یافته های نوین کشاورزی
سال هشتم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۲

اثر تکنیک های مختلف پرایمینگ بر شاخص های جوانه زنی و قدرت بذر آفتابگردان (*Helianthus annuus*)

سحر باصرکوچه باغ، دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران
فرهاد فرح وش*، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران
بهرام میرشکاری، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران
فرخ رحیم زاده خویی، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران
حمداله کاظمی اربط، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر تیمارهای مختلف بذر بر جوانه زنی آفتابگردان، آزمایشی در دو مرحله آزمایشگاهی و گلخانه ای به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه و با چهار تکرار در مرکز تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل تابش امواج اولتراسونیک با حداکثر ۳ وات بر سانتی‌متر مربع و اشعه گاما و بتا با شدت ثابت۲ میکروکوریل به مدت ۱۰دقیقه، لیزر با طول موج ٦٣٢٨ آنگستروم و میدان مغناطیسی (با شدت ٤٠ میلی تسلا) در سه تیمار زمان ۱۰،۵ و ۱۵ دقیقه روی بذرهای خیس، هیدروپرایمینگ به مدت ٢٤ ساعت و شاهد بودند. نتایج نشان داد بیشترین درصد جوانه زنی نهایی مربوط به تیمار بذر با اشعه لیزر ۱۰ دقیقه (برابر ۹۸/۳۳ ٪) اختصاص داشت. وقتی بذور بعد از هیدروپرایمینگ کشت شدند، طول گیاهچه نسبت به شاهد آب مقطر حدود ۹۹٪ افزایش نشان داد. بیشترین شاخص ویگور به تیمار میدان مغناطیسی ۵ دقیقه اختصاص یافت. وقتی بذور آفتابگردان بعد از تیمار با میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه کشت شدند، وزن خشک ساقه آن نسبت به تیمار شاهد با آب مقطر حدود ۱۲۱٪ افزایش نشان داد. در حالی که کمترین آن مربوط به تیمار اشعه گاما (۱۲/۱٦گرم) محاسبه شد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که افزایش محصول در تیمارهای تشعشات فیزیکی مشاهده شده است.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، پرایمینگ بذر، درصد جوانه زنی، صفات فیزیولوژیک و صفات مورفولوژیک

* نویسنده مسئول: E-mail : farahvash@ iaut. ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۸/۲٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۷/۱۷

مقدمه

در حال حاضر بیش از ۹۰ ٪ روغن خوراکی مورد نیاز کشور از خارج وارد می شود که این به نوبه خود باعث وابستگی شدید به واردات روغن و در نتیجه خروج ارز از کشور می گردد. بنابراین با توجه به اهمیت روغن در جیره غذایی انسان، ضرورت کشت دانه های روغنی و نزدیک شدن به خودکفایی در زمینه تولید روغن مورد نیاز کشور بسیار پر اهمیت می باشد. از میان دانه های روغنی گیاه آفتابگردان در مجموع از نظر محصول و تجارت جهانی به عنوان پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی به حساب می آید (٤). پرایمینگ تکنیکی است که اجازه داده می شود بذرها در حدی آب جذب کنند که مراحل اولیهٔ جوانه زنی انجام شود اما ریشه چه خارج نشود. به عبارت دیگر، بذرها تا مرحلهٔ دوم جذب آب پیش می روند اما وارد مرحلهٔ سوم نمی شوند، بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) نگهداری و کشت می شوند (۲۲). تیمار پرایمینگ باعث کوتاه شدن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیر زنده در مرحلهٔ بحرانی استقرار گیاهچه می شود. همچنین این تیمارها یکنواختی سبز شدن را موجب می شوند که به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول منجر می شوند (۸). در پرایمینگ مقدار محدودی آب در اختیار گیاه قرار می گیرد تا فقط مراحل مقدماتی جوانه زنی قبل از خروج ساقه چه و ریشه چه انجام گیرد و بذر برای جوانه زنی در مراحل بعدی آماده شود (۵). از جمله مهم ترین تیمارهای افزایش دهنده قدرت جوانه زنی بذور می توان به پرایمینگ اشاره داشت. پرایمینگ به تعدادی از روش های مختلف افزایش دهنده رشد بذر اطلاق می شود که در تمامی آنها آبگیری کنترل شده بذر اعمال می شود (۱۵). گیاهان در روی زمین تحت تاثیر میدان های مغناطیسی رشد می کنند زیرا زمین مانند یک آهن ربا عمل می کند (۲۳). از جمله این عوامل بیوفیزیکی نور است که به عنوان یک موج الکترومغناطیسی دارای اثرات متفاوتی نظیر واکنش های فوتوشیمیایی، جذب انرژی توسط سلول های گیاهی و اثرات الکتریکی و مغناطیسی روی ارگانیسم های سلولی و فرآیندهای متابولیسمی گیاهان است. اثرات مهمی نظیر افزایش جوانه زنی، کاهش آفات، افزایش سرعت رشد، افزایش حجم ریشه با تابش الکترومغناطیسی تحت شرایط مشخص و معینی امکان پذیر خواهد بود (۳۵). فن آوری های کشاورزی و غذایی، لیزر موج پیوسته He-Ne (با طول موج ٦۳۲۸ نانومتر)، اثرات مثبتی بر افزایش جوانه زنی بذر گیاهان، حجم ریشه، بازدهی محصول و نیز مقاومت در برابر آفات و بیماری ها دارد (۱۲). بگومیا و برت (۲۰۰۵) نشان دادند که تیمار بذر توسط آب اثر معنی داری بر جوانه زنی بذر همیشه بهار داشت. تحقیقات نشان داده بخشی از فواید به کارگیری تابش نور لیزر روی بذر گیاهان شامل کاهش مصرف آفت کش ها، کاهش به کارگیری مواد شیمیایی برای رسیدن میوه، کاهش آلودگی آب و خاک و افزایش بازدهی محصول می

باشد (۳٤ و ۳۵). هدف از این تحقیق تعیین بهترین روش پرایمینگ و بررسی اثر آن بر جوانه زنی، صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک آفتابگردان است.

مواد و روش ها

این تحقیق در ایستگاه کشاورزی در آزمایشگاه بیوتکنولوژی و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه و با چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز با استفاده از رقم هایسون آفتابگردان (نوع روغنی) در فصل زراعی ۱۳۹۱ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل الف) تیمار اولتراسونیک (امواج فراصوت) با حداکثر ۳ وات بر سانتی‌متر مربع به مدت ۱۰ دقیقه (۳۹). ب) تیمار لیزر با موج پیوسته He-Ne (با طول موج ٦۳۲۸ آنگستروم-۲۲۰ ولت – ۵۰ هرتز) در سه زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه (۱۲). ج) تیمار میدان مغناطیسی با شدت ٤۰ میلی تسلا در سه زمان ۵ ،۱۰و ۱۵ دقیقه (۱۹). د) تیمار اشعه گاما (۱٤) با شدت ثابت ۲ میکروکوریل (استرانسیم۹۰) به مدت ۱۰ دقیقه. ه) تیمار اشعه بتا (۱۱) با شدت ثابت ۲ میکروکوریل (٦۰ کبالت) به مدت ۱۰ دقیقه روی بذرهای خیسانده شد. و) هیدروپرایمینگ به مدت ۲٤ ساعت روی بذرها (۵) و ی) شاهد. نتایج آزمایش قوه نامیه قبل از مرحله شروع آزمایش نشان داد که بذور آفتابگردان دارای ۸۵ ٪ قوه نامیه بود. ظروف پتری‌دیش و کاغذهای صافی بعد از ضد عفونی با الکل اتیلیک، به منظور اطمینان از عدم وجود هر گونه آلودگی به مدت ۲٤ ساعت در هود الکتریکی زیر تشعشع UV استریل شدند. در هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر سالم برای آفتابگردان در نظر گرفته شد. ظروف پتری در داخل کیسه‌های پلاستیکی به محفظه ژرمیناتور با دمای ۱± ۲۵ درجه سانتیگراد انتقال داده شدند. آزمایش جوانه زنی به مدت ۱٤ روز برای بذور آفتابگردان و در گلخانه تا زمان غنچه دهی ادامه داشت. برای تعیین سطح برگ از رابطه زیر استفاده شد (۳۳).

وزن دیسک های تعبیه شده / وزن برگ های بوته ×مساحت دیسک ها = سطح برگ بوته

به منظور محاسبه درصد جوانه زنی، ظروف پتری‌دیش از روز دوم تا روز چهاردهم آزمایش هر روز از ژرمیناتور خارج و تعداد بذور جوانه زده شمارش شدند. در این آزمایش جوانه‌زنی به صورت ظهور گیاهچه حداقل به میزان ۵ میلیمتر تعریف گردید. در مراحل مختلف بازدید از پتری‌دیش‌ها، در صورت نیاز آب مقطر تا خیس شدن کاغذهای صافی اضافه می شد. بعد از روز چهاردهم، از هر پتری ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب و پس از اندازه گیری طول ریشه و ارتفاع بوته، جهت تعیین وزن خشک، نمونه ها در آون به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد

قرار داده شده و سپس با ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک هزارم گرم مدل Mettler توزین شدند. صفات مورد اندازه گیری در آزمایشگاه شامل درصد جوانه زنی نهایی، طول گیاهچه و شاخص ویگور از روی نمونه های انتخاب شده به طور تصادفی اندازه گیری شد. صفات مورد اندازه گیری در گلخانه شامل سطح برگ، طول ریشه، ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، حجم ریشه و قطر ساقه بود.

[(cm) طول گیاهچه × جوانه زنی٪]= شاخص ویگور

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون LSDو برای رسم نمودار از Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج بخش آزمایشگاه

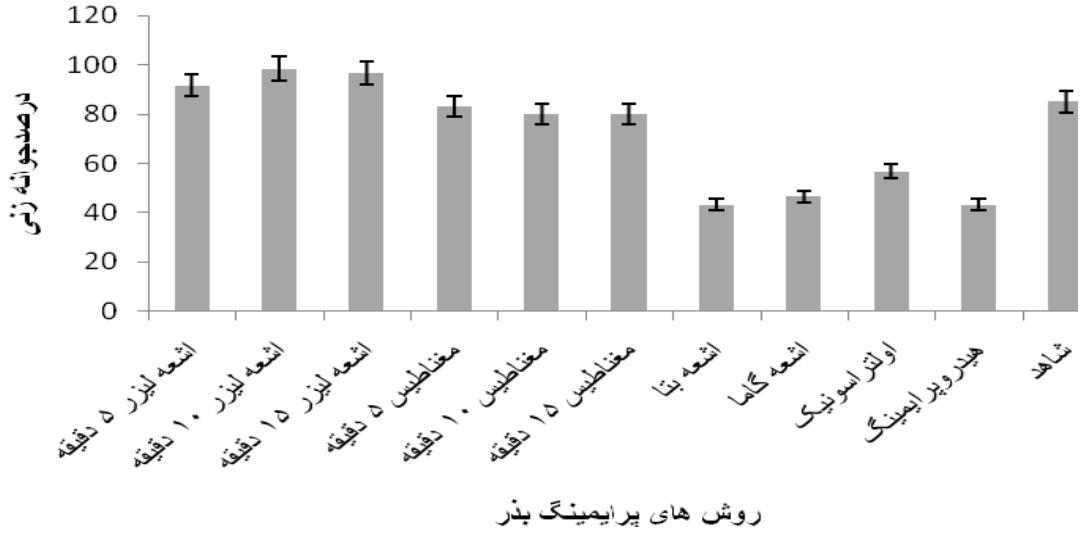
درصد جوانه زنی

تحت اثر سطوح مختلف پرایمینگ درصد جوانه زنی بذر از نظر آماری معنی دار شد در سطح احتمال یک درصد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان می دهد که بیشترین درصد جوانه زنی نهایی به تیمار بذر با اشعه لیزر ۱۰ دقیقه (برابر ۹۸/۳۳٪) اختصاص داشت. کمترین درصد جوانه زنی نهایی مربوط به تیمار اشعه بتا و هیدرو پرایمینگ (برابر ٤۳/۳۳٪) و سپس شاهد (برابر ۸۵٪) بود (شکل۱). همچنین بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمار بذور با اشعه لیزر ۱۰ دقیقه (برابر ۹۸/۳۳٪) نسبت به شاهد آب مقطر (برابر ۸۵٪) حدود ۱۵٪ افزایش نشان داد که در سطوح تیمارهای اشعه لیزر و میدان مغناطیسی نسبت به شاهد و هیدروپرایمینگ و سایر اشعه ها و اولتراسونیک افزایش معنی دار به وجود آوردند. پرایمینگ بذر تاثیر مثبتی داشته زیرا به طور نسبی باعث افزایش درصد جوانه زنی نهایی نسبت به شاهد شد. در طی آزمایشات استاندارد جوانه زنی بر اساس مقررات ISTA[1]، مدت زمان لازم برای ۵۰٪ جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، نرخ و یکنواختی جوانه زنی در بذور پرایم شده کلزا، گندم، نخود، سویا، یونجه، ذرت، سورگوم، هندوانه، برنج، کاهو و لوبیا به طور معنی داری بهبود یافت، که این امر حکایت از تسریع جوانه زنی و افزایش بنیه بذر در اثر کاربرد تیمارهای پیش از کاشت بذر دارد (۷ و ۸).

واشیست (۲۰۱۲) نیز در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نشان داد که تیمار نمودن بذر با میدان مغناطیسی در دامنه ۵۰ تا ۲۵۰ میلی تسلا به میزان ٤-۱ ساعت باعث افزایش جوانه زنی به میزان ۵ تا ۱۱٪ و سرعت جوانه زنی به میزان ۹ تا۱۵٪ شد. مون و سوک (۲۰۰۰) افزایش درصد جوانه زنی بذور

1: International Seed Testing Association

گوجه فرنگی (*Lycopersicom esculentum* L.) را در اثر پیش تیمار کوتاه مدت بذور با میدان الکتریکی و مغناطیسی مستقیم مشاهده کردند. بسرا و همکاران (۲۰۰۳) و افضل و همکاران (۲۰۰۶) برای گیاه کلزا نشان دادند که سرعت جوانه زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می یابند. پرایمینگ بذور باعث بهبود در سرعت جوانه زنی و یکنواختی جوانه زنی و کاهش حساسیت بذور به عوامل محیطی می گردد. استقرار سریعتر، بنیه بالاتر، توسعه سریعتر، گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر از مزایای پرایمینگ بذور می باشد/



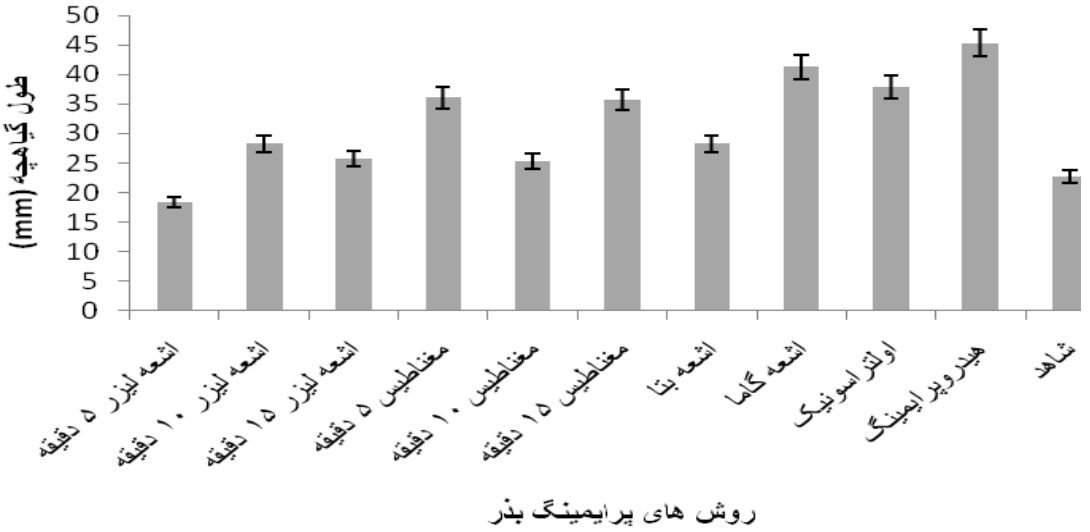
شکل ۱- تاثیر روش های مختلف پرایمینگ بذر بر درصد جوانه زنی نهایی آفتابگردان در آزمایشگاه

طول گیاهچه

در بین سطوح مختلف پرایمینگ از نظر طول گیاهچه آفتابگردان اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن است که وقتی بذور آفتابگردان بعد از تیمار با هیدروپرایمینگ کشت شدند، طول گیاهچه نسبت به شاهد آب مقطر حدود ۹۹٪ افزایش نشان داد. همچنین، تیمارهای میدان مغناطیسی ۵ و ۱۵ دقیقه، اشعه گاما و اولتراسونیک نسبت به شاهد افزایش معنی داری را نشان دادند (شکل ۲). بیشترین طول گیاهچه حدود ٤٥ سانتی‌متر به تیمار هیدروپرایمینگ اختصاص دارد. وقتی بذور آفتابگردان بعد از تیمار با اشعه گاما کشت شدند، طول گیاهچه در حدود ٤١ سانتی‌متر و تیمار میدان مغناطیسی ۵ دقیقه (حدود ٣٦ سانتی‌متر) و میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (حدود ۳۵/۵ سانتی‌متر) و اشعه بتا در حدود ۲۸ سانتی متر افزایش طول داشت.

راکوسیو (۲۰۰۸) بیان کردند که قرارگرفتن بذر ذرت در معرض میدان مغناطیسی کم (۵۰ میلی– تسلا) اثر تحریک کنندگی بر مراحل اولیه رشد، وزن تر، رنگدانه هایی نظیر کلروفیل، میزان اسید نوکلئیک و

افزایش طول گیاهچه داشت، اما میدان مغناطیسی قویتر (بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی تسلا) اثر بازدارندگی روی صفات ذکر شده داشت.



شکل ۲- اثر روش های مختلف پرایمینگ بذر بر طول گیاهچه آفتابگردان در آزمایشگاه

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر پیش تیمارهای فیزیکی بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه آفتابگردان در شرایط آزمایشگاه

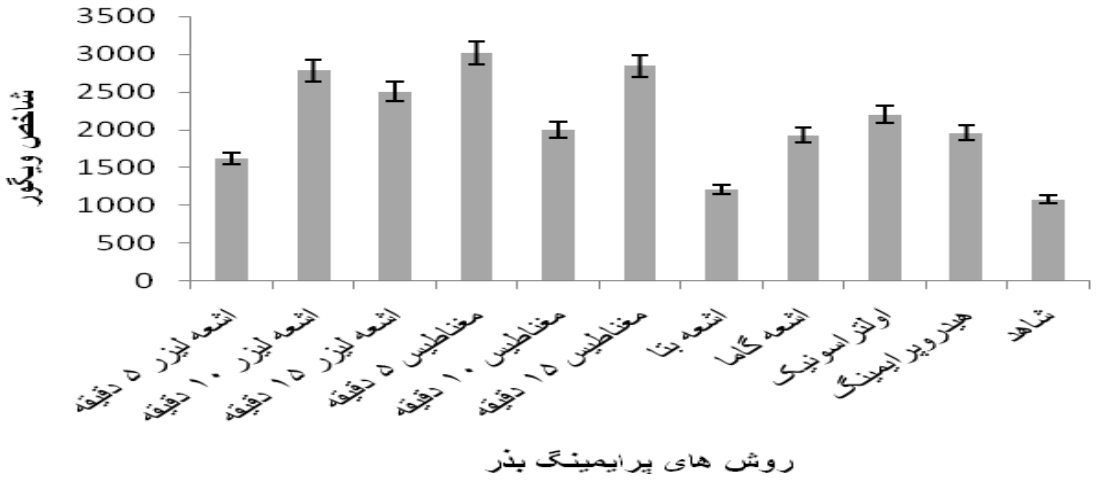
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد جوانه زنی نهایی	طول گیاهچه	شاخص ویگور
تیمار	۱۰	۱۳۸۵/۷۵**	۱٤۱۷/٦٦**	۱۲۳۱۲۰٤/۳۰**
خطا	۲۲	۱۵۸/۳۳	۱٦۵/۱۵	۲٦۹٦٤۸/۹٤
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۷/۱۹	۱۸/۳٦	۲٤/٦۳

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد

شاخص ویگور

نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص ویگور آفتابگردان نشان داد که پرایمینگ بذر در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن است که بیشترین شاخص ویگور حدود ۳۰۱٤ به تیمار میدان مغناطیسی ۵ دقیقه اختصاص دارد. همین طور تیمار اولتراسونیک و کلیه تیمارهای میدان مغناطیسی و تیمار لیزر۱۰و ۱۵ دقیقه نیز افزایش معنی داری را موجب شدند. همچنین کمترین شاخص ویگور حدود ۱۰۸۰ به تیمار شاهد اختصاص دارد (شکل ۳). آرتولا و همکاران (۲۰۰۳) نیز به اثر مثبت هیدروپرایمینگ روی بنیه بذر لوتوس اشاره کردند. نتایج بیشتر مطالعات نشان می دهد تابش امواج الکترومغناطیسی اثر مثبتی بر بازدهی محصول دارد. فرح وش و همکاران (۱۳۸٦) اثر

پرتو گاما را بر روی برخی از صفات فیزیولوژیک گندم مطالعه نمودند و نشان دادند که طول ساقه گیاه در دز ۹۰۰ (Rad) تابش اشعه گاما در طی دوره ۸ روزه، بر افزایش میزان محصول تاثیرگذار است. فن آوری های کشاورزی و غذایی، لیزر موج پیوسته He-Ne (با طول موج ٦٣٢٨ نانومتر)، اثرات مثبتی بر افزایش جوانه زنی بذر گیاهان، حجم ریشه، بازدهی محصول و نیز مقاومت در برابر آفات و بیماری ها دارد (۵).



شکل ۳- تاثیر روش های مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص ویگور آفتابگردان در آزمایشگاه

نتایج مورد بررسی در گلخانه

سطح برگ

ما بین تیمارهای بذر با تیمارهای فیزیکی از نظر سطح برگ آفتابگردان اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین سطح برگ حدود ٦٠١ سانتی‌متر مربع به ترتیب به تیمارهای لیزر ۱۵ دقیقه اختصاص دارد. سایر سطوح تیماری اکثرا در کلاس آماری پایین تری قرار داشتند، البته در بین آن ها نیز اختلاف معنی دار مشاهده شد. کمترین سطح برگ مربوط به تیمار اشعه بتا حدود ١٤٧ سانتی‌متر مربع بود. همچنین، در تیمارهای اشعه لیزر ۱۰ دقیقه (حدود ٥٦٥ سانتی‌متر)، میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه (حدود ۵۵۵ سانتی‌متر) و اشعه گاما (برابر ۵۰۷/۳ سانتی‌متر) افزایش در سطح برگ مشاهده شده است (جدول ۳).

طول ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول ریشه نشان داد که پرایمینگ بذور در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین طول ریشه حدود ٦٦ سانتی‌متر به ترتیب به تیمار میدان مغناطیسی۱۵ دقیقه اختصاص دارد. در بین سایر سطوح تیماری نیز اختلاف معنی دار مشاهده شد. کمترین طول ریشه مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ حدود ۱۳/۵ سانتی‌متر

اختصاص داشت (جدول ۳). سانچز و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که طول ریشه بذری در خیار و فلفل در اثر هیدروپرایمینگ به طور معنی داری افزایش یافت.

ارتفاع بوته

ما بین تیمارها از نظر ارتفاع بوته آفتابگردان اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر ارتفاع بوته نیز نشان می دهد که تیمار میدان مغناطیس ۱۵ دقیقه با ۹۳ سانتی‌متر دارای بیشترین تاثیر بر ارتفاع بوته بود که نسبت به شاهد آب مقطر (برابر ۷٦ سانتی‌متر) حدود ۲۲ ٪ افزایش نشان داد و سایر تیمارها کاهش ارتفاع را نشان دادند که کمترین آن مربوط به هیدروپرایمینگ با ٤٤ سانتی‌متر بود. همچنین تیمار اشعه لیزر ۱۵ دقیقه (حدود ۷٤ سانتی متر) و تیمار اولتراسونیک (حدود ۷۳/۲۵ سانتی‌متر) بیشترین ارتفاع بوته را نشان داد (جدول ۳). افزایش جوانه زنی و شاخص های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه زنی، بنیه بذر، طول ریشه چه، طول ساقه چه، نرخ جوانه زنی و استقرار اولیه در بذور پرایم شده می باشد. راکوسیو و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که قرار گرفتن بذر ذرت در معرض میدان مغناطیسی کم ۵۰ (میلی تسلا) اثر تحریک کنندگی بر مراحل اولیه رشد، وزن تر، رنگدانه هایی نظیر کلروفیل، میزان اسید نوکلئیک و افزایش طول گیاهچه داشت، اما میدان مغناطیسی قوی تر (بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی تسلا) اثر بازدارندگی روی صفات ذکر شده داشت. فلورز و همکاران (۲۰۰۷) و راکوسیو و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش سرعت جوانه زنی، وزن تر ساقه چه و کل بوته و طول گیاهچه ذرت را در تیمار میدان مغناطیس مشاهده کردند.

وزن خشک برگ

اثر پرایمینگ بذر بر وزن خشک برگ آفتابگردان در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها، بیانگر آن است که وقتی بذور آفتابگردان بعد از تیمار با اشعه لیزر ۱۵ دقیقه کشت شدند، وزن خشک برگ آن (٤/۹۰ گرم) نسبت به تیمار شاهد با آب مقطر (۱/۹۳ گرم) حدود ۱۵۳ ٪ افزایش نشان داد، که اختلاف معنی داری با بقیه تیمارها داشت. در حالی که کمترین آن مربوط به تیمار اشعه بتا (۱/۵۲ گرم) بدون اختلاف آماری با شاهد محاسبه شد. تیمار هیدروپرایمینگ و اشعه گاما و بر این صفت موثر نبود (جدول ۳). همچنین دی سوزا (۲۰۰٦) افزایش میانگین وزن میوه، وزن میوه در بوته، عملکرد در واحد سطح و وزن خشک کل گوجه فرنگی را با پیش تیمار بذور با میدان مغناطیسی گزارش نمودند.

وزن خشک ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن خشک ساقه نشان داد که اثر پرایمینگ بذور در سطح احتمال یک درصد روی این صفت معنی دار است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن است که وقتی بذور آفتابگردان بعد از تیمار با میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه کشت شدند، وزن خشک ساقه آن (۳۵/۸۳

گرم) نسبت به تیمار شاهد با آب مقطر (۱۶/۱۵ گرم) حدود ۱۲۱ ٪ افزایش نشان داد. در حالی که کمترین آن مربوط به تیمار اشعه گاما (۱۲/۱۶ گرم) بدون اختلاف آماری با شاهد محاسبه شد. همچنین، وزن خشک ساقه در تیمارهای میدان مغناطیسی ۵ دقیقه (۲۴/۶۷ گرم) و اشعه لیزر ۱۰ و ۱۵ دقیقه (به ترتیب ۲۵/۳۹ و ۳۲/۴۲ گرم) نسبت به بقیه تیمارها افزایش نشان داد (جدول۳). میدان ها به عنوان عوامل محیطی سبب افزایش رشد گیاهچه ها در گیاهان مختلف از جمله عدس (شبرنگی و مجد، ۱۳۸۴)، عدس، نخود فرنگی و کتان (۱۷)، کتان (۶)، گندم (۲۰)، ذرت (۱۶) و جو (۲۱) شده و همچنین اثرات مثبتی نیز بر میزان تولید محصول در گیاهانی همچون همیشه بهار (۲۵)، پنبه (۲۷) و گندم (۲۸) می گذارند.

جدول۲: تجزیه واریانس اثرات پیش تیمارهای فیزیکی بذر بر صفات رشدی آفتابگردان در شرایط گلخانه

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	طول ریشه	طول ساقه	ارتفاع بوته	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه	قطر ساقه
تیمار	۱۰	۹۲۷۴۶/۲۳**	۱۱۴۱/۵۱**	۶۷۶/۲۷**	۲۹۶۸/۵۱**	۴/۲۴**	۲۸۳/۰۱**	۱۶۱/۴۳**	۱۶۳۵/۵۶**	۰/۰۳۶**
خطا	۳۳	۲۹۳۶/۴۲	۴/۴۵	۸/۳۱	۱۴/۳۴	۰/۱۹	۱۰/۸۶	۴/۴۵	۷۷/۸۴	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۱۵	۵/۵۰	۴/۳۳	۳/۶۱	۱۵/۲۸	۱۶/۷۰	۱۴/۰۴	۱۹/۶۶	۱۸/۰۴

**: معنی دار در سطح احتمال یک درصد

وزن خشک ریشه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تیمار بذور در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک ریشه آفتابگردان معنی دار بوده است (جدول۲). براساس مقایسه میانگین داده ها بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار میدان مغناطیس ۱۰ دقیقه (۲۵/۱۶ گرم) که اختلاف معنی داری با بقیه تیمارها داشت و کمترین آن مربوط به تیمار اشعه لیزر ۵ دقیقه (۷/۳۲ گرم) مشاهده شد که با نتایج اثرات اشعه های لیزر و بتا به مدت ۱۰ دقیقه در یک سطح بودند و کاهش وزن خشک ریشه را به طور معنی دار باعث شدند کلاً تیمارهای میدان مغناطیسی افزایش معنی دار وزن خشک را در برداشته اند (جدول ۳). نتایج گزارشات شبرنگی (۱۳۸۴)، الادجادجیان و یلیوا (۲۰۰۲) و اتک (۲۰۰۳) نشان دادند که نمونه های تحت تیمار با میدان مغناطیسی نسبت به شاهد وزن تر و خشک بیشتری دارد.

حجم ریشه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تیمار بذر در سطح احتمال یک درصد بر حجم ریشه آفتابگردان معنی دار بوده است (جدول۲). براساس مقایسه میانگین دادها بیشترین حجم ریشه مربوط به

تیمار اشعه لیزر ۱۵ دقیقه (۸۵ میلی لیتر) که اختلاف معنی داری با بقیه تیمارها داشت. کمترین آن مربوط به تیمار میدان مغناطیس ۱۰ دقیقه (۱۲/۵ میلی لیتر) مشاهده شد (جدول ۳). بدین ترتیب وقتی بذور بعد از تیمار اشعه لیزر ۱۵ دقیقه کشت شدند در صفات سطح برگ، وزن خشک برگ و حجم ریشه بیشترین مقدار را نشان داد. همچنین سایر نتایج بدست آمده نشان می دهد که اثر نور لیزر به مراتب بیشتر از امواج دیگر می باشد، به گونه ای که می توان بازدهی محصول را از ۱۰ تا ۵۰ ٪ افزایش داد (۳۸).

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثرات پیش تیمارهای فیزیکی بذور بر رشد اولیه آفتابگردان تحت شرایط گلخانه

تیمارها	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول ریشه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	حجم ریشه (میلی لیتر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)
اشعه لیزر ۵ دقیقه	٤٨٨/٦	٣٤	٦٠/٢٥	٢/٥٧	١٤/٧٩	٧/٣٢	٤٥	٠/٦٠
اشعه لیزر ۱۰ دقیقه	٥٦٥/٦	٤٦/٧٥	٦٨/٧٥	٣/٣٠	٢٥/٣٩	٧/٦٥	٥٥	٠/٨٠
اشعه لیزر ۱۵ دقیقه	٦٠١	٥٢/٢٥	٧٤	٤/٩٠	٣٢/٤٢	١٢/٣٨	٨٥	٠/٦٥
مغناطیس ۵ دقیقه	٣٥٤/٦	٤٥/٥	٥٣/٢٥	٣/٦٧	٢٤/٦٧	١٩/٧٥	٦٥	٠/٨٥
مغناطیس ۱۰ دقیقه	٤٥٤/٦	٥٤/٧٥	٦٦/٥٠	٣/١٦	١٤/٥٥	٢٥/١٧	١٢/٥	٠/٧٠
مغناطیس ۱۵ دقیقه	٥٥٥/١	٦٦/٢٥	٩٣/٢٥	٣/٧١	٣٥/٨٣	٢٤/٣١	١٨/٧٥	٠/٦٥
اولتراسونیک	٣٥٤/٤	٤٣	٧٣/٢٥	٢/٨٩	١٣/٢٧	١٧/٨٣	٣٢/٥٠	٠/٧٧
اشعه گاما	٥٠٧/٣	٢٥	٦٢/٢٥	٢/٠٢	١٢/١٦	١٣/٩٣	٤٢/٥	٠/٧٠
اشعه بتا	١٤٧/٦	١٧/٥	٦٠/٢٥	١/٥٢	١٤/٢٨	٧/٥٧	٥٢/٥	٠/٦٧
هیدروپرایمینگ	٣١٤	١٣/٥	٤٤	١/٦٩	١٣/٥٨	١٦/٥٨	٤٠	٠/٥٧
شاهد	١٩٠/١	٢٣/٥	٧٦	١/٩٣	١٦/١٥	١٢/٨٨	٤٥	٠/٥٥
LSD % 5	٧٧/٩٦	٣/٠٣	٤/١٤	٠/٦٢	٤/٧٤	٣/٠٣	١٢/٦٩	٠/١٧

قطر ساقه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تیمار بذر در سطح احتمال یک درصد بر قطر ساقه آفتابگردان معنی دار بوده است (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین داده ها بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار میدان مغناطیس ۵ دقیقه (۰/۸۵ سانتی‌متر) بود که با اشعه های لیزر ۵ و ۱۵ دقیقه و میدان مغناطیسی ۱۵ دقیقه و بتا اختلاف معنی دار داشت. کمترین آن مربوط به تیمار شاهد و هیدروپرایمینگ (۰/۵۵ و ۰/۵۷ سانتی‌متر به ترتیب) مشاهده شد (جدول ۳).

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، می توان گفت در بین تیمارهای تشعشات فیزیکی برای افزایش محصول، بهتر است بذور قبل از کاشت با میدان مغناطیسی و اشعه لیزر تحت تیمار قرار گیرد ولی تیمار با اشعه بتا توصیه نمی شود.

منابع

1-Abdul Baki, A.A, and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Sci., vol.13,pp. 630–633.

2- Afzal, A, Aslam N, Mahmood F, Hameed A, Irfan S and Ahmad G. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Garden depesquisa Bio. 16(1):19- 34.

3- Aladjadjiyan, A., and Ylieva, T. 2002. Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (Nicotiana tabacum L.). Journal central European Agriculture 4:131-135.
4-Anonymous. 2006. Oilseeds: world market and trades, Current World Production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.
5-Artola, A., Carrillo-Castaneda G and Santos G.D.L. 2003. Hydropriming: A Strategy to increase Lotus corniculatus L. Seed vigor. Seed Science and Technology.31:455-463
6- Atak, C., Emiroglu, O., Alikamanoglu, S., Rzakoulieva, A. 2003. Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (Glycine max L.Merrill) tissue cultures. Journal of cell and Molecular Biology 2:113-119.
7- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., Come, D .1998. Free radical scavenging as affected by accelerated aging and subsequent priming in sunflower seeds. Physiol. Plant., 104: 646 - 652.
8- Basra, S.M.A., Zia, N., Mahmood, T., Afzal, A., Khaliq, A .2003. Comparison of different in vigoration techniques in wheat (Triricum aestivum L.) seeds. Pak. J. Arid. Agric. 5:11-16.
9-Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci. Technol. 32:765- 774.
10-Boqumila, B. and D. Bert. 2005. Effects of water supply methods & seed moisture content on germination of cohina aster & tomato. Seed research institute of phenology & floriculture. 18: 96-100.
11- Bradford, K. J. 1995. Water relations in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker Inc. New York. ,pp. 351- 396.
12- Chen, Y.P. Li, L. and Wang, F.M. Li. 2002. The effects of He- Ne laser and KT treatment on the seeds germination and growth of wheat, Acta Laser Biol. Sinica. 6: 412 416.
13-De Souza, A., Garcí D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E., and Licea, L. 2006. Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. Bioelectromagnetics 27: 247-257.
14-Farahvash F., Porfeaizi H., Madadi saray M.A., and Azarfam P., 2007. Effect of gamma irradiation on wheat physiological traits, Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad University of Tabriz Branch, year 1, number 3.
15-Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A., and Khaliq, A., 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Sci. Technol. 34:529- 534.
16-Florez, M., Carbonell, M.V., Martinez, E. 2007. Exposure of maize seed to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. Environmental and Experimental Botany 29,68-75.
17-Fomicheva, V.M., Gavoroon, R.D., Danilov, V.I. 1992. Proliferative activity and cell reproduction in meristems of seedling roots of pea, flax and lentil under conditions of screening of geomagnetic field.Biofizika 37, 745-749.
18- Harris, D. 2005. Priming seed. DFID plant sciences research programme, centre for Arid Studies, University of Bangor. 18:22-25.
19-Iqbal, M., Haq, Z.U., Jamil, Y. and Ahmad, M.R. 2012. Effect of presowing magnetic treatment on properties of pea. Int. Agrophys. 26: 25-31.
20- Kordas, L. 2002. The effect of magnetic field on growth, development and the yield of spring wheat. Polish Journal of Environmental Studies 11:527- 530. Development -CICD, Ljubljana, Yugoslavia.
21-Martinez, E., Carbonell, M.V., Amaya, J.M. 2000. A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (Hordeum vulgare L.). Electro-Magnetobiol,19(3), 271-277.
22-Mc Donald, M.B. 2000. Seed priming. (eds. M. Black and J. D. Bewley). Sheffield Academic press.PP: 287-325.
23-Minorsky, P.V. 2007. Do geomagnetic variations affect plant function?, Journal of Atmospheric and Solar- Terrestrial Physics, 69(14),1770-1774.
24-Mohammadi, S.K. Shekari, F. Fotovat, R. and Darudi, A. 2012. Effect of laser priming on canola yield and its components under salt stress. Int. Agrophys. 26, 45-51.
25-Moon, J-D, Chung, H-S. 2000. Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. Journal of Electrostatics 48, 108-114.
26-Moon, J.D.C., and Sook, H. 2000. Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. Journal Electrostatics 48: 103-114.
27-Palov, I., Stenfano, S., Sirakov, K. 1994. Possibilities for pre-sowing electromagnetic treatment of cotton seeds. Agric. Eng., 3-6.
28-Pietruszweski, S. 1999. Effects of magnetic seed treatments on yields of wheat seed. Sci. Technol, 621-626.
29-Racuciu, M., Creanga, D., and Horga, I. 2008. Plant growth under static magnetic field influence. Romania Journal Physics 53: 353–359.
30- Sanchez, J.A., Munoz, B.C and Fresneda, J. 2001. Combine effects of hrdening hydration- dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber. Seed Science and Technology. 29: 691-697.

31-Schmitz, N., Xia, J.H., Kermode, A.R. 2001. Dormancy of yellow cedar seeds is terminated by gibberellic acid in combination with fluridone or with osmotic priming and moist chilling. Seed Sci. Technol. 29:331-346.

32-Shabrangi, A. 2005. Effect of magnetic field on germination, structure and develop ment on lentil plant. M.S.C. Thesis, branch science plant. Islamic Azad University Science and Research branch.

33-Sobhani, A., A. H. Shirani, and B. Nakhoda. 1998. Guide book for determining crops Leaf Area Index. Extension booklet. SPII. Bio-technology Research department.P.13.

34-Vashisth, A., and Nagarajan, S. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (Helianthus annuus) seeds exposed to static magnetic field. Journal Plant Physiology 167: 149-156.

35-Vasilevski, G. 1987. Results of the laser application in the primary production and food industry. XIII Yugoslavian Symposium of agricultural technique.

36-Vasilevski,G. 2003. Perspectives of the applicatoion of biophysical methods in sustainable Agriculture. Bulg.J. Plant physiol., Special ISSUE, 179-186.

37-Vasilevski, and G. Boshev D. 2002. The effect of gold cutting of magnetic fields on germination of wheat.

38-Vasilevski, G., and Gajdadziev, N. 1988. Laser application in agriculture and food technologies. Conference Developing Counties Export of Agricultural Products Ohrid, Organized by Center for International Cooperation and Development -CICD, Ljubljana, Yugoslavia.

39-Yaldagard, M., S.A. Mortazavi. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for the germination of barley seed. J. Inst. Brew. 114 (1): 14-21.