نشریه زراعت
شماره ۱۰۴، پائیز ۱۳۹۳
(پژوهش و سازندگی)

تاثیر امواج فرا صوتی و میدان مغناطیسی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان در شرایط مزرعه

• غزال مرغایی زاده، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات داشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (نویسنده مسئول)
• محمد حسین قرینه، استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
• قدرت الله فتحی، استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
• علی رضا، ابدالی استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
• منصور فربد، استاد دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۰
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۳۹۹۰۸۵۶۵۷
پست الکترونیک نویسنده مسئول: ghazal.mz429@yahoo.com

چکیده:

پرایمینگ بذر شامل روش‌های بسیار ساده‌ای است که میتواند در جوانه‌زنی بهتر و استقرار مطلوب گیاهچه موثر باشد، از روش‌های بیوفیزیکی و پرایمینگ بذر، می‌توان به تیمار بذور توسط امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی اشاره کرد. با اثبات اثرات دارویی گیاه زنیان (*Curum copticum*) از تیره‌ی جعفریان (*Apiaceae*) تولید و فرآوری این گیاه در دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. به منظور بررسی تاثیر امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاه زنیان در شرایط مزرعه و هم‌چنین افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور تحت تاثیر این دو تیمار و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی مثل خشکی، سرما، گرما و افزایش مقاومت به بیماری‌ها و آفات، پژوهشی در محل مزرعه آموزشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین در سال زراعی۸۹-۱۳۸۸ صورت گرفت. تیمار مربوط به امواج فراصوتی با فرکانس ۲۲ کیلوهرتز در ۲ زمان ۲ و ۵ دقیقه (U2 , U3) و تیمار مربوط به میدان مغناطیسی با شدت ۵۰۰۰ گوس در ۳ زمان ۴۵،۳۰و۱۵ دقیقه (M_2,M_3,M_4) در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با تیمار شاهد اعمال شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۴ تکرار به اجرا درآمد. با اعمال تیمارهای میدان مغناطیسی و امواج فراصوتی جوانه‌زنی و ویگور بذور بهبود و عملکرد نهایی گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارها افزایش یافت. میدان مغناطیسی اعمال شده در زمان ۳۰ دقیقه و در مواردی ۴۵ دقیقه و امواج فراصوتی با زمان ۲ دقیقه بیشترین تاثیر را بر گیاهان داشت. تیمارها وزن هزار دانه را کاهش داد. با وجود حساسیت بالای گیاه به بیماری‌ها و آفات، هیچ‌گونه اثری از بیماری و آفت در مزرعه دیده نشد.

کلمات کلیدی: امواج فراصوتی، جوانه‌زنی، زنیان، عملکرد، میدان مغناطیسی

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 142-151

Effects of ultrasound waves and magnetic field on growth and yield of Curum copticum in field conditions

By:

- *Gh. Marghaeezadeh, (Corresponding Author; Tel: 09399085657), M.Sc. of Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan*
- *M. Gharineh, Professor of Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan*
- *Gh.Fathi, Professor of Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan*
- *A. Abdali, Professor of Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan*
- *M. Farbod, Professor of Shahid Chamran University of Ahvaz*

- **Received: January 2012 Accepted: March 2012**

Seed priming is a very simple method that ends in better germination and establishment of seedling. One of the priming methods, is biophysical methods. Treating seeds by ultrasound waves and magnetic field are among the biophysical methods. With proven the medicinal effects of ajowan (*Curum copticum*), production and processing of the plant species in the world has a special importance. In order to study the effects of ultrasound waves and magnetic field on growth and yield of ajowan in the field conditions, increasing the percentage and speed of seed germination, increasing resistance of seedlings, and increasing resistance to environmental stresses such as drought, cold, heat, and increasing resistance to diseases and pests, the research was carried out at the University of Agriculture and Natural Resources of Ramin during 1388-89. Seeds were two times treated with Ultrasound 22 KHz frequency, 2 and 5 min (U_2, U_5) and treatment related to the 5000 gauss magnetic field intensity in three different times, 15, 30, 45 (M_2,M_3&M_4) at a temperature of 30°c was applied. Control treatment was also considered. Factorial experiment in Randomized complete blocks design with four replications was carried out. The results showed that, with treatments applied magnetic field and ultrasonic wave, vigure and germination of ajowan seeds improved. It seems that the magnetic field treatment at the time of 30 minutes, and in some cases 45 minutes with ultrasound waves treatment of 5 minutes had the greatest impact on the plants. Despite the high sensitivity of both plant diseases and pests, no trace of disease and pest found in field.

key Words: Ajowan, Germination, Magnetic field, Ultrasound, Yield

مقدمه

از روش های بیوفیزیکی و پرایمینگ بذر، می‌توان به تیمار بذور توسط امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی اشاره کرد. امواج فراصوتی، امواج مکانیکی هستند که فرکانس آن‌ها بیش از ۲۰ کیلوهرتز بوده و دارای انرژی بالایی هستند و می توانند سبب بالا رفتن دمای بافت‌ها شوند. انرژی امواج فراصوتی قادر است قارچ ها، بیماری‌ها و میکروارگانیسم‌های موجود در خاک و یا روی پوسته‌ی بذر را کاهش دهد. همچنین این امواج قادرند بذور، سبزیجات و میوه‌ها را خشک کنند تا نگهداری و انبارداری آنها ساده‌تر شود. بذوری که به این روش تیمار شده‌اند، قابلیت نگهداری در مدت زمان طولانی‌تری را دارند. (لی و همکاران، ۲۰۰۲و لیی و همکاران،۲۰۰۵). بذرهایی که از یک میدان مغناطیسی عبور داده می‌شوند، دچار تورم شده و در نتیجه فعالیت هورمون اکسین در این بذور افزایش می‌یابد. همچنین میزان تنفس در آن‌ها افزایش یافته و دارای انرژی و فعالیت زیادتری شده که نتیجه‌ی آن جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر و ایجاد گیاهان مقاوم به تنش‌ها به خصوص تنش شوری است (الادجادجیان، ۲۰۰۷ و مارینکویچ و همکاران، ۲۰۰۸). یکی از موانع عمده‌ی استفاده‌ی بهینه ازگیاهان دارویی درخارج از رویشگاه طبیعی، محدودیت میزان جوانه‌زنی و طولانی بودن خواب بذر آن‌هاست.. این امر در شرایط نامساعد رویشی سودمند می‌باشد، زیرا بذر غیرفعال است و در نتیجه بسیاری از تنش‌های محیطی و شرایط نامناسب اقلیمی را بهتر تحمل کرده، تداوم نسل و بقای گونه‌ی گیاهی تضمین می‌گردد. مشکل بذر بیشتر گونه‌های گیاهی، عدم توانایی در جوانه‌زنی و استقرار مناسب در مزرعه در شرایط غیر متعارف است (کافی و همکاران، ۱۳۸۱). گیاه زنیان با نام علمی *Curum copticum* از تیره جعفری (*Apiaceae*)، گیاهی علفی، یکساله و دیپلویید است. ترکیب‌های عمده اسانس میوه این گیاه، شامل تیمول[1]، بتاپینن[2]، گاماترپینن[3] و سابینن[4] و دارای خواص دارویی فراوان است. از خواص آن می‌توان به اثرات آنتی‌سپتیک[5]، اثر کاهندگی کلسترول خون، خلط آور و ضد تهوع بودن و تسکین اسپاسم[6] اشاره کرد. اما باور عمومی بر این است که این گیاه در درمان اعتیاد نیز استفاده می‌شود. میزان اسانس در این گیاه ۵-۲ درصد است (غیبی، ۱۳۸۵و امیدبیگی، ۱۳۸۶و حجازیان، ۱۳۸۶و نظریان قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۷و کافی و همکاران، ۱۳۸۱و زرین زاده، ۱۳۸۶ و فنایی، ۱۳۸۵). با توجه به مشکل بودن جوانه زنی، خروج گیاهچه و حساس بودن گیاهچه‌ها به سله بستن خاک، تیمار بذور گیاه زنیان با امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی به‌جوانه‌زنی بهتر بذور و استقرار گیاهچه کمک میکند و همچنین عملکرد کمی و کیفی گیاهان (در این گیاه خاص، افزایش میزان و کیفیت اسانس) افزایش، و در نهایت مصرف آب و نهاده‌های شیمیایی کاهش می‌یابد. اسیتکن و همکاران (۲۰۰۴)، تاثیر میدان مغناطیسی را بر عملکرد و تجمع عناصر در گیاه توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. شدت میدان‌های مغناطیسی ۰/۰۹۶، ۰/۱۹۲ و ۰/۳۸۴ تسلا (تسلا[7] واحد سنجش میدان مغناطیسی، هر ۱۰۰۰۰ گوس[8] برابر یک تسلا) بود. میدان مغناطیسی با سیم‌هایی در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری گیاهان ایجاد شد. در تیمار ۰/۰۹۶ تسلا، تعداد میوه‌ها و وزن آن‌ها و عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (عملکرد میوه در شاهد۲۰۸/۵ گرم و در تیمار میدان مغناطیسی

۲۴۶/۱ گرم). عملکرد با افزایش شدت میدان از ۰/۰۹۶ به ۰/۳۸۴ تسلا کاهش یافت. تعداد میوه در تیمار ۰/۰۹۶ تسلا، ۲۷/۶ بود که نسبت به ۲۵/۹ در تیمار شاهد افزایش نشان داد. وزن میوه‌ها در هر ۳ تیمار میدان مغناطیسی افزایش یافته بود. غلظت یون‌هایی مثل K , N , ZN ,Mn, Fe , mg , Ca در برگ‌ها افزایش و مقدار S و P کاهش یافته بود (اسیتکن و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهشی تاثیر میدان مغناطیسی بر رشد، نمو و عملکرد گیاه زراعی گلرنگ در مقایسه با سایر تیمارها بررسی شد. بذور گلرنگ در این آزمایش در میدان مغناطیسی با قدرت ۷۲ میلی تسلا به مدت ده دقیقه، پرایمینگ با آب به مدت ۷۲ ساعت و تیمار با جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰ پی پی ام به مدت ۸ ساعت قرار گرفتند. نتایج آزمایش برتری عملکرد در تیمارهای میدان مغناطیسی و جیبرلیک اسید را نشان داد. عملکرد در تیمار میدان مغناطیسی ۴ برابر تیمار شاهد بود. به عبارت دیگر این نتیجه در سطح ۰/۰۱ کاملا معنی دار بود. این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد طبق و دانه در طبق بود. درصد روغن و چربی در تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت و گیاهان تیمار شده با میدان مغناطیسی درصد روغن بیشتری داشتند. کمترین میزان روغن مربوط به گیاهان شاهد بود و این در حالی بود که میزان پروتئین در دو تیمار دیگر تفاوت چندانی نداشت. تعداد دانه در هر طبق در تیمار میدان مغناطیسی ۱/۷۹ برابر تیمار شاهد بود که این مقدار بیشتر از تاثیر سایر تیمارها بود، همچنین درصد آسیمیلاسیون مواد در تیمار میدان مغناطیسی افزایش یافته بود. وزن هزار دانه نیز در این تیمار افزایش معنی‌داری داشت و این در حالی بود که در دو تیمار دیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در مجموع نتایج این پژوهش تایید می‌کرد که می‌توان از تیمار میدان مغناطیسی به عنوان یک تیمار پیش کشت برای گیاه گلرنگ استفاده کرد (فاکنابی و همکاران، ۲۰۰۹). شبرنگی و همکاران (۲۰۰۹)، در بررسی‌های خود تاثیر میدان مغناطیسی بر رشد و سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه عدس (*Lens culinarisl*) را که حاوی مقدار قابل توجهی Fe^{2+} به عنوان عنصر پارامغناطیسی بود، مطالعه کردند. بذور عدس با میدان مغناطیسی به شدت‌های ۰/۰۶ تا ۰/۳۶ تسلا و در زمان‌های مختلف ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه تیمار شدند. تغییرات اسکروبات‌پراکسیداز[۹] و سوپراکسیددیسموتاز[۱۰]آنزیم‌هایی که در شرایط تنش ترشح می‌شوند)، در گیاهچه‌های ۱۵ روزه توسط اسپکتروفتومتر[۱۱] اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان رشد ریشه در گیاهچه‌های ۳ روزه مربوط به گیاهچه‌هایی بود که بذور آن‌ها تحت شرایط مغناطیسی ۰/۳ تسلا و به مدت ۲۰ دقیقه تیمار شده بودند. بیشترین میزان رشد ساقه هم در تیمار ۰/۲۴ تسلا به مدت ۲۰ دقیقه مشاهده شد. نتایج تایید می‌کرد که در گیاهچه‌های ۱۵ روزه بیشترین میزان رشد و بیوماس در تیمار میدان مغناطیسی ۰/۱۸ تسلا دیده شد. تحت تاثیر میدان مغناطیسی ریشه رشد بیشتری نسبت به ساقه نشان داد. اندازه برگ‌ها و ضخامت ساقه نیز افزایش یافت همچنین این گیاهچه‌ها به تنش خشکی مقاومت بیشتری داشتند. بررسی آنزیم‌ها نشان می‌داد که فعالیت اسکروبات‌پراکسیداز در ریشه و ساقه با افزایش قدرت میزان مغناطیسی افزایش یافته بود. میزان سوپراکسیددیسموتاز نیز در ریشه‌ها افزایش یافته بود. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که تیمار گیاهان با میدان مغناطیسی، گیاهان را در برابر فاکتورهای مضر محیطی مقاوم‌تر می‌کند. به طور کلی رشد گیاهچه‌های تیمار شده با میدان مغناطیسی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت.

البته تیمار میدان مغناطیسی باید در مدت زمان مناسبی اعمال شود. در تیمار ۰/۰۶ و ۰/۳۶ تسلا به مدت ۵ دقیقه، میدان مغناطیسی تاثیر منفی داشته و باعث کاهش میزان گیاهچه‌ها شده است. دو آنزیم اسکروبات‌پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز رادیکال‌های آزاد را اشغال می‌کنند و دارای مکانیزم آنتی‌اکسیدانی هستند. در حقیقت آنزیم‌های استرس، میزان استرس اکسایشی[۱۲] را کاهش می‌دهند. در برخی پژوهش‌ها اشاره شده‌است که تحت‌تاثیر میدان مغناطیسی هم مقدار و هم نوسانات رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد میدان مغناطیسی باعث جفت شدن رادیکال‌های آزاد و افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول‌های زنده می‌شود. استرس اکسیداتیو نوعی پاسخ ایمنی در برابر بروز میدان مغناطیسی و الکترومغناطیسی می‌باشد و به معنای افزایش میزان، غلظت و طول عمر گونه فعال اکسیژن است. گونه‌های فعال اکسیژن طی متابولیسم طبیعی موجودات زنده نیز تولید می‌شوند. استرس اکسیداتیو می‌تواند سبب تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، بیان ژن، آزاد شدن کلسیم از فضاهای سلولی تخریب غشا، کاهش رشد و در نهایت مرگ سلولی گردد (رجب‌بیگی و همکاران، ۱۳۸۵). استفاده از امواج فراصوت یکی از روش‌های موجود در بررسی فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک جوانه‌زنی بذور می‌باشد. در مطالعه‌ای تاثیر امواج فراصوتی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) و تربچه (*Raphanus sativus*) مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه‌های آماده شده در معرض امواج فراصوتی با شدت ۴۲ کیلو هرتز در زمان‌های ۸،۶،۴،۲،۰ دقیقه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی فلفل دلمه‌ای در تیمار ۴ دقیقه نسبت به شاهد افزایش یافته است. بهترین تیمار برای تربچه تیمار ۶ دقیقه بود و تاثیر تیمار ۸ دقیقه در بذور این گیاه کاهش شدید جوانه‌زنی را نشان داد (فاریابی و همکاران، ۱۳۸۷). یلداگرد و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی‌های خود تاثیر تیمار امواج فراصوتی را بر جوانه‌زنی و همچنین فعالیت آلفا- آمیلاز[۱۳] در بذور جو مطالعه کردند. آزمایشات با فرکانس ۲۰ کیلو هرتز امواج فراصوتی در سه قدرت متفاوت امواج (۲۰،۶۰،۱۰۰ درصد) و توان الکتریکی ۴۶۰ وات در سه زمان ۵،۱۰،۱۵ دقیقه صورت گرفت. به منظور بررسی تاثیر تیمارها بر فعالیت آنزیم آلفا – آمیلاز، میزان قند آزاد شده از نشاسته در اثر فعالیت آنزیم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌داد که در بذور تیمار شده فعالیت آنزیم به شدت افزایش یافته بود که این امر در نتیجه افزایش درصد جوانه‌زنی بود. بیشترین تاثیر معنی‌دار بر نتایج کلی، تحت تاثیر تیمارهای قدرت امواج و مدت زمان اعمال تیمارها بود (به ترتیب ۴۸/۴۵۶ و ۴۵/۲۷۳ درصد). همچنین تاثیر این دو تیمار بر جوانه‌زنی بذور مثبت بود و بنابراین فعالیت آنزیمی نیز در بالاترین مقدار تیمارها افزایش نشان می‌داد. فعالیت آنزیم آمیلاز با افزایش شدت امواج فراصوتی افزایش یافت. به این ترتیب در اثر تیمار با امواج فراصوتی نفوذ پذیری پوسته جو نسبت به آب افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش حجم دانه است و آب به راحتی و در حجم بیشتری در اختیار دانه قرار می‌گیرد در نهایت جوانه‌زنی بهتر، سریع‌تر و بیشتر صورت می‌گیرد.. افزایش سیالیت دیواره سلولی در نتیجه حرکت عناصر غذایی موجود در آندوسپرم، احتمالا یکی از دلایل افزایش جوانه‌زنی و افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز می‌باشد. یلداگرد بیان می‌کند که تیمار امواج فراصوتی می‌تواند در کشاورزی و باغبانی برای افزایش جوانه‌زنی، خشک کردن بذور و انبارداری برای مدت طولانی و ضدعفونی کردن مواد

استفاده قرار گیرد. لازم به ذکر است که بذور تیمار شده را می‌توان انبار کرد و بعد از مدت طولانی بدون کاهش قوه نامیه مورد کشت قرار داد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین ملاثانی واقع در ۳۵ کیلومتری شهر اهواز در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در محل مزرعه آزمایشی دانشگاه صورت گرفت. آب و هوای منطقه با توجه به اقلیم نمای آمبروژه به صورت بیابانی و معتدل می‌باشد (جدول ۳). دستگاه مولد امواج فراصوتی یا اولتراساوند که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت مدل hielscher, up 200 بود که این دستگاه قادر است امواجی با فرکانس ۲۲ کیلو هرتز تولید نماید. برای اعمال تیمارهای مربوط به میدان مغناطیسی از دو عدد آهن‌ربای مغناطیسی قوی که قادر بودند میدانی با قدرت نهایی ۵۰۰۰ گوس ایجاد کند، استفاده شد. بذور قبل از تیمار به وسیله دستگاه، ۴۸ساعت خیسانده و به مدت ۲ دقیقه توسط هیپوکلریدسدیم ۲ درصد ضدعفونی و سپس توسط آب مقطر شسته شدند. تیمار بذور در آزمایشگاه ابررسانایی گروه فیزیک در دانشکده علوم دانشگاه شهید چمران اهواز اعمال شد. تیمار مربوط به امواج فراصوتی با فرکانس ۲۲ کیلوهرتز در ۲ زمان ۲ و ۵ دقیقه (U_2,U_3) و تیمار مربوط به میدان مغناطیسی در ۳ زمان ۱۵،۳۰،۴۵ دقیقه (M_2,M_3,M_4) در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اعمال شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۴ تکرار در نظر گرفته شد. تعداد کرت‌ها در آزمایش ۴۸ عدد و ابعاد کرت‌ها ۲×۲ متر در نظر گرفته شد. کرت‌ها به وسیله پشته‌های ۳۰ سانتی‌متری و تکرارها به وسیله نهرهای ۱ متری از هم جدا و ایزوله شدند. بذر زنیان از توده مبارکه با قوه‌نامیه ۹۶ درصد و درجه‌خلوص ۸۵ درصد تهیه شد. کشت در تاریخ ۱و۲ آذر ماه ۱۳۸۸ به صورت دستی انجام شد. بذور تیمار شده ابتدا با ماسه نرم مخلوط و سپس توسط دست بر روی نوارهایی با فاصله ۳۵ سانتی‌متر و در شیارهایی به عمق ۰/۵ سانتی‌متر ریخته شد. در مجموع در هر کرت ۵ خط کشت شد میزان مصرف بذر حدود ۴-۳/۵ کیلو گرم در هکتار برآورد شد. در این پژوهش، از نرم افزار آماری MSTAT-C برای تجزیه واریانس استفاده شد. از آزمون Duncan برای مقایسه میانگین در سطح آماری ۵ درصد استفاده گردید. از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

بررسی تاثیر امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر اجزای عملکرد

امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی، بر ارتفاع گیاه زنیان در سطح احتمال ۱ درصد، تاثیر معنی‌داری گذاشتند. بیشترین میانگین ارتفاع مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۵۴/۸۹ سانتی‌متر) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۳۳/۵۱سانتی‌متر) ارزیابی شد. میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۴۹/۷۲سانتی‌متر) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۳۹سانتی‌متر) کمترین میانگین را دارا بودند. همچنین اثر متقابل این دو تیمار بر ارتفاع، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بالاترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۶۵/۰۶) و پایین‌ترین میانگین مربوط به تیمار شاهد (۲۹/۹۶سانتی‌متر) می‌باشد (شکل۱). امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی، بر تعداد برگ در هر بوته گیاه زنیان در سطح احتمال ۱ درصد، تاثیر معنی‌داری از نظر آماری گذاشتند. بیشترین میانگین تعداد برگ مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۱۱برگ) و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۹برگ) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۵برگ)و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۶برگ) ارزیابی شد. همچنین اثر متقابل این دو تیمار برتعداد برگ، در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. بالاترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۳برگ)و پایین‌ترین میانگین مربوط به تیمار شاهد(۴برگ) می‌باشد (شکل۲). امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی، بر تعداد چتر در هر بوته گیاه زنیان در سطح احتمال ۱ درصد، تاثیر معنی‌داری از نظر آماری گذاشتند. بیشترین میانگین تعداد چتر مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۱۰چتر) و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۰چتر) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۶چتر)و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۶چتر) ارزیابی شد. اثر متقابل این دو تیمار بر ارتفاع، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بالاترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۲چتر) و پایین‌ترین میانگین مربوط به تیمار شاهد (۴چتر) بود. با استناد به تاثیر مثبت این دو تیمار بر جوانه‌زنی و رشد گیاه، و استقرار و مقاومت بهتر و بیشتر گیاهان تیمار شده در مزرعه، عملکرد و اجزای عملکرد تحت تاثیر تیمارها افزایش یافت. با افزایش بیوماس کل، تعداد چتر در هر بوته نیز افزایش یافت (شکل۳). تجزیه واریانس نشان داد که در زنیان بین تیمارها از لحاظ تعداد چترک در چتر اختلاف معنی‌دار وجود دارد.گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح احتمال ۱ درصد، تعداد چترک بیشتری داشت. بیشترین میانگین تعداد چترک مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۹۶چترک) و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۸۵چترک) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۵۴چترک)و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۵۳چترک) ارزیابی شد. همچنین اثر متقابل امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح ۱ درصد نیز بر تعداد چترک در چتر تاثیر معنی‌داری نشان داد. بیشترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۱۶چترک) و کمترین میانگین مربوط به تیمارشاهد (۴۰چترک) بود. این جزء از عملکرد نیز مانند سایر اجزا تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده افزایش یافت (شکل۴). بررسی‌ها نشان داد که در زنیان بین تیمارها از لحاظ تعداد دانه در چترک اختلاف معنی‌دار وجود دارد.گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح احتمال ۱ درصد، تعداد دانه بیشتری داشت. بیشترین میانگین تعداد دانه مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۲۷دانه) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۲۰دانه) ارزیابی شد. میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (۲۵دانه) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۲۰دانه) کمترین میانگین را دارا بودند. همچنین اثر متقابل امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح ۱ درصد نیز بر تعداد دانه در چترک تاثیر معنی‌داری نشان می‌داد. بیشترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۳۰دانه) و کمترین میانگین مربوط به تیمارشاهد (۱۶دانه) بود. این جز از عملکرد نیز مانند سایر اجزا تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده افزایش یافت (شکل۵). امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی، بر وزن هزار دانه زنیان در سطح احتمال ۱ درصد، تاثیر معنی‌داری از نظر آماری گذاشتند. بیشترین میانگین وزن

هزار دانه مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۲/۷ گرم) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۲/۰گرم) ارزیابی شد. میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (۲/۵گرم) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۲/۰گرم) کمترین میانگین را دارا بودند. همچنین اثر متقابل این دو تیمار بر وزن هزار دانه، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بالاترین میانگین مربوط به تیمار شاهد (۱/۰۹۵ گرم) و پایین‌ترین میانگین مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۲ دقیقه و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۰/۱۶۸ گرم) بود (شکل۶).

بررسی تاثیر امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر عملکرد

برای تعیین عملکرد بیولوژیکی ابتدا بوته‌هایی که عملکرد دانه آن‌ها تعیین شده بود، توزین گردید و سپس به آزمایشگاه منتقل و در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و بعد وزن خشک کل بوته‌ها بر حسب گرم در مترمربع محاسبه و از مجموع آن با عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی حاصل شد. برای تعیین عملکرد نهایی دانه در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه در مساحتی معادل یک متر مربع و به منظور جلوگیری از ریزش دانه، دانه‌های رسیده را برداشت و در پایان پس از بوجاری آن‌ها عملکرد دانه در واحد سطح تعیین گردید (تعداد و وزن دانه). شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه در واحد سطح بر ماده خشک کل در واحد سطح بدشت آمد. تجزیه واریانس نشان داد که در زنیان بین تیمارهای مختلف، عملکردهای مختلفی دیده شد. گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح احتمال ۱ درصد، عملکرد اقتصادی بیشتری داشت. بیشترین میانگین عملکرد اقتصادی (عملکرد میوه) مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۶۲۶/۱۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۲۲۴/۰۲۴ کیلوگرم در هکتار) ارزیابی شد. میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (۶۰۵/۱۶۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۱۸۷/۹۷۱ کیلوگرم در هکتار) کمترین میانگین را دارا بودند. همچنین اثر متقابل امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح ۱ درصد نیز بر عملکرد اقتصادی تاثیر معنی‌داری نشان داد. بیشترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۶۱۲/۲۲۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میانگین مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۲ دقیقه و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۱۵۷/۰۴۸ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۷). تجزیه واریانس نشان داد که در زنیان بین تیمارهای مختلف، عملکردهای مختلفی دیده شد. گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح احتمال ۱ درصد، عملکرد بیولوژیکی بیشتری داشت. بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ دقیقه (۱۳۶۵/۴۹۸کیلوگرم در هکتار) و کمترین مربوط به تیمار امواج فراصوتی صفر دقیقه (۴۶۶/۸۲۲کیلوگرم در هکتار) ارزیابی شد. میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۱۷۳/۰۸۲کیلوگرم در هکتار) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۵۴۱/۴۰۶کیلوگرم در هکتار) کمترین میانگین را داشتند. همچنین اثر متقابل امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح ۱ درصد نیز بر عملکرد بیولوژیکی تاثیر معنی‌داری نشان داد. بیشترین میانگین اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۱۵۵۴/۱۷۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میانگین مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۲ دقیقه و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۵۴۲/۴۷۳ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل۸).

با توجه به متفاوت بودن عملکردها در تیمارهای مختلف، تجزیه واریانس نشان داد که در زنیان، شاخص برداشت‌های مختلفی دیده شد. بین شاخص برداشت در گیاه زنیان تحت تاثیر تیمارهای مختلف میدان مغناطیسی در سطح احتمال ۱ درصد، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (۵۲/۹۳٪) بیشترین و میدان مغناطیسی صفر دقیقه (۲۹/۷۱٪) کمترین میانگین را دارا بودند. همچنین اثر متقابل امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی در سطح ۱ درصد نیز بر شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری نشان می‌داد. بیشترین میانگین در اثرات متقابل مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۵ و میدان مغناطیسی ۱۵دقیقه (۴۳/۶۸٪) و کمترین میانگین مربوط به تیمار امواج فراصوتی ۲ دقیقه و میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه (۲۴/۲۸٪) بود (شکل ۹).

بحث

گیاهان دارای سلول‌های حاوی عنصر آهن هستند که مشخصا در رشد گیاه تاثیر فراوانی دارند. آخرین مدار مغناطیسی اتم آهن که با میدان مغناطیسی اعمال شده از خارج از سیستم درگیر می‌شود، یک نوسان در سیستم ایجاد می‌کند. در نتیجه در سلول‌های حاوی عنصر آهن نیرویی ایجاد می‌شود. این نوسان ایجاد شده انرژی خود را به کار گرفته و سپس بعد از مدتی در مسیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد. علت تفاوت در عکس‌العمل به میدان مغناطیسی در گیاهان نه تنها به دلیل تفاوت در شدت میدان مغناطیسی می‌باشد بلکه به مرحله فیزیولوژیکی رشد که گیاه مورد آزمایش در آن قرار دارد نیز بستگی دارد. نتیجه گرفته می‌شود که میدان مغناطیسی می‌تواند از طریق افزایش عناصری مثل mg , ca باعث افزایش رشد شود. افزایش میزان یون‌ها می‌تواند باعث افزایش ارزش غذایی گیاهان شود. میدان مغناطیسی بر انتشار ذرات بیولوژیکی در حلال از طریق نیروی لورنتس و ماکسول تاثیر می‌گذارد. نیروی لورنتس بر انتشار و باردار شدن ذراتی مثل پروتئین‌های پلاسما تاثیر می‌گذارد. جهت‌گیری ذرات فرو مغناطیسی و نوسانات رادیکال‌های جفت شده، به عنوان مکانیسم تاثیرگذاری میدان مغناطیسی در نظر گرفته می‌شوند. تحت تاثیر امواج فراصوتی به دلیل تولید حرارت تغییرات بیوشیمیایی زیادی در بافت‌ها ایجاد می‌شود از جمله بالا رفتن سرعت واکنش‌های شیمیایی، افزایش سرعت انتشار مواد، شکسته شدن مواد مثل آنزیم‌ها و از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها. نتیجه این امر افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های لی و همکاران (۲۰۰۵)، مجد و همکاران (۲۰۰۹)، کانتور و همکاران (۲۰۰۲)، جیاوالی (۲۰۰۸) مطابقت و با نتایج کورداس و همکاران (۲۰۰۲) مغایرت دارد. تیمار با میدان مغناطیسی رشد و نمو گیاه را از طریق رادیکال‌های آزاد دخیل در واکنش‌های شیمیایی و افزایش فعالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، افزایش می‌دهد. افزایش تعداد برگ در هر بوته، با افزایش رشد و نمو سریع سلول‌ها توجیه می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده است که میدان مغناطیسی باعث افزایش یون‌ها می‌شود که در نتیجه ارزش تغذیه‌ای و رشد گیاه افزوده می‌شود و از این پدیده می‌توان به عنوان جایگزینی برای تیمارهای شیمیایی استفاده کرد. بدلیل تاثیر مثبت امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر سایر اجزای عملکرد (تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چترک) و با توجه به رابطه عکس سایر اجزای عملکرد با وزن هزار دانه، تاثیر این دو تیمار بر وزن هزار

دانه کاهشی بوده است. این نتایج با یافته‌های جیاوالی (۲۰۰۸)، فاکنابی و همکاران (۲۰۰۹)، ریبینسکی و همکاران (۲۰۰۳)، پودلسنی (۲۰۰۴) مطابقت دارد. به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از این است که این دو تیمار اعمال شده باعث افزایش عملکرد گیاه شدند. افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد چتر در بوته، چترک و دانه ارزیابی شد. همچنین افزایش عملکرد احتمالا بدلیل کاهش مرگ گیاهچه‌ها و استقرار بهتر آن‌ها در مزرعه می‌باشد زیرا یکی از اثرات مفید استفاده از این دو تیمار، افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌ها و آفات و ویگور بهتر است. افزایش عملکرد بیولوژیکی با توجه به افزایش رشد رویشی گیاه (افزایش ارتفاع و تعداد برگ) و اجزای عملکرد اقتصادی قابل توجیه می‌باشد. با افزایش فالیت آنزیم‌ها و افزایش سنتز پروتیین در سلول‌های گیاهی بیوماس کل در گیاه به سرعت و به شدت افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش عملکرد بیولوژیکی می‌باشد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیکی بدست می‌آید، بنابراین با افزایش عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج فاکنابی (۲۰۰۹)، ریبینسکی و همکاران (۲۰۰۳)، پودلسنی (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه زنیان

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد اقتصادی (kg/hec)	بیولوژیکی عملکرد(kg/hec)	شاخص برداشت
بلوک	۳	۹۹۵۱۱/۲۵۲**	۱۲۸۹۶۱/۲۸۸*	۳۰۲/۴۴۶**
فاکتورA	۲	۶۵۲۳۰۷/۳۸۶**	۳۳۱۵۶۰۶/۶۸۹**	۱۶/۸۷۲ns
فاکتورB	۳	۴۷۴۴۴۰/۳۰۲**	۱۱۴۰۰۱۶/۳۸۴**	۱۱۹۵/۴۹۵**
A×Bاثر متقابل	۶	۲۱۸۶۶۷/۴۲۲**	۵۱۸۸۳۰/۳۸۴**	۶۳۰/۴۳۲**
خطا	۳۳	۱۷۶۱۶/۳۶۰	۳۳۱۹۸/۶۱۱	۴۹/۲۸۵
cv(٪)		۳۲/۰۴	۲۰/۸۵	۱۵/۹۵

**= معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، *= معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم اختلاف معنی‌دار

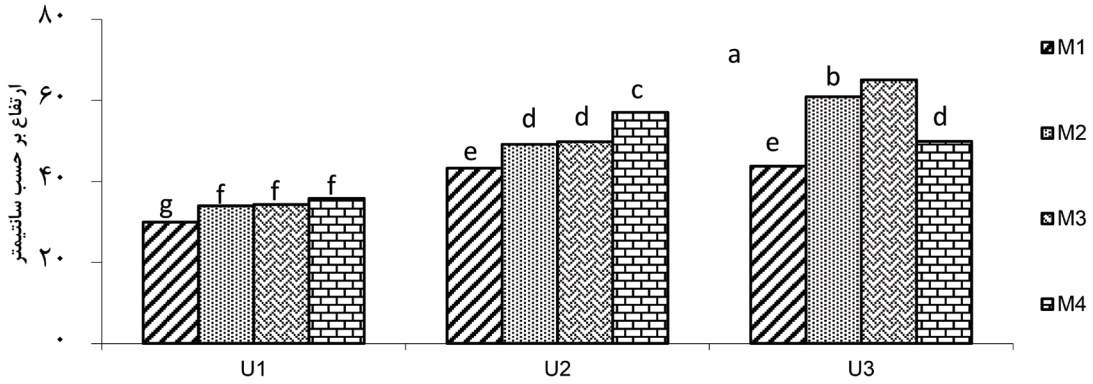
جدول ۳ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی بر حسب میلی موس بر سانتی‌متر	اسیدیته کل اشباع Ph	عناصر قابل جذب		بافت خاک	کربن آلی (درصد)
			ازت کل (٪)	فسفر p.p.m		
۰-۳۰	۲/۶۴	۷/۵۰	۰/۰۷	۴/۳	لوم رسی	۰/۵۹

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در گیاه زنیان

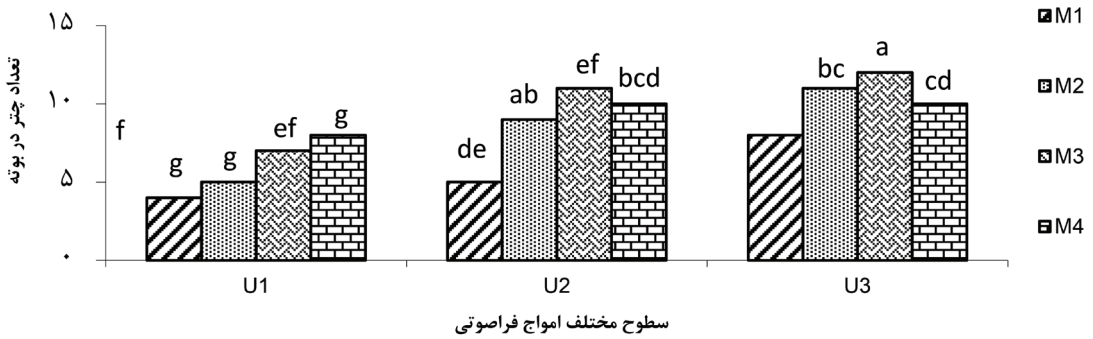
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع(cm)	تعداد برگ	تعداد چتر	تعداد چترک	تعداد دانه در چترک	وزن هزاردانه(gr)
بلوک	۳	۷۸/۸۷۰**	۴/۵۷۶**	۴/۲۷۸**	۱۳۶/۶۸۸**	۳۶/۳۰۶**	۰/۰۰۷ns
فاکتورA	۲	۱۹۹۶/۳۵۲**	۱۱۱/۹۳۸**	۷۳/۰۰۰**	۷۰۱۶/۵۸۳**	۱۸۶/۸۱۳**	۰/۴۲۱**
فاکتورB	۳	۲۷۷/۱۶۴**	۲۲/۰۷۶**	۳۷/۸۳۳**	۲۷۴۰/۴۱۰**	۶۷/۴۱۷**	۰/۳۶۳**
A×Bاثر متقابل	۶	۱۲۹/۸۳۳**	۱۰/۴۹۳**	۴/۰۰۰**	۴۱۳/۹۷۲**	۲۲/۸۱۳**	۰/۴۳۲**
خطا	۳۳	۱/۵۵۲	۰/۵۴۶	۰/۵۶۶	۲۴/۳۶۹	۱/۸۰۶	۰/۰۰۹
cv(٪)		۲/۷۰	۹/۱۷	۹/۱۲	۶/۶۰	۵/۷۵	۱۴/۲۵

**= معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، *= معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم اختلاف معنی‌دار

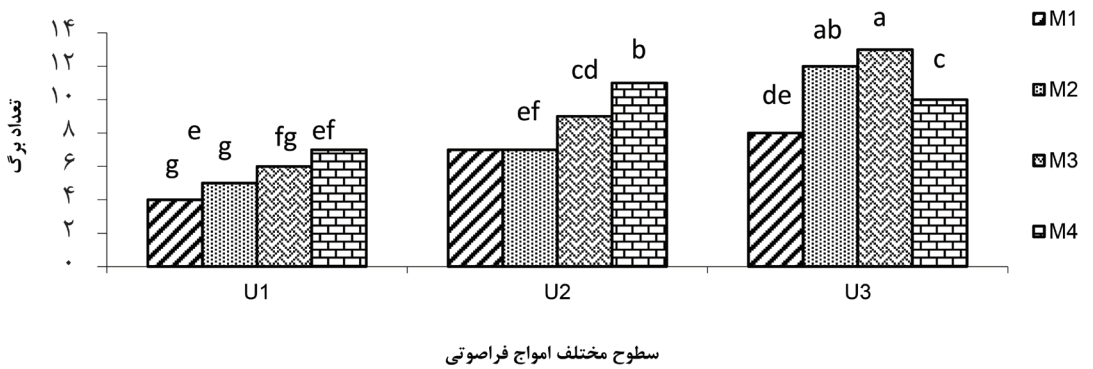


سطوح مختلف امواج فراصوتی

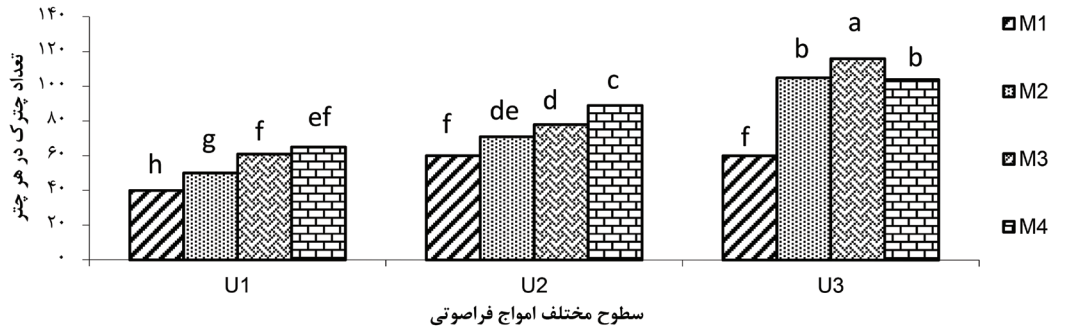
شکل ۱- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی برارتفاع گیاه



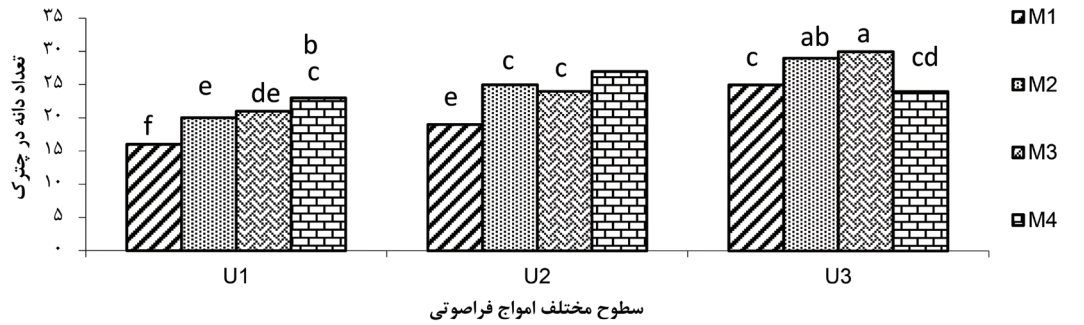
شکل ۳- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی برتعداد چتر در بوته



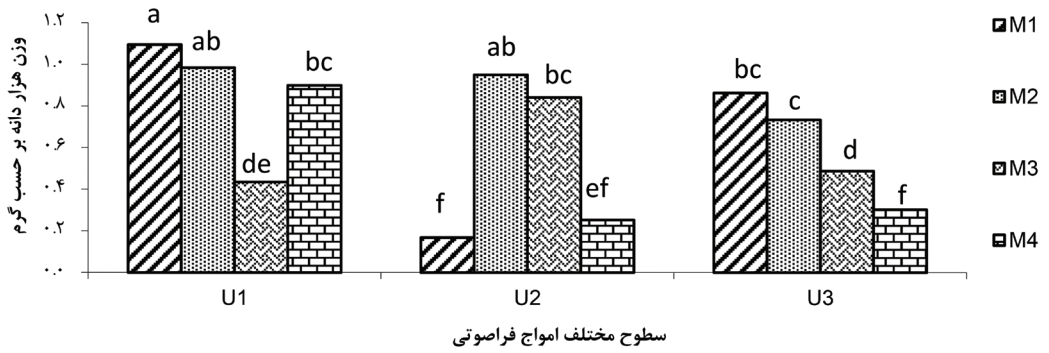
شکل۲-اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی برتعداد برگ گیاه



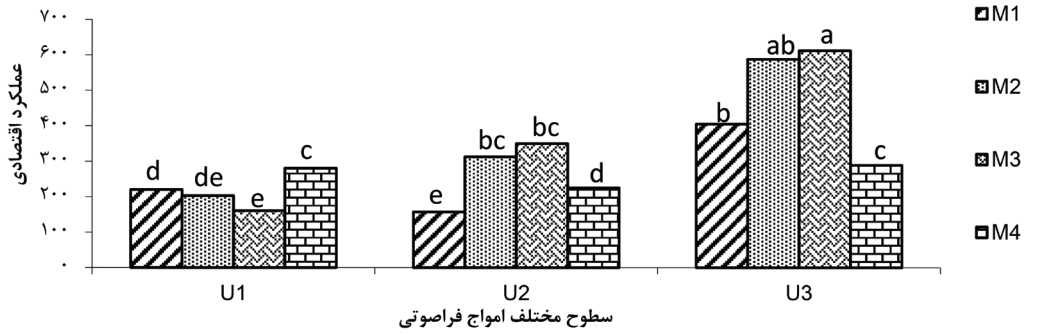
شکل ۴- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی برتعداد چترک در هر چتر



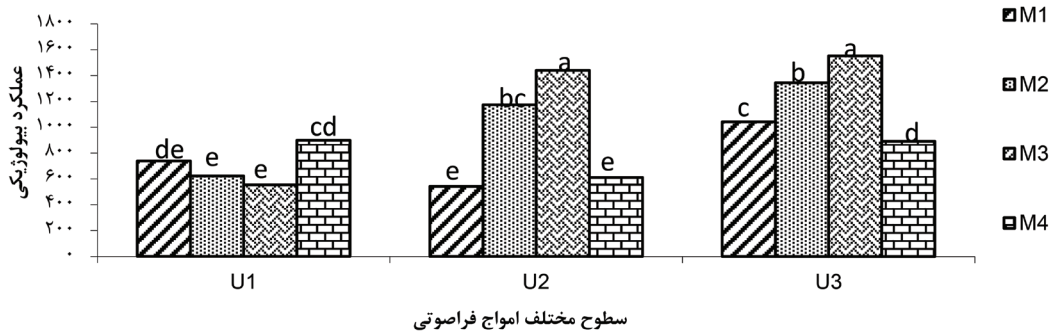
شکل ۵- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی برتعداد دانه در چترک



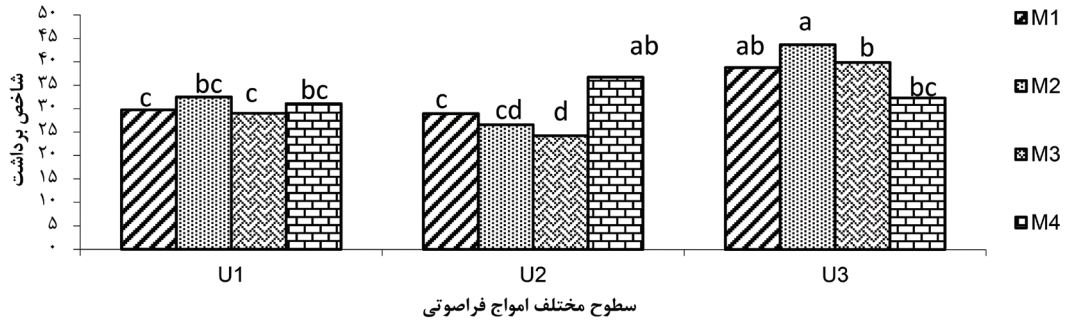
شکل ۶- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر وزن هزار دانه



شکل۷- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر عملکرد اقتصادی



شکل۸- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر عملکرد بیولوژیکی



شکل۹- اثر متقابل تیمار امواج فراصوتی و میدان مغناطیسی بر شاخص برداشت

تشکر و قدردانی

از کلیه اعضای گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین و گروه فیزیک دانشکده علوم که در انجام این پژوهش نهایت همکاری را داشتند و همچنین از اساتید عزیزم آقایان دکتر اسفندیار فاتح و دکتر موسوی، کمال سپاس را دارم.

پاورقی ها

1. Thymol
۲. β-pinene
۳. γ- terpinene
4. Sabinene
5. Anti-septic
6. Spasm
7. Tesla
8. Gausse
9. Ascorbate peroxidase
10. Superoxide dismutase
11. Spectrophotometer
12. Oxidative stress
13. Alpha-amylase

منابع مورد استفاده

۱. امیدبیگی، ر. ۱۳۸۶. تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات نشر. ص ۶۸-۶۰.

۲. حجازیان، ح.، دشتی، م.ح.، و سلامی، ا. ۱۳۸۶. اثر ضددردی عصاره الکلی گیاه زنیان(*carum copticum*) بردرد مزمن موش سوری. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۳، صفحه۴۷۶-۴۶۸.

۳. خوش‌نظر مظفر، م. قناتی، ف. زارع مایوان، ح. عبدالمالکی، پ. ۱۳۸۵. تاثیر میدان مغناطیسی بر متابولیسم برخی از ترکیبات فنلی در گیاه کلم قرمز. مجله زراعت و باغبانی، شماره ۷۰، صص: ۶۳-۶۹.

۴. رجب‌بیگی، ا.، قناتی، ف.، سفیدکن، ف.، عبدالمالکی، پ. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات اسانس گیاه ریحان تحت‌تاثیر میدان‌الکترومغناطیسی . فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲، صفحه۳۵۰-۳۴۱.

۵. زرین زاده، ج.، میرزا، م. و آلیاری، ه. ۱۳۸۶. اثرات تاریخ کاشت ورژیم‌های آبیاری برروی کمیت و کیفیت اسانس درگیاه زیره‌سبز. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطرایران. جلد ۲۳، صفحه ۱۴۰-۱۳۴.

۶. غیبی، ن.، جعفری، ح.، میری، ر.، عباسی، ا.، خلیلی نجف آبادی، م.، جهانی، ح. و یادگاری، س. ۱۳۸۵. اثرات تزریق گیاه زنیان درهسته مشبک پاراژیگانتوسولاریس(PGi) بر علایم کیفی سندرم ترک درموش صحرایی نر. فصلنامه گیاهان دارویی. شماره ۲۳.

۷. فاریابی، ا.، زارع‌منش، ح.، کشوری، م.، ابدالی، ن. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر امواج‌فراصوت بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی تنژیدن بذور فلفل دلمه و تربچه. خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران. صفحه۲۲۱.

۸. فنایی، ح.، اکبری مقدم، ح.، کیخا، غ.، غفاری، م. و عالی، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی سازگاری زراعی ومواد موثر گیاهان دارویی زیره‌سبز، سیاهدانه ورازیانه در شرایط منطقه سیستان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲. صفحه ۴۱-۳۴.

۹. قرینه، م.ح.، بخشنده، ع.، قاسمی گلعذانی، ک. ۱۳۸۳. اثر قوه زیست و قدرت بذر ارقام گندم بر استقرار گیاه و عملکرد دانه در شرایط مزرعه. مجله نهال و بذر. جلد ۲، شماره ۳، صص:۴۰۰ -۳۸۳.

۱۰. کافی، م.، راشدمحصل، م.ح.، کوچکی، ع.ر. و ملافیلابی، ع. ۱۳۸۱. زیره‌سبز فناوری‌تولید و فرآوری. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۹۵ صفحه.

۱۱. نظریان قهفرخی، م.، ستاری، م.، یادگاری، م.، گودرزی، غ. و سحرخیز، م. آثار ضد قارچی اسانس وعصاره الکلی‌زنیان علیه ایزوله‌های بالینی مقاوم وحساس به فلوکونازول کاندیدا آلبینکس درشرایط آزمایشگاهی. مجله علوم پزشکی مدرس. شماره۱و۲. صفحه ۹۷-۹۱.

12. Aladjadjiyan, A. 2007.The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. Journal of Central European Agricultur. Vol: 8, pp: 369-380.

13. Aladjadjiyan, A., Kakanakova A. 2008. Physical methods in agro-food chain.journal of centeral European agriculture. Vol: 9, pp: 789-794.

14. Esitken, A., Turan, M., 2004 . Alternating Magnetic Field Effects on Yield and Plant Nutrient Element Composition of Strawberry (*Fragaria ananassa cv. Camarosa*)", Soil and plant science. Vol: 54, pp:135-139.

15. Faqenabi, F., Tajbakhsh, M., Bernoosi, I., Saber-Rezaii, M., Taheri, F., Parvizi, S., Izadkhan, M., Hasanzadeh, A. and Sedqi, H. 2009. The effect of magnetic field on growth, development of safflower and its comparison with others treatment. Journal of biological science, vol: 4, pp: 174-178.

16. Gyawali, SH. Design and construction of Helmholtz coil for biomagnetic studies on soybean.A thesis for the degree master of science.University of Missouri- Columbia.

17. kordas. L., 2002. The Effect of Magnetic Field on Growth, Development and the Yield of Spring Wheat. Polish Journal of Environmental Studies. Vol:11, pp: 527-530.

18. Lee, D. Application of combined non-thermal treatments for the processing of liquid whole egg. A thesis for degree of doctor university of berlin.

19. Li, H. and Ramaswamy, H. 2005. Osmotic dehydration. Stewart postharvest review.p:22.

20. Majd, A. and Shabrangi, A. 2009. Effect of seed pretreatment by magnetic field on seed germination and ontogeny of agricultural plants. Progress in electromagnetic symposium, China.

21. 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. Jonal of Agricultural science. Vol:53, pp: 3-15.

22. Podlesny J., Pietruszewski, S. and Podlesna A. 2003. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. Int. Agrophysics, vol:18, pp:65-71.
23. Racuciu M, Creanga, D.E., and Horga I. 2008. plant growth under static magnetic field influence. Rom. Journ. Phys. Vol:53, pp: 353–359.
24. Racuciu. M., Creanga D.E., and Calugaru Gh. 2008. The influence of extremley low frequency magnetic field on tree seedlings. Rom. Journ. Phys., vol:53, pp: 361–367.
25. Rochalska, M. 2008. The influence of low frequency magnetic field upon cultivable plant physiology. NUKLEONIKA, vol:53:,pp: 17-20.
26. Rybinski, W., Pietruszewski, S. and Kornarzynski, K. 2003. Influence of magnetic field with chemomutagen and gamma rays on the variability of yielding parameters in barley (*Hordeum vulgare* L.). Int. Agrophysics, vol:17:,pp: 85–91.
27. Shabrangi, A., Majd, A. 2009. Efiect of magnetic fields on growth and antioxidant systems in agricultural plants. PIERS Proceedings, Beijing, China, March 23-27.
28. Yaldagard, M., Mortazavi,S.A. and Tabatabaie, F. 2008. Influence of ultrasonic stimulation on the germinationof barley seed and its alpha-amylase activity. African Journal of Biotechnology, Vol: 7, pp: 2465-2471.