بررسی روش‌های مختلف شکست خواب بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

لیلی نباتی سوها[۱]، محمدتقی آل ابراهیم[۲*]، فاطمه احمدنیا[۳]، علی بابائی قاقلستانی[۴]

[۱]کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۲]استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۳]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

[۴]دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲۲

چکیده

یک گام مهم در کنترل علف‌های‌هرز شناسایی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک بذر این گیاهان است. به منظور بررسی روش‌های مختلف شکست خواب بذر خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis* L.) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد، سرمادهی مرطوب، غوطه‌ورسازی در محلول‌های جیبرلیک اسید با چهار غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون به مدت ۲۴ ساعت، غوطه‌ورسازی در محلول سولفوریک اسید غلیظ (۹۸ درصد) به‌مدت ۱، ۲ و ۳ دقیقه و قرار دادن بذرها در التراسونیک به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بود. نتایج نشان داد که صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. جیبرلیک اسید ۱۵۰۰ قسمت در میلیون دارای بیشترین تأثیر بر جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی اندازه‌گیری شده بود. در مقایسه با تیمار شاهد، جیبرلیک اسید ۱۵۰۰ قسمت در میلیون، ۸۰ درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی را افزایش داد. این در حالی بود که در غالب صفات مورد بررسی سولفوریک اسید تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشدی داشت. از نتایج چنین استنباط می‌گردد که برخلاف تأثیر مثبت جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل‌وحشی، سولفوریک اسید غلیظ دارای تأثیر مخرب بر آن بوده و می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در کنترل علف‌های‌هرز مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: سولفوریک اسید، التراسونیک، سرعت جوانه‌زنی، سرمادهی، ظهور گیاهچه

مقدمه

گیاه خردل‌وحشی علف‌هرزی با نام علمی (*Sinapis arvensis* L.) و نام انگلیسی (Wild mustard) از تیره شب‌بویان (*Brassicaceae*)، راسته کلم (*Brassicales*) و سرده خردل‌ها (*Sinapis*) بوده و به عنوان یکی از مهم‌ترین علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع گندم می‌باشد (Warwick et al., 2005). خردل‌وحشی گیاهی یکساله و زمستانه است که توسط بذر تکثیر شده و دارای الگوی رشدی نامحدود است (Buchanan et al., 2003; Warwick et al., 2005). خردل‌وحشی به دلیل قدرت رقابت بالا برای کسب نور (Holm et al., 1997) و نیز داشتن سطوح بالایی از اسید اروسیک (Huang et al., 2001) از جمله گونه‌های نامطلوب محسوب شده و خسارت جبران‌ناپذیری بر گونه‌های زراعی وارد می‌سازد (Safahani Langeroudi et al., 2009). این گیاه به عنوان علف‌هرز ۳۰ گیاه زراعی در ۵۲ کشور

*نویسنده مسئول: m_ebrahim@uma.ac.ir

جهان معرفی شده و سازگاری این گیاهان به دامنه وسیعی از دما (۴۸-۱۵ درجه سانتی‌گراد)، یخبندان و همچنین قدرت رویش و استقرار آن در مناطق مختلف باعث شده است که از جمله مشکلات جدی مزارع باشد (Huang et al., 2001; Zand and Beckie, 2002; Ehteshami and Zeinal, 2003).

یک گام مهم برای کنترل علف‌های‌هرز شناسایی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی دانه‌ی آن‌ها می‌باشد (Long et al., 2012). جوانه‌زنی مجموعه‌ای از فرآیندهای فیزیولوژیکی و مهم چرخه زندگی گیاهان است که با رشد گیاهچه آغاز می‌شود. مهم‌ترین عاملی که مانع از جوانه‌زنی بذور می‌شود، خواب بذر است (Bradford, 2002; Baskin and Baskin, 2004; Torabi et al., 2015). خواب بذر غالباً به‌عنوان یک خصوصیت ذاتی و درونی بذر بیان شده است که تعیین‌کننده‌ی قدرت جوانه‌زنی بذر در شرایط مختلف محیطی می‌باشد (Finch – Savage and Leubner – Metzger, 2006, Alebrahim et al., 2011). خواب در بذور علف‌های‌هرز یکی از ویژگی‌های سازگارکننده برای بهینه‌سازی جوانه‌زنی و پایداری علف‌های‌هرز می‌باشد (Benech-Arnold et al., 1974; Bewley et al., 2003). مهم‌ترین دلیل خواب در بذر خردل وحشی وجود ماده بازدارنده‌ی رشدی است که در غلظت‌های کم اکسیژن در جنین تولید می‌شود و همچنین حضور لایه‌ای از موسیلاژها و فنل‌ها در پوسته بذر خردل وحشی نیز از انتقال اکسیژن به جنین جلوگیری کرده و موجب تشکیل این ماده بازدارنده می‌شود (Benech-Arnold et al., 1974). به‌منظور بررسی اثر عوامل مختلف بر جوانه‌زنی بذر باید خواب بذر با اعمال روش‌های ساده، سریع، اثربخش، کم هزینه و سازگار با محیط زیست برای به دست آوردن درصد بالایی از جوانه‌زنی در یک دوره‌ی زمانی کوتاه مورد مطالعه قرار گیرد (Asghari et al., 2001; Kępczyński and Sznigir, 2013). در شرایط آزمایشگاهی برای شکست خواب بذر علف‌های هرز به طور معمول از سرمادهی، گرمادهی، خراش‌دهی پوسته بذر، تناوب نور، تناوب دما، انکوباکتور و محلول‌های جوانه‌زنی استفاده می‌کنند (Alebrahim et al., 2011; Fallahi et al., 2016; Humphries et al., 2018; Alshallash, 2018). هدف تیمارهایی که برای شکست خواب بذر طراحی می‌شود نرم کردن، سوراخ کردن، سائیدن و ایجاد شکاف در پوسته بذر برای بهبود نفوذپذیری پوسته می‌باشد (Foley, 2004; Warwick et al., 2005; Nadjafi et al., 2006). به‌طور کلی سختی پوسته بذر به دلیل عدم نفوذپذیری به آب و گازها موجب خواب بذر می‌شود که سختی پوسته بذر در بسیاری از علف‌های‌هرز از جمله خردل وحشی مشاهده شده است (Foley, 2007).

انجمن بین‌المللی آزمون بذر[1] (ISTA)، روش‌های مختلفی را برای شکست خواب بذر و القاء جوانه‌زنی ارائه کرده است که از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به استریتیفیکاسیون و استفاده از محلول‌های محرک جوانه‌زنی ازجمله هورمون‌ها و مواد شیمیایی اشاره کرد. هورمون‌هایی مانند اسید جیبرلیک و مواد شیمیایی مثل اسید سولفوریک در شکست خواب بذر تأثیر زیادی دارند (Nadjafi *et al*., 2006; Rahnama-Gahfarokhi and Tavakol-Afshar, 2007). یکی دیگر از روش‌های مؤثر برای شکست خواب بذر استفاده از دستگاه التراسونیک می‌باشد. وجود دیواره‌های سلولی سخت از نفوذ آب و اکسیژن به سلول جلوگیری کرده و مانع جوانه‌زنی آن‌ها می‌شود که دستگاه التراسونیک موجب تحریک دیواره سلولی شده و جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (Kaveh et al., 2018; Abbaspour-Gilandeh et al., 2019). استفاده از فناوری التراسونیک برای جوانه‌زنی بذرهای مختلفی مانند ذرت، جو، برنج و آفتابگردان توسط محققان گزارش شده که اهمیت این دستگاه را در بهبود جوانه‌زنی ذکر کرده‌اند (Yaldagard et al., 2008; Ding et al., 2018; Rifna et al., 2019; Sadeghianfar et al., 2019). در آزمایشی گزارش شد که بیشترین درصد جوانه‌زنی

1-International Seed Testing Association

علف‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*) از تیمار التراسونیک به مدت ۱۵ دقیقه نسبت به تیمار شاهد به دست آمد (Babaei-Ghaghelestany et al., 2020). با توجه به نقش جیبرلیک اسید در تحریک جوانه‌زنی بذرها، تیمارکردن بذر با جیبرلیک اسید توسط پژوهشگران زیادی برای شکست خواب بذر مورد استفاده قرار گرفته است (Hassani et al., 2009; Sekhavati et al., 2011; Makkizadeh Tafti et al., 2012). همچنین تعدادی از محققان گزارش کردند که بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی مربوط به تیمار اسید سولفوریک به مدت ۱ دقیقه بود (Warwick et al., 2005). در آزمایش دیگری گزارش شد که بهترین تیمارها جهت کاهش خواب بذر خردل وحشی و بهبود جوانه‌زنی، تیمارهای ۲۴ ساعت غوطه‌وری در اسیدجیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون بود (Rezvani et al., 2013). تعدادی از محققان دیگر نیز گزارش کردند که تیمار خراش‌دهی و سرمادهی دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (Herron and Clemens, 2001; Rosner and Harrington, 2003; Barbosa et al., 2005).

با توجه به افزایش تمایل پژوهشگران به مطالعه شکست خواب بذر علف‌های‌هرز، این آزمایش به‌منظور به‌دست آوردن روش‌های قابل اجرا، ساده، کم هزینه، سریع و کارآمد برای شکست خواب بذر خردل وحشی و مطالعه‌ی تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر این علف‌هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از بذرهای جمع‌آوری شده خردل‌وحشی (*Sinapis arvensis* L.) از مزارع کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (شهر اردبیل) با موقعیت جغرافیایی ′۳۹°۳۱ شمالی و ′ ۴۷°۴۶ شرقی اجرا شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، سرمادهی مرطوب، غوطه‌ورسازی در محلول‌های جیبرلیک اسید با چهار غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون (ppm) به مدت ۲۴ ساعت، غوطه‌ورسازی در محلول سولفوریک اسید غلیظ (۹۸ درصد) به مدت ۱، ۲ و ۳ دقیقه و قرار دادن بذرها در التراسونیک به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بود.

سرمادهی: برای بررسی تیمار سرمادهی بذر خردل وحشی به مدت ۱ماه در دمای ۴ درجه سانتی گراد و در شرایط مرطوب درون یخچال نگهداری شد. بذرها در تمامی طول دوره سرمادهی به طور یکنواخت مرطوب نگه داشته شدند. محفظه نگهداری بذرها کاملاً پوشیده شده بود تا از خشک شدن آن‌ها جلوگیری شود.

اسید جیبرلیک: برای بررسی تیمار اسیدجیبرلیک بذرها در چهار غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون (ppm) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. بعد از سپری شدن مدت زمان لازم، بذرها از ظرف حاوی اسید جیبرلیک خارج و با آب مقطر شستشو شدند.

اسید سولفوریک غلیظ: به منظور بررسی تیمار اسیدسولفوریک غلیظ بذرها به مدت ۱، ۲ و ۳ دقیقه، درون یک ظرف شیشه‌ای محتوی اسیدسولفوریک غلیظ با خلوص حدود ۹۸ درصد قرار داده شدند و پس از پایان مدت زمان لازم، بذرها از ظرف حاوی اسیدسولفوریک خارج و بلافاصله با آب جاری و سپس آب مقطر شستشو شدند.

التراسونیک: برای بررسی این تیمار بذرها به‌مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت ۳۵ کیلوهرتز (kHz) در دستگاه التراسونیک قرار گرفتند.

جوانه‌زنی: ابتدا بذرهای خردل‌وحشی با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی گردید، سپس به منظور بررسی تأثیر تیمارهای مورد استفاده بر جوانه‌زنی بذر، تعداد ۷۵ عدد بذر سالم به صورت تصادفی در ۳ تکرار ۲۵ بذری در پتری دیش‌های شیشه‌ای استریل به قطر ۹ سانتی‌متر و به روش Between paper در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. ۷۵ عدد بذر نیز به صورت تصادفی و در ۳ تکرار ۲۵ بذری به عنوان شاهد و بدون اعمال تیمار در نظر گرفته شدند. در تمام مراحل آزمایش کاغذهای جوانه‌زنی (کاغذ صافی واتمن)، مرطوب نگه داشته شدند و به منظور عدم از دست رفتن رطوبت، پتری‌دیش‌ها در داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز و در ساعت معین انجام گردید. خروج ریشه‌چه (به طول ۲ میلی‌متر) به منزله جوانه‌زنی بذر محسوب شده و عدم جوانه‌زنی بذرهای زنده تعیین کننده میزان خواب آن‌ها بود (Perry, 1991). برای اندازه گیری درصد جوانه‌زنی (G_{max}[1])، سرعت جوانه‌زنی (R_{50}[2])، یکنواختی جوانه‌زنی (GU[3]) و مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D_{50}) از برنامه جرمین استفاده گردید (Coolbear et al., 1984, Soltani et al., 2002, Farooq et al., 2005).

اندازه گیری صفت وزن تر گیاهچه: برای اندازه‌گیری وزن تر گیاهچه از هر تیمار آزمایشی (پتری‌دیش) سه گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. نمونه‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شده و میانگین سه گیاهچه از هر پتری‌دیش به عنوان وزن تر گیاهچه در نظر گرفته شد.

سرعت ظهور گیاهچه (Field Emeregence Rate): سرعت ظهور گیاهچه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Orchard, 1997).

$$FER = \frac{FFD}{D}$$

FFE = ظهور نهایی گیاهچه

D = تعداد روز

ضریب سرعت جوانه‌زنی (Coefficient of Velocity of Germination): ضریب سرعت جوانه‌زنی که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Scott et al., 1984).

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + \cdots + Gn}{(1 * G_1) + (2 * G_2) + \cdots + (n * Gn)}$$

$G_n - G_1$ = تعداد بذر جوانه زده از روز اول تا آخر آزمون

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه گردید.

1. Germination Percentage
2. Germination Rate
3. Germination Uniformity

نتایج و بحث

وزن تر گیاهچه: روش‌های مختلف شکست خواب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر گیاهچه خردل‌وحشی داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر گیاهچه خردل‌وحشی به‌ترتیب از تیمارهای اسید جیبرلیک ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۳۱۴/۳۳ میلی‌گرم) و تیمار شاهد (۶۵ میلی‌گرم) حاصل شد (جدول ۲). تیمارهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون اسید جیبرلیک نیز با ۲۵۴/۶۷ و ۲۸۲/۳۳ میلی‌گرم پس از اسید جیبرلیک ۱۵۰۰ قسمت در میلیون دارای بیشترین وزن تر گیاهچه خردل‌وحشی بودند (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمارهای اسید جیبرلیک در مقایسه با سایر تیمارهای مورد استفاده دارای بالاترین میزان وزن تر گیاهچه بوده و در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب اسید جیبرلیک ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون ۷۰/۷۲، ۷۴/۴۷، ۷۹/۳۲ و ۷۶/۹۷ درصد وزن تر گیاهچه را افزایش دادند (جدول ۲). نتایج یک آزمایش روی بذر گیاه اسپرک زرد (*Reseda lutea* L.) نشان داد که استفاده از اسید سولفوریک ۹۶ درصد باعث کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی نسبت به شاهد و در نتیجه کاهش وزن تر گیاهچه گردید (Ebrahimi et al., 2013). استفاده از جیبرلیک اسید برای شکست خواب بذور در آزمایشات متعدی گزارش شده که باعث تأثیر مثبت بر روی صفات گیاهچه گردیده است (Brits et al., 1995; Nicolas et al., 1996; Sieler, 1998; Chuanren et al., 2004).

سرعت ظهور گیاهچه (FER): نتایج نشان داد که سرعت ظهور گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب بذر قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در راستای جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل‌وحشی (جدول ۲)، بیشترین سرعت ظهور گیاهچه علف‌هرز خردل وحشی از تیمار غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بدون اختلاف معنی دار (۲/۳۳) و کمترین سرعت ظهور گیاهچه علف‌هرز خردل وحشی از تیمار فراصوت با ۱۰ دقیقه نگهداری (۰/۴۰) حاصل شد (جدول ۲). این در حالی است که سرعت ظهور گیاهچه در تیمارهای سرمادهی، فراصوت با نگهداری ۲۰ دقیقه و اسید سولفوریک با نگهداری ۲ دقیقه اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). به‌طور کلی در مقایسه با تیمار شاهد، تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون موجب افزایش ۸۰/۲۵ درصدی سرعت ظهور گیاهچه گردید. در آزمایشی بیان گردید که سرعت ظهور گیاهچه پایین می‌تواند ناشی از فرسودگی بذر، خواب بذر، خالی شدن ذخیره بذر از مواد غذایی و ناتوان شدن گیاهچه برای خروج از بذر باشد که منجر به کاهش درصد ظاهر شدن گیاهچه می‌شود (Pasandideh et al., 2015). استفاده از شاخص سرعت ظهور و نمو گیاهچه و سایر آزمون‌های بنیه‌ی بذر جهت ارزیابی درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه در توده‌های مختلف بذر می‌تواند به عنوان یک راه حل مؤثر برای ارزیابی وضعیت استقرار گیاه در مزرعه مورد توجه قرار گیرد (Steiner, 1990).

ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG): نتایج نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نبود و تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب بذر قرار نگرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی از تیمار شاهد (۰/۶۵) به دست آمد. همچنین کمترین ضریب سرعت جوانه‌زنی از تیمارهای اسید جیبرلیک ۵۰۰ قسمت در میلیون و اسید سولفوریک با نگهداری ۲ دقیقه بدون اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۴۱ حاصل شد (جدول ۲). سرعت جوانه‌زنی روزانه بذرها با قابلیت جوانه‌زنی اولیه آن‌ها متفاوت است (Pasandideh et al., 2015). بذرهایی که دارای خواب هستند توانایی جوانه‌زنی مطلوب و یکنواخت در یک مدت زمان مشخص ندارند. ضریب سرعت جوانه‌زنی روزانه با قوه نامیه بذر ارتباط مستقیم دارد و سرعت جوانه‌زنی

در بذرهای دارای خواب و قوه نامیه پایین کاهش می‌یابد (Hamidi, 2005). یکی از شاخص‌های کیفیت بذر سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد، هر چه بذر بتواند در زمان کمتر درصد جوانه‌زنی بالاتری داشته باشد سرعت جوانه‌زنی روزانه بهتری نیز خواهد داشت (Hamidi, 2005).

درصد جوانه‌زنی (Gmax[1]): نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل‌وحشی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر روش‌های مختلف شکست خواب بذر قرار گرفت (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی مربوط به تیمارهای اسید جیبرلیک ۵۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (بدون اختلاف معنی‌دار) ۹۷/۳۳ درصد بود. همچنین کمترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی مربوط به تیمار امواج فراصوت التراسونیک با نگهداری ۳۰ دقیقه ۸ درصد گزارش شد که کمتر از میزان تیمار شاهد بود (جدول ۲). در مقایسه با تیمار شاهد، اسید جیبرلیک ۵۰۰ و۱۵۰۰ قسمت در میلیون درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی را ۸۰ افزایش داد. به‌طور کلی سایر غلظت‌های اسید جیبرلیک (۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون) با ۹۲/۶۶ و ۹۰/۶۶ درصد جوانه‌زنی در رده‌های بعدی به‌عنوان بالاترین درصد جوانه‌زنی قرار داشتند (جدول ۲). اسید جیبرلیک از هورمون‌های گیاهی یا مواد تنظیم‌کننده رشد می‌باشد که می‌توان با تیمار کردن بذرها با این هورمون، خواب بذر را کاهش و جوانه‌زنی آن را تحریک کرد (Koornneff et al. 2002; Lotfi et al. 2020). تیمارهای فراصوت تأثیر چندانی در افزایش درصد جوانه‌زنی بذر خردل‌وحشی نداشتند. در آزمایشی گزارش کردند که در شکست خواب بذر علف‌هرز خردل‌وحشی تیمارهای ۲۴ ساعت غوطه‌ورسازی در اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی را داشتند و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار اسید سولفوریک بود که کمتر از تیمار شاهد گزارش گردید (Rezvani et al., 2013). در بررسی دیگری چنین نتیجه گیری شده که بیشترین درصد جوانه زنی در بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در تیمار شاهد مشاهده گردید درحالیکه کمترین درصد جوانه زنی در بذرهای تیمار شده با امواج فراصوت به‌مدت ۳۰ دقیقه بوده است (Maleki Farahani et al., 2015). در بررسی اثر امواج فراصوت التراسونیک بر جوانه‌زنی بذور ماش (*Vigna radiata*) گزارش شده است که سرعت و درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمار امواج فراصوت التراسونیک نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (Majd et al., 2010).

سرعت جوانه‌زنی (R_{50}): نتایج نشان داد که سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نبود و تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب بذر قرار نگرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی از تیمار شاهد (۱/۰۰) به دست آمد. همچنین کمترین سرعت جوانه‌زنی از تیمارهای اسید جیبرلیک ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون، امواج فراصوت التراسونیک با نگهداری ۱۰ و ۲۰ دقیقه و اسید سولفوریک با نگهداری ۲ دقیقه بدون اختلاف معنی دار به‌ترتیب ۰/۷۴، ۰/۸۷، ۰/۷۷، ۰/۷۶ و ۰/۷۵ حاصل شد (جدول ۲).

یکنواختی جوانه‌زنی (GU): نتایج بیانگر آن بود که یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها اسید سولفوریک با نگهداری ۲ دقیقه دارای بالاترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی و امواج فراصوت التراسونیک با نگهداری ۳۰ دقیقه دارای کمترین میزان یکنواختی جوانه‌زنی بذر بود (جدول ۲).

1. Germination

زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D_{50}): نتایج آزمایش نشان داد که مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نبود و تحت تأثیر تیمارهای مختلف شکست خواب قرار نگرفت (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی از تیمار اسید جیبرلیک ۵۰۰ قسمت در میلیون و کمترین مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که تیمار اسید جیبرلیک تأثیر بیشتری در کوتاه کردن مدت زمان جوانه‌زنی بذر داشته است.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب خردل وحشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر گیاهچه	سرعت ظهور گیاهچه (FER)	ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)	درصد جوانه‌زنی (Gmax)	سرعت جوانه‌زنی (R_{50})	یکنواختی جوانه‌زنی (GU)	مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (D_{50})
تکرار	۲	۴۲۱/۵۸^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۵/۴۴^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}
تیمار	۱۱	۱۶۰۲۵/۹۶**	۲/۴۵**	۰/۰۱^{ns}	۳۹۲۱/۳۲**	۰/۰۲^{ns}	۰/۲۳*	۰/۰۳^{ns}
اشتباه آزمایشی	۲۲	۲۷۶/۴۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۵/۴۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۲
ضریب‌تغییرات (درصد)	–	۸/۷۱	۴/۹۳	۱۹/۵۵	۵/۲۶	۱۴/۴۸	۱۸/۷۸	۱۲/۴۵

جدول ۲: نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب خردل وحشی

تیمار	میانگین صفات							
	وزن تر گیاهچه (mg)	سرعت ظهور گیاهچه	ضریب سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی (%)	سرعت جوانه‌زنی (day)	یکنواختی جوانه‌زنی (day)	مدت زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (day)
شاهد	۶۵/۰۰^{h}	۰/۴۶^{d}	۰/۶۵^{a}	۱۸/۶۶^{d}	۱/۰۰^{a}	۱/۳۰^{cd}	۱/۰۳^{c}
سرمادهی	۱۰۷/۰۰^{g}	۰/۶۳^{c}	۰/۴۵^{bc}	۲۴/۰۰^{c}	۰/۸۰^{ab}	۱/۷۰^{abc}	۱/۲۵^{abc}
اسید جیبرلیک ۵۰۰ قسمت در میلیون	۲۲۲/۰۰^{c}	۲/۳۳^{a}	۰/۴۰^{c}	۹۳/۳۳^{a}	۰/۷۴^{b}	۱/۸۷^{ab}	۱/۳۵^{a}
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ قسمت در میلیون	۲۵۴/۶۷^{b}	۲/۳۳^{a}	۰/۴۷^{bc}	۹۲/۶۶^{a}	۰/۸۷^{b}	۱/۸۷^{ab}	۱/۱۵^{abc}
اسید جیبرلیک ۱۵۰۰ قسمت در میلیون	۳۱۴/۳۳^{a}	۲/۳۳^{a}	۰/۵۴^{abc}	۹۳/۳۳^{a}	۰/۹۲^{ab}	۱/۴۷^{bcd}	۱/۰۷^{bc}
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ قسمت در میلیون	۲۸۲/۳۳^{b}	۲/۲۶^{a}	۲/۴۸^{bc}	۹۰/۶۶^{a}	۰/۸۴^{ab}	۱/۵۸^{abc}	۱/۱۹^{abc}
اولتراسونیک ۱۰ دقیقه	۲۰۱/۰۰^{cd}	۰/۴۰^{ed}	۰/۴۶^{bc}	۱۶/۰۰^{de}	۰/۷۷^{b}	۱/۵۸^{abc}	۱/۲۸^{ab}
اولتراسونیک ۲۰ دقیقه	۲۲۳/۰۰^{c}	۰/۵۶^{c}	۰/۴۶^{bc}	۲۲/۶۶^{c}	۰/۷۶^{b}	۱/۵۰^{abcd}	۱/۳۲^{ab}
اولتراسونیک ۳۰ دقیقه	۱۶۳/۰۰^{ef}	۰/۲۳^{f}	۰/۵۸^{ab}	۹/۳۳^{f}	۰/۹۲^{ab}	۱/۰۱^{c}	۱/۱۰^{abc}
اسید سولفوریک ۱ دقیقه	۱۷۷/۳۳^{de}	۰/۳۳^{e}	۰/۵۸^{ab}	۱۳/۳۳^{e}	۰/۹۲^{ab}	۱/۴۲^{bcd}	۱/۱۰^{abc}
اسید سولفوریک ۲ دقیقه	۱۴۰/۳۳^{f}	۰/۵۶^{c}	۰/۴۱^{c}	۲۲/۶۶^{c}	۰/۷۵^{b}	۱/۹۸^{a}	۱/۳۲^{ab}
اسید سولفوریک ۳ دقیقه	۱۴۰/۰۰^{f}	۰/۸۶^{b}	۰/۴۳^{bc}	۳۴/۶۶^{b}	۰/۸۰^{ab}	۱/۸۸^{ab}	۱/۲۵^{abc}
LSD $_{(5\%)}$	۲۸/۱۵۵	۰/۰۹	۰/۱۶	۳/۹۵	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۲۵

اعداد موجود در هر ستون که در یک حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر پایه آزمون LSD می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در بین تیمارهای مختلف شکست خواب استفاده از غلظت ۱۵۰۰ قسمت در میلیون جیبرلیک اسید موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و مولفه‌های رشدی گیاهچه گردید، به طوریکه در مقایسه با تیمار شاهد، اسید جیبرلیک ۱۵۰۰ قسمت در میلیون ۸۰ درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خردل وحشی را افـزایش داد. یکی از مهمترین دلایل این امر می‌تواند تأثیر مثبت هورمون جیبرلین بر متعادل‌سازی سطوح هورمون در بذر و کاهش مواد بازدارنده همانند اسید آبسیزیک و تسریع فرآیند جوانه‌زنی باشد. وزن تر گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، ضـریب سرعت جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. تأثیر مخرب سـولفوریک اسـید بر رویان بذر یکی از دلایل کاهش جوانه‌زنی و مؤلفه‌های رشد گیاهچه خردل‌وحشـی بـود، ایـن در حـالی اسـت کـه تیمارهای التراسونیک در غالب صفات مورد بررسی تأثیر چندانی در بهبود جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد نداشتند. به‌طور کلی از نتایج حاصل چنین استنباط می‌گردد که برخلاف تأثیر مثبت جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر علـف‌هـرز خردل‌وحشی، سولفوریک اسید غلیظ دارای تأثیر مخربی بر جوانه‌زنی و رشد بذر علف‌هـرز خـردل وحشـی بـوده و می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های مؤثر در کنترل علف‌های‌هرز مطرح باشد.

References

Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M. and Jahanbakhshi, A. 2019. The effect of microwave and convective dryer with ultrasound pre-treatment on drying and quality properties of walnut kernel. Journal of Food Processing and Preservation. 43(11):1-17.

Alebrahim, M.T., Rashedmihasel, M.H., Meighani, F. and Baghestani, M.A. 2011. Study of dormancy-breaking and optimum temperature for germination of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.). Journal of Plant Protection. 24(4): 391-397.

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.

Alshallash, K.S. 2018. Germination of weed species (*Avena fatua*, *Bromus catharticus*, *Chenopodium album* and *Phalaris minor*) with implications for their dispersal and control. Annals of Agricultural Sciences. 63(1): 91–97.

Asghari, J., Amirmoradi, S. and Kamkar, B. 2001. Weed physiology (Volume 1): Reproduction and Ecophysiology (Translation). University of Guilan Press, Rasht, Iran. 400p. (In Persian)

Babaei-Ghaghelestany, A., Alebrahim, M.T., MacGregor, D.R., Khatami, S.A. and Hasani Nasab Farzaneh, R. 2020. Evaluation of ultrasound technology to break seed dormancy of common lambsquarters (*Chenopodium album*). Food Science Nutrition. 00:1–8.

Barbosa, D., Gealdo, M.O., Alvarenga, M., Matovani, E. and Sants, F.D. 2005. Effect of acid scarification and different temperatures on physiological quality of *Strelitzia reginase* seeds. Revista Brasileira de Sementes. 27:71-77.

Baskin J.M. and Baskin C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed science Research. 14: 1-16.

Benech-Arnold, R.L., Sanchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. and Ghersa, C.M. 1974. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Research. 67: 105-122.

Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination a dormancy Weed. Weed Science. 50: 248-260.

Brits, G.J. Cutting, J.G.M. Brown, N.A.C. and Van Staden, J. 1995. Environmental and hormonal regulation of seed dormancy and germination in Cape fynbos *Leucospermum* R.Br. (Proteaceae) species. Plant Growth Reg. 17: 181-193.

Buchanan, F.S., Swanton, C.J. and Gillespie, T.J. 2003. Wild mustard. [on line] http://www.gov.on.ca/OMAFRA/English/crops/facts/88-085.htm. [accessed May 20,2003].

Chuanren, D., Bochu, W., Wanqian, L., Jing, C., Jie, L. and Huan, Z. 2004. Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea angustifolia* seeds. Colloids Surf. B: Biointerfaces. 37:101-105.

Coolbear, P., Francis, A. and Grierson, D. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment under the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. J. Exp. Bot. 35: 1609–1617.

Ding, J., Hou, G.G., Dong, M., Xiong, S., Zhao, S. and Feng, H. 2018. Physicochemical properties of germinated dehulled rice flour and energy requirement in germination as affected by ultrasound treatment. Ultrasonics Sonochemistry. 41: 484–491.

Ebrahimi, E. and Eslami, S.V. 2013. Breaking dormancy and effect of some environmental factors on germination of Cut leaf Mignonette (*Reseda lutea* L.) seeds. Journal of Plant Protection. 27(2): 177-184.

Ehteshami, S.M.R. and Zeinali, E. 2003. Biology and control of weed important species, (Vol. 1). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press, Gorgan, Iran. 412p.

Fallahi, N., Babaei Ghaghelestany, A., Asadi Gakieh, M. and Hatami Gharah Ghovini, N. 2016. The effect of halo-priming on germination indices of wheat under salinity stress. Agroecology Journal. 11(4): 25–34.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Hafeez, K. and Ahmad, N. 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. J. Integ. Plant Biol. 47: 187-93.

Foley, M.E. 2004. Review article: seed dormancy: an update on terminology, physiological, genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. Weed Science. 49: 305-317.

Foley, M.J.Y. 2007. New combinations in Phelipanche (Orobanchaceae). Edinburgh Journal of Botany. 64: 209-211.

Hamidi, A. 2005. Effects of harvesting time and drying temperature and duration on seed viability, vigour and some other related traits of two oil-seed rape (*Brassica napus* L.). cultivars. Seed Plant. 20: 511-527. (In Persian)

Hassani, S.B., Saboora, A., Radjabian T. and Fallahhusseini, H. 2009. Effects of temperature, GA3 and cytokinins on breaking dormancy of *Ferula assafoetida L*. Iranian Journal of Science & Technology. 33(1): 75-85.

Herron, H. and Clemens. J. 2001. Seed dormancy and germination in *Melicytus ramiflorus* (Violaceae). NewZealand Journal of Botany. 39: 245-249.

Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. and Herberger, J. 1997. World weeds, natural histories and distribution. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1129 Pp.

Huang, J.Z., Shrestha, A., Tollenaar, M., Deen, W., Rajcan, I., Rahimian, H. and Swanton, C.J. 2001. Effect of temperature and photoperiod on the phonological development of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Field Crops Research. 70: 75-86.

Humphries, T., Chauhan, B.S. and Florentine, S.K. 2018. Environmental factors effecting the germination and seedling emergence of two populations of an aggressive agricultural weed; *Nassella trichotoma*. PLoS ONE. 13(7): e0199491.

Kaveh, M., Jahanbakhshi, A., Abbaspour-Gilandeh, Y., Taghinezhad, E. and Moghimi, M.B.F. 2018. The effect of ultrasound pre-treatment on quality, drying, and thermodynamic attributes of almond kernel under convective dryer using ANNs and ANFIS network. Journal of Food Process Engineering. 41(7): e12868.

Kępczyński, J. and Sznigir, P. 2013. Response of *Amaranthus retroflexus* L. seeds to gibberellic acid, ethylene and abscisic acid depending on duration of stratification and burial. Plant Growth Regulation. 70(1):15-26.

Koornneff, M., Bentsink, L. and Hilhorst, H. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology. 5: 33-36.

Long, Y., Tan, D.Y., Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2012. Seed dormancy and germination characteristics of *Astragalus arpilobus* (Fabaceae, subfamily Papilionoideae), a central Asian desert annual ephemeral. South African Journal of Botany. 83: 68–77.

Lotfi, M., Oveisi, M., Rahimian Mashhadi, H., Pourmorad Kaleibar, B. and Naeimi, M.H. 2020. Effect of chilling time and gibberellic acid treatments on germination thermal parameters of Eryngium caeruleum. Iranian Journal of Field Crop Science. 51(1): 91-100. (In Persian)

Majd, A., Farz-por, S. and Ranian, D. 2010. The Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Seedling Genesis in Green Gram (*Leicia sativa* L.). Plant Science Research Quarterly. 9(2):1-9.

Makkizadeh Tafti, M., Farhoudi, R., Rastifar, M. and Asilan, K. 2012. Methods of breaking seed dormancy in Caper (*Capparis spinosa* L.). Iranian Journal of Range and Desert Research. 18(4): 569-577. (In Persian)

Maleki Farahani, S., Rezazadeh, A. and Aghighi Shahverdi, M. 2015 . Effects of electromagnetic field and ultrasonic waves on seed germination of Cumin (Cuminum cyminum). Iranian Journal Seed Research. 2(1): 109-118.

Nadjafi, M., Bannyan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for Ferula gammusa and Teucrium polium. Arid Environments. 64: 542-547.

Nicolas, C., Nicolas, G. and Rodriguez, D. 1996. Antagonistic effects on abscisic acid and gibberellic acid on the breaking of dormancy of *Fagus sylvatica* seeds. Physiol. Plant. 96: 244-250.

Orchard, T. 1977. Estemating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology. 5: 61-69.

Pasandideh, H., Seyed Sharifi, R., Hamidi, A., Mobasser, S. and Sedgi, M. 2015. Relationship of seed germination and vigour indices of commercial soybean [*Glycine max* (L) Merr.] cultivars with seedling emergence in field. Iranian Journal of Seed Science and Research. 1(1): 29-50. (In Persian)

Perry, D.A. 1991. Methodology and application of vigour tests. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 275pp.

Rezvani, H., Asghari, J. and Ehteshami, S.M.R. 2013. Investigation of prechilling and scarification (chemical and physical) treatments in break of wild mustard (*Sinapis arvensis*) seed dormancy. Iranian Journal of Seed Science and Technology. 2(2): 147-159. (In Persian)

Rifna, E.J., Ramanan, K.R. and Mahendran, R. 2019. Emerging technology applications for improving seed germination. Trends in Food Science and Technology. 86: 95–108.

Rosner, L.S. and Harrington, J.T. 2003. Optimizing acid scarification and stratification combination for Russet Buffaloberry seeds. Native Plants Journal. 82-86

Sadeghianfar, P., Nazari, M. and Backes, G. 2019. Exposure to ultraviolet (UV-C) radiation increases germination rate of maize (*Zea maize* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris*) seeds. Plants. 8(2): 49.

Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science. 24: 1192-1199.

Sekhavati, N., Hoseini, M., Akbarinia, M. and Rezaei, A. 2011. Effects of gibberellic acid and cold stratification on seed dormancy and seed germination on seeds with and without coat of *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research. 19(1): 192-204. (In Persian)

Sieler, G.J. 1998. Seed maturity, storage time and temperature, and media treatment effects on germination of two wild sun-flowers. Agronomy. 90: 221-226.

Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed sci. & Technol., 30: 51-60.

Steiner, J.J. 1990. Seedling rate of development index: indicator of vigor and seedling growth response. Crop Science. 30: 1264-1271.

Torabi, B., Adibniya, M. and Rahimi, A. 2015. Seedling emergence response to temperature in safflower: measurements and modeling. International Journal of Plant Production. 9(3): 393-412.

Warwick, S.I., Beckie, H.J., Thomas, A.G. and Mcdonald, T. 2005. The biology of canadian Weeds. 8. *Sinapis arvensis* L. (updated). Canadian Journal of Plant Science. 55: 171-183.

Yaldagard, M., Mortazavi, S.A. and Tabatabaie, F. 2008. Influence of ultrasonic stimulation on the germination of barley seed and its alpha-amylase activity. African Journal of Biotechnology. 7(14): 2465–2471.

Zand, E., and Beckie, H.J. 2002. Competitive ability of hybrid and open pollinated canola (*Brassica napus*) with wild oat (*Avena fatua*). Canadian Journal of Plant Science. 82(2): 473-480.

Journal of Seed Research, Vol. 10, No. 4, Winter 2021

Effect of different dormancy breaking methods on germination characteristics of wild mustard seed (*Sinapis arvensis* L.)

L. Nabati Souha[1], M.T. Alebrahim[2*], F. Ahmadnia[3], A. Babae Ghagholestany[4]

[1]M.Sc. graduate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[2] Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[3]Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[4]Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

An important step in weeds control are to identify the ecophysiological characteristics of the seeds of these plants. In order to investigate different methods of dormancy breaking of wild mustard seed (*Sinapis arvensis* L.) an experiment was conducted on a completely randomized design with three replications in 2019 in the Faculty of Agriculture and Natural Resources of Mohaghegh Ardabili University. Experimental treatments included control, chilling, placing in gibberellic acid solutions with four concentrations of 500, 1000, 1500 and 2000 parts per million for 24 hours, placing in concentrated sulfuric acid solution (98 Percent) for 1, 2 and 3 minutes and placing the seeds in ultrasonic for 10, 20 and 30 minutes. The results showed that the measured traits were affected by experimental treatments. Gibberellic acid 1500 parts per million (ppm) was measured at with the greatest effect on germination and growth components. Compared with the control treatment, gibberellic acid 1500 parts per million (ppm) increased 80 percent of wild mustard seed germination. However, in most of the studied traits, sulfuric acid had a negative effect on germination and growth components. The results suggest that despite the positive effect of gibberellic acid on germination of wild mustard seed, concentrated sulfuric acid has a detrimental effect on their and can be used as one of the methods for effective in controlling weeds.

Keywords: Chilling, Germination rate, Seedling emergence, Sulfuric acid, Ultrasonic.

*Corresponding author; m_ebrahim@uma.ac.ir