت آنـزیم آلفا آمیلاز (آنزیم ضروری در روند جوانه‌زنی بـذر) در بذور علف‌های هرز جلـوگیری نمـوده و بـا افـزایش غلظت عصاره، میزان بازدارندگی آن افـزایش می‌یابـد (Farhoudi and Lee, 2012). همچنـین ثابـت شـده است که ریشه‌های گیاه گلرنـگ تحـت تـأثیر گیاهـان انگلی و علف‌های هرز، متابولیت‌های ثانویـه تـراوش مـی‌کنـد. یکـی از ایـن ترکیبـات سسـکوئی‌ترپن لاکتون دهیدروکوستوسلاکتون می‌باشد کـه جوانـه‌زنی برخـی از بـذور علف‌هـای هـرز انگلـی را تحریـک می‌کند. همچنین این ترکیب دارای اثرات فیتوتوکسین بر روی برخی از علف‌های هرز مهـم از قبیـل چچـم یکسـاله و چندسـاله و سـوروف می‌باشـد. ترشـح ترکیبات استریگولاکتون سولاناکول و فاباسیل اسـتات نیز در ریشه‌های گلرنگ تایید شده است (Rial et al., 2020). این آزمایش به منظور بررسی پتانسیل عصـاره ریشه ژنوتیپ‌های گلرنگ بر روی کنترل جوانـه‌زنی و رشد گیاهچه برخی از علف‌های هرز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

ایـن آزمـایش در بهـار و تابسـتان سـال ۱۳۹۶ در آزمایشـگاه تحقیقـاتی دانشـکده کشـاورزی و منـابع طبیعی دانشگاه آزاد اسـلامی واحـد سـنندج واقـع در کیلومتر ۱۰ جـاده سـنندج – کرمانشـاه اجـرا گردیـد. ارتفاع محل از سطح دریا ۱۳۹۳ متر و دارای طـول و عرض جغرافیایی ٤٦ درجه و ۵۹ دقیقـه شـرقی و ۳۵ درجـه و ۱۰ دقیقـه شـمالی می‌باشـد. ایـن طـرح بـه

صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. عامل اول مورد بررسی شامل سه ژنوتیپ گلرنگ (گونه وحشی *Carthamus oxycantous*، رقم سینا و رقم محلی کردستان)، و عامل دوم عصاره ریشه گلرنگ در چهار غلظت شامل (۰: آب مقطر- شاهد، ۲۵، ۵۰، و۱۰۰درصد) و عامل سوم شامل چهار نوع علف هرز (خلر *Lathyrus sativa*، ارزن *Panicum miliaceum*، شبدر برسیم *Trifolium alexandrinum* و چچم *Loliom rigidum*) در نظر گرفته شد. در این آزمایش جهت اطمینان از انتخاب صحیح ریشه ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ (وحشی، رقم سینا و رقم محلی کردستان) بذور مورد نظر در مزرعه کشت گردید و پس از اتمام رشد رویشی و زایشی، ریشه‌های ژنوتیپ‌های مختلف گیاه گلرنگ جمع‌آوری و پس از خشک شدن کامل در معرض هوا، آسیاب گردید. در این مرحله به ازای هر ۱۰ گرم وزن خشک ریشه، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و در دمای اتاق به مدت ۲٤ ساعت نگهداری و سپس فیلتر گردید. عصاره حاصله به عنوان غلظت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد و سایر غلظت‌ها از طریق رقیق نمودن این محلول به دست آمد. بذر علف‌های هرز از بانک بذر ایران و شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. از هرنمونه بذر، هفت عدد به طور تصادفی انتخاب و در گلدان کشت شد تا از جوانه‌زنی بذور اطمینان حاصل گردد. پس از ضدعفونی بذرها و پتری دیش‌ها، از هر نمونه بذر علف‌هرز، تعداد ۲۰ عدد به صورت تصادفی در داخل پتری دیش به مدت ۱٤ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دوره نوری ۱٤ ساعت درون دستگاه ژرمیناتور قرار گرفت. در اولین روز به هر پتری‌دیش ٤ سی‌سی از عصاره به دست آمده اضافه و در طول مدت آزمایش هر زمان حجم عصاره کاهش یافت مجددا به مقدار لازم اضافه گردید.

صفاتی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد عبارت بودند از: سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن ترساقه‌چه و شاخص ویگور (بنیه بذر). جهت اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از فرمول زیر استفاده گردید (Kulkarni et al., 2007).

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده}}{\text{اولین روز شمارش}} + \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده}}{\text{دومین روز شمارش}} + \cdots + \frac{\text{تعداد بذور جوانه زده}}{\text{آخرین روز شمارش}}$$

سپس ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور جوانه‌زده در هر پتری‌دیش، را با دقت جدا نموده و به وسیله کولیس و خط‌کش طول آن‌ها اندازه‌گیری و متعاقب آن هر کدام به طور جداگانه توزین گردیدند. برای اندازه‌گیری شاخص ویگور (بنیه بذر) نیزاز فرمول زیر استفاده گردید (ISTA, 2010).

$$\text{بنیه بذر} = \left(\text{طول ساقه چه} + \text{طول ریشه چه}\right) \times \text{درصد جوانه زنی}$$

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس طرح فاکتوریل سه عاملی به وسیله نرم‌افزار آماری Minitab انجام و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای توکی صورت گرفت.

نتایج و بحث

سرعت جوانه‌زنی: به طور کلی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر ژنوتیپ، غلظت عصاره ریشه گلرنگ و نوع علف هرز و همچنین کلیه اثرات متقابل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی مشاهده گردید که در بین ژنوتیپ‌ها بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به محلی

کردستان و کمترین مربوط به رقم سینا بود (جدول ۲). گزارش شده است که تنش خشکی، پتانسیل آللوپاتی بقایای گیاه گلرنگ را افزایش می‌دهد (Motamedi and Majni, 2014)، با توجه به پتانسیل بالای مقاومت به خشکی در رقم سینا، احتمال می‌رود این رقم ترکیبات آللوپاتیک بیشتری را در بقایای خود به همراه داشته باشد و در نتیجه سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی شده باشد. تفاوت بین عصاره بقایای ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تاثیر بازدارندگی بر درصد جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه‌علف هرز توسط سایر محققان گزارش شده است (Motamedi and Majni, 2014). در این آزمایش با مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز نیز مشاهده گردید که علف هرز چچم، کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی را داشته است. به نظر می‌رسد عصاره حاصل از بقایای ریشه گلرنگ توانسته است روند جوانه‌زنی این گیاه را مختل سازد (جدول ۲). اثرات فیتوتوکسین ریشه‌های گیاه گلرنگ بر سه علف هرز مهم *Lolium perenne*، *Lolium rigidum* و *Echinochloa crus-galli* ثابت شده است (Rial et al., 2020). در تحقیقی مشابه در بین علف‌های هرز، تاج خروس بیشترین حساسیت را نسبت به بقایای ریشه ژنوتیپ‌های گلرنگ از خود نشان داد. در این تحقیق نتیجه‌گیری گردید که هر چه اندازه بذر گیاهان کوچکتر باشد، گیاهچه‌های علف هرز حساسیت بیشتری نسبت به آللوپاتی بقایای گلرنگ از خود نشان می‌دهند (Motamedi and Majni, 2014). طی آزمایشی افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ وحشی از ۱۰۰-۰ درصد اثر بازدارندگی بر درصد جوانه‌زنی گیاه سوروف داشت و مشاهده گردید که عصاره آبی گلرنگ وحشی سبب افزایش تخریب غشای سلولی و افزایش غلظت مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم لیپیدپراکسیژناز در بافت گیاهچه گیاه سوروف گردید (Sabet Zanganeh and Farhoudi, 2013). تاثیر عصاره گلرنگ بر کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی علف هرز سوروف و یولاف وحشی توسط سایر محققان ثابت شده است (Gholizadeh et al., 2012).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تاثیر آللوپاتی ژنوتیپ‌های گلرنگ بر روی خصوصیات جوانه‌زنی علف‌های‌هرز

منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	بنیه بذر
بلوک	۲	۱۵/۵ *	۵۶/۵۸ ns	۰/۰۴۱۴ *	۰/۰۰۰۰۸ *	۰/۰۰۰۰۳ *	۹۵۲۰ ns
ژنوتیپ	۲	۳۰۱/۶*	۶۶/۹۷ ns	۰/۷۱۲۲ *	۰/۰۰۱۱۳ *	۰/۰۰۰۰۶ *	۲۵۳۶۱ ns
غلظت	۳	۱۲۵۱/۷ *	۴۶/۱۶ ns	۳/۸۳۱۵ *	۰/۰۰۰۲۲*	۰/۰۰۰۰۸ *	۲۱۳۲۵۶ *
علف هرز	۳	۱۶۰۰۱/۳ *	۲۰۵/۸۱ ns	۱۱۴/۷۵۶ *	۰/۲۷۱۰۵*	۰/۰۲۴۴۵ *	۳۱۹۵۳۸۶*
ژنوتیپ × غلظت	۶	۴۵/۷ *	۵۸/۲۱ ns	۰/۱۴۹۱*	۰/۰۰۰۳۱*	۰/۰۰۰۰۷ *	۱۷۰۷۴ ns
ژنوتیپ × علف هرز	۶	۱۸۷/۹*	۶۰/۸۳ ns	۱/۶۴*	۰/۰۰۱۱۳*	۰/۰۰۰۳۶ *	۴۷۳۴۱*
غلظت × علف هرز	۹	۴۶۸ *	۵۷/۲۳ ns	۰/۴۶۹۲*	۰/۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۳۶ *	۱۷۱۷۱ ns
ژنوتیپ × غلظت × علف هرز	۱۸	۶۲ *	۶۳/۱۱ ns	۰/۲۹۷۹ *	۰/۰۰۰۳۱*	۰/۰۰۱ *	۱۹۷۷۸ ns
خطا	۹۴	۲/۱	۶۰/۴۸	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۲	۱۰۱۷۶
ضریب تغییرات (٪)		۳/۲۱	۱۵/۱۶	۳/۵۹	۱۵/۳۳	۶/۰۲	۳/۲۳

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

در این آزمایش با افزایش غلظت عصاره آبکی ریشه جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که حداقل سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره حاصل گردید. کاهش درصد جوانه‌زنی بذر به افزایش غلظت مالون دی آلدهید و همچنین کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نسبت داده شده است (Farhoudi and Darmyzadeh, 2015). این محققان همچنین دریافتند که افزایش غلظت عصاره جو به دلیل افزایش تخریب غشاء سلولی و کاهش فعالیت آنزیم‌های حیاتی مانند آلفا آمیلاز و ساکاروز سنتتاز در گیاهچه سوروف، سبب کاهش وزن گیاهچه این علف هرز گردید.

طی تحقیقی مشابه با افزایش غلظت عصاره گلرنگ از ۲۰-۰ درصد، درصد جوانه‌زنی بذر، غلظت لیپید مالون دی آلدئید پراکسیداسیون، وزن تر گیاهچه و طول گیاهچه خردل وحشی کاهش یافت. عصاره گلرنگ همچنین از فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (آنزیم ضروری در روند جوانه‌زنی بذر) در بذور خردل وحشی جلوگیری نموده و باافزایش غلظت عصاره، میزان بازدارندگی آن افزایش یافت. به‌طوری‌که کمترین فعالیت آلفا آمیلاز با غلظت ۱۵ و ۲۰ درصد عصاره گلرنگ حاصل گردید (Farhoudi and Lee, 2012).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات ژنوتیپ، غلظت عصاره و علف هرز بر روی صفات مورد بررسی

		سرعت جوانه‌زنی (درصد)	طول‌ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول‌ساقه‌چه (سانتیمتر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	بنیه بذر
ژنوتیپ	وحشی	٦٣^{b}	٤/٦^{a}	٤/٦^{a}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٣^{a}	٩٠٧^{a}
	محلی کردستان	٦٥^{a}	٤/٦^{a}	٤/٦^{a}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٢^{b}	٩٢٠^{a}
	سینا	٣٠^{c}	٦/٦^{a}	٤/٤^{b}	٠/٠١٥^{b}	٠/٠٣^{a}	٨٧٥^{a}
علف هرز	خلر	٧٤/٢^{b}	٧/٧^{a}	٤/٥^{b}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٢^{a}	١٢٠٦^{a}
	چچم	٣٣/٧^{d}	٥/٧^{ab}	٧^{a}	٠/٠١٥^{b}	٠/٠٠١^{d}	١٠٠٢^{b}
	ارزن	٦٢/٥^{c}	٥/٧^{ab}	٣/٥^{c}	٠/٠١٣^{bc}	٠/٠٢^{b}	٨٩٩^{c}
	شبدر برسیم	٨١/٧^{a}	٢/٩^{b}	٣/١^{d}	٠/٠١^{c}	٠/٠١^{c}	٤٩٧^{d}
غلظت عصاره (درصد)	شاهد (صفر)	٦٨/٥^{a}	٤/٧^{a}	٤/٩^{a}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٢ ^{b}	٩٦٦/١^{a}
	٢٥	٦٦/٩^{b}	٤/٧^{a}	٤/٦^{b}	٠/٠٢^{a}	٠/٠٣^{a}	٩٤٩^{ab}
	٥٠	٦٢/٣^{c}	٤/٦^{a}	٤/٤^{c}	٠/٠١٥^{b}	٠/٠٢^{b}	٨٩٤^{b}
	١٠٠	٥٥/٣^{d}	٦/٩^{a}	٤/١^{d}	٠/٠١^{c}	٠/٠١^{c}	٧٩٥^{c}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌دار ندارند

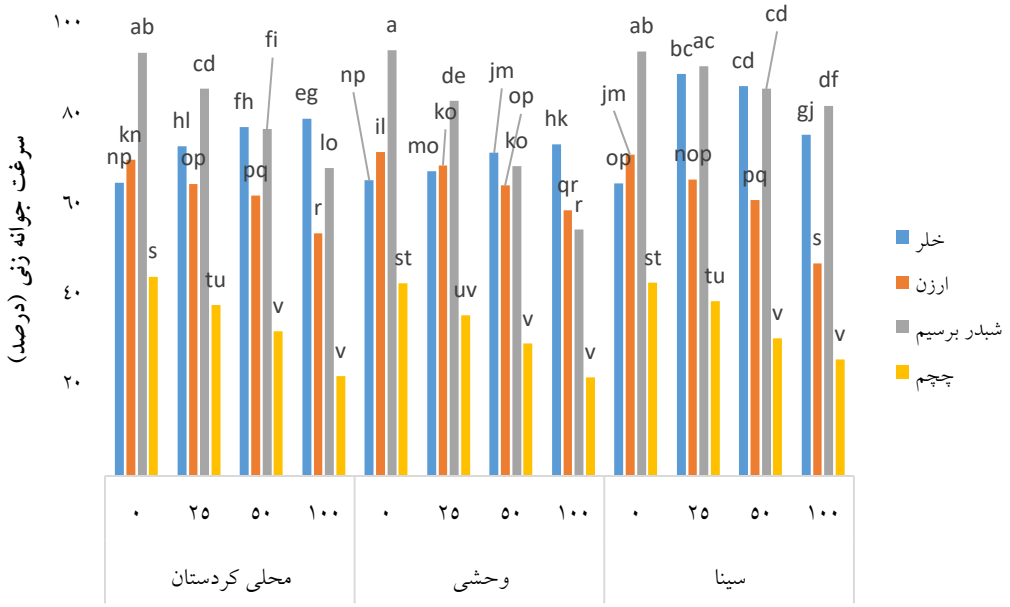
بر اساس نتایج اثرات متقابل سه گانه حداکثر جوانه‌زنی در هر سه ژنوتیپ در غلظت صفر و در شبدر برسیم و حداقل جوانه‌زنی در ژنوتیپ وحشی در غلظت ۱۰۰ عصاره ریشه و در علف هرز چچم مشاهده گردید (نمودار۱). روند کاهش جوانه‌زنی در هر سه ژنوتیپ با افزایش غلظت عصاره در علف هرز چچم یکسان بود. بنابراین نتیجه‌گیری گردید که چچم حساسترین بذر علف هرز از نظر جوانه‌زنی نسبت به عصاره ریشه گلرنگ می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌های‌هرز

		سرعت جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول‌ساقه‌چه (سانتیمتر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	بنیه بذر
ژنوتیپ × غلظت							
محلی کردستان	۰	۶۸/۴^{b}	۴/۸^{a}	۴/۹^{a}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۳^{bcd}	۹۶۷/۶^{ab}
	۲۵	۶۵/۵^{cd}	۴/۶^{a}	۴/۷^{b}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۲^{ef}	۹۸۳/۴^{a}
	۵۰	۶۲/۳^{e}	۴/۵^{a}	۴/۵^{c}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۳۵^{b}	۸۹۱/۶^{ab}
	۱۰۰	۵۶ ^{g}	۴/۴^{a}	۴/۳^{d}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۲۸^{cde}	۸۳۸/۸^{bc}
وحشی	۰	۶۸/۷^{b}	۴/۷^{a}	۴/۹^{a}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۲۵^{e}	۹۶۵/۷^{ab}
	۲۵	۶۳/۹^{de}	۴/۶^{a}	۴/۹^{a}	۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۳۵^{b}	۹۳۰/۹^{ab}
	۵۰	۵۸/۶^{f}	۴/۵^{a}	۴/۵^{bc}	۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۳^{bcd}	۸۹۷^{ab}
	۱۰۰	۵۲/۳^{h}	۴/۳^{a}	۴/۳^{c}	۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۳^{bcd}	۸۳۸/۲^{bc}
سینا	۰	۶۸/۴^{b}	۴/۷^{a}	۴/۹^{a}	۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۳^{bcd}	۹۶۵/۱^{ab}
	۲۵	۷۱/۲^{a}	۴/۹^{a}	۴/۵^{c}	۰/۰۰۹ ^{b}	۰/۰۴^{a}	۹۳۴/۹^{ab}
	۵۰	۶۶/۱^{c}	۴/۷^{a}	۴/۳^{d}	۰/۰۰۸ ^{c}	۰/۰۲۸^{cde}	۸۹۳/۴^{ab}
	۱۰۰	۵۷/۸^{fg}	۱۲/۱^{a}	۳/۹^{e}	۰/۰۰۷ ^{d}	۰/۰۱۷^{f}	۷۰۹/۸^{c}
ژنوتیپ × علف هرز							
محلی کردستان	خلر	۷۳/۸^{a}	۷/۵^{a}	۴/۷^{d}	۰/۰۲^{a}	۰/۰۲۲^{c}	۱۲۷۶/۷^{a}
	ارزن	۶۳/۸^{g}	۵/۸^{a}	۳/۶^{g}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۷^{e}	۹۲۰/۴^{de}
	شبدر برسیم	۸۱/۳^{b}	۲^{a}	۳/۱^{h}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۷^{e}	۵۰۲/۵^{f}
	چچم	۳۴/۱^{hi}	۳/۱^{a}	۷^{b}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۱^{i}	۹۸۰/۸^{cd}
وحشی	خلر	۶۹/۷^{e}	۷/۵^{a}	۴/۸^{d}	۰/۰۲^{a}	۰/۰۲۵^{b}	۱۲۳۱/۷^{ab}
	ارزن	۶۶/۱^{f}	۵/۹^{a}	۳/۸^{f}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۲^{d}	۹۵۲^{de}
	شبدر برسیم	۷۵/۳^{d}	۱/۷^{a}	۲/۹^{i}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۵^{eg}	۴۶۲/۳^{f}
	چچم	۳۲/۵^{i}	۳/۲^{a}	۶/۸^{c}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱^{j}	۹۸۵/۷^{cd}
سینا	خلر	۷۹/۲^{c}	۸^{a}	۳/۹^{e}	۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۳^{a}	۱۱۰۹/۸^{bc}
	ارزن	۶۱/۵^{g}	۵/۳^{a}	۳/۱^{h}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۳^{h}	۸۲۵/۸^{e}
	شبدر برسیم	۸۸/۴^{a}	۲/۲^{a}	۳/۲^{h}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۵^{eg}	۵۲۶/۴^{f}
	چچم	۳۴/۵^{h}	۱۱^{a}	۷/۴^{a}	۰/۰۱^{c}	۰/۰۱۱^{i}	۱۰۴۱/۲^{cd}
غلظت × علف هرز							
۰	خلر	۶۵/۳^{g}	۷/۳^{a}	۴/۶^{f}	۰/۰۲^{a}	۰/۰۲۷^{c}	۱۱۸۰/۶^{abc}
	ارزن	۷۱/۲^{e}	۵/۹^{a}	۳/۹^{g}	۰/۰۱۷^{cd}	۰/۰۲۵^{d}	۹۷۵^{dfgh}
	شبدر برسیم	۹۴/۳^{a}	۲/۳^{a}	۳/۴^{h}	۰/۰۱۵^{def}	۰/۰۲۲^{e}	۵۷۵^{h}
	چچم	۴۳/۳^{j}	۳/۵^{a}	۷/۸^{a}	۰/۰۱۷^{cd}	۰/۰۱۵^{i}	۱۱۳۴/۹^{bcd}
۲۵	خلر	۷۶/۷^{cd}	۷/۸^{a}	۴/۵^{ef}	۰/۰۲^{a}	۰/۰۳۱^{ab}	۱۳۰۱^{a}
	ارزن	۶۶/۶^{fg}	۵/۷^{a}	۳/۵^{h}	۰/۰۱۶^{cdef}	۰/۰۲۱^{ef}	۹۲۷/۳^{efg}
	شبدر برسیم	۸۶/۸^{b}	۲^{a}	۳/۲^{i}	۰/۰۱۵^{def}	۰/۰۲۰^{fg}	۵۱۹/۱^{h}
	چچم	۳۷/۵^{k}	۳/۳^{a}	۷/۲^{b}	۰/۰۱۷^{cd}	۰/۰۱۵^{i}	۱۰۵۱/۶^{cde}
۵۰	خلر	۷۸/۷^{c}	۷/۸^{a}	۴/۴^{ef}	۰/۰۱۸^{b}	۰/۰۳^{b}	۱۲۲۷/۳^{ab}
	ارزن	۶۲/۷^{h}	۵/۶^{a}	۳/۴^{h}	۰/۰۱۵^{def}	۰/۰۱۸^{fgh}	۸۸۷/۲^{efg}
	شبدر برسیم	۷۷/۳^{cd}	۱/۸^{a}	۳^{j}	۰/۰۱۵^{def}	۰/۰۱۶^{gh}	۴۸۲/۲^{h}
	چچم	۳۰/۷^{l}	۳/۱^{a}	۶/۹^{c}	۰/۰۱۶^{cdef}	۰/۰۱۵^{i}	۹۷۹/۲^{def}
۱۰۰	خلر	۷۶/۲^{d}	۷/۷^{a}	۴/۴^{f}	۰/۰۱۸^{b}	۰/۰۳۵^{a}	۱۱۰۶/۶^{bcd}
	ارزن	۵۳/۴^{l}	۵/۴^{a}	۳/۲^{i}	۰/۰۱۵^{def}	۰/۰۱۶^{gh}	۸۰۸/۱^{g}

	سرعت جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	طول‌ساقه‌چه (سانتیمتر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	بنیه بذر
شبدر برسیم	٦٨/٤^{f}	١/٦^{a}	٢/٦^{k}	٠/٠١٤^{f}	٠/٠١٣^{j}	٤١٣/٣^{h}
چچم	٢٣/٣^{m}	١٣/١^{a}	٦/٣^{d}	٠/٠١٤^{f}	٠/٠١^{k}	٨٥٤/٤^{fg}

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌داری ندارند.

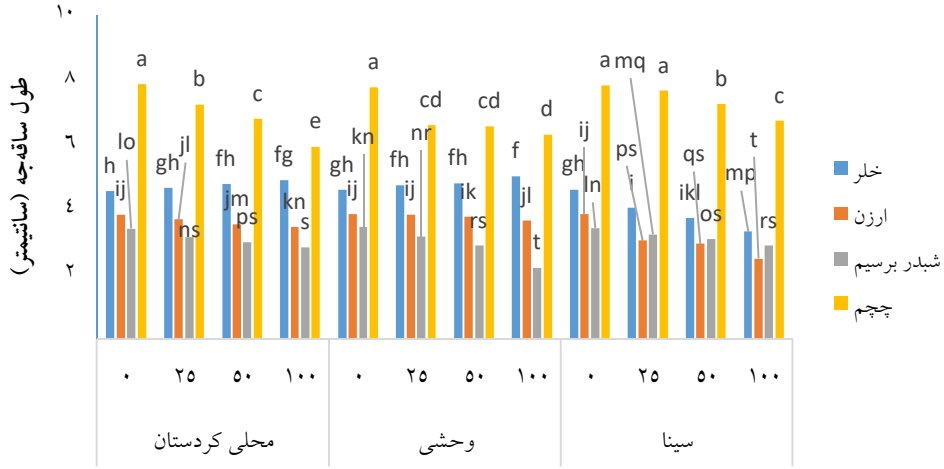


نمودار ١: مقایسه اثرات متقابل ژنوتیپ × علف هرز × غلظت عصاره بر درصد جوانه‌زنی

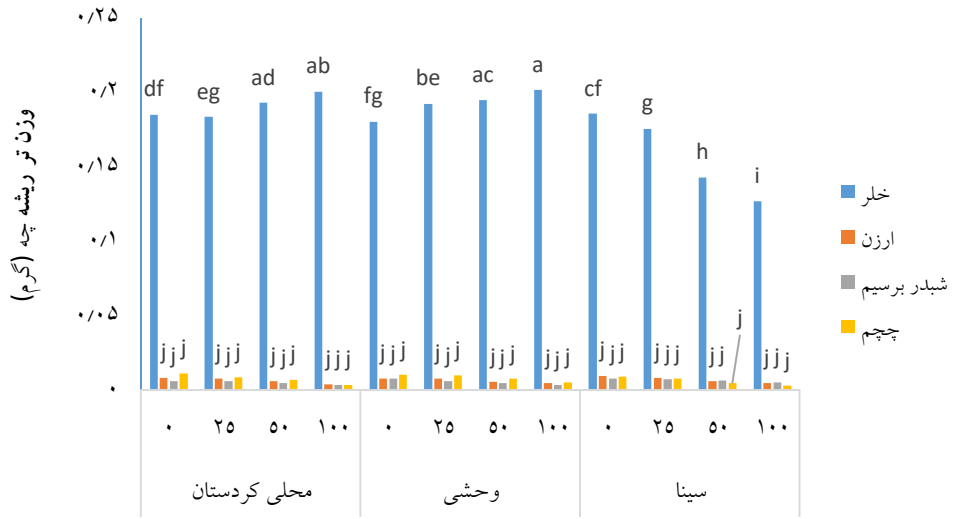
طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: طول ساقه‌چه تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نشان داد. به طوری که حداقل طول ساقه‌چه در ژنوتیپ سینا و در غلظت عصاره ١٠٠ درصد حاصل گردید. همچنین طول ساقه‌چه در بین علف‌های هرز متفاوت و حداقل مقدار در شبدر برسیم حاصل گردید (جدول٢). اثر عصاره آبی گلرنگ وحشی بر کاهش طول گیاهچه گیاه سوروف ثابت شده است (Sabet Zanganeh and Farhoudi, 2013). در تحقیقی مشابه عصاره گیاه آفتابگردان باعث افزایش معنی‌دار غلظت هورمون آبسزیک اسید و همچنین کاهش چشمگیر غلظت هورمون جیبرلیک در بافت برگ گندم گردیده است (Kamal, 2010). در تحقیقی دیگر با افزایش غلظت عصاره ریشه آفتابگردان، درصد جوانه‌زنی، طول ساقه و وزن خشک گیاهچه علف‌های هرز دم‌روباهی و خردل وحشی کاهش یاقت و مشاهده گردید که اثر بازدارندگی عصاره ریشه آفتابگردان بیشتر از ساقه است (Sadeghi et al., 2012). ثابت شده است که که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در علف‌های هرز وقتی در معرض ترکیبات آللوپاتیک ژنوتیپ‌های گلرنگ قرار می‌گیرند، تغییر می‌کنند بطوری که هر چه فعالیت آللوپاتی بقایا بیشتر باشد، میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در علف‌های هرز بیشتر خواهد شد (Motamedi and Majni, 2014).

نتایج اثرات متقابل سه گانه نیز بیانگر حصول حداکثر طول ساقه‌چه در هر سه ژنوتیپ در غلظت صفر و در علف هرز چچم و حداقل طول ساقه‌چه در ژنوتیپ وحشی در غلظت ١٠٠ عصاره ریشه و در شبدر برسیم بود (نمودار٢). روند کاهش طول ساقه‌چه در هر سه ژنوتیپ با افزایش غلظت عصاره در علف

هرز شبدر برسیم (به استثنای ژنوتیپ سینا در غلظت ۱۰۰ درصد) یکسان بود. بنابراین نتیجه‌گیری گردید که شبدر برسیم کمترین طول گیاهچه را نسبت به عصاره ریشه گلرنگ تولید نمود. در عین حال چچم که در صفت درصد جوانه‌زنی کمترین میزان را حاصل نموده بود در اینجا حداکثر طول ساقه‌چه را تولید نمود.



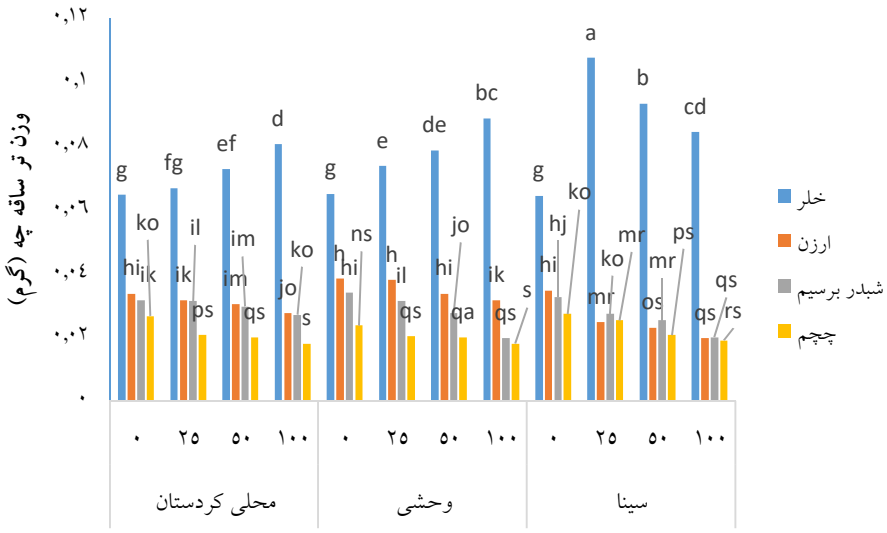
نمودار ۲: مقایسه اثرات متقابل ژنوتیپ × علف هرز × غلظت عصاره بر طول ساقه‌چه



نمودار ۳: مقایسه اثرات متقابل ژنوتیپ × علف هرز × غلظت عصاره بر وزن تر ریشه‌چه

وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه: وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی معنی‌دار گردیدند. بر اساس نتایج کمترین وزن ریشه‌چه در سینا و کمترین وزن ساقه‌چه در محلی کردستان حاصل گردید. همچنین حداقل صفات مذکور در غلظت ۱۰۰ درصد ریشه بدست آمد. در بین علف‌های هرز نیز بیشترین مقادیر صفات مذکور در علف هرز خلر مشاهده گردید. با توجه به نتایج حاصله این آزمایش در خصوص طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بروز چنین نتایجی منطقی به نظر می‌رسد. تاثیر عصاره آبی گلرنگ وحشی بر کاهش وزن گیاهچه، در گیاه سوروف ثابت شده است (Sabet Zanganeh and Farhoudi, 2013). همچنین افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ، سبب کاهش وزن خشک اندام هوایی و فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز در برگ ماشک گل‌خوشه‌ای گردیده است به طوری که

این امر افزایش تخریب غشاء سلولی و غلظت مالون دی آلدهید در بافت گیاه را در پی داشته است (Farhoudi, 2014). در آزمایشی مشابه افزایش بقایای آفتابگردان به صورت مخلوط با خاک سبب کاهش وزن و ارتفاع گیاهچه، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و ساکارز سنتتاز در گیاهچه‌های علف هرز چچم گردید (Hatmianzadeh and Ariannia, 2013). در پژوهشی دیگر عصاره آفتابگردان، وزن خشک گیاهچه علف‌های هرز دم‌روباهی و خردل وحشی را کاهش داد (Sadeghi et al., 2012). در این آزمایش بر اساس نتایج اثرات متقابل سه گانه حداکثر وزن ریشه‌چه در تمام تیمارها در علف هرز خلر حاصل گردید (نمودار۳). با توجه به این که خلر از نظر طول ریشه‌چه، حداکثر میزان را بدست آورده بود بنابراین افزایش وزن تر آن در اینجا منطقی به نظر می‌رسد.



نمودار ٤: مقایسه اثرات متقابل ژنوتیپ × علف هرز × غلظت عصاره بر وزن تر ساقه‌چه

به نظر می‌رسد گیاه خلر از نظر ژنتیکی توانایی رشد و توسعه ریشه‌ها را در صورت مواجه با بقایای ریشه گلرنگ داشته باشد. این روند در خصوص وزن تر ساقه‌چه خلر نیز مشاهده گردید (نمودار٤). هر چند در قسمت قبلی آزمایش طول ساقه‌چه علف هرز چچم بیشتر بود، منتهی این افزایش طول نتوانسته است بر وزن تر آن تاثیرگذار باشد. احتمال می‌رود در گیاه خلر تراکم بافت ساقه و یا افزایش قطر ساقه سبب این برتری شده باشد.

بنیه بذر: این صفت نیز تحت تاثیر غلظت عصاره و علف هرز و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در علف هرز معنی‌دار گردید. به طوری که حداکثر بنیه بذر در تیمار شاهد مشاهده گردید و با افزایش غلظت عصاره ریشه گلرنگ از ۱۰۰-۰ درصد، بنیه بذر کاهش یافت. در بین علف‌های هرز نیز حداکثر بنیه بذر در خلر و حداقل میزان در شبدر برسیم حاصل گردید. با توجه به نتایج قبلی در این آزمایش به نظر می‌رسد تاثیر عصاره گلرنگ در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های علف هرز متفاوت باشد. به طوری که در برخی بذور مانند چچم در مرحله جوانه‌زنی کاهش شدیدی نشان داد ولی در مرحله رشد اولیه گیاهچه افزایش قابل توجه طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در مقابل گیاه شبدر برسیم که قبلا حداکثر درصد جوانه‌زنی را داشت، نشان داد. در عین حال شبدر

برسیم حداقل طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه را نشان داد و برآیند آن حداقل بنیه بذر در مقابل سایر علف‌های هرز بود.

طی تحقیقی مشابه با هدف بررسی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های مختلف گیاه (برگ، پوست، ساقه، ریشه) سه گونه گیاهی روغنی *Jatropha curcus*، *Ricinus communis* و *Aphanamixis polystachy*a بر روی رشد گیاهچه‌های جوت، برنج، گندم، تربچه، گوجه فرنگی، ماش و خردل تحت شرایط آزمایشگاهی مشاهده گردید که بازدارندگی رشد ساقه و ریشه گیاهچه‌های مذکور تحت تاثیر سه گونه روغنی به‌طور قابل توجهی متفاوت بودند. همچنین پتانسیل ترکیبات آللوپاتیک در برگ‌ها و ریشه‌های گیاهان فوق بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه بود. در این تحقیق مشاهده گردید که عصاره گیاه J. curcus پتانسیل آللوپاتیک بالاتری نسبت به دو گیاه دیگر دارد (Mominul Islam et al., 2019). طی آزمایشی دیگر با کاربرد عصاره آللوپاتی سورگوم، آفتابگردان، چغندرقند و گلرنگ در جهت مدیریت علف‌های هرز گندم، مشاهده گردید که استفاده از عصاره آبی گلرنگ باعث کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم گردید. به‌طوری‌که کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار عصاره آبی، سبب افزایش ۱۷/۸ درصدی عملکرد گندم گردید (Miri and Armin, 2013). اندام‌های گیاه گلرنگ حاوی ترکیبات فنولیک فراوانی بوده و کاربرد آن سبب افزایش ترکیبات فنولیک در گیاهچه گیاه مورد نظر می‌گردد. به‌طوری‌که با افزایش غلظت این ترکیبات، فعالیت آنزیم لیپاز در بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی، طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، محتوی نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی کاهش می‌یابد (Ullah et al., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش اکثر صفات مورد بررسی در این آزمایش تا حدودی تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند. یافته‌های این آزمایش نشان داد که در بین ژنوتیپ‌ها، سینا کمترین درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نهایت کمترین میزان بنیه بذر را نشان داد. همچنین با افزایش غلظت عصاره ریشه گلرنگ از ۱۰۰-۰ درصد، صفات مذکور کاهش یافتند و حداقل میزان در غلظت ۱۰۰ درصد مشاهده گردید در بین بذور علف‌های هرز نیز شبدر برسیم حداکثر جوانه‌زنی و چچم حداقل جوانه‌زنی را نشان دادند. با این وجود صفت بنیه بذر به عنوان برآیند صفات مورد بررسی نشان داد که حداکثر میزان در بذر خلر و کمترین مقدار در شبدر برسیم حاصل گردید. بنابراین در بین علف‌های هرز مورد بررسی خلر به عنوان مقاوم‌ترین و شبدر برسیم به عنوان حساس‌ترین گیاه به عصاره ریشه گلرنگ مشخص گردیدند.

References

Behdad, A., Abrishamchi, P. and Jankju, M. 2015. Relation to phonology, phenolics content and allelopathic effect of *Artemisia khorassanica* Krasch on growth and physiology of Bromus kopetdaghensis Drobov. Iranian Journal of Biology. 28 (2): 243-255.

Farhoudi, R. 2014. Effect of safflower aqueous extracts foliar application on peroxidase enzyme activity and cell membrane leakage of hairy vetech. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 102: 45-53.

Farhoudi, R. and Darmyzadeh, N. 2015. Effect of allelopathic extracts of Barley on germination, vegetative growth and some enzymes activates of *Echinocola colonum*. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 106: 88-93.

Farhoudi, R. and Lee, D.J. 2012. Evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* cv. Koseh) extract on germination and induction of α-amylase activity of wild mustard (*Sinapis arvensis*) seeds. Seed Science and Technology. 40 (1): 134–138.

Gholizadeh, A., Farhoudi, R. and Modhej, A. 2012. Study the allelopathic effect of safflower (*Carthamus tinctorius*) aqueous extract on germination and seedling growth of *Avena fatua* and *Echinochloa crus-galli* weeds. Conference on non-operating defense in the agricultural sector.

Hatmianzadeh, M and Ariannia, N. 2013. Investigating the allelopathic effects of sunflower residues mixed with soil on the growth and enzyme activities of rye seedlings. International conference on sustainable development, solutions and challenges, focusing on agriculture, natural resources, environment and tourism. 2013.

ISTA, 2010. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA).

Kafi, M. and Rostami, M. 2008. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorius*) under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian Journal of Field Crops Research. 5 (1):121-131.

Kamal, J. 2010. Efficiency of allelopathy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on physiology of wheat (*Triticum aestivum*. L). African Journal of Biotechnology. 4 (15): 9553-9555.

Kulkarni, M.G., Street R.A. and Van Staden, J. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany. 73: 131-137.

Miri, H. R. and Armin, M. 2013. The use of plant water extracts in order to reduce herbicide application in wheat. European Journal of Experimental Biology. 3 (5): 155-164.

Mominul Islam, A.K.M., Mojidul Haque, M.D., Bhowmik, O., Yeasmin, S., Parvez Anwar, M.D. 2019. Allelopathic potential of three oil enriched plants against seedling growth of common field crops. Journal of Botanical Research. 1 (3): 8-15.

Motamedi, M. and Majni, H.K. 2014. Evaluation of allelopathic potential of some cultivated safflower genotypes. Master's thesis of the Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology.

Motamedi, M., Karimmojeni, H. and Ghorbani Sini, F. 2016. Evaluation of allelopathic potential of safflower genotypes (*Carthamus tinctorus* L). Journal of plant protection research. 4:364-371.

Rial, C., Tomé, S., Varela, R.M., Molinillo, J.M.G., Macías, F.A. 2020. Phytochemical study of safflower roots (*Carthamus tinctorius*) on the induction of parasitic plant germination and weed control. Journal of Chemical Ecology. https://doi.org/10.1007/s10886-020-01200-7

Sabet Zanganeh, H. and Farhoudi, R. 2013. Investigating the allelopathic effect of water extract of wild safflower (*Carthamus oxyacantha*) on germination and destruction of the cell membrane of *Echinochlo crus-galli*. The first regional conference on plant ecophysiology. Islamic Azad University, Shushtar Branch. May, 2016.

Sadeghi, R., Yaqoubi Ashrafi, Z. and Sadeghi, P. 2013. Study the allelopathic effect of sunflower extract on the germination and growth of foxtail and wild mustard seeds. The first conference on non-operating defense in the agricultural sector. Pishtaz Iranian Science Cooperative Company. November 21, Qeshm.

Tutenocakli, T., Coskun, Y., Tas, I., Oral, A. and Turker, G. 2022. Allelopathic effects of some essential oil components on germination and seedling growth of wheat. Current Trends in Natural Sciences. 11 (21): 513-520.

Ullah, F., Ullah, A., Wazir, S.M. and Shinwari, Z.K. 2014. Phytotoxic effects of safflower yellow exposure on seed germination and early seedling growth of canola (*Brassica napus* l.). Pakistan Journal of Botany. 46 (5): 1741-1746.

Veisi, M., Rahimian Mashhadi, H., Alizade, H., Minbashi, M. and Oveisi, M. 2014. Effect of crop protection and herbicides management on weed species distribution in wheat fields. Iranian Journal of Field Crop Science. 45 (4): 521-530.