بررسی تأثیر امواج فرا صوت و سرمادهی بر جوانه‌زنی بذور گیاه دارویی مورد (*Myrtus communis* L.)

سمیه الوندیان*[۱]، علی واحدی[۲]، رضا تقی‌زاده[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاداسلامی واحد آستارا

[۲]استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاداسلامی واحد آستارا

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۱

چکیده

مورد (*Myrtus communis*) یکی از گیاهان متعلق به خانواده Myrtaceae است و بذر این گیاه برای جوانه‌زنی به شکستن خواب بذر نیازمند می باشد. این پژوهش در شرایط آزمایشگاهی به منظور ارزیابی اثر امواج فراصوت و مقایسه آن با تیمار سرمادهی بر خصوصیات جوانه زنی بذور گیاه دارویی مورد و بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه اجرا شد. این آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار و ۷ تیمار اجرا شد. تیمارها شامل سرمادهی بذر به مدت دو ماه، عدم سرمادهی و عدم استفاده از امواج (شاهد) و همچنین بذور در پنج مدت زمان مختلف (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲٤۰ ثانیه) در معرض امواج فراصوت ٤۲ KHZ قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار امواج فراصوت بیشترین تاثیر را بر جوانه‌زنی و بر کلیه صفات مورد بررسی داشت و اختلاف معنی دار بین تاثیر سطوح زمانی امواج بر صفات مذکور نیز مشاهده نشد (دانکن ۵ درصد). همچنین به منظور شکستن خواب بذر این گیاه، سرمادهی بهتر از تیمار شاهد (عدم استفاده از امواج و عدم استفاده از سرما در شکستن خواب) بود. با در نظر گرفتن کمترین هزینه و زمان، تیمار ۳۰ ثانیه به عنوان بهترین تیمار برای شکستن خواب بذر این گیاه دارویی معرفی شد.

واژگان کلیدی: جوانه‌زنی، ریشه‌چه، ساقه‌چه، گیاه مورد.

مقدمه

مورد با نام علمی (*Myrtus communis*) از خانواده *Myrtaceae* گیاهی است که جوانه‌زنی بذر آن نیازمند شکست خواب است. این گیاه در طب سنتی و داروسازی به‌عنوان آنتی باکتریال، آنتی‌سپتیک، نونیک و در درمان ناراحتی‌های مجاری ادراری کاربرد دارد، همچنین قابض، بندآورنده خون، ضد سود بیمارهای جلدی و بیماری‌های دهان تأثیر دارد. (Chevallier, 1996; Zargari, 1996; Ritter, 1997; Samsam-Shariat, 2007) بذر اغلب گونه‌های دارویی به جهت سازگاری با شرایط محیطی دارای انواع خواب می‌باشند این صفت از دیدگاه اکولوژیکی صفت مطلوبی محسوب می‌گردد چون مانع فرسایش و کاهش ذخیره ژنتیکی این گیاهان می‌گردد و همواره این گیاهان در طبیعت حتی بعد از سالها

*مسئول مکاتبه: alvandian2011@yahoo.com

خشکسالی یافت می‌شوند اما از زمانی که تولید و پرورش گیاهان دارویی به‌منظور تولید انبوه و استفاده تجاری در اولویت کار محققین، تولید کنندگان و مصرف کنندگان گیاهان دارویی قرار گرفت این صفت مطلوب به یکی از موانع تولید و پرورش گیاهان دارویی تبدیل شده (Makizadeh et al., 2006).

خواب[1] بذر یک ویژگی سازگارکننده در بعضی بذور، برای بهینه سازی توزیع جوانه‌زنی در طول زمان است (Bewley, 1997) و پایداری گیاهان را درمحیط‌های همیشه در حال تغییر، مانند زمین‌های زراعی، افزایش می‌دهد (Bench-rnold et al., 2000). مکی‌زاده و همکاران در پژوهشی تأثیر تیمارهای جیبرلیک اسید (۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام)، سرمادهی (۷ و ۱۰ هفته) و خراش دهی مکانیکی افزایش جوانه‌زنی بذور سه گیاه دارویی روناس، اکیناسه و مورد پرداختند. آنها، بالاترین درصد جوانه‌زنی را در تیمار شکاف‌دهی پوسته بدست آوردند و پوسته بذر را به‌عنوان یک مانع فیزیکی در مقابل خروج جوانه عنوان کردند (Makizadeh et al., 2006). یکی از تیمارهایی که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از امواج فراصوت به‌عنوان یک فناوری نوین غیر حرارتی در شکستن خواب بذر می‌باشد که نه تنها بر درصد بلکه بر سرعت جوانه‌زنی اثر مطلوبی دارد (Gordon, 1963; Shimomura, 1990; Yaldagard, 2008; Keshvari et al., 2008) امواج فراصوت با ایجاد حرارت و تأثیرات مکانیکی روی غشاء سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده و جذب آب راحت‌تر صورت می‌گیرد، که در نتیجه جوانه‌زنی و خروج گیاهچه از پوسته تسهیل می‌شود (Gavrilo, 1996). امواج فراصوت کاربردهای فراوانی دارد به‌طوری که نه تنها در تیمار بذر و کاهش و حذف آفات و بیماری‌ها بلکه حتی این امواج در مهندسی ژنتیک و انتقال ژن دارای جایگاه مهمی است (Yaldagard et al., 2008). اولین تحقیق در ضمینه اثرات زیستی امواج فراصوت توسط Loomis و Harvey در سال ۱۹۲۸ انجام شد Harvey and (Loomis, 1928). در بررسی که بر جوانه‌زنی بذور assa-foetida گرفت، تیمارهای آزمایش در این تحقیق امواج فراصوت (٤،۰، ۸ و ۱۲ بود، نتایج آزمایش در مورد درصد جوانه‌زنی تیمارهای (۰، ٤، ۸ و ۱۲) دقیقه امواج به‌ترتیب ۵، ۳۵، ۵۷/۷۵ و ٦۲/۵ درصد را نشان دادکه ٤ دقیقه اولتراسونیک بهترین تیمار شناسایی شده است (Abdali et al., 2010) در بررسی اثرات امواج تلفن همراه به عنوان یکی از مولدین امواج الکترومغناطیس بر جوانه‌زنی و تکوین دانه رست‌های باقلا بررسی و با نمونه‌های شاهد مقایسه گردید، نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی دانه‌ها، میانگین قطر ریشه، ساقه و میانگین قطر متازایلم‌ها در ساقه نمونه‌های تحت تیمار در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش دارد (Arbabian et al., 2010) در بررسی اثر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذور تکوین دانه رست‌های ماش انجام دادند. نتایج به‌دست آمده این بود که سرعت و درصد جوانه‌زنی در نمونه‌های تحت تیمار نسبت به گیاهان شاهد کاهش نشان داد اما سرعت جوانه‌زنی در بذرهای مرطوب ماش نسبت به بذرهایی که به حالت خشک تحت میدان مغناطیسی قرار گرفته بودند افزایش نشان داد (Majd et al., 2010). در مطالعه‌ای تأثیر امواج فراصوت بر فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک تنژیدن بذور فلفل دلمه ای و تربچه را مورد آزمایش قرار دادند. نمونه‌های آماده شده را در معرض امواج فراصوت با شدت ٤۲ KHz در زمان‌های ۰، ۲، ٤، ٦ و ۸ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد زیر نور مهتابی قرار دادند. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی فلفل دلمه‌ای در تیمار ٤ دقیقه نسبت به شاهد افزایش یافته است و بهترین تیمار برای تربچه تیمار ٦ دقیقه‌ای می‌باشد (Faryabi et al., 2008). با توجه به تحقیق‌های قبلی انجام شده در مورد بذر گیاه دارویی مورد، از بین تیمارهای سرما دهی و تیمار امواج فراصوت ۰، ٤، ۸ و ۱۲ دقیقه به‌ترتیب بر حسب درصد جوانه‌زنی ۰، ٤۲/۵، ۵۰ و ۳۵ گزارش شده بود. هر چند تیمار ۸ دقیقه بالاترین درصد جوانه‌زنی را نشان داده است اما

1- Dormancy

تیمار ٤ و ٨ دقیقه با هم در یک گروه قرار گرفتند (Rezaiian et al., 2010). بر اساس تحقیق قبلی در پژوهش حاضر اقدام به کاهش زمان تیمار امواج فراصوت به‌منظور کاهش هزینه و آسیب‌های احتمالی در تحقیق حاضر بررسی بهترین تیمار کمتر از ٤ دقیقه امواج فراصوت بر درصد جوانه‌زنی بذر پرداخته شد. هدف از انجام این تحقیق تعیین مناسب‌ترین تیمار امواج فراصوت زیر ٤ دقیقه (۲٤۰،۱۸۰،۱۲۰،٦۰،۳۰،۰) جهت افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی گیاه مورد، بررسی تأثیر امواج فراصوت بر رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن گیاه مورد و بر بذر در حال جوانه‌زنی و همچنین مقایسه تیمار سرمادهی و امواج فراصوت و اثر آنها بر جوانه‌زنی و خواب بذر گیاه مورد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای مورد نیاز در این پژوهش از منطقه تشکن در استان لرستان شهرستان دوره چگنی که واقع در طول ٤٨ تا ۲۸ و ۳۳۰۰ عرض شمالی و ۳۳٤۰ تا ۳٥۲٦ حد فاصل مختصات جغرافیایی ۳۲ شرقی قرار دارد، تهیه گردید. سردترین ماه سال دی ماه و گرمترین ماه سال، تیر می‌باشد. پس از جمع آوری بذور از منطقه تشکن این تحقیق در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی خرم آباد انجام گرفت. قبل از انجام تیمار مورد نظر جهت از بین بردن آلودگی‌ها و ضدعفونی کردن بذور به‌مدت ۲۰ دقیقه در محلول هیپوکلرید سدیم ۲/٥ درصد قرار گرفتند و بلافاصله به‌منظور حذف هیپوکلرید سدیم ٦ مرتبه با آب مقطر استریل کاملاً شستشو شدند (Makizadeh et al., 2006). به‌منظور اعمال تیمارهای جوانه‌زنی، بذور پس از ضدعفونی به‌طور جداگانه برای اجرای هر تیمار از ۳۰ بذر و ٤ تکرار در ظرف‌های پتری۱۰ سانتی‌متری کشت شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار و ۷ تیمار (شاهد، ۳۰، ٦۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۲٤۰ ثانیه و نیز تیمار سرمادهی) اجرا شد. برای تیمار سرمادهی نیز بذور به‌مدت دو ماه در یخچال در دمای ٤-۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شود. در تیمار امواج فراصوت بذور مورد در قالب تیمارهای زمانی مختلف در معرض امواج فراصوت ٤۲ KHZ در دستگاه Digital Ultrasonic مدل CD-4820 قرار گرفتند. نخستین شمارش جوانه‌زنی اولین روز و آخرین شمارش ۸ روز پس از اعمال تیمارها انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری سرعت رشد نیز تعداد بذوری که ریشه آنها به ۲ میلی‌متر رسیده بود مورد شمارش قرار گرفتند، شمارش مقدار بذرهای جوانه زده ته پایان زمانی که سه روز متوالی هیچ افزایشی در بذرهای جوانه‌زده شمارش و درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$GP = [{}^{n}/_{N}]100$$

که در این رابطه GP برابر با درصد جوانه‌زنی n برابر با تعداد کل بذرهای جوانه زده و در روز آخر N برابر با تعداد کل بذرهای کشت شده و در هر پتریدش می‌باشند. برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی (Germination Rate) از روز دوم تعداد بذرهای جوانه زده (n) شمارش و روز مربوطه (Dn) نیز یادداشت شد و این روش هر روز و تا پایان جوانه‌زنی بذرها ادامه یافت و پس از آن سرعت جوانه‌زنی بر حسب روز از رابطه زیر محاسبه شد.

$$GR = \sum n/\sum(Dn)$$

در این رابطه GR برابر با سرعت جوانه‌زنی بر حسب روز، n برابر با تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز مورد بررسی و Dn برابر با تعداد سپری شده از شروع آزمایش می‌باشند برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از روش پایپر (piper method) استفاده خواهد شد. در این روش تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز شمرده می‌شود و در روز مربوطه ضرب می‌شوند سپس حاصل ضرب‌های بدست آمده برای روزهای مختلف را جمع جبری کرده بر تعداد کل بذرهای جوانه‌زده تقسیم می‌شوند (Mazaheri and Majnon-Hosseini, 2002). بدین‌ترتیب سرعت جوانه‌زنی بر حسب روز محاسبه

خواهد شدسپس وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS در قالب طرح کاملاً تصادفی جهت مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

با بررسی و مطالعه در نتایج به‌دست آمده از آزمایشات و با توجه به جدول تجزیه واریانس، بذرهای مورد آزمایش از نظر پتانسیل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن ریشه‌چه و... متفاوت و قابل توجه می‌باشد و منابع تغییر نیز دارای اختلاف معنی‌داری هستند. از نظر درصد جوانه‌زنی بیشترین درصد جوانه‌زنی بیشترین درصد مربوط به تیمار ۳۰ ثانیه و تیمار۱۸۰ ثانیه امواج فراصوت می‌باشد. از نظر سرعت جوانه‌زنی هم بیشترین آن مربوط به تیمار۳۰ ثانیه و تیمار۱۸۰ ثانیه می‌باشد. از نظر طول ریشه چه بلندترین طول ریشه چه مربوط به تیمار٦۰ ثانیه و تیمار۳۰ ثانیه امواج فراصوت می‌باشد، که از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. از نظر طول ساقه‌چه بلندترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار۳۰ ثانیه و٦۰ ثانیه امواج فراصوت می‌باشد، که از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. در کلیه آزمایشات از روش‌های آماری استفاده گردیده و تجزیه واریانس از طریق طرح کاملاً تصافی انجام گرفته. نتایج به‌دست آمده به تفکیک و به شرح زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به شرح زیر ارائه می‌گردد.

نتایج آزماش نشان می‌دهد بین شاهد و همه تیمارها غیر از تیمار سرمادهی، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. به عبارتی تمام تیمارهای امواج فراصوت در افزایش جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری دارند. اختلاف میانگین تیمارهای امواج فراصوت نشان می‌دهد که بیشترین تأثیر را تیمار ۳۰ ثانیه داشته است. به عبارتی نه تنها از نظر افزایش درصد جوانه‌زنی بلکه از نظر صرفه جویی در زمان و هزینه، تیمار برتر امواج فراصوت به‌مدت ۳۰ ثانیه است. در مورد سرعت جوانه‌زنی نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که سرعت جوانه‌زنی بین تیمارهای مختلف تحت تأثیر تحریک جوانه‌زنی بذر گیاه مورد، از نظر آماری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بهترین تیمار جهت افزایش سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب، امواج فراصوت ۳۰ و ۱۸۰ ثانیه می‌باشد که اختلاف این دو تیمار با یکدیگر بسیار جزئی وغیر معنی دار است. در مورد طول ریشه چه باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد با همه تیمارها به غیر از تیمار سرمادهی در سطح ۱ درصد نشان داد. با توجه اختلاف میانگین‌ها نسبت به شاهد بیشترین ریشه‌زنی در تیمار ٦۰ ثانیه و پس از آن تیمار ۳۰ ثانیه مشاهده شد. در مورد طول ساقه چه نیز، نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که طول ساقه‌چه بین تیمارهای مختلف تحت تأثیر تحریک جوانه‌زنی بذر مورد، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در مورد وزن خشک ساقه‌چه نیز، نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد بین تیمارهای مختلف تحت تأثیر تحریک جوانه‌زنی بذر مورد، از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد. در مورد وزن خشک ریشه‌چه نیز، نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد وزن ریشه چه بین تیمارهای مختلف تحت تأثیر تحریک جوانه‌زنی بذر گیاه مورد، در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲٤۰ ثانیه وسرمادهی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	وزن ریشه چه	وزن ساقه چه	طول ریشه چه	طول ساقه چه
تیمار	٦	۳۸۲ /۰۹۰**	۳۳/۳۹۳**	۰/۰۰۲ **	۰/۰۸۷ ns	۱۷/٤۳٥ **	۹۰/۷۹٤ ns
خطا	۲۱	۱۰٤ /٦٥٦	۹/۱٤۷	۰/۰۰٤	۰/۰۹۱	۳/۹٦٦	۱۱/۹۲۷

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح یک درصد

مقایسه میانگین‌ها

درصد جوانه‌زنی: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد در مقایسه میانگین داده‌ها (روش دانکن)، که تیمارهای امواج فراصوت به‌مدت ۳۰ ثانیه و۱۸۰ ثانیه با میانگین ٦۸/۳۳ و ٦٥/۸۳ بیشترین تأثیر معنی‌داری در میزان جوانه‌زنی بذور نسبت به تیمار شاهد و تلفیقی سرمادهی با میانگین ٤۰/۸۳ و٤۸/۳۳ را داشت. البته بالاترین میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار امواج فراصوت ۳۰ ثانیه بوده است (شکل ۱). در بررسی بذور رسیده *Calanthe discolor* با محلول هیپوکلرایت سدیم ۱ درصد استریلیز شدند و در آلتراسونیک مایع و قرار داده شدند که به‌طور مشخصی جوانه‌زنی بذر افزایش یافت. کمتر از ۱۰ درصد بذور جوانه‌زده است (Miyoshi and Mii, 2003).

Yaldogard et al., (2008) کاهش ٤٥ -۳۰ درصدی در زمان جوانه‌زنی در بذور جو و افزایش درصد جوانه‌زنی را پس از تیمار بذور با امواج فراصوت را به عنوان نتیجه در پژوهش خود اعلام نموده‌اند (Yaldagard et al., 2008). در بررسی جوانه‌زنی بذور زیره سیاه و سبز (*Cuminum cyminum* L.) با استفاده از پیش تیمارها با امواج فراصوت قبل از فرآیند جوانه‌زنی بذر جهت بهبود جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر، که بذرها به مدت ۰، ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ دقیقه در معرض امواج فراصوت قرار گرفتند. که بیشترین درصد جوانه‌زنی برای مدت‌های ٤ و ٦ دقیقه بود و بیشترین سرعت جوانه‌زنی را تیمار با مدت ۲ دقیقه داشته است (Maleki-Farahani, 2011). در بررسی تأثیر ربایش مغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذور کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*) در معرض امواج فراصوت قرار گرفتند نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری افزایش داشته است (Ghasemi et al., 2011). در پژوهش‌های مشابه دیگری به‌منظور افزایش جوانه‌زنی بذرهای گیاه مورد، سرمادهی به‌مدت ۳۰ روز را پیشنهاد نمودند (Tripp and Raulston, 1985; Heuse and Dirr, 1987) محققان این افزایش جوانه‌زنی را ناشی از شکافته شدن پوسته بذر در اثر سرما بیان نمودند. بینا و همکاران در پژوهشی برروی بذور بادنجان، فلفل، گل رعنا زیبا و خیار اظهار داشتند تیمار امواج فراصوت KHz ٥۹-٤۲ نسبت به شاهد برتری دارد (Bina et al., 2008).

سرعت جوانه‌زنی: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد بالاترین سرعت جوانه‌زنی بذرهای مورد تحت تیمار امواج فراصوت به‌مدت ۳۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه با میانگین ۲۰/٥۰ و ۱۹/۷٥ بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد و تلفیقی با میانگین ۱۲/۲٥ و ۱٤/٥۰ بود (شکل۲) نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که امواج فراصوت سبب افزایش سرعت جوانه و درصد جوانه‌زنی در بذر جو، تربچه و فلفل می شود. در شاهی نیز باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می شوند اما اثری بر سرعت نمی گذارد در صورتی که بر

جوانه‌زنی شبدر هیچ اثری نداشت (Maleki-Farahani and Fahimi-Negad, 2011). Shimomurs (1990) با استفاده از امواج فراصوت با شدت ۷۰۰ KHz به تیمار بذر تربچه اقدام نموده و در نهایت گزارش کرده است که این تیمار باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و همچنین باعث افزایش ۱۳–۱۶ درصدی طول ریشه نسبت به شاهد گردیده است (Shimomurs, 1990). در تحقیقی که به بررسی تأثیر امواج فراصوت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه دارویی اسطوخودوس صورت گرفت. در این آزمایش از ٤ تیمار ٠،٤، ٨ و ١٢ دقیقه استفاده شد. نتایج از تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی شاهد با هر ۳ تیمار می‌باشد. بطوری‌که در این آزمایش مناسب‌ترین تیمار ٤ دقیقه می‌باشد (Saki et al., 2009). بذرهای دارای خفتگی فیزیولوژیک اغلب برای برطرف شدن خواب به یک دوره سرما نیاز دارند. سرما باعث کاهش محتوای آبسیزیک اسید یا افزایش جیبرلیک اسید یا هر دو تغییر به‌طور همزمان انجام می‌گیرد یا ایجاد تعادلی از هر دو هورمون خواب بذر را پایان می‌دهد (Keshtkar et al., 2009).

طول ریشه‌چه: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد بالاترین طول ریشه‌چه بذرهای مورد تحت تیمار امواج فراصوت به‌مدت ٦٠ ثانیه و۳۰ ثانیه با میانگین ١٠/٤٥ میلی‌متر و ۹/٤۷ میلی‌متر بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد و تلفیقی با ٤/٢٠ میلی‌متر و ۵/۹۷ میلی‌متر بود (شکل ۳). جیبرلین نیز به واسطه تحریک دادن منابع ذخیره‌ای و ضعیف ساختن مقاومت مکانیکی سلول‌های آندوسپرم پیرامون نوک ریشه اولیه، اثر تحریک کنندگی بر جوانه‌زنی بذر بر جای می‌دهد (Sasani et al., 2007). بیک‌محمدی در پژوهشی بیشترین طول ریشه‌چه را در تیمار ترکیبی غوطه‌وری در اسیدسولفوریک و سپس اسیدجیبرلیک نشان داد (Beikmohammadi, 2011).

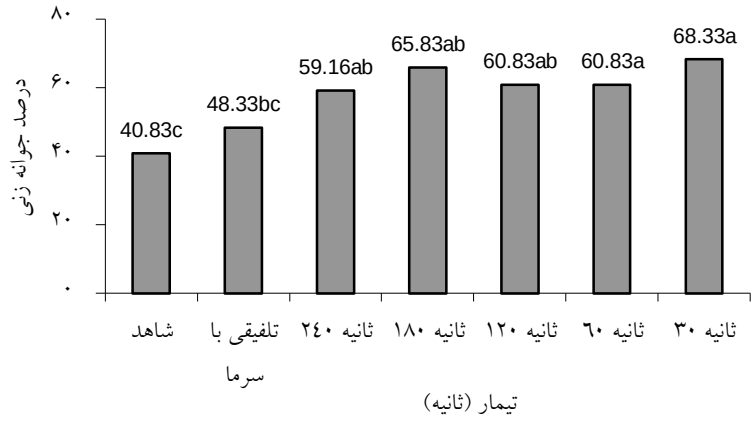
عباس‌زاده و همکاران در تحقیقی که بر روی بذور گیاه (*Tyigohella foenum*) با میدان مغناطیسی باعث افزایش طول ریشه چه نسبت به شاهد است (AbasZadeh, 2011). در تحقیقی مشاهده کردن میدان مغناطیسی در گندم باعث افزایش طول ریشه چه شد (Gholipou and Mohammadi, 2008). Shimomurs با استفاده از امواج فراصوت با شدت ۷۰۰ KHz به تیمار بذر تربچه اقدام نموده کرده است که این تیمار باعث ۱۳–۱۶ درصدی طول ریشه نسبت به شاهد گردیده است (Shimomurs, 1990).

طول ساقه‌چه: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد بالاترین طول ساقه‌چه بذرهای مورد تحت تیمار امواج فراصوت به‌مدت ۳۰ ثانیه با میانگین ۲۲/۷۷ میلی‌متر بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که بیشتر از شاهد و تلفیقی با میانگین ۸/۱۲ میلی‌متر و ۱۱/۸۲ میلی‌متر بود (شکل ٤). مهدوی و همکاران میدان الکترومغناطیس را بر روی یونجه یکساله مورد بررسی رار دادن دیدن این تیمار باعث افزایش طول ساقه چه شد (Mahdavi et al., 2009). در پژوهشی دیگر نیز تیمار الکترو مغناطیس را باعث افزایش طول ساقه چه دانستند. یوسفی و همکاران در تحقیقی که به بررسی اثر نوع محیط کشت و هورمون جیبرلین (GA_3) بذر توت فرنگی نشان داد بذور تحت تأثیر هورمون GA_3 کشت شدند بیشترین طول ساقه چه را نشان داده است (Gholipour and Mohammadi, 2008).

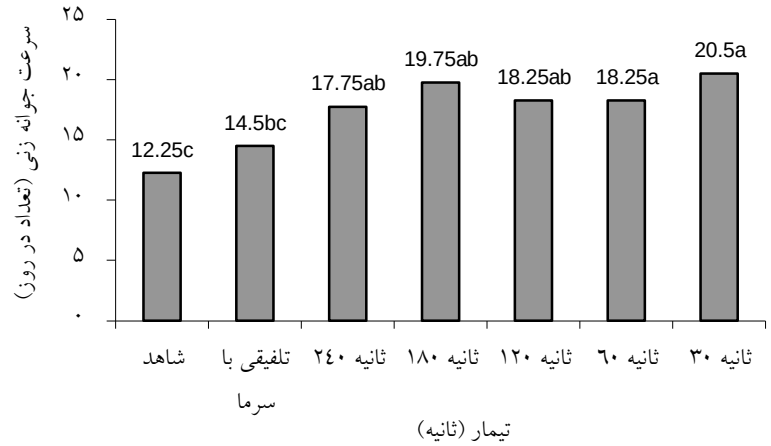
وزن خشک ساقه‌چه: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که بین تیمارها (شاهد، امواج دیده و تلفیقی با سرما) اختلافی وجود ندارد و همه در یک سطح می‌باشند (شکل ۵). قلی‌پور و

محمدی در بررسی که بر روی ارزیابی اکنش جوانه‌زنی گندم به میدان مغناطیسی انجام دادند نتایج نشان داد که اثرات ساده این تیمارها بر ساقه چه و وزن خشک گیاهچه معنی دار است (GholiPoor and Mohamadi, 2008).

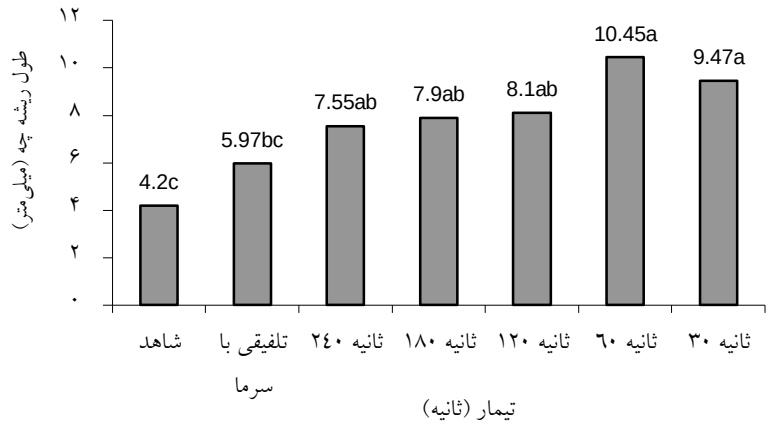
وزن خشک ریشه‌چه: نتایج حاصل از آزمایش در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد بین تمامی تیمارهای امواج فراصوت و شاهد تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که بین تیمارها (شاهد، امواج دیده و تلفیقی با سرما) اختلافی وجود ندارد و همه در یک سطح می‌باشند (شکل ٦). جباری و همکاران در بررسی که بر روی جوانه‌زنی و شکست خواب بذر گیاه دارویی همیشه بهار انجام دادند نتایج آزمایش نشان داد که هورمون جیبرلیک اسید و نیترات پتاسیم تأثیری، وزن خشک گیاهچه و طول ریشه چه بذر را نشان نداد (Jabari et al., 2009).



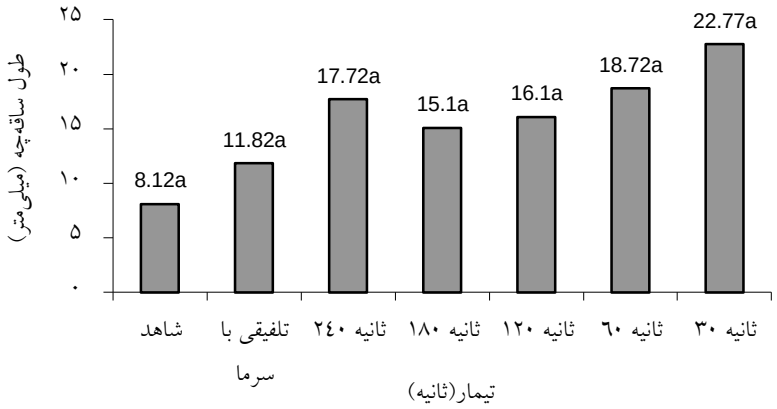
شکل ۱- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذرهای گیاه مورد تحت تاثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲٤۰ ثانیه و سرمادهی)



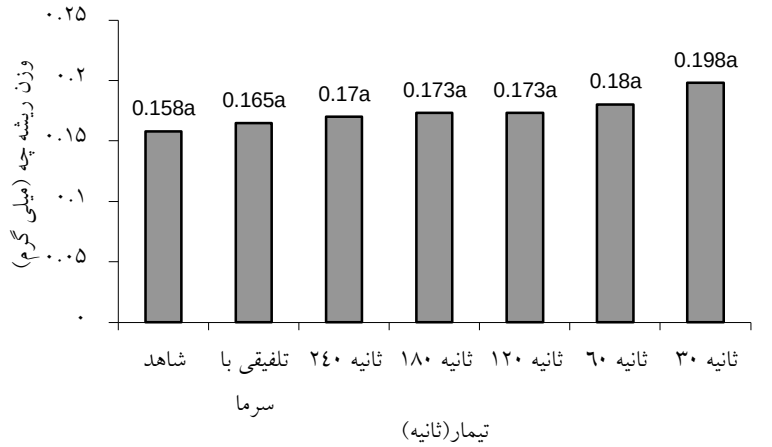
شکل ۲- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی بذرهای گیاه مورد تحت تیمارهای مختلف (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲٤۰ ثانیه و سرمادهی)



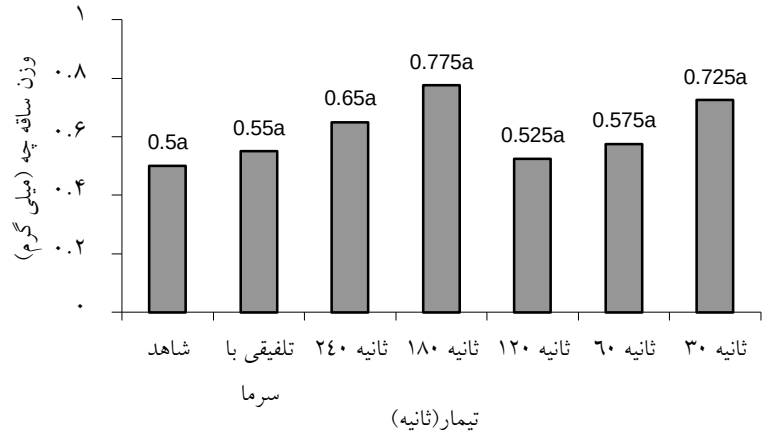
شکل ۳- مقایسه میانگین طول ریشه چه بذرهای گیاه مورد تحت تأثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ ثانیه و سرمادهی)



شکل ٤ – مقایسه میانگین طول ساقه چه بذرهای گیاه مورد چه تحت تأثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ ثانیه و سرمادهی)



شکل ۵ – مقایسه میانگین وزن خشک ساقه چه بذرهای گیاه مورد تحت تأثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ ثانیه وسرمادهی)



شکل ٦ – مقایسه میانگین وزن خشک ریشه چه بذرهای گیاه مورد چه تحت تأثیر تیمارهای مختلف (۳۰، ٦۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲٤۰ ثانیه وسرمادهی)

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به زمان بر بودن روش‌های تحریک متداول در جوانه‌زنی بذور مورد (مانند سرما) و هزینه بالای کشت بافت در این تحقیق بدنبال روشی کم هزینه، سریع و کاربردی برای جوانه‌زنی گیاه داروئی مورد هستیم که نتیجه حاصله علاوه بر کارایی برای شرکت‌های گیاهان دارویی و داروهای گیاهی می‌تواند مورد استفاده کشاورزان، بهره وران، کارشناسان، مروجین و محققین سازمان جهاد کشاورزی، اداره کل منابع‌طبیعی، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری و مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی قرار گیرد. با توجه به اهمیت روز افزون گیاه دارویی "مورد" در طب گیاهی نوین هدف از این طرح افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی این گیاه دارویی تحت تأثیر تیمارهای امواج فراصوت و سرمادهی، و نتیجتاً کاهش هزینه و نیروی انسانی لازم می‌باشد. ضمن اینکه امواج فراصوت باعث شکستن خواب بذر مورد گردید بهتر از تیمار شاهد و تیمار تلفیق با سرما و در زمان‌های تاثیر فراصوت ۳۰ ثانیه تا ۲٤۰ ثانیه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید.

تقدیر و تشکر

شایسته است از زحمات و همراهی‌های صمیمانه‌ی اساتید ارجمند دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد آستارا آقای دکتر واحدی وآقای دکتر تقی‌زاده کمال تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از زحمات و همراهی‌های صمیمانه خانم مهندس ابدالی و الطاف بی دریغ ایشان تشکر می‌نمایم و نیز از آقای مهندس کرمیان کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی خرم آباد کمال تشکر و قدردانی را دارم، باشد این یاد آوری اندک سپاس بی‌پایان من نسبت به راهنمایی‌های دلسوزانه و بی‌دریغشان باشد.

References

Abbaszadeh, F., KHakestari, D. and Naker, F. 2011. The Effect of Magnetic Field on Seed Germination in Fenugreek (Trigonella foenum). Paper Abstracts of the 2nd Conference on Seeds. Mashhad: Ferdowsi University, pp. 768-775.

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).

Arbabian, S., Vyshky Ramazani, F. and Ahmed, A. 2010. The Effect of Cell Phone Waves on Seed Germination and Seedling Genesis in Broad Bean *(Vicia sativa)*. Tehran-Semnan Islamic Azad University Branches, J. Plant Sci. Res., pp. 56-62.

Beikmohammadi, A., Tehrani Fard, A. and Surat, SH. 2011. The Effect of Different Treatments on the Loss of Dormancy and Seed Germination in *Colutea Buhsei* (*Colutea caspica* M.B.). Paper Abstracts of the 2nd Conference on Seeds. Mashhad: Ferdowsi University, pp. 998-1001.

Bench-Arnold, R. L., Sanchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. and Ghersa, C.M. 2000. Environmental Control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crop Res. 67:105-122.

Bewley, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell. 9: 1055-1066.

Bina, F., Rezaii, A. and Aghaii-Zadeh., M. 2008. The Effect of Ultrasonic Waves on Physiologic and Morphologic Processes in Seed Germination. The 1st Conference on Plant Biology, Iran.

Chevallier, M.A. 1996. The Encyclopedia of Medicinal Plants. Dorling Kindersly, London.

Dirr, M.A. and Heuser, J. 1987. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture, propagation and uses, Athens, GA: Varsity Press. 239 p.

Faryabi, A., Zaremansh, H. Keshvarii, M. and Abdali, N. 2008. The Effect of Ultrasonic Waves on Physiologic and Morphologic Processes of Seed Germination in Capsicum Pepper *(Capsicum annuum)* and Radish *(Rhaphanus sativus)*. The 1st National Conference on Iranian Seed Science and Technology, Gorgan.

Gavrilo, L.R., Tsirulnikov E.M. and Davies, H. 1996. Application of focused for the stimulation of neural structures Ultrasound in Medicine and Biology, 22(2):179-192.

Ghasemi-Rad, P., Mehrafarin, A., Hosseini, M., Mansouri, M. and Bygry, M. 2011. The Effect of Magnetic Attraction and Ultrasonic Waves on Seed Germination in Artichoke (*Cynara scolymus* L.). The 2nd National Conference on Iranian Seed Science and Technology. Mashhad: Islamic Azad University, pp. 79-83.

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.

Gordon, A.G. 1963. The use of ultrasound in agriculture. Ultrason., 1(2):70-77.

Harvey, E.N. and Loomis, A.L. 1928. High frequency sound waves of small intensity and their biological effects. Nature (London), 121:622.

Jabari, R., Amini-Dehaghi, M. and Ganjiarjangi, F. 2009. Germination and Loss of Dormancy in Marigold (*Calendula persica* L.) Medicinal Plant. Tehran: The Scientific Conference on Industrial Development of Medicinal Plants in Iran, p. 276.

Keshtkar, H., Azarniv, H.R. and Shahriari, A. 2009. The Effect of Some Treatments on the Loss of Dormancy and Germination in Seeds. Scientific and Research Journal of Pasture, 3(2):281-290.

Keshvari, M., Abdali, N., Faryabi, A. and Zaremanesh, H. 2008. The Use of Ultrasonic Waves in Enhancing Germination Rate and Percentage in the Seeds of Garden-Cress (*Lepidium sativum* L.), Clover (*Trifolium resupinatum* L.), and Savory (*Satureja* L.). The 1st National Conference on Iranian Seed Science and Tech., Gorgan.

Mahdavi, B., Modares-Sanavi, A.M. and Balochi, H.R. 2008. The Effect of Electromagnetic Fields on Germination and Primary Growth in the Seeds of Annual Alfalfa (*Medicago sativa* L.), Barley (*Hordeum* L.), Dodder (*Cuscuta* L.), and Barnyard Grass (*Echinochloa crus-galli* L.). Iranian J. Biolo., 21(3): 433-442.

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.

Makizadeh-Tafti, M., Farhodi, R., Naghdifadi, R. and Mehdizadeh, A. 2006. Determination of the Best Treatments for Seed Germination in the Medicinal Plants of Madder (*Rubia tinctorum* L.), Echinacea (*Echinacea angustifolia D.C.*) and Myrtle (*Myrtus communis* L.). Scientific and Research Quarterly of Iranian Medicinal and Aromatic Plants, 22(2):105-116.

Maleki-Farahani, S. and Fahiminejad, H. 2011. The Effect of Seed Germination in Common Caraway *(Carum* L.*)* and Cumin *(Cuminum* L.) before Treatment with Ultrasonic Sources. Paper Abstracts of the 2nd Conference on Seeds. Mashhad: Ferdowsi University, pp. 258-262.

Mazaheri, D. and Majnoun-Hosseini, N. 2002. An Introduction to General Agronomy. Tehran: Tehran University Press.

Miyoshi, K., and Mii, M. 1988. Ultrasonic treatment for enhancing seed germination of terrestrial orchid, Calanthe discolor, in asymbiotic culture Scientia Horticulture. 35: 127-130.

Raulston, J.C. and Tripp, K.E. 1995. The year in trees, Portland. OR: Timber Press. P. 204.

Rezaeian, S., Abdali, N., Abdali, M., Safapor, M. and Nasiri. 2010. The Effect of Ultrasonic Waves and Chilling on Germination Percentage in Myrtle (*Myrtus communis* L.) Medicinal Plant. The National Conference on Medicinal Plants, Sari, Iran.

Ritter, F. 1997. Shrubs and Climbers, Dorling Kindersley, London. 336 p.

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. Tehran: The Scientific Conference on Industrial Development of Medicinal Plants in Iran.

Samsam-Shariat, H. 2007. A Collection of Medicinal Plants. Tehran: Emami Publications, p. 373.

Sasani, S., Tavakoli-Afshari, R., Postini, K. and Sharifzadeh, F. 2007. Evaluating the Effect of Wet Chilling of Hormone Treatments and Storage Time on the Loss of Dormancy and Seed Germination Induction in Common Caraway (Bunium persicum). Journal of Agricultural Science, pp. 287-294.

Shimomura, S. 1990. The effects of ultrasonic irradiation on sprouting radish seed, Ultraso nic Symposium, Proceedings, IEEE, 3: 1665-1667.

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 & Distilling, World Applied Sciences Journal, 3(1): 91-95.

Zargari, A. 1996. Medicinal Plants (2nd Ed.,). Tehran: Tehran University Press, (2):976.