علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هفتم/ شماره دوم/ ۱۳۹۹ (۱۹۰ - ۱۷۹)

DOI: 10.22124/jms.2020.4556

بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی و نشت مواد از بذر درمنه کوهی (*Artemisia aucheri* L.)

حمیدرضا عیسوند[1*]، الهام لطیفی‌نیا[2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۱

چکیده

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها و همچنین محدودبودن رویشگاه‌های طبیعی و کمی زادآوری، برنامه‌ریزی برای کشت و اهلی‌کردن آن‌ها اهمیت زیادی دارد. یکی از موانع تکثیر این گیاهان، وجود خواب در بذر آن‌ها است. بنابراین یافتن تیمارهای کم‌هزینه و کارآمد جهت شکستن خواب بذر درمنه به‌عنوان گیاه دارویی مهم، ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از روش‌های بیوفیزیکی و پرایمینگ می‌تواند بر کاهش خواب و افزایش پارامترهای جوانه‌زنی تأثیر داشته باشد. به‌منظور بررسی اثر امواج فراصوت و هیدروپرایمینگ بر روی جوانه‌زنی بذر درمنه کوهی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان اجرا شد. بذرها به دو صورت هیدورپرایم‌شده و پرایم‌نشده، تحت تأثیر امواج فراصوت (به‌مدت ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ دقیقه و شدت امواج ۵۰ کیلوهرتز) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری (در سطح یک درصد) تحت تأثیر تیمار امواج فراصوت قرار گرفتند. همچنین پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاه‌چه و هدایت الکتریکی معنی‌دار بود. با افزایش مدت زمان قرارگیری بذر تحت امواج فراصوت، نشت یون‌ها از بذر کاهش یافت که این کاهش در بذور پرایم‌شده نسبت به عدم پرایم مشهودتر بود. بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرهای پرایم‌شده در ۱۰ دقیقه تحت تأثیر امواج فراصوت به‌دست آمد. با توجه به زمان‌بر بودن روش‌های متداول شکستن خواب بذر، استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان یک فناوری نوین در شکستن خواب بذر به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های قدیمی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، سرعت جوانه‌زنی، شکستن خواب بذر، گیاه دارویی

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران
*نویسنده مسئول: eisvand.hr@lu.ac.ir

مقدمه

درمنه کوهی[1] گیاهی بوته‌ای از تیره مرکبان[2] است که ضمن داشتن ارزش علوفه‌ای به خاطر بوی معطر، دارای خواص دارویی زیادی است. به‌طورکلی از اندام هوایی این گیاه جهت جنبه‌های دارویی استفاده می‌شود. بر اساس تحقیقات به‌دست‌آمده، ۱۷ ترکیب عمده در اسانس این گیاه شناسایی و تعیین گردیده است که دارای خاصیت ضد قارچی است (Zargari, 1996). یکی از موانع عمده استفاده بهینه از گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه طبیعی، محدودیت میزان جوانه‌زنی و طولانی‌بودن خواب بذر آن‌ها است (Gupta, 2003). بنابراین پژوهشگران تلاش می‌کنند تا با بررسی علل خواب بذرها به روش‌های مناسب برای شکست آن و افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها دست یابند. انجمن بین‌المللی آزمون بذر[3] روش‌های مختلفی را به‌منظور شکست خواب بذر و القاء جوانه‌زنی ارائه کرده‌اند که از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به خراش‌دهی مکانیکی، خراش‌دهی شیمیایی، سرمادهی، امواج فراصوت و برخی از محلول‌های محرک رشد و هورمون‌ها اشاره نمود (Ghaderi and Soltani, 2014). یکی از تیمارهایی که اخیراً مورد توجه قرارگرفته است، استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان یک فناوری نوین غیرحرارتی در شکستن خواب بذر است که نه‌تنها بر درصد بلکه بر سرعت جوانه‌زنی اثر مطلوبی دارد (Yaldagard *et al.*, 2008). امواج فراصوت با ایجاد حرارت و تأثیرات مکانیکی روی غشای سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و جذب آب راحت‌تر صورت می‌گیرد، که در نتیجه جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از پوسته تسهیل می‌شود (Gavrilov *et al.*, 1996). گزارش‌ها نشان می‌دهد که بهترین و سریع‌ترین تیمار برای شکست خواب در تیره مرکبان، اعمال امواج فراصوت است (Sorkhi-Allah-Lo, 2009). امواج فراصوت سرعت و درصد سبزشدن بذرهای گیاهان دارویی را بالا می‌برد (Alvandian *et al.*, 2014). تحقیقات نشان می‌دهد که بذر گیاهان دارویی به کاربرد امواج فراصوت واکنش مثبت نشان داده و شاخص‌های جوانه‌زنی با این پیش‌تیمار بذر افزایش معنی‌داری پیدا کرده است. علاوه بر شدت امواج فراصوت که بسیار مهم می‌باشد، از آن مهم‌تر مدت زمان در معرض قرارگرفتن بذور در معرض امواج فراصوت است. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که، هرچه شدت تیمار افزایش یابد در مدت زمان کم‌تری آثار مثبت امواج فراصوت بر جوانه‌زنی دیده می‌شود (Maleki-Farahani *et al.*, 2015). در بررسی تأثیر امواج فراصوت بر جوانه‌زنی گیاه دارویی مورد[4] نشان داده شد که تیمار فراصوت تأثیر چشمگیری بر روی درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه مورد داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین سطوح زمانی امواج بر صفات مذکور گزارش نشد (Alvandian *et al.*, 2014). در بررسی‌هایی که بر جوانه‌زنی آنغوزه[5] صورت گرفت، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که درصد جوانه‌زنی در تیمارهای قرار گرفته در معرض امواج فراصوت در مدت زمان ۰، ۴، ۸ و ۱۲ دقیقه به‌ترتیب افزایش نشان داد (Abdali *et al.*, 2010). تحقیقات نشان داده است که هیدروپرایمینگ عملاً تضمین‌کننده جوانه‌زنی سریع، یکنواخت همراه با درصد کم تولید گیاهچه‌های غیرعادی است (Shivankar *et al.*, 2003). هیدروپرایمینگ باعث افزایش طول ریشه‌چه و افزایش قابلیت گسترش دیواره سلولی جنین می‌شود. در واقع پرایمینگ بذر در گیاهان باعث تسریع فعالیت‌های آنزیمی و رشد رویان می‌شود (Ashraf and Harris, 2005). به عبارتی، جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تری در بذور پرایم‌شده نسبت به پرایم نشده دیده می‌شود. با توجه عدم اطلاعات کافی در خصوص اثر امواج فراصوت و همچنین نوع برهمکنش کاربرد امواج فراصوت و پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر درمنه، این آزمایش طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر امواج فراصوت و هیدروپرایمینگ بر روی جوانه‌زنی بذر درمنه کوهی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان در زمستان سال ۱۳۹۴ در سه تکرار اجرا شد. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردیدند. این بذرها از عرصه طبیعی واقع در دامنه رشته کوه گرین در منطقه نهاوند استان همدان در اواخر مهر سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری شده بودند. قبل از اعمال

[1] *Artemisia aucheri*
[2] *Compositae*
[3] International Seed Testing Association
[4] *Myrtus communis*
[5] *Ferula assa-foetida* L.

تیمارها، ابتدا بذرها با قرارگرفتن در هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به‌مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و سپس با استفاده از آب مقطر جهت حذف باقی‌مانده هیپوکلریت سدیم از سطح بذر، چند مرتبه شستشو شد. بذرها به دو صورت پرایم‌شده (قرار گرفتن به‌مدت ۷ ساعت در داخل آب) و پرایم‌نشده، تحت تأثیر امواج فراصوت (۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ دقیقه و شدت امواج ۵۰ کیلوهرتز در دستگاه Digital Ultrasonic مدل LBS 2 (LIT15) ساخت کشور ایتالیا) قرار گرفتند. بعد از اعمال تیمارها، ۵۰ بذر از هر تیمار در ۳ تکرار در داخل پتری‌دیش قرار داده شد. سپس پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس و سیکل تاریکی و روشنایی ۱۲-۱۲ به‌مدت ۲۴ روز جهت جوانه‌زنی قرار گرفت (Javadi and Azarnivand, 2005) . خروج دو میلی‌متر ریشه‌چه به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. پتری‌دیش‌ها به‌صورت روزانه بازدید و شمارش تا آخرین جوانه‌زنی ادامه داشت. درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر محاسبه شد (Mazaheri and Majnoun-Hosseini, 2002):

$$GP = (\frac{n}{N}) \times 100$$ (رابطه ۱)

در این رابطه GP برابر با درصد جوانه‌زنی، n برابر با تعداد کل بذرهای جوانه‌زده و N برابر با تعداد کل بذرهای کشت‌شده در هر پتری‌دیش است. برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بر حسب روز از رابطه زیر استفاده شد (Mazaheri and Majnoun-Hosseini, 2002):

$$Gr = \sum_i \frac{ni}{Di}$$ (رابطه ۲)

در این رابطه Gr برابر با سرعت جوانه‌زنی برحسب روز، n_i برابر تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز iام، D_i برابر تعداد روزهای سپری‌شده از شروع آزمایش. با استفاده از برنامه Germin پارامترهایی نظیر یکنواختی جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی محاسبه شدند (Soltani and Maddah, 2010). در نهایت طول ریشه‌چه، ساقه‌چه به‌وسیله خط‌کش و وزن خشک گیاه‌چه بعد از خشک-کردن در آون (به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ سلسیوس) به‌وسیله ترازو اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی سلامت غشاء بذر نیز آزمون هدایت الکتریکی انجام گردید، در آزمون هدایت الکتریکی ۴ تکرار ۵۰ عددی بذری از هر توده بذری انتخاب و در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه غوطه‌ور ساخته و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در نهایت میزان هدایت الکتریکی محلول بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر توسط دستگاه هدایت‌سنج (NPC 360 D) اندازه‌گیری شد. همچنین میزان نشت عناصر در محلولی که هدایت الکتریکی آن اندازه‌گیری شده بود به‌وسیله دستگاه جذب اتمی TXRF مدل TX2000 تعیین شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab از نظر نرمال‌بودن بررسی و توسط MSTAT-C به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز به‌روش دانکن در سطح احتمال مربوطه (یک درصد یا پنج درصد) انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی تحت تیمار پرایمینگ و امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار پرایم‌شده و در ۱۰ دقیقه تحت امواج با میانگین ۹۶/۰۰ درصد ثبت شد. درحالی‌که کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج فراصوت با میانگین ۴۹/۳۳ درصد ثبت گردید (جدول ۳). در بررسی تأثیر امواج فراصوت بر جوانه‌زنی گیاه آنغوزه نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی تحت تیمارهای ۰، ۴، ۸ و ۱۲ دقیقه تابش امواج، به‌ترتیب ۵، ۳۵، ۵۷/۷۵ و ۶۲/۵ درصد را نشان داد. نتایج مؤید این است که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول مدت تابش امواج با درصد جوانه‌زنی وجود دارد (Abdali *et al*., 2010). نتایج این تحقیق با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد. افزایش درصد جوانه-زنی در بذرهای جو پس از تیمار بذرها با امواج فراصوت گزارش شد (Yaldagard *et al*., 2008). نتایج تحقیقات بر روی بذر ریواس حاکی از آن است که اعمال تیمار شکست خواب سبب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌گردد (Darodi and Hasandokht, 2015). امواج فراصوت نیز با ایجاد حرارت و تأثیرات مکانیکی روی غشاء سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و جذب آب راحت‌تر صورت می‌گیرد، که در نتیجه جوانه‌زنی وخروج گیاه‌چه از پوسته تسهیل می‌شود (Gavrilov, 1996). می‌توان اظهار داشت که با قرارگیری بذر درمنه تحت امواج فراصوت (به-دلیل تولید حرارت)، تغییرات بیوشیمیایی زیادی در بافت-ها صورت می‌گیرد، از جمله بالارفتن سرعت واکنش‌های

شیمیایی، افزایش سرعت انتشار مواد، شکسته‌شدن مواد مثل آنزیم‌ها که این تغییرات در بذر سبب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌گردد (Majd et al., 2010). درصد جوانه-زنی بذور با اعمال پرایمینگ افزایش می‌یابد (Shivankar *et al.*,2003). در طی عمل پرایمینگ بذر، افزایش سنتز پروتئین و فعال‌سازی آنزیم‌ها به‌خصوص هیدرولاز و آلفاآمیلاز در جنین رخ می‌دهد. پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند (Farooq *et al.*, 2007).

سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی تحت تیمار پرایمینگ در سطح پنج درصد و امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). بالاترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار پرایم‌شده و در ده دقیقه تحت امواج با میانگین ۷/۱۰ ثبت شد. درحالی‌که کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج با میانگین ۳/۴۱ ثبت گردید (جدول ۳). در بررسی تأثیر برخی از روش‌های پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر زنیان گزارش شد که تیمار هیدروپرایمینگ سبب افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی شده است (Norozi-Haroni *et al.*, 2015). علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم‌شده می‌تواند ناشی از فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مثل آلفاآمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز و تعداد RNA و DNA و در عین حال ارتقاء عملکرد در میتوکندری‌ها باشد (Vieira *et al.*, 2002). نتایج تحقیقات بر روی بذر ریواس حاکی از آن است که اعمال تیمار شکست خواب سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Darodi and Hasandokht, 2015). در تحقیقی دیگر که به بررسی تأثیر امواج فراصوت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه دارویی اسطوخودوس صورت گرفت، نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سرعت جوانه‌زنی شاهد با تمامی تیمارها بود (Saki *et al.*, 2009). زمانی که بذر در معرض امواج فراصوت قرار می‌گیرد، دچار تورم شده در نتیجه فعالیت هورمون اکسین در بذر افزایش می‌یابد. همچنین میزان تنفس در بذر افزایش یافته و بذر دارای انرژی و فعالیت زیادتری شده که نتیجه آن جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر می‌شود (Maleki-Farahani *et al.*, 2015).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که طول ریشه‌چه تحت تیمار پرایمینگ در سطح پنج درصد و امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین طول ریشه‌چه در تیمار پرایم‌شده و در ده دقیقه تحت امواج با میانگین ۱۲/۲۱ سانتی‌متر بود و کم-ترین طول ریشه‌چه در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج با میانگین ۱۰/۷۱ سانتی‌متر ثبت گردید (جدول ۳). طول ساقه‌چه نیز تحت تیمار پرایمینگ و امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیش‌ترین طول ساقه‌چه در تیمار پرایم-شده و در ده دقیقه تحت امواج با میانگین۴/۶۶ سانتی‌متر و کم‌ترین طول ساقه‌چه در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج با میانگین ۲/۶۳ سانتی‌متر ثبت گردید (جدول ۳). در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی به این نتیجه رسیدند که پرایمینگ می‌تواند منجر به بهبود طول ریشه‌چه و طول گیاه‌چه گردد (Lemareski and Hossini, 2012). هیدروپرایمینگ سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود و قابلیت گسترش دیواره سلولی را بالا می‌برد (Basra *et al.*, 2003). چنین می-توان استنباط کرد که پرایمینگ با جذب آب و گذر از مرحله یک و دو جوانه‌زنی و کوتاه‌نمودن مدت زمان سوخت و ساز باعث تسریع در جوانه‌زنی می‌شود و به دنبال آن به خروج ریشه‌چه سرعت می‌بخشد. محققین دریافتند که امواج فراصوت باعث افزایش ۱۶-۱۳ درصدی طول ریشه‌چه می‌گردد. محققین در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی زیره سبز نشان دادند که امواج فراصوت سبب افزایش طول ساقه‌چه می‌گردد (Maleki-Farahani *et al.*, 2015). در بررسی که بر روی جوانه‌زنی و شکست خواب بذر گیاه دارویی همیشه‌بهار انجام دادند، نتایج آزمایش نشان داد که روش‌های مختلف شکست خواب - بذرسبب افزایش طول ریشه‌چه می‌شود (Norozi-Haroni *et al.*, 2015). محققین نشان دادند که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه تاتوره با قرارگیری در میدان مغناطیسی افزایش یافت (Basra *et al.*, 2003). چنین می‌توان اظهار داشت که با اعمال امواج فراصوت بر روی

بذور، مقاومت مکانیکی در مقابل خروج ریشه‌چه برداشته شده، و این بذور در مقایسه با بذور شاهد دارای مدت زمان بیش‌تری برای رشد در اختیار داشته، در نتیجه طول ریشه‌چه در بذور تیمارشده نسبت به شاهد بیش‌تر است.

وزن خشک گیاه‌چه

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن خشک گیاه‌چه تحت تیمار امواج فراصوت در سطح یک درصد و تیمار پرایمینگ معنی‌دار در سطح پنج درصد شد (جدول ۱). اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیش‌ترین وزن خشک گیاه‌چه در تیمار پرایم‌شده و در ده دقیقه تحت امواج با میانگین ۰/۱۴ گرم و کم‌ترین وزن خشک گیاه‌چه در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج با میانگین ۰/۰۳ گرم ثبت گردید (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که روش‌های مختلف شکست خواب بذر سبب افزایش وزن خشک گیاه‌چه می‌شود (Jabari *et al.*, 2009). تابش امواج با شدت ۴۰ کیلو هرتز به‌مدت زمان شش دقیقه سبب افزایش وزن خشک گیاه‌چه می‌گردد (Maleki-Farahani *et al.*, 2015). در بررسی که بر روی ارزیابی واکنش جوانه‌زنی گندم به میدان مغناطیسی انجام دادند نتایج نشان داد که اثرات ساده این تیمارها بر ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه معنی‌دار است (Gholipoor and Mohamadi, 2008). وزن خشک گیاه‌چه با امواج فراصوت حدود ۴۷ درصد افزایش داشت (Basra *et al.*, 2003). نتایج آزمایشی که بر روی بذر گندم صورت گرفت نشان داد که پرایمینگ سبب بهبود وزن خشک ساقه‌چه می‌گردد (Shafiei-Abnavi and Ghobadi, 2012). استقرار سریع‌تر گیاهان به دنبال جوانه‌زنی سریع، فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه تولید و تجمع ماده خشک در واحد سطح نیز افزایش می‌یابد (Ghassemi- Golezani *et al.*, 2010).

یکنواختی جوانه‌زنی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفت یکنواختی جوانه‌زنی تنها تحت تیمار امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسات میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین یکنواختی با میانگین ۱۹۸/۰۰ در تیمار پرایم‌شده در دو و چهار دقیقه و کم‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی با میانگین ۱۷۶/۰ در تیمار پرایم و تحت تابش شش دقیقه امواج مشاهده شد (جدول ۳). هر چه یکنواختی جوانه‌زنی بیش‌تر باشد، بذور یکدست‌تر و در زمان کم‌تری سبز می‌شوند. نتایج تحقیقات بر روی بذر ریواس حاکی از آن است که اعمال تیمار شکست خواب سبب افزایش یکنواختی جوانه‌زنی می‌گردد (Darodi and Hasandokht, 2015). در تحقیقاتی که اثر تیمارهای مختلف شکستن خواب در دو توده رازیانه مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که اعمال تیمار شکست خواب به روش‌های مختلف بر روی صفت یکنواختی اثر مثبت داشته و سبب افزایش یکنواختی در جوانه‌زنی می‌گردد (Maleki-Farahani *et al.*, 2015). قرارگیری بذر در یک میدان مغناطیسی و تابش امواج بر روی آن‌ها سبب افزایش درصد و یکنواختی در جوانه‌زنی می‌گردد (Marinkovic *et al.*, 2008). اعمال پیش‌تیمارهای شکست خواب بذر از جمله فراصوت و میدان مغناطیسی سبب افزایش یکنواختی بذور می‌شود (Basra *et al.*, 2003).

زمان تا ده درصد جوانه‌زنی (D10) و **پنجاه درصد جوانه‌زنی** (D50)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که زمان تا ده درصد جوانه‌زنی و پنجاه درصد جوانه‌زنی تنها تحت تیمار امواج فراصوت در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). مقایسات میانگین‌ها نشان داد تیمار پرایم و دو دقیقه بالاترین ده درصد جوانه‌زنی با میانگین ۹۳/۲۰ و تیمار شش دقیقه و عدم پرایم پایین‌ترین ده درصد جوانه‌زنی با میانگین۸۵/۹۲ را به خود اختصاص داد (جدول ۳). درحالی‌که تیمار چهار دقیقه و پرایم‌شده بالاترین پنجاه درصد جوانه‌زنی با میانگین ۱۸۰/۳ و تیمار شش دقیقه و عدم پرایم پایین‌ترین پنجاه درصد جوانه‌زنی با میانگین۱۵۶/۰۰ را به خود اختصاص داد (جدول ۳). نتایج تحقیقات بر روی بذر ریواس حاکی از آن است که اعمال تیمار شکست خواب سبب کاهش مدت زمان رسیدن به پنجاه درصدجوانه‌زنی می‌گردد (Darodi and Hasandokht, 2015).

امواج فراصوت با ایجاد حرارت و تاثیرات مکانیکی روی غشای سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و جذب آب راحت‌تر صورت می‌گیرد، که در نتیجه جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از پوسته تسهیل می‌شود (Gavrilov, 1996). بنابراین می‌توان استنباط کرد که با کاربرد امواج فراصوت بر روی بذور میزان زمان برای رسیدن به ده و پنجاه درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد.

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر امواج فراصوت و پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی گیاه دارویی درمنه

Table 1. ANOVA (MS) for the effect of priming and ultrasonic wave on germination and seedling parameters of Artemisia

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Shoot length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	یکنواختی جوانه‌زنی Uniformity of germination	زمان تا ده درصد جوانه‌زنی D10(h)	زمان تا پنجاه درصد جوانه‌زنی D50(h)
پرایمینگ Priming (A)	1	160.444^{**}	0.573^{*}	0.333^{*}	0.640^{**}	0.001^{*}	14.150^{ns}	0.138^{ns}	13.444^{ns}
امواج فراصوت Ultrasonic (B)	5	1618.311^{**}	10.200^{**}	1.283^{**}	2.810^{**}	0.008^{**}	370.94^{**}	29.616^{**}	165.631^{**}
A*B	5	5.511^{ns}	0.036^{ns}	0.142^{ns}	0.018^{ns}	0.000^{ns}	90.730^{ns}	1.728^{ns}	124.444^{ns}
خطای آزمایشی Error	24	13.444	0.062	0.058	0.043	0.000	59.042	4.213	64.426
ضریب تغییرات CV%		5.18	4.74	2.08	5.91	11.95	4.15	2.30	4.74

*معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

ns: Not significant *, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر امواج فراصوت و پرایمینگ بر گیاه دارویی درمنه

Table 2. ANOVA (MS) for the effect of ultrasonic wave and priming on EC and some leaked elements from seed of Artemisia

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) هدایت‌الکتریکی EC	پتاسیم K	کلسیم Ca	مس Cu	آهن Fe
پرایمینگ Priming (A)	1	1196.583**	6.46**	0.03**	0.06**	0.45**
امواج فراصوت Ultrasonic (B)	5	85.414**	4.95**	0.70**	0.03**	0.04**
A*B	5	50.199**	0.17**	0.22**	0.01**	0.01**
خطای آزمایشی Error	24	0.594	0.007	0.001	4.49	0.0003
ضریب تغییرات CV%		5.86	1.83	1.96	3.80	6.46

*معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

ns : Not significant *, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

هدایت الکتریکی

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که هدایت الکتریکی تحت تیمار پرایمینگ، امواج فراصوت و همچنین اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین هدایت الکتریکی در تیمار عدم پرایم و عدم تابش امواج با میانگین ۲۹/۷۱ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم و کم‌ترین هدایت الکتریکی در تیمار پرایم‌شده و در ده دقیقه با میانگین ۳/۹۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم ثبت گردید (جدول ۴). آزمون هدایت الکتریکی یک روش سریع برای ارزیابی قوه نامیه و بنیه بذر است. آزمون هدایت الکتریکی شاخص میزان تراوش مواد را نشان می دهد و هنگامی که بذرها قدرت رویشی پایینی دارند. در طی فرآیند آبنوشی مواد داخلی خود را به محیط بیرون تراوش می نمایند در نتیجه یک همبستگی منفی بین هدایت الکتریکی و قدرت رویشی بذر وجود دارد (Matthews and Bradnock, 1967). در بذر پرایم‌شده عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذور شاهد در وضعیت مطلوب‌تری می‌باشند. این موضوع از طریق هدایت الکتریکی بذر قابل بررسی است. به‌طوری که تراوش متابولیت‌های درون سلولی از غشا بذور پرایم شده کم‌تر بوده و به تبع آن هدایت الکتریکی عصاره بذور نیز کم‌تر است (Moradi *et al*., 2011). پرایمینگ بذر می‌تواند بر یکپارچگی غشای سلولی تأثیر بگذارد به‌طوری‌که برخی اجزای غشا مانند اسیدهای چرب در اثر انجام پیش‌تیمار، تغییر یافته و بعد از خشک‌کردن نمی‌توانند به وضعیت اولیه خود برگردند و در نتیجه از نشت مواد به خارج جلوگیری می‌گردد (McDonald et al., 2001). تحقیقات نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی در بذور پرایم‌نشده جو دیم نسبت به بذور پرایم‌شده بیش‌تر بوده است (Moradi *et al*., 2011).

نشت عناصر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نشت عناصر پتاسیم، کلسیم، مس و آهن تحت تیمارهای امواج فراصوت و پرایمینگ در سطح یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). اثر متقابل امواج فراصوت در پرایمینگ نیز بر نشت عناصر در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). از میزان نشت عناصر یادشده می‌توان این‌گونه استنباط کرد که با افزایش مدت زمان اعمال امواج فراصوت میزان نشت مواد کاهش می‌یابد و میزان نشت در تیمارهای پرایم‌شده کم‌تر است. بذر پرایم‌شده به‌علت بهبود ساختار غشا و افزایش بنیه بذر دارای نشت کم‌تری نسبت به شاهد است. پرایم‌کردن بذور سبب استحکام غشای سلولی می‌شود. به‌طوری‌که برخی اجزای غشا مانند اسیدهای چرب در اثر انجام پیش‌تیمار، تغییر یافته و بعد از خشک‌کردن نمی‌توانند به وضعیت اولیه خود برگردند و در نتیجه از نشت مواد به خارج جلوگیری می‌گردد (McDonald et al., 2001). تحقیقات بر روی بذور پرایم‌شده نشان می‌دهد که نشت عناصر در بذور پرایم‌شده کم‌تر است (Moradi *et al*., 2011).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله از آزمایش حاضر این گونه می‌توان استنتاج کرد که اعمال تیمار امواج فراصوت برای شکستن خواب بذر درمنه کوهی موثر واقع گردیده و سبب افزایش در تمامی صفات و شاخص‌های جوانه‌زنی شد. در این میان، مدت زمان قرارگرفتن بذر تحت امواج، از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌طوری‌که هر چه مدت

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل امواج فراصوت و پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی گیاه دارویی درمنه

Table 3. Mean comparison for interaction of ultrasonic wave and priming germination parameters of Artemisia

پرایمینگ priming	امواج‌فراصوت Ultrasonic (min)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه Shoot length (cm)	وزن خشک گیاه‌چه Seedling dry weight (gr)	یکنواختی جوانه‌زنی Uniformity of germination	زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) D10 (h)	زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) D50 (h)
Priming	0	50.67^{g}	3.73^{f}	11.15^{de}	2.80^{fg}	0.03^{g}	181.1^{bc}	90.73^{abc}	165.3^{abc}
	2	64.00^{ef}	4.47^{e}	11.23^{de}	3.06^{ef}	0.04^{f}	198.1^{a}	93.20^{a}	177.0^{ab}
	4	66.67^{de}	4.72^{de}	11.73^{bc}	3.30^{e}	0.06^{e}	198.1^{a}	89.24^{bcd}	180.3a
	6	71.33^{d}	5.36^{c}	11.55^{cd}	4.13^{bc}	0.06^{e}	176.0^{bc}	87.17^{cd}	163.0^{bc}
	8	88.67^{bc}	6.75^{a}	11.96^{abc}	3.90^{bcd}	0.09^{c}	181.9^{bc}	87.32^{cd}	164.4^{bc}
	10	96.00^{a}	7.10^{a}	12.21^{a}	4.66^{a}	0.14^{a}	180.2^{bc}	87.09^{cd}	169.3^{abc}
without priming	0	49.33^{g}	3.41^{f}	10.71^{f}	2.63^{g}	0.03^{g}	185.9^{ab}	90.67^{abc}	173.3^{ab}
	2	58.67^{f}	4.35^{e}	11.15^{de}	2.86^{fg}	0.03^{g}	189.2^{ab}	91.60^{ab}	168.0^{abc}
	4	63.33^{ef}	4.64^{de}	11.06^{ef}	2.90^{fg}	0.05^{e}	189.2^{ab}	89.84^{abc}	168.3^{abc}
	6	64.67^{ef}	5.05^{cd}	11.73^{bc}	3.86^{cd}	0.06^{e}	169.0^{c}	85.92^{d}	156.0^{c}
	8	83.33^{c}	6.25^{b}	11.91^{abc}	3.73^{d}	0.07^{d}	186.9^{ab}	87.87^{bcd}	172.4^{ab}
	10	92.67^{ab}	6.92^{a}	12.11^{ab}	4.26^{b}	0.11^{b}	187.7^{ab}	88.11^{bcd}	174.0^{ab}

میانگین‌ها در سطح احتمال مربوطه (پنج درصد یا یک درصد) مقایسه گردیدند.

* Mean were compared relevant probability level (5 % or 1 %)

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل امواج فراصوت و پرایمینگ بر هدایت الکتریکی و عناصر نشت یافته از بذر درمنه

Table 4. Mean comparison for interaction of ultrasonic wave and priming on EC and some leaked elements from seed of Artemisia

پرایمینگ priming	Ultrasonic wave (min)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) Electrical conductivity	پتاسیم K (ppm)	کلسیم Ca (ppm)	مس Cu (ppm)	آهن Fe (ppm)
priming	0	41.94^{f}	4.31^{c}	2.55^{a}	0.25^{c}	0.16^{c}
	2	31.86^{h}	3.59^{d}	1.61^{c}	0.11^{de}	0.18^{b}
	4	45.10^{e}	3.34^{e}	1.20^{e}	0.10^{e}	0.18^{b}
	6	21.97^{i}	2.56^{f}	0.52^{h}	0.03^{h}	0.05^{j}
	8	42.27^{f}	2.12^{h}	1.64^{b}	0.08^{f}	0.25^{a}
	10	45.23^{e}	2.29^{g}	1.63^{bc}	0.07^{f}	0.16^{d}
Without priming	0	88.11^{a}	5.41^{a}	1.25^{d}	0.11^{d}	0.15^{e}
	2	73.27^{b}	5.15^{b}	1.16^{f}	0.31^{b}	0.11^{f}
	4	67.16^{c}	4.31^{c}	1.23^{d}	0.55^{a}	0.07^{h}
	6	56.07^{d}	1.38^{j}	0.62^{g}	0.05^{g}	0.08^{g}
	8	47.04^{e}	1.58^{i}	0.55^{h}	0.08^{f}	0.06^{i}
	10	38.68^{g}	1.11^{k}	0.25^{i}	0.04^{g}	0.01^{k}

میانگین‌ها در سطح احتمال مربوطه (پنج درصد یا یک درصد) مقایسه گردیدند.

* Mean were compared relevant probability level (five percent or one percent)

زمان افزایش یافت، آثار مثبتی در شاخص‌های جوانه‌زنی مشاهده شد. با توجه به زمان‌بر بودن روش‌های متداول شکست خواب، استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان یک فناوری نوین در شکستن خواب بذر به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های قدیمی توصیه می‌گردد. هیدروپرایمینگ بذر نیز بر بسیاری از شاخص‌های جوانه‌زنی اثر مثبت داشت و سبب بهبود بسیاری از صفات شد. پرایمینگ از طریق بهبود جذب آب، باعث فراهم‌شدن مقدمات جوانه-زنی شده و در نتیجه این عوامل موجب رشد بهتر گیاه‌چه در طی جوانه‌زنی شده و سبب بالارفتن درصد و سرعت جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های دیگر جوانه‌زنی می‌گردد.

لازم به ذکر است که در بذور پرایم‌شده، آثار شکست خواب توسط امواج فراصوت بیش‌تر مشهود بود و میانگین-های بالاتری نسبت به بذور پرایم‌نشده از خود نشان دادند. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از بذور پرایم-شده و همچنین اعمال امواج فراصوت برای بذر درمنه سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdali, N.S., Aliniaeifard, M., Nasiri, Salavarzian, A. and Azizi, F. 2010. The study of ultrasonic waves on seed germination of Ferula (*assa-foetida)*. International Medical and Aromatic Plants Symposium, Shiraz-Iran (oral).5 p. **(Conference)**

Alvandian. S., Vahedi, A. and Taghi-Zadh, R. 2014. The effect of ultrasound and chilling on seed germination medicinal plants (*Myrtus communis* L.). Journal of Seed Research, 3(3): 21-31. (In Persian)**(Journal)**

Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2005. A biotic stress, Plant resistance through breeding and molecular approaches. Haworth press Inc., New York. 5pp. **(Book)**

Basra, M.A.S., Pannu, G. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seed vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. International Journal of Agriculture, 5: 121-123. **(Journal)**

Darodi, R. and Hasandokht, M.R. 2015. Effect moist chilling on the characteristics of germination and seed dormancy (*Rheum* spp). Iran and Crop Science Conference and Conference of Seed Science and Technology, pp: 5. (In Persian)**(Conference)**

Farooq, M., Basra, S.M.A. and Ahmad, A.N. 2007. Improving the performance of transplanted rice y seed priming. Plant Growth Regulation, 51: 129-137. **(Journal)**

Ghaderi, F. and Soltani, A. 2014. Seed certification. Publications University of Mashhad, 246 p. (In Persian)**(Book)**

Ghassemi-Golezani, K., Sheikhzadeh-Mosaddegh, P. and Valizadeh, M. 2010. Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Research Journal of Seed Science, 3(3): 193-199. **(Journal)**

Gavrilov, L.R., Tsirulnikov, E.M. and Davies, I.A.I. 1996. Application of focused ultrasound for the stimulation of neural structures. Ultrasound in Medicine and Biology, 22(2): 179-192. **(Journal)**

Gholipour, M. and Mohammadi, Y. 2008. Evaluating the effect of wheat germination on magnetic field. Paper Abstracts of the 1st National Conference on Iranian Seed Science and Technology, Gorgan **(Conference)**.

Gupta, V. 2003. Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science, 25: 402–407. **(Journal)**

Jabari, R., Amini-Dehaghi, M. and Ganjiarjangi, F. 2009. Germination and loss of dormancy in Marigold (*Calendula persica* L.) medicinal plant. The Scientific Conference on Industrial Development of Medicinal Plants in Tehran, Iran. (In Persian)**(Conference)**

Javadi, S.A. and Azarnivand, H. 2005. Investigation on germination of Sage Brush (*Artemisia aucheri*). Iranian Journal of Natural Resources, 58(1): 209-215. (In Persian)**(Journal)**

Lemareski, M. and Hossini, Z. 2012. Effect of priming on seed germination characteristics of wheat. Second National Conference on Science and Technology Seeding, 9pp. (In Persian)**(Conference)**

McDonald, C.M., Floyd, C.D. and Waniska, R.D. 2001. Effect of accelerated agingon maize and sorghum. Journal of Cereal Science, 39: 301- 351. **(Journal)**

Maleki-Farahani, S., Reza-Zade, A.R. and Aghili-Shahrodi, M. 2015. The Effect of magnetic field and ultrasound on the seed germination (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Seed Reseach, 2(1): 110-118. (In Persian)**(Journal)**

Majd, A., Farz-Poor, S. and Ranian, D. 2010. The Effect of magnetic field on seed germination and seedling genesis in Green Gram (*Leicia sativa* L.). Plant Science, 9(2):1-9. **(Journal)**

Marinkovic, B., Grujic, M., Marinkovic, D., Crnobarac, J., Marinkovic, J., Jacimovic, G. and Mircov, V. 2008. Use of biophysical methods to improve yields and quality of agricultural productions. Journal of Agricultural Science, 53: 3-15. **(Journal)**

Matthews, S. and Bradnock, W.T. 1967. The detection of seed samples of wrinkle seeded Peas (*Pisum sativum* L.) of potentially low planting value. Proceeding of Association Official Seed Analysis, 32: 552-563. **(Journal)**

Mazaheri, D. and Majnoun-Hosseini, N. 2002. An Introduction to General Agronomy. Tehran: Tehran University Press. (In Persian)**(Book)**

Moradi, A., Ab-Jame, R., Fard-Heidar, A. and Haji-Ahmadi, P. 2011. The effect of nano-priming on germination quality sunflower (*Helianthus annus L.*). National Conference on Advances in Agronomy, Qods City. 8 pp. (In Persian)**(Conference)**

Norozi-Haroni, N., Tabari-Kochak-Saraii, M. and Sadati, A. 2015. Effect of halopriming on break dormancy and improve germination of seed Aravane (*Cercis siliquastrum* L.). Journal of Science and Technology, Woody Proceeding Studies, 21(2): 85-104. **(Journal)**

Saki, T. Nasiri, M., Abdali, N. and Alinia-Fard, S. 2009. The effect of ultrasonic waves on germination percentage and rate in lavender (*Lavandula* L.) medicinal plant. The Scientific Conference on Industrial Development of Medicinal Plants. Tehran, Iran. (In Persian)**(Conference)**

Shafiei-Abnavi, M.S. and Ghobadi, M. 2012. The effects of source of priming and post priming storage duration on seed germination and seedling growth characteristics in wheat (*Triticum aestivem* L.). Journal of Agricultural Science, 4(9). 312-325. **(Journal)**

Shivankar, R.S., Deore, D.B. and Zode, N.G. 2003. Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of sunflower. Journal of Oil Seed Research, 20: 299-311. **(Journal)**

Sorkhi-Allah-Lo, F. 2009. Evaluate effect of ultrasound and magnetic field on the germination of plant seeds marigold .(*Calendula officinalis L.*). Iranian Horticultural Congress. Gilan. pp: 5. (In Persian)**(Conference)**

Soltani, A., and Maddah, V. 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Shahid Beheshti University Press. (In Persian)**(Book)**

Vieira, R.D., Penariol, A.L. Perecin, D. and Panobianconce, M. 2002. Condutividade eletrica eteor de agua inicial das sementes de soja. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 37(9): 1333-1338. **(Journal)**

Yaldagard, M., Mortazavi, A. and Tabatabaie, F. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barely seed: optimization of method

by the Taguchi approach, The Institute of Brewing and Distilling, World Applied Sciences Journal, 3(1): 91-95. (In Persian)**(Journal)**

Zargari, A. 1996. Medicinal Plants. Tehran University Press.:976 p. (In Persian)**(Book)**

Effects of hydropriming and ultrasonic waves on seed leakage and germination of Artemisia (*Artemisia aucheri* L.)

Hamid Reza Eisvand[1*], Elham Latifinia[2]

Received: August 5, 2016 Accepted: January 10, 2017

Abstract

Due to the importance of using medicinal plants in curing diseases in one hand and disturbance of natural habitats in the other hand, their domestication and intensive cultivation are necessary. One of the problems in the propagation of these plants is seed dormancy. Therefore, finding low cost and efficient breaking seed dormancy treatments for Artemisia (*Artemisia aucheri*) is necessary. In this research, effects of ultrasonic waves and hydropriming on seed germination of Artemisia were evaluated in an experiment as factorial in the base of completely randomized design with three replications in the faculty of agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran. Both primed (hydro-priming for 7 hours) and non-primed seeds exposed to ultrasonic waves (0, 2, 4, 6, 8 and 10 min of 50 KH) and germination test were done. Results showed that all studied germination and seedling parameters were affected by ultrasonic waves significantly. Effect of hydro-priming was significant on germination percentage and speed, root and radicle lengths, seedling dry weight and seed electrical conductivity. Ion leakage was decreased by increasing in duration of ultrasonic waves; this phenomenon was more obvious in hydro-primed seed in comparison to non-primed one. The highest germination percentage and speed were obtained by hydro-priming +10 min ultrasonic waves. Therefore, according to the conventional time-consumed seed dormancy breaking methods, the use of ultrasound as a new technology to break dormancy as an alternative to older methods is recommended.

Keywords: Breaking seed dormancy; Germination Speed; Medicinal plant; Priming

How to cite this article

Eisvand, H.R. and Latifinia, E. 2020. Effects of hydropriming and ultrasonic waves on seed leakage and germination of Artemisia (*Artemisia aucheri* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(2): 179-190. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2020.4556

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. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Lorestan, Lorestan, Iran

2. MSc. Graduated of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Lorestan, Lorestan, Iran

*Corresponding author: eisvand.hr@lu.ac.ir