نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۳(۲۷)، ۱۳۹۲، صفحه ۳۲۶-۳۱۵

اثر روش‌های پرایمینگ فیزیکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر، رشد و عملکرد گندم

بهرام میرشکاری[۱]، فرهاد فرحوش[۲] و سحر باصر کوچه‌باغ [۳]

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر روش‌های مختلف پرایمینگ فیزیکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر، رشد و عملکرد گندم رقم فلات، آزمایشی اجرا شد. تیمارها شامل شش روش پرایمینگ (اولتراسونیک با حداکثر ۳ وات بر سانتی‌متر مربع، لیزر با طول موج ۶۳۲۸ آنگستروم، میدان مغناطیسی با شدت ۰/۶ تسلا، اشعه‌های گاما و بتا با شدت ۲ میکروکوریل) در مدت زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه به همراه شاهد بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای اشعه لیزر و میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه روی طول دوره جوانه‌زنی نهایی بذر گندم از سایر تیمارها موثرتر بودند. گیاهچه‌های حاصل از تیمار میدان مغناطیسی بذور به مدت ۵ دقیقه نسبت به اشعه بتا و اولتراسونیک بنیه قوی‌تری داشتند. گیاه گندم در اثر اعمال تیمارهای میدان مغناطیسی و اشعه گاما در مدت‌های ۱۰- ۵ دقیقه قادر به تولید دانه‌های بزرگ‌تر با وزن هزار دانه برابر ۵۵/۶ گرم بود. عملکرد حاصل از بذور تیمار شده با میدان مغناطیسی ۵ دقیقه‌ای نسبت به شاهد ۲۱/۵ درصد بیشتر برآورد شد. تیمار اشعه لیزر به مدت ۵ دقیقه به همراه تیمارهای میدان مغناطیسی و اشعه گاما در مدت زمان‌های مختلف توانستند عملکردی معادل ۵۸۸ گرم در هر متر مربع تولید کنند. عملکرد دانه در تیمار شاهد ۷۱ گرم کمتر از میانگین بهترین تیمارها بود.

واژگان کلیدی: پرایمینگ فیزیکی، گندم، عملکرد دانه.

Archive of SID

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز (نگارنده‌ی مسئول) Mirshekari@iaut.ac.ir
۲- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز
دریافت: ۹۲/۵/۲۷
پذیرش: ۹۲/۱۰/۴
۳-دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

www.SID.ir

مقدمه

گندم با دارا بودن حدود ۲۲/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت و ۶۸۲ میلیون تن تولید در بین غلات مقام اول را در جهان دارد (Anonymous, 2013). تحقیقات انجام یافته در مناطق خشک و نیمه خشک حکایت از آن دارد که استقرار ضعیف بذور از علل معمول کم بودن عملکرد گیاهان است (Afzal *et al*., 2005). جوانه‌زنی بذر، مرحله پیچیده و پویایی از رشد گیاه می‌باشد و از طریق اثراتی که روی استقرار گیاهچه دارد می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد (Ashraf and Foolad, 2005).

پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذر پیش از قرارگرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورد. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد. به‌طوری‌که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Harris *et al*., 1999).

تیمار بذر با استفاده از روش‌های مختلف انجام می‌شود. از آن جمله می‌توان به تیمار با ترکیبات هورمونی، شیمیایی و روش‌های فیزیکی اشاره کرد (Soltani and Koucheki, 2008). گیاهان به طور طبیعی تحت تاثیر میدان‌های مغناطیسی زمین و میدان‌های الکتریکی موجود در بین زمین و ابرها قرار دارند (Kiatgamjorn *et al*., 2002). گیاهان نسبت به شدت‌های مختلف امواج مغناطیسی پاسخ‌های گوناگونی از خود نشان می‌دهند که می‌تواند اثرات مثبت یا منفی بر عملکرد گیاهان داشته باشد. این پاسخ‌ها به نوع گیاه نیز وابسته است (Kordas, 2002). یکی از راهکارهای افزایش قدرت جوانه‌زنی بذرها، استفاده از میدان الکتریکی و مغناطیسی است که به مانند روش‌های معمول دیگر مثل تیمار با آب معمولی و آب فعال (اسیدی یا قلیایی) می‌تواند قدرت جوانه‌زنی را افزایش دهد (Basiri and Eshaghbeigi, 2006). لیزر موج پیوسته He-Ne (با طول موج ۶۳۲۸ نانومتر) اثرات مثبتی بر افزایش جوانه‌زنی بذر گیاهان، حجم ریشه، بازدهی محصول و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها داشت (Chen *et al*., 2002). تحقیقات نشان داده‌اند که بخشی از فواید بکارگیری تابش نور لیزر روی بذور گیاهان شامل کاهش مصرف آفت کش‌ها، کاهش به‌کارگیری مواد شیمیایی برای رسیدن میوه، کاهش آلودگی آب و خاک و افزایش بازدهی محصول می‌باشد (Vasilevski and Gajdadziev, 1988; Vasilevski, 1987). واکاریا (Vakharia, 1991) گزارش کرد که میدان‌های مغناطیسی موجب افزایش طول ریشه بادام‌زمینی شد. راسیکو و همکاران (Racuciu *et al*., 2006) اثر میدان‌های مغناطیسی را روی برخی از گیاهان زراعی بررسی و مشاهده نمودند که طول ریشه در ذرت‌های تحت تیمار بیشتر بود. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که تابش امواج الکترومغناطیسی اثر مثبتی بر بازدهی محصول دارد. فرح وش و همکاران (Farahvash *et al*., 2007) اثر پرتو گاما را روی برخی از صفات فیزیولوژیک گندم مطالعه و نشان دادند که طول ساقه گندم در شدت تابش ۹۰۰ راد اشعه گاما در طی یک دوره ۸ روزه، بر افزایش میزان محصول تاثیرگذار بود. همچنین، نتایج به‌دست آمده توسط واسیلسکی (Vasilevski, 2003) نشان می‌دهد که اثر نور لیزر به مراتب بیشتر از اشعه‌های گاما و بتا می‌باشد. به گونه‌ای که می‌توان بازدهی محصول را از ۱۰ تا ۵۰ درصد افزایش داد. با توجه به رشد فزاینده جمعیت جهان در حال حاضر و نیاز به رفع احتیاجات غذایی بشر و از طرفی کاهش سطح زیر کشت به دلیل

Archive of SID

www.SID.ir

فرسایش خاک نیاز به روشی زود بازده با رعایت مسئله ایمنی زیستی ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، استفاده بهینه از منابع موجود که پیوسته در حال کاهش می‌باشد، باید مورد توجه قرار گیرد. آزمایش با هدف تعیین تأثیر تیمارهای فیزیکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور، رشد رویشی و عملکرد گندم رقم فلات اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ روی گندم رقم فلات در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در منطقه کرکج در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز اجرا شد. طرح‌های آزمایشی در بخش‌های آزمایشگاهی و گلخانه‌ای تحقیق کاملاً تصادفی و در شرایط مزرعه‌ای بلوک‌های کامل تصادفی بود.

تیمارهای فیزیکی همگی در مدت زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه روی بذرهای خشک و شامل اولتراسونیک (امواج فراصوت) با حداکثر ۳ وات بر سانتی‌متر مربع (Yaldagard and Mortazavi, 2008) اعمال گردید. لیزر موج پیوسته He-Ne (با طول موج ۶۳۲۸ آنگستروم) (Chen *et al*., 2002)، میدان مغناطیسی (Shabrangi, 2005) با شدت ۰/۶ تسلا (Majd *et al*., 2010) و اشعه گاما (Farahvash *et al*., 2007) با شدت ثابت ۲ میکروکوریل، اشعه بتا (Bradford, 1995) با شدت ثابت ۲ میکروکوریل و شاهد بدون تیمار بودند و در آزمایشگاه گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام شد. مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده به شرح زیر بودند:

دستگاه اولتراسونیک مدل ۱۴۳۴/۸۱ فرکانس یک مگاهرتز، با سطح مقطع پنج سانتی‌متر مربع دستگاه لیزر نوع هلیوم- نئون مدل IR2000، طول موج ۶۳۲۸ آنگستروم، ولتاژ ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز، ترانسفورماتور مدل ۲۰۸۶ دارای هسته‌هایی با مقطع مربع شکل جهت ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در بین دو هسته.

مرحله آزمایشگاهی

به منظور آزمون جوانه‌زنی ۵۰ بذر تیمار شده گندم در داخل هر یک از پتری دیش‌های ضدعفونی شده قرار داده شدند و آب در حدی اضافه شد که کاغذهای صافی خیس شوند. نمونه‌ها به مدت ۷ روز بازدید شدند و درصد جوانه‌زنی نهایی (FGP)[1] با استفاده از رابطه ۱ اندازه‌گیری شد. صفات مورد اندازه‌گیری در آزمایشگاه شامل زمان تا تکمیل جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی نهایی (Larsen and Andreasen, 2004)، از روی نمونه‌های انتخاب شده به طور تصادفی بود.

رابطه ۱:

$$FGP = \Sigma n / N \times 100$$

که در آن n تعداد بذر جوانه زده و N تعداد کل بذور است.

مرحله گلخانه‌ای

مخلوطی از شن به میزان یک سوم و خاک مزرعه به میزان دو سوم به گلدان‌هایی با حجم ۹ لیتر اضافه شد و برای هر تیمار تعداد ۲۰ بذر پرایم شده در هر گلدان در عمق ۲ سانتی‌متری کاشته شد و گلدان‌ها به طور مرتب آبیاری و با کود محلول کامل شامل عناصر ماکرو و میکرو تغذیه شدند. آزمایش حدود ۴۵ روز بعد از سبز شدن بذرها ادامه داشت. صفات مورد مطالعه در گلخانه شامل وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر (SVI)[2] بود. برای تعیین وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه نمونه‌ها در آون ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و سپس با ترازوی با دقت یک صدم گرم توزین شدند. نحوه

۱- final germination percentage

۲- seedling vigor index

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه شاخص‌های قدرت گیاهچه با استفاده از فرمول‌های مربوطه (Abdul Baki and Anderson, 1973) و به این ترتیب بود که تعداد ۱۰ گیاهچه از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و سپس وزن خشک گیاهچه آنها اندازه‌گیری شد.

SVI = درصد جوانه زنی نهایی × وزن خشک بخش هوایی

مرحله مزرعه‌ای

کاشت بذور گندم در مزرعه در ۱۳ اردیبهشت ماه در فواصل ردیفی ۱۵ سانتی متر انجام شد. آبیاری بر اساس نیاز گیاه هر ۷ روز یک بار انجام و در مراحل مختلف رشد با کود مایع محلول‌پاشی شدند. صفات مورد مطالعه در مزرعه شامل شاخص کلروفیل برگ، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بود. برای تعیین وزن هزار دانه بوته‌ها پس از برداشت در سایه خشک و سپس بذرها جدا شده و وزن هزار دانه برای هر تیمار توسط ترازوی با دقت یک صدم گرم تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC، مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون LSD و رسم نمودار با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

زمان تا تکمیل جوانه‌زنی

ما بین سطوح مختلف پرایمینگ بذر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد از نظر زمان تا تکمیل جوانه‌زنی بذر گندم رقم فلات وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین زمان تا تکمیل جوانه‌زنی به تیمار بذر با اولتراسونیک ۱۰ دقیقه، (برابر ۹/۵ روز) اختصاص داشت و کمترین زمان تا جوانه‌زنی در تیمار لیزر ۵ دقیقه (برابر ۶/۴ روز) مشاهده شد (جدول ۲). تیمارهای اشعه لیزر و میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه روی زمان تا تکمیل جوانه‌زنی بذر گندم رقم مورد مطالعه موثرتر از سایر تیمارها بودند. تیمارهای اولتراسونیک و اشعه بتا روی این صفت اثر منفی داشتند و در نتیجه آن زمان تا تکمیل جوانه‌زنی از ۶/۵ روز در بهترین حالت تا روز نهم به تأخیر افتاد که نسبت به شاهد هم در کلاس پایین‌تری قرار داشتند (جدول ۲).

درصد نهایی جوانه‌زنی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تاثیر تیمارهای فیزیکی روی درصد جوانه‌زنی نهایی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که پیش تیمار بذور با اشعه لیزر و میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه حدود ۹۲ درصد بذور جوانه‌زنی خود را انجام دادند. در حالی که مقدار این صفت در تیمارهای اولتراسونیک تا ۸۳/۱ درصد و در سایر تیمارها به طور میانگین تا ۸۶/۶ درصد بود (جدول ۲). آنچه که مشخص است قرار دادن بذور در معرض اشعه لیزر و میدان مغناطیسی به مدت بیشتر از ۵ دقیقه روی درصد جوانه‌زنی نهایی اثر منفی داشت. یلداگرد و مرتضوی (Yaldagard and Mortazavi, 2008) نشان دادند که استفاده از امواج فراصوت در تیمار بذر جو موجب افزایش جوانه‌زنی آن شد. مون و سوک (Moon and Sook, 2000) افزایش درصد جوانه‌زنی بذور گوجه فرنگی (*Lycopersicom esculentum* L.) را در اثر پیش تیمار کوتاه مدت بذور با میدان الکتریکی و مغناطیسی مستقیم مشاهده کردند. واشیت و نگاراجان (Vashisth and Nagarajan, 2010) نیز در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) نشان دادند که تیمار نمودن بذر با میدان مغناطیسی در دامنه ۵۰ تا ۲۵۰ میلی تسلا به میزان ۴-۱ ساعت موجب افزایش جوانه‌زنی به

Archive of SID

www.SID.ir

میـزان ۵ تـا ۱۱ درصـد و سـرعت جوانـه‌زنـی بـه میزان ۹ تا ۱۵ درصد شد.

وزن خشک گیاهچه

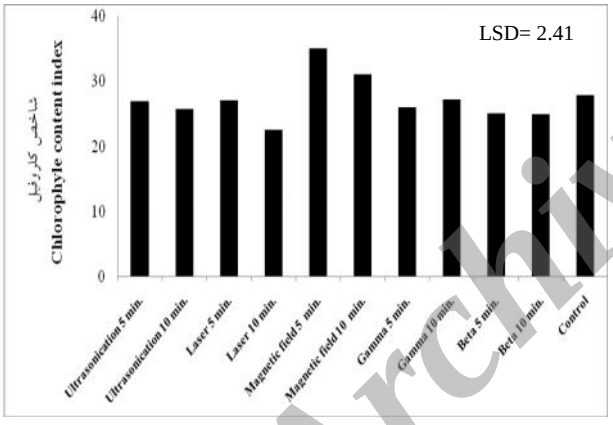
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تاثیر تیمارهای فیزیکی روی وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اختلاف وزن خشک گیاهچه گندم در تیمار میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه (۱/۱۶ گرم) با سایر تیمارها به ویژه شاهد و اشعه گاما معنی‌دار بود (جدول ۲). اشعه بتا روی این صفت ضعیف‌تر از اشعه گاما عمل کرد و در اثر تیمار بذر با اشعه بتا وزن خشک هر گیاهچه گندم ۰/۱ گرم نسبت به اشعه گاما کاهش یافت و مقدار این کاهش نیز معنی‌دار شد. نتایج گزارش‌های شبرنگی (Shabrangi, 2005)، ال- اجادیان و یلیوا (Aladjadjiyan and Ylieva, 2002) و اتک و همکاران (Atak *et al*., 2003) نشان از آن دارد که نمونه‌های گیاهی تحت تیمار میدان مغناطیسی نسبت به شاهد از وزن تر و خشک بیشتری برخوردار بودند.

شاخص بنیه بذر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، تاثیر تیمارهای فیزیکی روی شاخص بنیه بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. شاخص بنیه بذر از حداقل ۷۱/۵ در میانگین تیمارهای اشعه بتا و اولتراسونیک تا حداکثر ۱۰۸/۷ در تیمار میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه تغییر کرد. گیاهچه‌های حاصل از بذور در معرض میدان مغناطیسی به مدت ۵ دقیقه نسبت به میانگین تیمارهای اشعه بتا و اولتراسونیک ۱/۵۲ برابر بنیه قوی‌تری داشتند. قرار دادن بذر گندم در معرض میدان مغناطیسی به مدت ۱۰ دقیقه موجب گردید شاخص بنیه بذر تا حد تیمار شاهد کاهش یابد (جدول ۲). این نتیجه با توجه به کاهش نسبی در مقادیر مولفه‌های این شاخص (درصد جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه) دور از انتظار نبود.

شاخص کلروفیل برگ

تاثیر تیمارهای فیزیکی روی شاخص کلروفیل برگ گندم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای میدان مغناطیسی در مدت‌های ۱۰-۵ دقیقه روی شاخص کلروفیل برگ گندم رقم مورد مطالعه موثرتر از سایر تیمارها بودند و در این تیمارها مقدار این شاخص ۱/۳ برابر میانگین سایر تیمارها بود (شکل ۱). بر اساس تحقیقات بادیگاناوار (Badigannavar, 2007)، در اثر تابش اشعه گاما، اکسیژن آزاد تولید می‌شود که این امر با افزایش انتقال الکترون موجب بهبود کارایی فتوسیستم‌های یک و دو و در نتیجه سبب افزایش میزان کلروفیل می‌شود.



شکل ۱- تاثیر روش‌های مختلف پرایمینگ بذر بر شاخص کلروفیل برگ گندم

Figure 1- Effect of seed priming methods on leaf chlorophyll content index of wheat

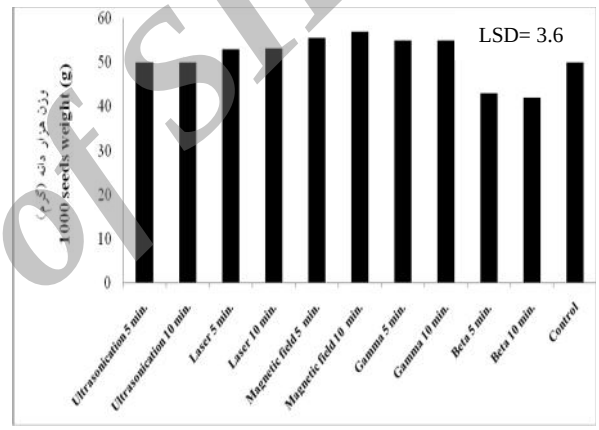
وزن هزار دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، تاثیر تیمارهای فیزیکی روی وزن هزار دانه گندم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای میدان مغناطیسی و اشعه گاما در مدت‌های ۱۰- ۵

Archive of SID

www.SID.ir

دقیقه اثر یکنواخت و موثری نسبت به سایر تیمارها روی وزن هزار دانه از خود نشان دادند و در این شرایط گندم قادر به تولید بذرهای بزرگ‌تر با وزن هزار دانه برابر ۵۵/۶ گرم بود. در حالی که مقدار این صفت در میانگین تیمارهای اولتراسونیک و اشعه لیزر به همراه شاهد نتوانست از حد ۵۱/۵ گرم فراتر رود (شکل ۲). پودلیونی (Podleoeny, 2002) گزارش کرد که تیمار بذر باقلا با اشعه لیزر موجب افزایش طول غلاف و وزن صد دانه شد.

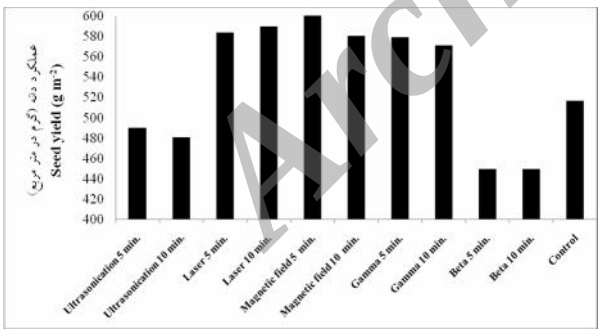


شکل ۲- تاثیر روش‌های مختلف پرایمینگ بذر بر وزن هزار دانه گندم

Figure 2- Effect of seed priming methods on 1000 seeds weight of wheat

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد که اثر پرایمینگ بذور در سطح احتمال ۵ درصد روی این صفت معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها (شکل ۳) بیانگر آن است که وقتی بذور گندم بعد از تیمار با میدان مغناطیسی ۵ دقیقه‌ای کشت شدند، عملکرد دانه آن (۶۲۷ گرم در متر مربع) نسبت به شاهد (۵۱۷ گرم در متر مربع) حدود ۲۱/۵ درصد افزایش نشان داد. از نظر عملکرد دانه تیمار اشعه لیزر به مدت ۵ دقیقه نیز به همراه تیمارهای میدان مغناطیسی و اشعه گاما در مدت زمان‌های مختلف از سایر تیمارها به طور معنی‌دار فاصله گرفتند و توانستند به طور میانگین عملکردی معادل ۵۸۸ گرم در هر متر مربع تولید کنند. بذور بدون تیمار از نظر این صفت بهتر از تیمارهای اولتراسونیک و اشعه بتا ظاهر شدند و عملکرد آن فقط ۷۱ گرم کمتر از میانگین بهترین تیمارها بود. در حالی که مقدار این کاهش در میانگین تیمارهای اولتراسونیک و اشعه بتا ۱۲۰ گرم در متر مربع محاسبه شد (شکل ۳). بر اساس بیان فقه‌نبی و همکاران (Feghe Nabi *et al*., 2007)، تیمار بذر توسط میدان مغناطیسی اثر محسوسی در افزایش عملکرد کلزا داشت. همچنین، دی‌سوزا و همکاران (De Souza *et al*., 2006) افزایش میانگین وزن میوه در بوته، عملکرد در واحـــد سطح و وزن خشک گوجه‌فرنگی را در اثر پیش تیمار بذور با میدان مغناطیسی گزارش نمودند.



شکل ۳- تاثیر روش‌های مختلف پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه گندم

Figure 3- Effect of seed priming methods on of wheat seed yield

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر روش‌های مختلف تیمار بذر روی برخی از ویژگی‌های جوانه‌زنی گندم در آزمایشگاه و گلخانه

Table 1- Analysis of variance for effects of seed priming methods on traits in wheat

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)			
		زمان تا تکمیل جوانه زنی Time to final germination	درصد جوانه زنی نهایی Final germination percentage	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص بنیه بذر Seedling vigor index
تیمار Treatment	10	841.54*	70000.01**	6.00*	182511.48**
خطای آزمایشی Error	22	241.82	6932.05	1.59	6153.05
ضریب تغییرات CV (%)	-	19.22	9.58	13.42	9.59

*,**: significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تاثیر روش‌های مختلف تیمار بذر روی برخی از ویژگی‌های جوانه‌زنی گندم در آزمایشگاه و گلخانه

Table 2- Means comparison for effects of seed priming methods on germination traits in wheat

تیمار Treatment	زمان تا تکمیل جوانه‌زنی Time to final Germination (day)	درصد جوانه‌زنی نهایی Final germination percentage	وزن خشک گیاهچه Seedling dry Weight (g)	شاخص بنیه بذر Seedling vigor index
اولتراسونیک ۵ دقیقه Ultrasonication 5 min.	9	83	0.85	70.6
اولتراسونیک ۱۰ دقیقه Ultrasonication 10 min.	9.5	83.2	0.85	70.7
لیزر ۵ دقیقه Laser 5 min.	6.4	90	0.98	88.2
لیزر ۱۰ دقیقه Laser 10 min.	8	87.1	0.85	74.0
میدان مغناطیسی ۵ دقیقه Magnetic field 5 min.	6.5	93.7	1.16	108.7
میدان مغناطیسی ۱۰ دقیقه Magnetic field 10 min.	7.8	87.5	1.04	91
اشعه گاما ۵ دقیقه Gamma 5 min.	7.9	87.5	0.98	58.8
اشعه گاما ۱۰ دقیقه Gamma 10 min.	7.9	87.5	0.98	58.8
اشعه بتا ۵ دقیقه Beta 5 min.	9	85	0.85	72.3
اشعه بتا ۱۰ دقیقه Beta 10 min.	9	85	0.85	72.3
شاهد Control	8	86.5	0.93	80.4
LSD (5%)	0.89	3.9	0.08	14.9

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر روش‌های مختلف تیمار بذر روی برخی از ویژگی های رشدی و عملکرد گندم در مزرعه

Table 5- Analysis of variance for effects of seed priming methods on agronomic traits in wheat

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)		
		شاخص کلروفیل برگ Chlorophyle content index	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (g m^{-2})
بلوک Replication	2	745.21*	8000.11*	124.25*
تیمار Treatment	10	15543.12	19110.00	1184513.46
خطای آزمایش Error	20	3531.05	3789.18	267820.93
ضریب تغییرات CV (%)	-	21.14	12.15	10.18

*: significant at 0.05 probability levels

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

References **منابع مورد استفاده**

- Abdul Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria . *Crop Science*. 13: 630-633.
- Afzal, I., S.M.A. Basras, N. Ahmad, and M. Farooq. 2005. Optimization of hormonal priming techniques for evaluation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum*). *Caderno de Pesquisa Serie Biologia*. 17 (1): 95-109.
- Aladjadjiyan, A., T. Ylieva. 2003. Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (*Nicotiana tabacum* L.). *Journal of Central European Agriculture*. 4: 131-135.
- Anonymous. 2013. FAOSTAT. http://www.nue.okstate.edu/crop information/world wheat production.html.
- Ashraf, M.R., and M. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment a shutgun approach to improve germination, plant growth and crop yield of barley (*Hordeum vulgare*) under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*. 88: 217-223.
- Atak C., O. Emiroglu, S. Alikamanoglu, and A. Rzakoulieva. 2003. Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glycine max* L. Merrill) tissue cultures. *Journal of Cell and Molecular Biology*. 2: 113-119.
- Badigannavar, A.M. 2007. Effect of gamma irradiation on three peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. Ph.D. Thesis, University of Mumbai, 121p.
- Basiri, M., and A. Eshaghbeigi. 2006. Application of electrostatic methods in small seeds improvement. 5th National Congress on Mechanization, Ferdowsi University, Mashhad, Iran, p: 165. (In Persian).
- 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.
- Chen Y.P., L. Li, and F.M. Wang. 2002. The effects of He, Ne, laser and KT treatment on the seeds germination and growth of wheat. *Acta Laser Biology Sinica*. 6: 412-416.
- De Souza, A., D. Garcí, L. Sueiro, F. Gilart, E. Porras, and L. Licea. 2006. Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants. *Bioelectromagnetics*. 27: 247-257.
- Drozd, D. 1994. The effect of laser radiation on spring wheat properties. *International Journal of Agrophysic*. 8: 209-214.
- Farahvash, F., H. Porfeaizi, M.A. Madadi Saray, and P. Azarfam. 2007. Effect of gamma irradiation on wheat physiological traits. *Journal of Agricultural Sciences*. 1 (3): 38-50. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

- Feghe Nabi, F., M. Tajbakhsh, and A. Hasanzadeh Gorttapeh. 2007. Effect of different seed treatments on yield and yield components of rape seed. Ms.C. Thesis in Agronomy, Urmia Univ., 158p. (In Persian).
- Harris, D., A. Joshi, P.A. Khan, P. Gothkar, and P.S. Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*. 35: 15-29.
- Kiatgamjorn, P., W. Khan-Nagren, and S. Nitta. 2002. The effect of electric field on bean sprouting. International Conference on Electromagnetic, 13-16 February, Maharashtra, India, pp. 1-4.
- 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.
- Larsen, S.U., and C. Andreasen. 2004. Light and heavy turf-grass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science*. 44: 1710-1720.
- Majd, A., S. Farzpour Majiani, and D. Deranian. 2010. Study effect of magnetic field on seed germination of mungbean. *Journal of Plant Science Research*. 18 (2): 25-34.
- Mohammadi, S.K., F. Shekari, R. Fotovat, and Darudi A. 2012. Effect of laser priming on canola yield and its components under salt stress. *International Journal of Agrophysic*. 26: 45-51.
- Moon, J.D.C., and H. Sook. 2000. Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. *Journal of Electrostatics*. 48: 103-114.
- Podleoeny, J. 2002. Effect of laser irradiation on the biochemical changes in seeds and the accumulation of dry matter in the faba bean. *International Journal of Agrophysic*. 16: 209-213.
- Racuciu, M., G.H. Calugaru, and D.E. Creanga. 2006. Static magnetic field influence on some plants growth. *Romanian Journal of Physics*. 51: 245-251.
- Shabrangi, A. 2005. Effect of magnetic field on germination, structure and development of lentil. 2008. Ms.C. Thesis in Biology, Islamic Azad University, Science and Research branch, 198p. (In Persian).
- Soltani, A., and A. Koucheki. 2008. Effect of seed priming on germination and seedling growth of cotton under drought conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 5 (14): 8-15. (In Persian).
- Vakharia, D.N. 1991. Influence of magnetic treatment on groundnut yield attributes. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2: 131-136.
- Vashisth, A., and S. Nagarajan. 2010. Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *Journal of Plant Physiology*. 167: 149-156.

Archive of SID

www.SID.ir

- Vasilevski, G. 1987. Results of the laser application in the primary production and food industry. 13th Yugoslavian Symposium of Agricultural Technique. 11-13 August, Ohrid, Macedonia.
- Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the applicatoion of biophysical methods in sustainable agriculture. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. Special Issue, 179-186.
- Vasilevski, G., and D. Boshev. 1995. The use of laser light as a possibility for production of healthy food. Eco-Conference, 22-25 July, Skopje, Macedonia.
- Vasilevski, G., and N. Gajdadziev. 1988. Laser application in agriculture and food technologies. Conference on Developing Counties Export of Agricultural Products, 1-4 June, Ljubljana, Yugoslavia.
- Yaldagard, M., and S.A. Mortazavi. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for the germination of barley seed. *Journal of Plant Physiology*. 114 (1): 14-21.

Archive of SID

www.SID.ir