نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۵۱-۴۰

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 40-51

بررسی تاثیر امواج اولتراسونیک و پرایمینگ بذر بر سبز شدن بذر و رشد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) در شرایط کاربرد تریفلورالین

عباس نصیری دهسرخی[1*]- حسن مکاریان[2]- منوچهر قلی پور[3]- حمید عباس دخت[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر امواج اولتراسونیک و پرایمینگ بذر بر خصوصیات سبزشدن بذر و رشد لوبیا چشم بلبلی در شرایط کاربرد علف‌کش خاک مصرف تریفلورالین، دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمار های آزمایش شامل۱- شاهد (عدم تیمار بذور) ۲- تریفلورالین با مقدار توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) ۳- تریفلورالین با مقدار کاهش یافته (یک لیتر در هکتار) ۴- امواج فراصوت (اولتراسونیک) ۵- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار کاهش یافته ۶- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار توصیه شده ۷- هیدروپرایمینگ ۸- هیدروپرایمینگ+ تریفلورالین با مقدار کاهش یافته ۹- هیدروپرایمینگ+تریفلورالین با مقدار توصیه شده بودند. در هر دو آزمایش، نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدارکاهش یافته باعث کاهش معنی دار درصد و سرعت سبز شدن بذور نسبت به کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی گردید. در آزمایش مزرعه‌ای، تیمار امواج فراصوت باعث افزایش وزن خشک ساقه و برگ به ترتیب به میزان ۲۵/۲۷ و ۲۹/۵۸ درصد نسبت به شاهد شد. در آزمایش گلدانی، کاربرد امواج فراصوت باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ به میزان ۳۳/۶ درصد نسبت به شاهد گردید. براساس نتایج این پژوهش، کاشت بذور لوبیا چشم‌بلبلی پیش تیمار شده با امواج فراصوت و هیدروپرایمینگ در خاک تیمار شده با تریفلورالین سبب کاهش درصد و سرعت سبز شدن بذور، وزن خشک اندام‌های هوایی و شاخص سطح برگ می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: استقرار اولیه، ترفلان، رشد گیاهچه، رقابت

مقدمه

لوبیا چشم بلبلی با نام علمی *Vigna sinensis* L. با داشتن حدود ۱۲ تا ۳۲ درصد پروتئین، یکی از مهمترین گیاهان خانواده حبوبات به شمار می آید که نیمی از سطح زیر کشت حبوبات در ایران را به خود اختصاص داده است (۲۲). علف‌های هرز به عنوان یکی از موانع تولید حداکثری عملکرد در لوبیا می‌باشند (۶). براساس آمارهای موجود از تمام مناطق ایران که در آنها لوبیا کاری صورت می‌گیرد در ۹۴ درصد آنها مشکل علف هرز وجود دارد (۸). به هرحال، کنترل علف‌های‌هرز در کشت لوبیا چشم بلبلی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. تاکنون علف‌کش‌های متعددی از قبیل تریفلورالین، اتال فلورالین، لاسو، کلرتال دی متیل، ای پی تی سی+دی کلرامید، بنتازون و هالوکسی فوپ اتوکسی اتیل در ایران برای مهار علف‌های هرز لوبیا به ثبت رسیده است. مصرف نهاده‌های شیمیایی از جمله علف‌کش‌ها در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (۴۶). بنابراین هر تلاشی در جهت مدیریت تلفیقی علف‌های هرز و جایگزین کردن علف‌کش‌ها با روش-هایی جدید و بدون عارضه مانند امواج اولتراسونیک و پرایمینگ می تواند در تولید محصولات سالم اهمیت زیادی داشته باشد.

امواج فراصوت، امواج مکانیکی هستند که فرکانس آنها بیش از ۲۰ کیلوهرتز بوده و دارای انرژی بالایی هستند و می‌توانند سبب بالا رفتن دمای بافت‌ها شوند (۲۷). سرخی لله لو (۴۲) افزایش معنی دار سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن خشک گیاهچه همیشه بهار در تیمارهای ۱ و ۴ دقیقه امواج فراصوت نسبت به شاهد را گزارش داد. یلداگرد و همکاران (۴۵) نیز کاهش ۴۵-۳۰ درصدی در زمان جوانه زنی در بذور جو و افزایش درصد جوانه زنی را پس از تیمار بذور جو با امواج فراصوت گزارش نموده اند. با توجه به تاثیر مثبت امواج فراصوت در افزایش سرعت جوانه زنی بذور، به نظر می‌رسد گیاهانی که زودتر سبز می‌شوند با استفاده بهتر از منابع محیطی از وضعیت رشد بهتری برخوردار شده و می‌توانند قابلیت رقابت بیشتری با علف‌های‌هرز داشته باشند.

۱- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: abasnasiri110@yahoo.com)
۲، ۳ و۴- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود

DOI: 10.22067/jpp.v31i1.47902

پرایمینگ بذر نیز از جمله مهم‌ترین روش‌های افزایش دهنده قدرت و سرعت جوانه‌زنی بذر است که می‌تواند منجر به افزایش قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌های‌هرز شود (۲). پرایمینگ به روش‌های مختلف بهبود دهنده بذور اطلاق می شود که در تمامی آن‌ها آبدهی کنترل شده بذر اعمال می‌شود (۱۲). پژوهش گران با استفاده از این تکنیک، درصد و سرعت جوانه زنی و سبزشدن را در گیاه ذرت افزایش داده‌اند که در نتیجه این امر پایداری گیاهچه‌ها و قدرت رقابت آن‌ها با علف‌های هرز نیز بیشتر شده و در نهایت عملکرد گیاه زراعی افزایش یافته است (۱). پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش می-دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند (۳۹و ۷).

از عمده‌ترین علف‌کش‌های پیش‌رویشی مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز مزارع لوبیا می‌توان تریفلورالین را نام برد (۸). این علف-کش خاک مصرف می‌باشد که از طریق جلوگیری از تشکیل رشته های دوک در تقسیم میتوز باعث اختلال در تقسیم سلولی و طویل شدن سلول ها و جلوگیری از سبز شدن بذر علف های هرز می‌گردد. با این وجود، این علف‌کش می‌تواند تاثیرات منفی خود را روی سبز شدن گیاهان زراعی حساس نیز نشان دهد که در سویا جلوگیری از رشد بوسیله تری فلورالین با توقف تقسیمات سلولی در بافت‌های مریستمی گزارش شده است (۴۳).

با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام شده به نظر می‌رسد اعمال پرایمینگ و امواج فراصوت از طریق بهبود استقرار گیاهچه نقش موثری در قابلیت رقابت گیاه لوبیا چشم بلبلی با علف‌های هرز و کاهش مصرف علف‌کش‌ها داشته باشد. از طرفی تاثیرکاربرد تریفلورالین در خاک بر بذور پرایم شده و تیمار شده با امواج فراصوت تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تیمار پرایمینگ بذر و امواج فراصوت بر خصوصیات جوانه زنی و سبز شدن بذر و رشد گیاه لوبیا چشم بلبلی در شرایط کاربرد ترفلان در دو آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط گلخانه در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل۱- شاهد (عدم تیمار بذور) ۲- تریفلورالین با مقدار توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) ۳- تریفلورالین با مقدار کاهش یافته (یک لیتر در هکتار) ۴- امواج فراصوت ۵- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار کاهش یافته ۶- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار توصیه شده ۷- هیدروپرایمینگ ۸- هیدروپرایمینگ + تریفلورالین با مقدار کاهش یافته ۹- هیدروپرایمینگ+تریفلورالین با مقدار توصیه شده بودند. بذر مورد استفاده توده محلی لوبیا چشم بلبلی بود که از منطقه بسطام شهرستان شاهرود تهیه شد. تعداد ۷ عدد بذر در گلدان‌هایی با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر کاشته شد. برای ایجاد زهکش در ته گلدان سوراخ هایی تعبیه و سپس در کف گلدان تا ارتفاع ۲ سانتی متری شن دانه درشت شسته شده ریخته و بقیه حجم گلدان با خاک مزرعه پر شد. بذور مربوط به تیمارهیدروپرایمینگ قبل از کشت به مدت ۷ ساعت در آب خیسانده شد سپس در گلدان‌های مربوطه کشت گردید. همچنین بذور قبل از صوت دهی نیز، به مدت ۷ ساعت در آب خیسانده شدند. برای اعمال فراصوت از حمام فراصوت (Digital ultrasonic مدل CD_۴۸۲۰) با فرکانس ثابت ۲۴ کیلوهرتز به مدت ۶ دقیقه در دمای محیط در آب مقطر، استفاده گردید (۱۳). شمارش بذور جوانه زده در هر گلدان، به صورت روزانه تا ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده ادامه پیدا کرد. پس از ثابت شدن تعداد بذور جوانه زده، گیاهچه‌ها از گلدان خارج شده، تعداد برگ، سطح برگ، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه گیری شد. سپس ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ هر گیاه بعد از قرار گرفتن در پاکت‌های کاغذی به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۰°C قرار داده شدند و پس از آن، وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502, Konika-Minolta Co) اندازه گیری شد. به این منظور، از خطوط میانی هر کرت، ۳ برگ در موقعیت مشابه بر روی بوته های مختلف انتخاب و میزان کلروفیل ۳ نقطه از هر برگ با استفاده از دستگاه فوق تعیین شد و میانگین این اعداد به عنوان عدد مربوط به آن کرت ثبت شد (۲۱).

درصد سبز شدن (PG) از طریق معادله ۱ به‌دست آمد (۹).

معادله ۱ $PG : {Ni}/{Nt} * 100$

که در آن Ni: تعداد کل بذرهای جوانه زده و Nt: تعداد کل بذرها می باشد.

سرعت سبز شدن (RG) از طریق معادله ۲ به‌دست آمد (۲۹).

معادله ۲ $RG : \sum_{i}^{i} \frac{n_i}{D_i}$

ni تعداد بذر سبز شده در روز i ام و Di تعداد روز پس از شروع آزمایش می باشد.

شاخص بنیه گیاهچه (SVI) نیز با استفاده از معادله ۳ محاسبه گردید (۴).

معادله ۳ $SVI: \frac{(RL+SL)}{n}$

که در آن RL و SL به ترتیب طول ریشه چه و ساقه چه و n تعداد کل بذر سبز شده در روز آخر می باشد.

اندازه‌گیری محتوی نسبی آب در برگ به روش ریچی و نگویان (۳۷) انجام گرفت. روز قبل از آبیاری نمونه برگ گیاه لوبیا چشم بلبلی در ساعات صبح گرفته شده و بلافاصله نمونه ها در ظرف حاوی یخ

قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از توزین نمونه‌ها (وزن تازه)، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر و در دمای ۵ درجه‌سانتی گراد قرار داده شد و مجدد وزن برگ (وزن تورژسانس) اندازه‌گیری معادله ۴

$$\text{محتوای نسبی آب برگ (درصد)} = \frac{\text{وزن خشک برگ} _ \text{وزن تازه برگ}}{\text{وزن خشک برگ} _ \text{وزن اشباع برگ}} \times ۱۰۰$$

آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود (طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۴۵متر از سطح دریا) اجرا شد. تیمارهای آزمایش مزرعه‌ای دقیقا مشابه آزمایش گلدانی و شامل۱- شاهد (عدم تیمار بذور) ۲- تریفلورالین با مقدار توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) ۳- تریفلورالین با مقدار کاهش یافته (یک لیتر در هکتار) ۴- امواج فراصوت ۵- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار کاهش‌یافته ۶- امواج فراصوت+تریفلورالین با مقدار توصیه شده ۷- هیدروپرایمینگ ۸- هیدروپرایمینگ + تریفلورالین با مقدار کاهش‌یافته ۹- هیدروپرایمینگ+تریفلورالین با مقدار توصیه شده بودند. پس از انجام عملیات خاکورزی و آماده شدن کرت‌ها، کشت در اواسط خرداد ماه در ردیف هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰سانتی متر انجام گرفت. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری بین دو تکرار، دو جوی در نظر گرفته شد، که یکی به منظور رساندن آب به هر تکرار و دیگری به منظور خروج آب زهکش تکرار بالایی بود. برای هر تیمار در هر کرت، ۴ خط کاشت ۶ متری در نظر گرفته شد. علف‌کش تریفلورالین (ترفلان ۴۸٪EC) با دو مقدار توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) و کاهش یافته (۱ لیتر در هکتار) در صبح روز کشت (۱۹ خردادماه)، با سم پاش ماتابی شارژی ساخت اسپانیا و با حجم محلول ۳۰۰ لیتر در هکتار در کرت‌های مربوطه به کار برده شد و بلافاصله تا عمق ۱۰ سانتی متری با خاک مخلوط گردید. علف‌کش مورد استفاده محصول شرکت گیاه بود. اعمال تیمارهای آزمایش (هیدروپرایمینگ و فراصوت) دقیقا مشابه آزمایش گلدانی صورت گرفت. یادداشت برداری‌ها از تعداد بذور سبز شده روی دو خط کاشت وسط به صورت روزانه انجام گرفت. شمارش تا زمان ثابت شدن تعداد بذور سبز شده ادامه یافت. پس از آن درصد و سرعت سبز شدن محاسبه گردید. نمونه برداری اندام هوایی نیز در ۵۵ روز بعد از کشت، با حذف دو خط کاشت کناری به عنوان حاشیه، از دو خط کشت میانی صورت گرفت. بوته‌ها بلافاصله درون کیسه‌های کاغذی قرار داده شد و جهت اندازه گیری صفات مختلف به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه اندام‌های برگ و ساقه جدا شد و درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند و در درون آون با دمای $۷۰^{\circ}C$ به مدت ۷۲ ساعت خشک و سپس توزین شدند. به این ترتیب مولفه های وزن خشک شد. سرانجام برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و وزن خشک برگ اندازه‌گیری شد. در نهایت محتوای نسبی آب برگ توسط معادله شماره ۴ محاسبه گردید.

ساقه و برگ اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین داده ها با روش LSD و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش گلخانه‌ای

درصد و سرعت سبز شدن: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که از نظر درصد سبز شدن در سطح ۵ درصد و از نظر سرعت سبز شدن درسطح یک درصد اختلاف معنی-داری بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد سبز شدن به میزان ۱۰۰ درصد مربوط به تیمارهای فراصوت، شاهد و علف‌کش کاهش یافته بود که البته از نظر آماری با تیمارهای هیدروپرایمینگ، هیدروپرایمینگ+علف‌کش کاهش یافته و همچنین کاربرد علف‌کش توصیه شده در یک گروه قرار داشتند (جدول ۲). نتایج نشان داد کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش کاهش یافته در مقایسه با کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی به‌طور معنی-داری باعث کاهش درصد و سرعت سبز شدن گردید.

کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش درصد و سرعت سبز شدن به ترتیب به میزان ۲۸/۶ و ۳۵/۸۳ درصد نسبت به کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی گردید. این در حالی بود که کاربرد ترکیبی پرایمینگ با علف‌کش (کاهش یافته یا توصیه شده) از نظر درصد و سرعت سبز شدن بذور در مقایسه با کاربرد علف‌کش به تنهایی تاثیر معنی‌داری نداشت. پرایمینگ سرعت و درصد جوانه زنی را در شرایط غیراپتیمم مزرعه بهبود می بخشد (۲۳). به دلیل فعالیت بهتر برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذور پرایم شده، فعالیت پراکسیداسیون لیپیدها در طی جوانه زنی بذر کاهش یافته (۱۴و ۲۴)، قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طول جوانه زنی در بذرهای پرایمینگ شده آسانتر شده، این بذرها بهتر قادر به کامل کردن فرآیند جوانه‌زنی در زمان کوتاه هستند و حتی استرس‌های محیطی مانند شوری را به خوبی تحمل می‌کنند (۲۳). در بررسی تأثیر ربایش مغناطیس و امواج فراصوت بر جوانه زنی بذور کنگر فرنگی، گزارش شد که میدان مغناطیسی جوانه زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد (۱۷).

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در شرایط گلخانه

Table 1- Analysis of variance for investigated traits of cowpea as affected by trial treatments in greenhouse condition

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean of Squares										
		درصد سبزشدن Emergence percentage	سرعت سبزشدن Rate of emergence	ارتفاع Height	طول ریشه چه Length of root	کلروفیل Chlorophyll	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه چه Stem dry weight	وزن خشک ریشه چه Root dry weight	تعداد برگ Number of leaf	شاخص سطح برگ Leaf area index	بنیه گیاهچه Seedling vigor index
بلوک Block	3	3.213^{ns}	0.122^{ns}	54.917^{ns}	0.63^{ns}	1.788^{ns}	0.002^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}	10.074^{ns}	0.051^{ns}	2.024^{ns}
تیمار Treatment	8	4.382*	0.911**	6957.52**	158.09**	338.65**	0.081**	0.078**	0.033**	657.132**	7.036**	181.625**
خطا Error	24	1.65	0.056	48.333	1.609	3.658	0.001	0.002	0.001	8.012	0.057	0.987
ضریب تغییرات C.V (%)		21.92	21.92	21.74	14.54	3.54	21.95	33	17.25	20.06	19.8	16.3

** و * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می دهد.

** and * significant at 1% and 5% respectively and ns non-significant different

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 (۱۶). فاریابی و همکاران (۱۵) گزارش دادند که درصد و سرعت جوانه زنی بذور فلفل دلمه‌ای در اثر تیمار ۴ دقیقه فراصوت نسبت به شاهد افزایش یافت. گزارش سکی و همکاران (۴۰) نیز حاکی از اختلاف معنی‌دار تیمارهای فراصوت با شاهد در گیاه اسطوخودوس از نظر درصد جوانه‌زنی بود. علف‌کش خاک مصرف تریفلورالین به زیر واحد های پروتئین توبولین متصل شده و کمپلکس توبولین علف‌کش مانع پلیمریزه شدن میکروتوبول‌ها می‌شود که این امر به نوبه خود باعث اختلال در مرحله متافاز تقسیم میتوز می شود (۱۹) و در نهایت سبب اختلال در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه شده و گیاه از بین می‌رود. می‌توان گفت بذور در تیمارهای پرایمینگ و فراصوت، هر دو به مدت یکسان در آب خیسانده می‌شوند، اما بذوری که علاوه بر خیساندن تحت تاثیر امواج فراصوت نیز قرار می‌گیرند، به دلیل نفوذپذیرتر شدن پوسته این بذور در مقایسه با بذور پرایم شده و نیز تسریع فرایندهای جوانه‌زنی (۱و ۲)، سریعتر در معرض مقادیر بیشتر علف‌کش قرار گرفته و علف‌کش با نفوذ سریعتر در این بذور باعث کاهش یا متوقف کردن سبز شدن بذور می‌گردد. در مجموع نتایج نشان داد پیش تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی در شرایط کاربرد تریفلورلین، کاهش درصد و سرعت سبز شدن را به همراه دارد.

بنیه گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلدانی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر بنیه گیاهچه بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار صفت بنیه گیاهچه مربوط به تیمارهای فراصوت و شاهد بود، البته دو تیمار از نظر تاثیر براین صفت در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). گزارش شده است که با اعمال تیمارهای میدان مغناطیسی و امواج فراصوتی بر گیاه زنیان، جوانه‌زنی و ویگور بذور بهبود و عملکرد نهایی تحت تاثیر تیمارها افزایش یافت (۳۳). نتایج نشان داد کاربرد ترکیبی بذور فراصوت دیده با علف‌کش به طور معنی‌داری شاخص بنیه گیاهچه را کاهش داد. به طوری که کاربرد امواج فراصوت+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش بنیه گیاهچه به میزان ۸۸/۶۸ درصد نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. در همین راستا تالبرت (۴۳) نیز گزارش داد که در سویا جلوگیری از رشد بوسیله تری‌فلورالین با توقف تقسیمات سلولی در بافت های مریستمی و کاهش رشد همراه است.

کلروفیل برگ (اسپد): نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلروفیل برگ بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل برگ (۶۸/۹) مربوط به تیمار امواج فراصوت بود. کمترین مقدار کلروفیل برگ (۴۴/۷۵) مربوط به تیمار فراصوت+علف‌کش توصیه شده بود که البته از نظر آماری با تیمارهای هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده، هیدروپرایمینگ+علف‌کش کاهش یافته و تیمار شاهد در یک گروه قرار داشتند (جدول ۲). در آزمایش گلدانی مشاهده شده که تیمار امواج فراصوت باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ به میزان ۳۳/۶ درصد نسبت به شاهد گردید. در همین راستا مرغایی زاده و همکاران (۳۳) نیز افزایش میزان کلروفیل برگ گیاه زنیان در اثر پرتودهی با امواج فراصوت نسبت به شاهد را گزارش دادند. نتایج نشان داد کاربرد ترکیبی پرایمینگ یا فراصوت با علف‌کش (اعم از کاهش یافته و توصیه شده) باعث کاهش معنی‌داری در کلروفیل برگ نسبت به کاربرد علف‌کش به تنهایی گردید که این کاهش میزان کلروفیل برگ با افزایش مقدار علف‌کش، به مقدار زیادی تشدید یافت. افزایش مقدار علف‌کش سبب کاهش بیشتر محتوای کلروفیل برگ گردید، به طوری‌که علف‌کش توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) باعث کاهش محتوای کلروفیل برگ به میزان ۱۱/۴۸ درصد نسبت به علف‌کش کاهش یافته (۱ لیتر در هکتار) گردید. تریفلورالین با اختلال در رشد ریشه‌های جانبی، سرعت جابجایی یا جذب سطحی عناصر غذایی ضروری از جمله نیتروژن، فسفات و سولفات را کاهش می‌دهد و باعث ایجاد عدم تعادل در مواد معدنی گیاه می‌شود (۳۲). لذا محتوای کلروفیل کمتر حاصل شده در تیمارهای حاوی علف‌کش بخصوص تیمارهایی که ابتدا بذور آن پرایم شده یا امواج دریافت کرده بودند و سپس در خاک دارای علف‌کش کشت شده بود به دور از انتظار نمی باشد.

وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه بین تیمارها وجود دارد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک ساقه (۰/۳۴۷ گرم در بوته) مربوط به تیمار شاهد بود که البته از نظر معنی‌داری با تیمار فراصوت در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۲). کاربرد ترکیبی امواج فراصوت با علف‌کش باعث کاهش معنی‌داری در وزن خشک ساقه گیاه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید، به طوری که کاربرد ترکیبی تیمار امواج فراصوت به همراه علف‌کش کاهش یافته و توصیه شده به ترتیب باعث کاهش ۹۴ و ۷۳/۱۲ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید.

بیشترین وزن خشک برگ (۰/۳۸۸ گرم در بوته) مربوط به تیمار امواج فراصوت بود که گرچه از نظر معنی‌داری با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار داشت. قلی پور و محمدی (۱۸) در بررسی ارزیابی جوانه‌زنی گندم تحت تاثیر میدان مغناطیسی نشان دادند که این تیمار تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه چه و گیاهچه داشت. نتایج نشان

داد کاربرد ترکیبی امواج فراصوت با علف‌کش باعث کاهش معنی‌داری در وزن خشک برگ گیاه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید، به طوریکه کاربرد ترکیبی تیمار امواج فراصوت به همراه علف‌کش کاهش یافته و توصیه شده به ترتیب باعث کاهش ۷۲/۷ و ۸۰/۹۳ درصدی وزن خشک برگ گیاه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مکانیسم عمل تریفلورالین، مهار تقسیم سلولی و طویل شدن سلول ها در ناحیه مریستمی ریشه می‌باشد. کاهش تقسیم سلولی باعث کاهش رشد ریشه و به دنبال آن موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی در اثر کاهش جذب مواد غذایی می شود (۲۵). به نظر می‌رسد استفاده از امواج فراصوت و هیدروپرایمینگ بذور با تسریع جوانه‌زنی و سبز شدن بذور و همچنین افزایش طول ریشه‌چه باعث می‌شود که گیاه از منابع غنی ابتدای فصل استفاده بیشتری کرده و در نتیجه بیوماس گیاهی را افزایش دهد. از طرفی طویل شدن طول ریشه‌چه، گیاه را در معرض علف‌کش بیشتر قرار داده و در نتیجه زیست توده گیاهچه در تیمارهای دارای علف‌کش همراه با بذور تیمار شده کاهش می‌یابد.

طول و وزن خشک ریشه چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر طول و وزن خشک ریشه‌چه بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین طول ریشه‌چه و بیشترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به تیمار امواج فراصوت بود، گرچه از نظر آماری با تیمار شاهد در یک گروه قرار داشتند (جدول ۲). عباس زاده و همکاران (۳) در تحقیقی بر روی بذور گیاه شنبلیله نشان دادند که میدان مغناطیسی باعث افزایش طول ریشه‌چه نسبت به شاهد گردید. اما در آزمایش حاضر تیمار ترکیبی امواج اولتراسونیک به همراه علف‌کش باعث کاهش معنی‌داری در طول و وزن خشک ریشه‌چه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی و همچنین شاهد گردید. کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) باعث کاهش وزن خشک ریشه‌چه نسبت به تیمارهای فراصوت و شاهد به ترتیب به میزان ۶۵/۲۵ و ۶۱/۲۳ درصد گردید. همچنین کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش طول ریشه‌چه نسبت به تیمارهای امواج فراصوت و شاهد به ترتیب به میزان ۷۳/۷ و ۷۳/۴ درصد گردید. در راستای نتایج این پژوهش، گزارش شده است که تیمار تریفلورالین باعث مهار طویل شدگی ریشه در گیاهچه‌های گندم و ذرت می شود (۲۶). لذا به نظر می رسد تاثیر این علف‌کش روی گیاهان پرایم شده و امواج دیده تشدید شده و کاهش معنی دار طول و وزن ریشه‌چه را به همراه داشته است.

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش گلدانی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد از نظر ارتفاع گیاه بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمارهای شاهد و امواج فراصوت بود (جدول ۲). مهدوی و همکاران (۳۰) میدان الکترومغناطیس را بر روی یونجه یکساله مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند این تیمار باعث افزایش طول ساقه‌چه گردید. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد تیمار ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش توصیه شده (دو لیتر در هکتار) باعث کاهش ارتفاع به میزان ۹۰/۱۵ درصد نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. این کاهش رشد ممکن است ناشی از تاثیر مستقیم تریفلورالین بر روی تقسیم سلولی (۱۱) و جذب و انتقال مواد غذایی باشد (۲۵) که در بذور پرایم شده تشدید شده است.

شاخص سطح برگ (LAI) و تعداد برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش گلدانی نشان داد اختلاف معنی داری در سطح یک درصد از نظر شاخص سطح برگ و تعداد برگ بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین آزمایش گلدانی نشان داد که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ و بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار امواج فراصوت بود گرچه همانطور که در جدول ۲ مشهود است از نظر معنی‌داری با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند. مرغایی زاده و همکاران (۳۳) برتری میانگین نسبت سطح برگ تیمار ۵ دقیقه امواج فراصوت را نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد امواج) در گیاه زنیان گزارش دادند. نتایج نشان داد کاربرد ترکیبی بذور صوت دهی شده با علف‌کش (توصیه شده یا کاهش یافته) به طور معنی‌داری تعداد برگ و شاخص سطح برگ گیاه را در مقایسه با کاربرد امواج فراصوت به تنهایی و یا حتی شاهد کاهش داد،

به طوریکه کاربرد ترکیبی امواج فراصوت+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش ۷۹ درصدی تعداد برگ و ۸۹/۶۲ درصدی شاخص سطح برگ نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. می‌توان گفت امواج فراصوت با ایجاد حرارت و تأثیرات مکانیکی روی غشاء سلولی، پوسته بذر را نفوذپذیر کرده (۱۶)، که در اثر این فرآیند، تریفلورالین سریعتر و راحت تر جذب این بذور گشته و جوانه‌زنی را کاهش داده یا متوقف می‌کند. به علاوه تریفلورالین ممکن است اثر مهارکنندگی مستقیم و غیر مستقیم، بر روی فرآیندهای ضروری برای بزرگ شدن سلول از جمله سنتز پروتئین یا RNA داشته باشد (۳۶).

آزمایش مزرعه ای

درصد و سرعت سبز شدن: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش مزرعه‌ای نشان داد، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر درصد و سرعت سبز شدن بین تیمارها وجود داشت (جدول ۳).

جدول (۲) مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در شرایط گلخانه

Table 2- Mean comparison plant parameters in greenhouse experiment affected by trial treatments

تیمارها Treatments	درصد سبزشدن(٪) Emergence percentage	سرعت سبز شدن (بذر در روز) Rate of emergence	ارتفاع Height (cm)	طول ریشه چه Length of root (cm)	کلروفیل (عدد اسپد) Chlorophyll(spad)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g/plant)	وزن خشک ریشه چه Root dry weight (g/plant)	تعداد برگ Number of leaf	شاخص سطح برگ Leaf area index	شاخص بنیه بذر Seedling vigor index
T1	100^{a}	1.537^{a}	94.25^{a}	18.75^{a}	45.75^{d}	0.374^{a}	0.347^{a}	0.294^{a}	31.25^{a}	2.963^{ab}	16.14^{a}
T2	100^{a}	1.831^{a}	86.25^{ab}	19^{a}	68.9^{a}	0.388^{a}	0.305^{ab}	0.328^{a}	34.5^{a}	3.274^{a}	15.04^{ab}
T3	71.4^{bc}	0.768^{bc}	8.5^{c}	5^{cd}	44.75^{d}	0.074^{cd}	0.082^{c}	0.114^{cd}	7.25^{c}	0.472^{c}	2.607^{c}
T4	71.4^{bc}	0.668^{c}	2.25^{c}	5.75^{c}	53.58^{c}	0.106^{c}	0.018^{d}	0.137^{c}	7.25^{c}	0.34^{c}	1.704^{cd}
T5	96.4^{ab}	1.702^{a}	81.5^{b}	12.25^{b}	64.25^{b}	0.307^{b}	0.28^{b}	0.242^{b}	27^{b}	2.621^{b}	13.91^{b}
T6	64.2^{c}	0.626^{c}	1.75^{c}	4.75^{cd}	45.05^{d}	0.092^{c}	0.016^{d}	0.122^{cd}	5.75^{cd}	0.298^{c}	1.425^{cd}
T7	75^{abc}	0.712^{bc}	1.75^{c}	4^{cd}	46.7^{d}	0.061^{cd}	0.009^{d}	0.111^{cd}	4.75^{cd}	0.239^{c}	1.05^{d}
T8	100^{a}	1.041^{b}	6.5^{c}	5.25^{cd}	61.9^{b}	0.091^{c}	0.052^{cd}	0.124^{cd}	6.5^{cd}	0.424^{c}	1.678^{cd}
T9	75^{abc}	0.852^{bc}	5^{c}	3.75^{d}	54.8^{c}	0.039^{d}	0.041^{cd}	0.084^{d}	2.75^{d}	0.181^{c}	1.293^{cd}
LSD	26.7	0.35	10.1	1.8	2.7	0.04	0.046	0.051	4.1	2.01	1.51

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means within each column followed by the same letter are not at 5% level according to least significance difference (LSD) test.

T1: شاهد T2: اولتراسونیک T3: اولتراسونیک+علف کش توصیه شده T4: اولتراسونیک+علف کش کاهش یافته T5: پرایمینگ T6: پرایمینگ+علف کش توصیه شده T7: پرایمینگ+علفکش کاهش یافته T8: علف کش کاهش یافته T9: علف کش توصیه شده

T1: Control T2: Ultrasonic waves T3: Ultrasonic waves + recommended herbicide dose T4: Ultrasonic waves + reduced herbicide dose T5: Hydro-priming T6: Hydro-priming + recommended herbicide dose T7: Hydro-priming + reduced herbicide dose T8: Reduced herbicide dose T9: Recommended herbicide dose.

جدول۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در شرایط مزرعه

Table 3- Analysis of variance for investigated traits of cowpea as affected by trial treatments in field condition

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean of Squares						
		درصد سبزشدن Emergence percentage	سرعت سبزشدن Rate of emergence	کلروفیل Leaf chlorophyll	محتوای نسبی آب برگ Relative water content	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	ارتفاع Height
بلوک Block	3	2.14^{ns}	0.221^{ns}	422.764^{*}	16.712^{ns}	1.094^{ns}	0.313^{*}	5.88^{ns}
تیمار Treatment	8	64.008^{**}	13.34^{**}	464.485^{**}	54.259^{*}	1.313^{*}	0.64^{**}	70.236^{**}
خطا Error	24	6.873	1.356	95.326	19.799	0.402	0.08	17.421
ضریب تغییرات C.V (%)		30.71	33.25	29.6	6.64	24.87	17.02	13.17

** و * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می دهد.

** and * significant at 1% and 5% respectively and ns non-significant different

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد در آزمایش مزرعه‌ای بیشترین درصد و سرعت سبز شدن مربوط به تیمار شاهد بود که البته از نظر آماری با تیمارهای فراصوت، هیدروپرایمینگ و کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی، در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که درصد و سرعت سبز شدن بذور تیمار شده با امواج فراصوت و کاشت شده در شرایط کاربرد علف‌کش کاهش یافته و توصیه شده بطور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد، پرایمینگ و فراصوت به تنهایی و علف‌کش کاهش یافته به تنهایی، کاهش یافت. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش درصد و سرعت سبز شدن بذور به ترتیب به میزان ۶۴/۸۳ و ۶۸/۱۳ درصد نسبت به کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی گردید. همچنین، ترکیب تیماری پرایمینگ+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش درصد و سرعت سبز شدن بذور به ترتیب به میزان ۵۰/۴ و ۵۳/۸ درصد نسبت به کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی گردید. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۷۸ درصدی درصد سبز شدن و ۸۰/۸۷ درصدی سرعت سبز شدن بذور نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. همچنین تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۴۴/۷۷ درصدی سبز شدن و ۵۴/۳۳ درصدی سرعت سبز شدن نسبت به تیمار هیدروپرایمینگ به تنهایی گردید.

کلروفیل برگ (اسپد): نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر کلروفیل برگ بین تیمارها وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد در آزمایش مزرعه‌ای بیشترین میزان کلروفیل برگ (۴۸/۳۵) مربوط به تیمار فراصوت بود که البته از نظر آماری با تیمارهای هیدروپرایمینگ و شاهد در یک گروه قرار داشت. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش کاهش یافته باعث کاهش ۵۵/۸۵ درصدی کلروفیل برگ نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. همچنین تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۵۶/۹۳ درصدی محتوای کلروفیل برگ نسبت به کاربرد تیمار هیدروپرایمینگ به تنهایی گردید (جدول ۴).

محتوای رطوبت نسبی برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد از نظر محتوای رطوبت نسبی برگ بین تیمارها وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد رطوبت نسبی برگ (۷۴/۷ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود که البته از نظر آماری با تیمارهای فراصوت و کاربرد ترکیبی فراصوت+علف‌کش توصیه شده در یک گروه قرار داشتند. این در حالی بود که کمترین درصد رطوبت نسبی مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده بود. به‌طوری که کاربرد تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ به میزان ۱۶ درصد نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). به نظر می‌رسد امواج فراصوت از طریق افزایش طول ریشه‌چه باعث افزایش جذب رطوبت از خاک می‌شود که در نهایت باعث بهبود رشد گیاهچه لوبیا چشم بلبلی می‌گردد. در همین راستا در آزمایشی با استفاده از امواج فراصوت با شدت ۷۰۰ کیلوهرتز بذرهای تربچه تیمار و گزارش شد که این تیمار باعث افزایش سرعت جوانه زنی و همچنین باعث افزایش ۱۳ الی ۱۶ درصدی طول ریشه‌چه نسبت به شاهد گردید (۴۱). براساس نتایج بدست آمده احتمالا تاثیر مثبت هیدروپرایمینگ و فراصوت بر جوانه زنی بذور و افزایش طول ریشه سبب شده تا گیاهچه در معرض

علف‌کش بیشتری قرار گرفته و در مراحل بعدی رشد طول ریشه‌چه کاهش بیشتری نشان دهد و دسترسی آن به رطوبت خاک کاهش یابد.

وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه بین تیمارها وجود دارد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین وزن خشک ساقه (۲/۳۸ گرم در بوته) مربوط به تیمار فراصوت بود گرچه با تیمار هیدروپرایمینگ (۲/۰۵ گرم در بوته) در یک گروه آماری قرار داشت. کمترین مقدار وزن خشک ساقه (۱/۱۲ گرم در بوته) مربوط به تیمار فراصوت+علف‌کش توصیه شده (دو لیتر در هکتار) بود که از نظر آماری با تیمارهای هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده و هیدروپرایمینگ+علف‌کش کاهش یافته در یک گروه قرار داشتند (جدول ۴). تیمار فراصوت و پرایمینگ باعث افزایش وزن خشک ساقه به ترتیب به میزان ۲۵/۲۷ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد گردید. در همین راستا عبادی قهرمانی و همکاران (۱۳) افزایش وزن خشک ساقه گیاه لوبیا چشم بلبلی در اثر اعمال تیمار ۲ دقیقه با امواج فراصوت در مقایسه با شاهد را گزارش دادند. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۳۵ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد علف‌کش توصیه شده به تنهایی گردید. همچنین تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۳۴/۲۴ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد تیمار علف‌کش توصیه شده به تنهایی گردید. این در حالی بود که کاربرد ترکیبی این پیش تیمارها با مقدار کاهش یافته (۱لیتر در هکتار) در مقایسه با کاربرد علف‌کش کاهش یافته به تنهایی تفاوت معنی‌داری نداشت. این نتیجه را می‌توان به اثرگذاری بیشتر علف‌کش در غلظت-های بالاتر در بذور پیش تیمار شده نسبت داد. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۵۲/۸ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. همچنین تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۴۴/۳۷ درصدی وزن خشک ساقه نسبت به کاربرد تیمار هیدروپرایمینگ به تنهایی گردید. بیشترین وزن خشک برگ (۳/۵۱ گرم در بوته) مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ بود که البته با تیمار فراصوت (۳/۴۳ گرم در بوته) از نظر معنی‌داری در یک گروه قرار داشت (جدول ۳). تیمار فراصوت و پرایمینگ باعث افزایش وزن خشک برگ به ترتیب به میزان ۲۹/۵۸ و ۳۱/۲۴ درصد نسبت به شاهد گردیدند. سرخی لله لو (۴۲) افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه همیشه بهار را در تیمارهای ۱ و ۴ دقیقه امواج فراصوت نسبت به شاهد گزارش داد. ترکیب تیماری فراصوت+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۴۹/۵۷ درصدی وزن خشک برگ نسبت به کاربرد امواج فراصوت به تنهایی گردید. همچنین تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ+علف‌کش توصیه شده باعث کاهش ۳۳ درصدی وزن خشک برگ نسبت به کاربرد تیمار هیدروپرایمینگ به تنهایی گردید.

جدول٤- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در شرایط مزرعه

Table 4- Mean comparison plant parameters in field experiment affected by trial treatments

تیمارها Treatments	درصد سبزشدن Emergence percentage (%)	سرعت سبزشدن Rate of emergence (seed /day)	کلروفیل Leaf chlorophyll (spad)	محتوای نسبی آب برگ Relative water content (%)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g/plant)	ارتفاع Height (cm)
T1	100^{a}	6.137^{a}	44.61^{a}	74.7^{a}	2.417^{c}	1.784^{bc}	29.75^{bc}
T2	89.28^{ab}	5.243^{ab}	48.35^{a}	69.06^{abc}	3.432^{ab}	2.387^{a}	37.5^{a}
T3	30.35^{d}	1.563^{d}	21.35^{bc}	65.4^{bc}	2.211^{c}	1.569^{c}	29.5^{bc}
T4	19.64^{d}	1.003^{d}	27.85^{bc}	70.15^{ab}	1.731^{c}	1.127^{d}	28.5^{bc}
T5	74.35^{ab}	4.62^{ab}	44.67^{a}	66.1^{bc}	3.515^{a}	2.051^{ab}	39^{a}
T6	42.85^{cd}	2.267^{cd}	30.07^{bc}	64.56^{bc}	2.308^{c}	1.533^{cd}	28.5^{bc}
T7	41.07^{cd}	2.11^{cd}	19.24^{c}	62.72^{c}	2.354^{c}	1.141^{d}	28^{c}
T8	64.85^{bc}	3.673^{bc}	25.45^{bc}	64.32^{bc}	2.421^{c}	1.735^{bc}	34.5^{ab}
T9	86.28^{ab}	4.903^{ab}	35.24^{ab}	66.56^{bc}	2.562^{bc}	1.662^{bc}	30^{bc}
LSD value	27.31	1.69	14.25	6.49	0.92	0.41	6.09

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

Means within each column followed by the same letter are not at 5% level according to least significance difference (LSD) test.

T1: شاهد T2: اولتراسونیک T3: اولتراسونیک+علف‌کش کاهش یافته T4: اولتراسونیک+علف‌کش توصیه شده T5: پرایمینگ T6: پرایمینگ+علف‌کش کاهش یافته T7: پرایمینگ+علف‌کش توصیه شده T8: علف‌کش توصیه شده T9: علف‌کش کاهش یافته

T1: Control T2: Ultrasonic waves T3: Ultrasonic waves + reduced herbicide dose T4: Ultrasonic waves + recommended herbicide dose T5: Hydro-priming T6: Hydro-priming + reduced herbicide dose T7: Hydro-priming + recommended herbicide dose T8: Recommended herbicide dose T9: Reduced herbicide dose.

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر ارتفاع گیاه بین تیمارها وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ بود که از نظر آماری با تیمارهای امواج فراصوت و علف‌کش توصیه شده در یک گروه قرار داشتند. تیمار امواج فراصوت و پرایمینگ باعث افزایش ارتفاع گیاه به ترتیب به میزان ۲۰/۷ و ۲۳/۷ درصد نسبت به شاهد گردیدند (جدول ۴). افضل و همکاران (۵) نیز گزارش دادند بین پیش تیمارهای بذری هیدروپرایمینگ، $CaCl_2$، آسکوربات و سرمادهی، تیمار با نمک $CaCl_2$ و هیدروپرایمینگ موثرترین تیمارها در افزایش رشد طولی ریشه و ساقه گندم در تنش شوری بودند. عبادی قهرمانی و همکاران (۱۳) گزارش دادند تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با امواج فراصوت به مدت ۸ دقیقه باعث افزایش ارتفاع گیاه به میزان ۲۲/۵ درصد نسبت به شاهد گردید. همچنین نتایج نشان داد کاربرد ترکیبی تیمارهای امواج فراصوت و هیدروپرایمینگ با علف‌کش توصیه شده به ترتیب باعث کاهش ۲۴ و ۲۸/۲۱ درصدی ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد این تیمارها به تنهایی گردید.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش، هیدروپرایمینگ بذر و کاربرد امواج فراصوت از طریق افزایش سرعت فرایندهای موثر در جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن بذور لوبیا چشم بلبلی و بهره‌برداری زودتر گیاهچه‌ها از منابع غنی در ابتدای فصل می‌تواند باعث بهبود سرعت رشد گیاهچه، افزایش محتوای کلروفیل و رطوبت نسبی برگ، افزایش ارتفاع و بطور کلی زیست توده هوایی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی شود. البته تاثیر مثبت امواج فراصوت بر صفات مختلف لوبیا چشم‌بلبلی بیشتر از اثر هیدروپرایمینگ بود. نتایج این پژوهش نشان داد چنانچه بذور هیدروپرایم شده و امواج دیده در خاک حاوی تریفلورلین کشت شوند، درصد و سرعت سبز شدن، محتوای کلروفیل و شاخص سطح برگ آن نسبت به عدم پیش تیمار بذور و کاربرد علف‌کش به تنهایی کاهش معنی‌داری پیدا خواهد کرد. به نظر می‌رسد بذور تابش دیده و پرایم شده که فعالیت‌های آنزیمی را برای جوانه‌زنی آغاز نموده‌اند وقتی که در خاک کشت می‌شوند با سرعت بیشتر و زمان کوتاهتری علف‌کش تریفلورالین را دریافت کرده و علف‌کش بلافاصله روی فرایندهای جوانه‌زنی تاثیر گذاشته و جوانه‌زنی را متوقف یا کاهش می‌دهد، درحالیکه بذور پرایم نشده و یا تابش ندیده موانعی از قبیل پوسته و پوشش های جنینی دارند که بر سر راه علف‌کش قرار می‌گیرد و جذب و انتقال علف‌کش را به درون بذر کاهش داده یا به تاخیر می‌اندازد. از طرفی به نظر می‌رسد تاخیر در شروع فرایندهای متابولیکی دخیل در جوانه‌زنی در بذور تیمار نشده (۲) سبب می‌شود که بذر در معرض مقادیر کمتر علف‌کش قرار گیرد و تاثیر سوء آن را بر این بذور کاهش دهد. بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط عدم کاربرد علف‌کش خاک مصرف تریفلورالین، پیش تیمار بذری با امواج فراصوت یا هیدروپرایمینگ در بهبود رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی موثر می‌باشد، اما پیش تیمار بذری در شرایط کاربرد این علف‌کش سبب کاهش درصد و سرعت سبز شدن و متعاقبا کاهش رشد و تولید زیست توده در گیاه لوبیا چشم بلبلی می‌شود.

منابع

1- Abbasdokht H., and Edalatpisheh M.R. 2012. Effect of seed priming and different levels of urea on yield and yield component of two corn (*Zea mays* L.) hybrids. Iranian Journal of Crop Science, 3: 381-389. (In Persian).

2- Abbasdokht H. Makarian H., Ahmadi Sharaf H., Gholami A., and Rahimi M. 2012. The study of integrated weed management (IWM), emphasizing the effect of seed priming on yield and yield components of maize (*Zea mayz* L.). Journal Weed Research, 4: 63-76. (In Persian).

3- Abbaszadeh F., Khakestari D., and Naker F. 2011. The Effect of magnetic field on seed germination in fenugreek (*Trigonella foenum* L.). Paper Abstracts of the 2nd Conference on Seeds. Mashhad: Ferdowsi University, pp. 768-775.

4- Abdul-baki A. A., and Anderson J. D. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barely. Crop Science, 10: 31-34.

5- Afzal I., Basra S.A.M., Hamid A., and Farooq M. 2006. Phisiological enhancements for alleviation of salt stress in wheat. Pakistan Journal, 38: 1649-1659.

6- Amini R., and Fateh E. 2011. Effect of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) on growth indices and yield of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Journal of Sustainable Agriculture And Production Science, 2:113-129. (in Persian).

7- Ansari O. and Sharif-Zadeh F. 2012. Osmo and hydro priming improvement germination characteristics and enzyme activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. Journal of Stress Physiology and

Biochemistry, 8(4):253-261.
8- Bagheri A., Zand A., and Parsa M. 1998. Beans, the bottlenecks and strategies of jihad Mashhad University Press. (in Persian).
9- Belcher E. W., and Miller L. 1974. Influence of substrate moisture level on the germination of sweetgun and pine seed. Proceeding of the Association of Official Seed Analysis, 65:88-89.
10- Caseiro R., Bennett M.A., and Marcos-Filho J. 2004. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. Seed Science Technology, 32:365-375.
11- Duke S.O. 1990. Overview of herbicide. Mechanisms of Action. Environ. Health Perspect, 87:263-271.
12- Duman I. 2006. Effect of seed priming with PE Gand K3PO4 on germination and seedling growth in Lettuce. Pakistan Journal of Biology Science, 9(5): 923-928.
13- Ebadi Sh., Gholipoor M., and Gholami A. 2013. The effect of ultrasonic waves and nitroxin biological fertilizer on growth, yield and yield components of cowpea (*Vigna sinensis*). Second National Conference on Sustainable Agricultural Development and Healthy Environmen, (in Persian).
14- Farooq M., Basra S.M.A., Warraich E.A., and Khaliq A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science Technology, 34:529-534.
15- 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.
16- 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.
17- 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.
18- 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.
19- Hess D. and Bayer D. 1974. The effect of trifluralin on the ultrastructure of dividing cells of the root meristems of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) (Acala 4-42). Journal Cell Science, 15:429-441.
20- Hassanien R. H. E., HOU T. Z., LI Y. F. and LI B. M. 2014. Advances in effects of sound waves on plants. Journal of Integrative Agriculture, 13(2):335-348.
21- Jalilian A., Ghobadi R., and Farnia, A. 2011. Response of some photosynthesis system traits and leaf relative water content of corn [SC704] on different amounts of nitrogen fertilizer in different irrigation regims. 5th National Conference on New Ideas in Agriculture. 16 and 17 February, Isfahan. (in Persian).
22- K.poshtmasari H., Pirdashti H., and Bahmanyar M.A. 2007. Comparison of mineral and biophosphate fertilizer effects on agronomical characteristics in two faba bean (*Vicia faba L.*) cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 4: 1-9.
23- Kant S., Pahuja S.S., and Pannu R.K. 2006. Effect of seed priming on growth and phenology of wheat under late-sown conditions. Tropical Science, 44: 9-15.
24- Kaur S., Gupta A.K., and Kaur N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-87.
25- Kust CA. and Struckmeyer BE. 1971. Effects of trifluralin on growth, nodulation, and anatomy of soybeans . Weed Science, 19:147-152.
26- Lignowski EM., and Scott EG. 1971. Trifluralin and root growth. Plant and Cell Physiology, 12 (5): 701-708.
27- Lipiec J., Janas P., and Barabasz W. 2004. Effect of oscillating magnetic field pulses on the survival of selected microorganisms. International Agrophysics, 18(4): 325-328.
28- Liu J., Liu G. S., Qi D. M., Li F. F., Wang E. H. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wild rye (*Leymus chinensis*) seeds. Acta Pratacult Sin, 11(1): 59-64.
29- Maguire J.D. 1962. Speed of germination in selection and evolution for seeding vigor. Crop Science, 2: 176-177.
30- 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 vulgare* L.), dodder (*Cuscuta* sp.), and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.). Iranian Journal Biology, 21(3): 433-442.
31- Maleki-Farahani S. and Fahiminejad H. 2011. The effect of seed germination in common caraway (*Carum carvi* L.) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) before treatment with ultrasonic sources. Paper Abstracts of the 2nd Conference on Seeds. Pp: 258-261.
32- Marenco RA., and Lopes NF. 1994. Leaf chlorophyll concentration and nitrogen content in soybean plants treated with herbicide, Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, 6(1):7-13.
33- Marghaeizadeh Gh., Gharineh M.H., Fathi Gh. Abdali A.R. and Farbod M. 2012. Effect of ultrasound waves and magnetic field on germination, growth and yield of *Carum copticum* (L.) C. B. Clarke) in lab and field conditions. 12 th Iranian Crop Sciences Congress. 1-4. (in Persian).

34- Mirshekari, B., Farahvash, F., Siyami, R., Hosseinzadeh Moghbeli, A., Sotudeh Khiabani, A., 2013. Ultrasonic irradiation could increase germination and seedling vigor of common yarrow (*Achillea millefolium*), as a medicinal plant. Life Science Journal, 10(5s): 302-305.
35- Morejohn L. C., Bureau T. E., Mole- Bajer J., Bajer A. S., and Fosker D. E. 1987. Oryzalin, a dinitroanaline herbicides bins to plant tubulin and inhibits microtubule polymerization in vitro. *Planta,* 172: 252-264.
36- Nooden L.D. and Thimann K.V. 1963. Evidence for a requirement for protein synthesis for auxin-induced cell enlargement. Botany Science, 50: 194-200.
37- Ritchie S. W. and Nguyen H. T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30: 105-111.
38- Ross, M. A., Lembi, C. A., 1999. Applied Weed Science, 2nd Edition. Prentice Hall Inc., New Jersey. 452 pp.
39- Rouhi H.R., Aboutalebian M.A., Moosavi S.A., Karimi F.A., Karimi F., Saman M. and Samadi M. 2012. Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. International Journal of Agriculture Science, 2 (3): 237-243.
40- Saki T., Nasiri M., Abdali N., and Alinia-Fard S. 2009. The Effect of ultrasonic waves on germination percentage and rate in lavender (*Lavandula stoechas* L.) medicinal plant. Tehran: The Scientific Conference on Industrial Development of Medicinal Plants in Iran.
41- Shimomura S. 1990. The effects of ultrasonic irradiation on sprouting radish seed. Ultrasonic Symposium Proceedings, 3:1665-1667.
42- Sorkhy lalelo F. 2009. Evaluate the effect of ultrasound waves and magnetic field on seeds germination in Marygold (*Calendula officinalis*). 6th Iranian Horticultural Science Congress, 1161-1165. (in Persian).
43- Talbert R. E. 1965. Effects of trifluralin on soybean root development. Proc. 18th Southern Weed Control Conference. p. 652.
44- Wang, A., Kopachik, W., 1995. Effects of trifluralin on growth and differentiation of the amoebo-flagellate *Naegleria*. FEMS Microbiology, 127:99-103.
45- Yaldagard M., Mortazavi S.A., and Tabatabaie T. 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.
46- Zand E., Baghestani M. A., Bitarafan M., and Shimi P. 2007. Guide of Herbicides In Iran & Management of Weed Resistance to Heabicides. (pp 66). Jahad Daneshgahi of Mashhad pub. Mashhad. (in Persian).