Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره چهارم، زمستان ۹۵
۸۵-۱۰۱
http://ejcp.gau.ac.ir

# تأثیر پرایمینگ فیزیکی بذر بر فنولوژی، برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم در کشت تأخیری

**بهرام میرشکاری***
دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
تاریخ دریافت: ۹٤/٤/۲٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۲/۱٤

## چکیده

**سابقه و هدف:** برخی از زارعین به دنبال برداشت گندم پاییزه در اوایل تابستان نسبت به کشت سویا به‌عنوان زراعت ثانویه مبادرت می‌کنند. کشت به موقع سویا در این شرایط برای توفیق در زراعت آن مهم است. به‌منظور استفاده هرچه بهتر از زمین، با بهره‌برداری از فناوری‌های خاص می‌توان ضمن برداشت تا حدودی زودتر گندم بدون تغییر محسوس در عملکرد، دوره رشدی مناسبی را برای زراعت ثانویه نیز فراهم آورد. استقرار مناسب گیاه زراعی یکی از چالش‌های اصلی در تولید است و اهمیت آن برای زارعین همانند پژوهشگران مشخص شده است. پرایمینگ بذر به‌عنوان یک فناوری جهت افزایش سرعت و یکنواختی سبز کردن، بنیه بالا و بهبود عملکرد در گونه‌های زراعی شناخته شده است. در مطالعه‌ای امواج اولتراسونیک به تسریع در سبزکردن و رسیدگی زودهنگام (۱۰-۵ روزه) گیاهان زراعی منتج شد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر پیش‌تیمارهای فیزیکی بذر بر استقرار گیاهچه، دوره رشد و عملکرد گندم پاییزه رقم الوند در کشت‌های به موقع و تأخیری انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش‌ها در گلخانه و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل قرار دادن بذرهای گندم در معرض اشعه‌های اولتراسونیک، لیزر، میدان مغناطیسی، گاما و بتا در مدت‌های ۳/۵ و ۵ دقیقه و تاریخ‌های کاشت ۵ و ۲۵ مهرماه بودند. تجزیه آماری داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار MSTAT-C انجام یافت. از تجزیه واریانس برای آزمایش معنی‌داری منابع تغییرات و از آزمون LSD (P≤۰/۰۵) برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها استفاده گردید.

* مسئول مکاتبه: mirshekari@iaut.ac.ir



www.SID.ir

Archive of SID



**یافته‌ها:** تمامی پیش‌تیمارهای بذر در مقایسه با بذرهای شاهد، بهبود ضریب یکنواختی سبزکردن را به دنبال داشت. شاخص قدرت گیاهچه به‌طور معنی‌داری به انواع تیمارهای بذر پاسخ مثبت نشان داد. اختلاف معنی‌داری از لحاظ زمان بین کاشت تا برداشت بین تیمارهای لیزر، گاما و بتا وجود نداشت. بذرهای گندم تحت تیمار با میدان‌های مغناطیسی، امواج اولتراسونیک و کوتاه‌مدت اشعه گاما، از کلروفیل بیش‌تری در برگ‌ها برخوردار بودند. تیمار اشعه گاما به‌مدت ۳/۵ دقیقه همانند تیمارهای میدان مغناطیسی و اولتراسونیک، بذرهای سنگین‌تر با وزن هزاردانه معادل ۵۰/۵ گرم را تولید کرد، در حالی‌که مقدار این صفت در سایر تیمارها و شاهد فقط ٤٠/٥ گرم بود. اختلاف معنی‌داری بین عملکرد بذر به‌دست آمده از تاریخ‌های کاشت به موقع و تأخیری مشاهده نگردید و مقدار آن به‌طور متوسط از ٣٣٤ گرم در مترمربع در شاهد تا ٤٨٠/١ گرم در مترمربع در اشعه‌های لیزر، بتا و بلندمدت گاما در حال تغییر بود.

**نتیجه‌گیری:** تیمار فیزیکی بذر گندم پاییزه رقم الوند با میدان مغناطیسی، امواج اولتراسونیک و کوتاه‌مدت اشعه گاما می‌تواند به‌صورت مؤثر جهت بهبود رشد، ظهور به موقع فرآیندهای فنولوژیک و پایداری عملکرد در شرایط کشت تأخیری مورد استفاده قرار گیرد.

***واژه‌های کلیدی:*** استقرار گیاهچه، امواج اولتراسونیک، کشت تأخیری، کلروفیل



www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

گندم (*Triticum aestivum*) یک غله دانه‌ای است که در سطح جهانی زراعت می‌شود. تولید گندم در ایران طی سال ۱۳۹۳ حدود ۱۰/۲ میلیون تن بود (۵). برخی از زارعین به دنبال برداشت گندم پاییزه در اوایل تابستان نسبت به کشت سویا به‌عنوان زراعت ثانویه مبادرت می‌کنند. کشت به موقع سویا در این شرایط برای توفیق در زراعت آن مهم است. به‌منظور استفاده هرچه بهتر از زمین، با بهره‌برداری از روش‌های زراعی خاص می‌توان ضمن برداشت تا حدودی زودتر گندم، بدون تغییر محسوس در عملکرد، دوره رشدی مناسبی را برای زراعت ثانویه نیز فراهم آورد (٤).

استقرار مناسب گیاه زراعی یکی از چالش‌های اصلی در تولید است و اهمیت آن برای زارعین همانند پژوهشگران مشخص شده است (۱۱). سبزشدن و استقرار گیاهچه در تعیین تراکم نهایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت دارد. یکی از راه‌های بهبود جوانه‌زنی و سبزشدن بذر استفاده از روش پرایمینگ است (۸). پرایمینگ بذر به‌عنوان یک فناوری جهت افزایش سرعت و یکنواختی سبزکردن، بنیه بالا و بهبود عملکرد در گونه‌های زراعی شناخته شده است (۲۰). تیمارهای فیزیکی به‌عنوان تحریک‌کننده‌های زیستی در کشاورزی کاربرد دارند. اطلاعات اندکی درباره روش‌های تأثیر تیمار فیزیکی بذر بر پتانسیل عملکرد گیاهان وجود دارد (۲۲). پرایمینگ فیزیکی بذر گندم ممکن است سبزکردن و رشد آن را بهبود دهد (۹). در آزمایش انجام شده توسط فاروق و همکاران (۲۰۰۳) به‌منظور بررسی امکان بهبود عملکرد گندم در حالت کشت تأخیری با استفاده از تکنیک پرایمینگ بذر، سبزکردن و استقرار اولیه گیاهچه، آلومتری، عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. با این‌حال، پرایمینگ بذر تأثیری بر ارتفاع گیاه، تعداد سنبلچه‌ها و وزن هزاردانه نداشت (۱۹). در مطالعه‌ای امواج اولتراسونیک به تسریع در سبزکردن و رسیدگی زودهنگام (۱۰-۵ روزه) گیاهان زراعی منتج شد (۳). کاربرد شدت‌های پایین‌تر اشعه گاما در مقایسه با شاهد، تأثیر مثبتی بر رشد و عملکرد بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) داشت (۲۱). به‌طور مشابه، دوبی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که ارتفاع و تعداد شاخه‌های موجود در هر بوته بامیه در اثر تیمار بذر آن با شدت‌های مختلف اشعه گاما افزایش یافت (١٦). مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر برخی تیمارهای فیزیکی بر بهبود سبز مزرعه، فنولوژی و عملکرد گندم در شرایط کشت‌های به موقع و تأخیری اجرا شد.



www.SID.ir

Archive of SID



## مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. تبریز با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه، طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه و ارتفاع ۱۳٦۰ متر از سطح دریاهای آزاد در شمال‌غرب ایران و اقلیم سرد و نیمه‌خشک واقع شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم شنی با EC برابر ۰/۷٤ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته برابر ۷/۹ و مقدار ماده آلی برابر ۰/۸۱ درصد بود.

آزمایش حاضر در دو مرحله به‌شرح زیر اجرا شد:

۱- مرحله گلخانه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای فیزیکی بر سبزکردن و استقرار اولیه گیاهچه‌های گندم.

۲- مرحله مزرعه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای فیزیکی بر فنولوژی و عملکرد گندم در شرایط کشت به موقع و تأخیری.

طرح آزمایشی مورد استفاده در گلخانه به‌صورت کاملاً تصادفی و در شرایط مزرعه‌ای به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی هر کدام در سه تکرار بود. بذرهای گندم با قوه نامیه ۸۵ درصد با اولتراسونیک (امواج فراصوت) با حداکثر ۳ وات بر سانتی‌مترمربع، لیزر با موج پیوسته He-Ne (با طول موج ٦۳۲۸ آنگستروم)، میدان مغناطیسی با شدت ۰/٦ تسلا، اشعه‌های گاما و بتا هر دو با شدت ثابت دو میکروکوریل و همگی به مدت‌های ۳/۵ و ۵ دقیقه تیمار شدند. انجام تیمارها در آزمایشگاه گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام شد. همچنین بذرهای عاری از هر گونه تیمار به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. در حالت کلی در شرایط گلخانه‌ای فقط یک فاکتور پرایمینگ در ۱۱ سطح و در شرایط مزرعه‌ای دو فاکتور شامل پرایمینگ در ۱۱ سطح و تاریخ کاشت در دو سطح در نظر گرفته شدند.

**بخش گلخانه‌ای:** تعداد ۲۵ عدد بذر به تفکیک از هر تیمار شمارش و در گلدان‌هایی با ابعاد ۳۰×۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ٤۵ سانتی‌متر و حاوی خاک مزرعه تحت شرایط گلخانه‌ای کاشته شدند. تعداد بذرهای سبزشده بر اساس راهنمای ارزیابی مؤسسه آنالیز بذر[1] (٦) یادداشت گردید.

زمان لازم برای سبزکردن ۵۰ درصد گیاهچه‌ها ($E_{50}$) مطابق رابطه ۱ به‌دست آمد (۱۲).

$$E_{50} = t_i + (N/2 - n_i)(t_j - t_i)/n_j - n_i \qquad (۱)$$

1- Association of Official Seed Analysis



www.SID.ir

Archive of SID



که در آن، N تعداد نهایی بذرهای سبزشده، $n_i$ و $n_j$ تعداد تجمعی بذرهای سبزکرده در شمارش‌ها در زمان $t_i$ و $t_j$، زمانی‌که $n_i < N/2 < n_j$ است.

متوسط زمان سبزکردن[1] بر اساس رابطه ۲ محاسبه گردید (۱۸).

$$MET = \sum D_n / \sum n \qquad (۲)$$

که در آن، n تعداد بذرهای سبزشده در روز D ام و D تعداد روزهای شمارش شده از شروع سبزکردن است.

ضریب یکنواختی سبزکردن[2] با استفاده از رابطه ۳ به‌دست آمد (۱۰).

$$CUE = \sum n / \sum \left[ (\bar{t} - t) \times n \right] \qquad (۳)$$

که در آن، t زمان از روز کاشت بر حسب روز، n تعداد بذرهای سبزشده کامل در روز t و $\bar{t}$ معادل متوسط زمان سبزکردن است.

درصد نهایی سبزکردن[3] بر اساس تعداد تجمعی بذرهای جوانه‌زده دارای ریشه‌چه‌های عادی و طبق رابطه ٤ محاسبه شد (٢٤).

$$FEP = \sum n / N \times 100 \qquad (٤)$$

که در آن، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش و N تعداد کل بذرهای موجود در هر تیمار است.

شاخص قدرت گیاهچه[4] طبق رابطه ۵ محاسبه شد (۱).

$$SVI = SDW \times FEP \qquad (۵)$$

که در آن، SDW[5] وزن خشک گیاهچه است.

1- Mean Emergence Time (MET)
2- Coefficient of Uniformity of Emergence (CUE)
3- Final Emergence Percentage (FEP)
4- Seedling Vigor Index (SVI)
5- Seedling Dry Weight



www.SID.ir

Archive of SID



**بخش مزرعه‌ای:** عملیات شخم پاییزه با استفاده از گاوآهن به همراه کاربرد ۱۲ تن در هکتار کود دامی انجام گردید. قبل از کاشت، پلات‌هایی در سطح مزرعه به ابعاد ٦×٤ متر ایجاد شد. بذرهای گندم رقم الوند به‌صورت دستی در دو تاریخ ۵ مهرماه و ۲۰ روز بعد از آن (۲۵ مهرماه به‌عنوان کشت تأخیری) با فاصله بین ردیفی ۱۵ سانتی‌متر و در عمق ۵-٤ سانتی‌متر کاشته شدند. رقم الوند نسبت به خوابیدگی و ریزش دانه مقاوم بوده و نسبت به شوری و محدودیت آب متحمل است و با تیپ رشد نیمه زمستانه، از مقاومت خوبی در برابر سرما نیز برخوردار است. مقدار بذر مصرفی در شرایط آزمایشی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی، کودهای فسفاته و پتاسه به‌ترتیب به مقدار ۸۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. کود نیتروژنه به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در سه مرحله زمان کاشت، ساقه‌روی در اوایل بهار و مرحله چکمه (بوتینگ) در نسبت‌های به‌ترتیب ۱:۲:۱ به‌کار برده شد. چهار مرحله آبیاری تا ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی در همه تیمارها اجرا شد. علف‌های هرز در دو مرحله به‌صورت دستی در طی فصل رشد حذف گردید. به هنگام رسیدگی کامل، سنبله‌ها به‌طور جداگانه از هر پلات برداشت گردید. شاخص سطح برگ[1] و محتوی کلروفیل برگ[2] در ۷۵ روز پس از سبزشدن در شرایط مزرعه‌ای تعیین گردید. تعداد ۳۰۰ بذر از هر یک از تیمارها انتخاب و با ترازوی با دقت یک‌صدم توزین شده و از روی آن وزن هزاردانه محاسبه شد. تعداد بوته‌های واقع در سطح یک مترمربعی از وسط هر کرت برداشت و برای محاسبه عملکرد دانه استفاده شد.

**جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش در دو عمق نمونه‌برداری.**

**Table 1. Result of soil analysis for research area in two sampling depth.**

| عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) Sampling depth (cm) | فسفر قابل‌جذب (پی‌پی‌ام) Available Phosphorous (ppm) | پتاسیم قابل‌جذب (پی‌پی‌ام) Available Potassium (ppm) | درصد ماده آلی Organic matter (%) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$) | اسیدیته pH | شن (درصد) Sand (%) | سیلت (درصد) Silt (%) | رس (درصد) Clay (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-20 | 25 | 180 | 1.06 | 1.11 | 7.7 | 68 | 20 | 12 |
| 20-35 | 15 | 85 | 0.41 | 0.32 | 7.9 | 63 | 24 | 16 |

1- Leaf Area Index (LAI)
2- Chlorophyll Content Index (CCI)



www.SID.ir

Archive of SID



تجزیه آماری داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار MSTAT-C انجام یافت. از تجزیه واریانس برای آزمایش معنی‌داری منابع تغییرات و از آزمون LSD (P≤٠/٠٥) برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها استفاده گردید.

## نتایج و بحث

**آزمایش گلخانه‌ای:** تکنیک‌های پیش‌تیمار بذر موجب کاهش زمان تا شروع سبز مزرعه، ٥٠ درصد سبزکردن و متوسط زمان سبزکردن در مقایسه با شاهد گردید. حداقل زمان جهت شروع سبزکردن (٥/٢ روز)، ٥٠ درصد سبزکردن (١١/٥٦ روز) و متوسط زمان سبزکردن (١٣/٦ روز) از میانگین تیمارهای اولتراسونیک، لیزر و میدان مغناطیسی در هر دو مدت زمان پرتودهی به همراه پرتودهی در زمان کم‌تر اشعه گاما مشاهده شد. مقادیر این صفات در بذرهای تیمار شده با اشعه بتا و اشعه طولانی‌مدت گاما از لحاظ آماری همانند شاهد بود (جدول ٣). همچنین همه تیمارها در مقایسه با بذرهای بدون پیش‌تیمار، ضریب یکنواختی سبزکردن را بهبود بخشیدند. به‌طوری‌که، حداکثر ضریب یکنواختی در سبزکردن به دنبال اعمال تیمارهای اولتراسونیک و میدان مغناطیسی حاصل شد (جدول ٣). اخیراً پژوهش‌های فراوانی روی بهینه‌سازی بنیه بذرها که موجب بهبود جوانه‌زنی و رشد سریع‌تر آن می‌شود، انجام شده است (٩ و ١٢). تأثیر تیمارهای مورد مطالعه روی درصد نهایی سبزکردن معنی‌دار بود. مقدار میانگین این شاخص در بذرهای تیمار شده با میدان مغناطیسی و اولتراسونیک حدود ٩٤/٦ درصد، ولی در تیمارهای لیزر، بتا و مدت زمان بالاتر تیمار اشعه گاما فقط ٨٤/١ درصد بود که از لحاظ آماری اختلافی با شاهد نداشت (جدول ٣). همان‌طوری که مون و چانگ (٢٠٠٠) نیز بر آن تأکید دارند، قرار دادن بذرهای گوجه‌فرنگی در معرض میدان مغناطیسی از طریق تسریع در روند فعالیت‌های تجزیه بیوشیمیایی مواد ذخیره‌ای در دانه موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه‌ها نسبت به بذور تیمار نشده می‌شود (٢٦).



www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر روش‌های پیش‌تیمار بذر بر استقرار اولیه گندم در گلخانه.**

**Table 2. Analysis of variance for the effects of pre-treatment methods on early stand establishment of wheat in greenhouse.**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | زمان تا شروع سبزکردن Time to start emergence | زمان تا ۵۰ درصد سبزکردن Time taken to 50 % of emergence of seedling | میانگین زمان سبزکردن Mean emergence time | ضریب یکنواختی سبزکردن Coefficient of uniformity of emergence | درصد نهایی سبزکردن Final emergence percentage | وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight | شاخص قدرت گیاهچه Seedling vigor index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمار Treatment | 10 | 2.99* | 3.65* | 5.76* | 0.40* | 152.13** | 0.99* | 65.02* |
| خطا Error | 22 | 0.76 | 1.09 | 2.08 | 0.11 | 20.79 | 0.32 | 18.81 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | - | 13.98 | 14.76 | 15.76 | 15.43 | 12.12 | 12.43 | 6.89 |

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

*, ** Mean significant difference at 5% and 1% probability levels respectively.



www.SID.ir

جدول ۳- تأثیر روش‌های پیش‌تیمار بذر بر استقرار گیاهچه گندم در گلخانه.

**Table 3. Effect of pre-treatment methods on early stand establishment of wheat in greenhouse.**

| تیمارها<br>Treatments | زمان تا شروع سبزکردن (روز)<br>Time to start emergence (day) | زمان تا ۵۰ درصد سبزکردن (روز)<br>$T_{50}$ (day) | میانگین زمان سبزکردن (روز)<br>MET (day) | ضریب یکنواختی سبزکردن<br>CUE | درصد نهایی سبزکردن<br>FEP | وزن خشک گیاهچه (گرم)<br>SDW (g) | شاخص قدرت گیاهچه (درصد)<br>SVI (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| امواج فراصوت ۳/۵ دقیقه<br>Ultrasonic 3.5 min. | 5.0 $^{a}$ | 11.1 $^{a}$ | 13.0 $^{a}$ | 0.85 $^{a}$ | 96.0 $^{a}$ | 0.68 $^{ab}$ | 65.3 $^{b}$ |
| امواج فراصوت ۵ دقیقه<br>Ultrasonic 5 min. | 5.0 $^{a}$ | 11.5 $^{a}$ | 13.1 $^{a}$ | 0.92 $^{a}$ | 94.8 $^{a}$ | 0.64 $^{bc}$ | 60.7 $^{b}$ |
| لیزر ۳/۵ دقیقه<br>Laser 3.5 min. | 5.8 $^{a}$ | 12.1 $^{a}$ | 14.1 $^{a}$ | 0.58 $^{b}$ | 82.5 $^{b}$ | 0.5 $^{d}$ | 41.3 $^{c}$ |
| لیزر ۵ دقیقه<br>Laser 5 min. | 5.8 $^{a}$ | 12.4 $^{a}$ | 14.3 $^{a}$ | 0.53 $^{b}$ | 84.0 $^{b}$ | 0.5 $^{d}$ | 42.0 $^{c}$ |
| میدان مغناطیسی ۳/۵ دقیقه<br>Magnetic field 3.5 min. | 4.5 $^{a}$ | 11.0 $^{a}$ | 13.5 $^{a}$ | 0.91 $^{a}$ | 94.0 $^{a}$ | 0.69 $^{ab}$ | 64.9 $^{b}$ |
| میدان مغناطیسی ۵ دقیقه<br>Magnetic field 5 min. | 4.5 $^{a}$ | 11.0 $^{a}$ | 13.6 $^{a}$ | 0.91 $^{a}$ | 93.6 $^{a}$ | 0.79 $^{a}$ | 73.9 $^{a}$ |
| گاما ۳/۵ دقیقه<br>Gamma 3.5 min. | 5.8 $^{a}$ | 11.8 $^{a}$ | 13.6 $^{a}$ | 0.63 $^{b}$ | 86.0 $^{b}$ | 0.48 $^{d}$ | 41.3 $^{c}$ |
| گاما ۵ دقیقه<br>Gamma 5 min. | 7.4 $^{b}$ | 13.5 $^{b}$ | 17.2 $^{b}$ | 0.63 $^{b}$ | 87.5 $^{b}$ | 0.45 $^{d}$ | 39.4 $^{c}$ |
| بتا ۳/۵ دقیقه<br>Beta 3.5 min. | 8.0 $^{b}$ | 13.0 $^{b}$ | 17.0 $^{b}$ | 0.59 $^{b}$ | 82.5 $^{b}$ | 0.46 $^{d}$ | 38.4 $^{c}$ |
| بتا ۵ دقیقه<br>Beta 5 min. | 7.5 $^{b}$ | 13.8 $^{b}$ | 16.8 $^{b}$ | 0.59 $^{b}$ | 82.0 $^{b}$ | 0.48 $^{d}$ | 39.4 $^{c}$ |
| شاهد<br>Control | 7.5 $^{b}$ | 13.6 $^{b}$ | 16.1 $^{b}$ | 0.50 $^{b}$ | 85.00 $^{b}$ | 0.53 $^{cd}$ | 45.1 $^{c}$ |



Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID



حداکثر وزن خشک گیاهچه (۰/۷۹ گرم) از تیمار میدان مغناطیسی به‌مدت ۵ دقیقه و پس از آن از تیمارهای میدان مغناطیسی به‌مدت ۳/۵ دقیقه و اولتراسونیک معادل ۰/٦۸ گرم و کم‌ترین آن از تیمارهای گاما، بتا و شاهد (۰/٤۵ گرم) حاصل شد (جدول ۳). شاخص قدرت گیاهچه نسبت به انواع تکنیک‌های پرایمینگ بذر پاسخ مثبت و معنی‌دار نشان داد. یافته‌ها نشان می‌دهد که شاخص قدرت گیاهچه نیز همانند وزن خشک آن در اثر پرایمینگ بذر افزایش می‌یابد. در این مطالعه، با کاهش مدت زمان قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی از ۵ به ۳/۵ دقیقه شاخص قدرت گیاهچه تضعیف گردید (جدول ۳). تولید گیاهچه‌های کم‌بنیه در اثر پرایمینگ بذر با شدت‌های بالاتر میدان مغناطیسی در فلفل شیرین (*Capsicum annum* L.) گزارش گردیده است (۱۷). در آزمایش حاضر، شاخص قدرت گیاهچه در بذرهای تیمار شده با اشعه‌های گاما و بتا مشابه بذرهای شاهد بود (شکل ۲). در مطالعه‌ای دیگر پرایمینگ بذر موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی، کاهش زمان بین کاشت تا سبزشدن، بهبود قدرت گیاهچه، استقرار مناسب و افزایش عملکرد شد (۱۵).

**آزمایش مزرعه‌ای:** به دنبال کاشت بذرها در ۵ و ۲۵ مهرماه، زمان برداشت محصول در میانگین تیمارهای میدان مغناطیسی و اولتراسونیک به‌ترتیب ۷/٦ و ۱٦/۸ روز زودتر از شاهد اتفاق افتاد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که بذرهای تیمار شده از توانایی بهتری جهت تکمیل فرآیند سبزشدن در زمان کوتاه و مقابله با تنش‌های احتمالی محیطی برخوردار بودند. این استقرار سریع و یکنواخت گیاه را قادر می‌سازد تا سایر وقایع فنولوژیک خود را در زمان مناسب تکمیل کند (۲۳). علاوه بر این، گوپتا و هانسیگی (۲۰۱۰) گزارش نموده‌اند که بذرهای پیش تیمار شده نعناع (*Mentha piperita*) منجر به تولید گیاهچه‌هایی با بنیه قوی‌تر، گلدهی زودهنگام و عملکرد بیش‌تری گردید (۲۰). در پژوهش حاضر، اختلاف معنی‌داری بین اشعه‌های لیزر، گاما و بتا از لحاظ زمان بین کاشت تا برداشت وجود نداشت و در تمامی پلات‌ها همگی گیاهان دوره رشدی خود را ۳۰٦/۸ روز پس از کاشت تکمیل کردند (جدول ۵). این مطالعه پیشنهاد می‌کند که رشد گیاهان کشت شده با تأخیر را می‌توان با بهره‌گیری از تکنیک‌های پرایمینگ بذر بهبود داد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تیمار بذر به افزایش قدرت و تسریع در سبزشدن گیاهچه‌ها، وقوع سریع‌تر مراحل فنولوژیک و سودمندی‌های مرتبط با عملکرد منجر گردید (۱۹).



www.SID.ir

جدول ٤- تجزیه واریانس تأثیر روش‌های پیش‌تیمار بذر بر ویژگی‌های رشد و عملکرد گندم در مزرعه.

**Table 4. Analysis of variance for the effects of pre-treatment methods on growth and yield of wheat in field.**

| منابع تغییر S.O.V | درجه آزادی df | زمان از کاشت تا برداشت Time from sowing to harvesting | شاخص سطح برگ Leaf area index | شاخص محتوی کلروفیل Chlorophyle content index | وزن هزاردانه 1000 seed weight | عملکرد دانه Seed yield |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replicate | 2 | 40.11 | 11.26 | 10.33 | 1.25 | 200.52 |
| روش‌های پیش‌تیمار Pre-treatment techniques | 10 | 40.99* | 10.69* | 50.15* | 8.21* | 456.41* |
| تاریخ کاشت Sowing time | 1 | 14.45 | 9.99* | 9.56 | 2.89 | 40.33 |
| اثر متقابل Interaction | 10 | 90.99** | 11.49* | 14.53 | 6.00 | 88.98 |
| خطا Error | 42 | 13.55 | 3.40 | 14.12 | 2.89 | 135.78 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | - | 16.23 | 18.20 | 20.00 | 14.25 | 10.87 |

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

*, ** Mean significant difference at 5% and 1% probability levels respectively.



Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۵- اثر متقابل روش‌های پیش‌تیمار بذر و تاریخ کاشت روی شاخص سطح برگ و زمان از کاشت تا برداشت گندم در مزرعه.**

**Table 5. Interaction of pre-treatment methods and plantiny date on leaf area index and time from plantiny to harvesting of wheat.**

| تیمارها Treatments | تاریخ کاشت Sowing time | | | |
|---|---|---|---|---|
| | شاخص سطح برگ Leaf area index | | زمان از کاشت تا برداشت (روز) Time from Sowing to Harvesting (day) | |
| | به موقع On time | تاخیری Delayed | به موقع On time | تاخیری Delayed |
| امواج فراصوت ۳/۵ دقیقه Ultrasonic 3.5 min. | 2.95 a | 3.0 a | 301.7 b | 291.0 a |
| امواج فراصوت ۵ دقیقه Ultrasonic 5 min. | 3.11 a | 3.0 a | 301.0 b | 289.5 a |
| لیزر ۳/۵ دقیقه Laser 3.5 min. | 2.65 b | 2.7 b | 305.0 b | 303.3 b |
| لیزر ۵ دقیقه Laser 5 min. | 2.62 b | 2.7 b | 305.0 b | 304.9 b |
| میدان مغناطیسی ۳/۵ دقیقه Magnetic field 3.5 min. | 3.07 a | 3.0 a | 305.5 b | 291.5 a |
| میدان مغناطیسی ۵ دقیقه Magnetic field 5 min. | 2.99 a | 3.1 a | 302.0 b | 287.0 a |
| گاما ۳/۵ دقیقه Gamma 3.5 min. | 2.64 b | 2.6 b | 310.0 c | 305.0 b |
| گاما ۵ دقیقه Gamma 5 min. | 2.70 b | 2.6 b | 309.0 c | 305.0 b |
| بتا ۳/۵ دقیقه Beta 3.5 min. | 2.70 b | 2.6 b | 309.0 c | 307.3 b |
| بتا ۵ دقیقه Beta 5 min. | 2.65 b | 2.5 b | 311.0 c | 306.9 b |
| شاهد Control | 2.70 b | 2.5 b | 310.1 c | 306.5 b |



www.SID.ir

Archive of SID



تیمار بذرها با میدان مغناطیسی و یا امواج اولتراسونیک و کاشت آن‌ها در ۲۵ مهرماه از لحاظ شاخص سطح برگ مشابه با تاریخ کاشت ۵ مهرماه بود. از طرف دیگر، شاخص سطح برگ از نظر آماری در اثر تأخیر ۲۰ روزه در کاشت بذر، تحت‌تأثیر قرار نگرفت. کم‌ترین شاخص سطح برگ (۲/۵) از کاشت تأخیری بذرهای بدون اعمال تیمار فیزیکی (شاهد) به‌دست آمد (جدول ٦). نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که تیمار بذرها با میدان مغناطیسی تأثیر مثبتی بر رشد اندام‌های هوایی گندم رقم مورد مطالعه داشته است، که با گزارش‌های آلاجاجیان و ییلیوا (۲۰۰۲) روی توتون (*Nicotiana tabaccum*) و اتک و همکاران (۲۰۰۳) روی سویا (*Glycine max*) همخوانی دارد (۳ و ۷). مقادیر رشد و وزن تر گیاهچه‌ها می‌تواند در اثر تیمار بذر با میدان مغناطیسی افزایش یابد. مجد و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که به دنبال قرارگیری نمونه‌های ماش (*Vicia sativa* L.) در معرض میدان مغناطیسی با شدت ۱۷۰۰ گری به‌مدت ۲۰ دقیقه در شرایط مرطوب، بوته‌های حاصله در مقایسه با شاهد از حداکثر شاخص سطح برگ برخوردار شدند (۲۵).

محتوی کلروفیل در برگ گیاهچه‌های به‌دست آمده از بذرهای پیش‌تیمار شده با میدان مغناطیسی، امواج اولتراسونیک و اشعه کوتاه‌مدت گاما بیش‌تر بود و با افزایش مدت زمان تیمار اشعه گاما از ۳/۵ به ۵ دقیقه، مقدار این شاخص به‌طور معنی‌داری افت پیدا کرد. در این پژوهش، تیمار اشعه گاما به‌مدت ۳/۵ دقیقه همانند تیمارهای میدان مغناطیسی و اولتراسونیک، بذرهای سنگین‌تر با وزن هزاردانه معادل ۵۰/۵ گرم را تولید کرد، در حالی‌که مقدار آن در سایر تیمارها و شاهد فقط ٤٠/٥ گرم بود (جدول ٦). رانگ و رادپیر (۲۰۰۷) در مطالعه روی رازیانه به نتیجه مشابهی رسیدند (۲۷). تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه حاصل از تاریخ‌های کاشت به موقع و تأخیری وجود نداشت و مقدار آن از ٣٣٤ گرم در مترمربع در شاهد تا ٤٨٠/١ گرم در مترمربع در تیمارهای اشعه لیزر و بتا و بلندمدت گاما متغیر بود (جدول ٦). میدان‌های مغناطیسی فاکتورهای محیطی هستند که بر گیاهان اثر می‌کنند و همان‌گونه که توسط آلاجاجیان (۲۰۰۷)، داوی و همکاران (۲۰۰۹) و واسیلوسکی (۲۰۰۳) گزارش شده است (۲، ١٤ و ۲۸)، تیمار بذر با میدان مغناطیسی موجب تحریک جوانه‌زنی و بهبود پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی می‌شود. همچنین این یافته‌ها با نتایج دی‌سوزا و همکاران (٢٠٠٦) در مورد تأثیر مثبت و معنی‌دار پیش‌تیمار بذر با میدان مغناطیسی بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) تطبیق دارد (۱۳). گوپتا و هانسیگی (۲۰۱۰) نتیجه گرفتند که پرایمینگ بذرهای نعناع با تیمارهای مختلف فیزیکی به‌عنوان گزینه مؤثر جهت دستیابی به حداکثر



www.SID.ir

Archive of SID



عملکرد بیولوژیک و بازگشت سرمایه خالص در هر دو واریته مورد مطالعه بود (۲۰). در بررسی یلداگرد و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد جو در اثر تیمار اولتراسونیک حدود ٦/٥ درصد افزایش داشت. همچنین امکان دارد که انرژی الکتریکی و نور آزاد شده در اثر تیمارهای فوق‌الذکر موجب ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و یا بیوشیمیایی در بذر و در نتیجه کنترل فرآیند جوانه‌زنی شود (۲۹).

**جدول ٦- تأثیر روش‌های پیش‌تیمار بذر روی شاخص محتوی کلروفیل و وزن هزاردانه گندم.**

**Table 6. Effect of pre-treatment methods on chlorophyle content index and 1000 seeds weight of wheat.**

| تیمارها<br>Treatments | شاخص محتوی کلروفیل<br>Chlorophyle content index | وزن هزاردانه (گرم)<br>1000 seed weight (g) | عملکرد دانه (گرم در مترمربع)<br>Seed yield (g $m^{-2}$) |
|---|---|---|---|
| امواج فراصوت ۳/۵ دقیقه<br>Ultrasonic 3.5 min. | 41.5 [b] | 50.0 [a] | 530.3 [b] |
| امواج فراصوت ۵ دقیقه<br>Ultrasonic 5 min. | 48.0 [a] | 50.0 [a] | 485.1 [b] |
| لیزر ۳/۵ دقیقه<br>Laser 3.5 min. | 32.0 [c] | 41.0 [b] | 300.4 [c] |
| لیزر ۵ دقیقه<br>Laser 5 min. | 35.1 | 41.2 [b] | 322.1 [c] |
| میدان مغناطیسی ۳/۵ دقیقه<br>Magnetic field 3.5 min. | 50.0 [a] | 51.0 [a] | 480.9 [b] |
| میدان مغناطیسی ۵ دقیقه<br>Magnetic field 5 min. | 50.1 [a] | 53.2 [a] | 548.9 [b] |
| گاما ۳/۵ دقیقه<br>Gamma 3.5 min. | 48.5 [a] | 48.5 [a] | 475.1 [b] |
| گاما ۵ دقیقه<br>Gamma 5 min. | 30.0 [c] | 40.0 [b] | 340.0 [c] |
| بتا ۳/۵ دقیقه<br>Beta 3.5 min. | 32.1 [c] | 40.3 [b] | 353.1 [c] |
| بتا ۵ دقیقه<br>Beta 5 min. | 30.2 [c] | 39.4 [b] | 337.5 [c] |
| شاهد<br>Control | 30.0 [c] | 41.0 [b] | 350.9 [c] |



www.SID.ir

Archive of SID



## نتیجه‌گیری کلی

تیمار فیزیکی بذر گندم پاییزه رقم الوند با میدان مغناطیسی، امواج اولتراسونیک و کوتاه‌مدت اشعه گاما می‌تواند به‌صورت مؤثر جهت بهبود رشد، ظهور به موقع فرآیندهای فنولوژیک و پایداری عملکرد در شرایط کشت تأخیری مورد استفاده قرار گیرد.

## سپاسگزاری

هزینه این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأمین شده است. بدین‌وسیله نگارنده مراتب قدردانی خود را از ریاست و معاون محترم پژوهش و فناوری دانشگاه اعلام می‌دارد.

## منابع

1.Abdul – Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci., 13: 630-633.
2.Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Euro. Agric., 8: 369-380.
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.). J. Cent. Euro. Agric., 4: 131-135.
4.Allahyari, H. 2007. Alternating agricultural systems based on wheat in Iran. Ministry of Agriculture, East Azerbaijan, Iran. 298p. (In Persian)
5.Anonymous. 2015. FAOSTAT.FAO.org.
6.Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook Contribution No. 32 to the handbook of seed testing. Association of official seed analysis, Springfield, II. 254p.
7.Atak, C., Emiroglu, O., Alikamanoglu, S., and Rzakoulieva, A. 2003. Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glycine max* L. Merrill) tissue cultures. J. Cell Molec. Biol., 2: 113-119.
8.Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013. Effects of hydro and homonal priming on yield and yield components of chickpea in irrigated and rain-fed conditions. Electronic J. Crop Prod., 6: 4. 1-18.
9.Basra, S.M.A., Zia, M.N., Mehmood, T., Afzal, L., and Khaliq, A. 2003. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. Pak. J. Arid Agric., 5: 6-11.
10.Bewley, J.D., and Black, M. 1985. Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, NY, USA. 299p.



www.SID.ir

Archive of SID



11.Chivasa, W., Harris, D., Chiduza, C., and Mashingaidze, A.B. 1998. Agronomic practices, major crops and farmer's perceptions of the importance of good stand establishment in Musikavanhu communal area, Zimbabwe. J. Appl. Sci., 4: 19-25.
12.Coolbear, S., Verma, P., and Pahuja, S.S. 1984. Effect of seed priming on germination, phenology and growth of sorghum under late- sown conditions. J. Trop. Agric., 44: 9-15.
13.De Souza, A., Garci, 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.Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., and Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Researcj J. Agric. Biol. Sci., 5: 161-166.
15.Diniz K.A, Silva, P.A., Oliveira, J.A., and Evangelista, J.R.E. 2009. Sweet pepper seed responses to inoculation with microorganisms and coating with micronutrients, amino acids and plant growth regulators. Agric. Sci., 66: 293-297.
16.Dubey, A.K., Yadav, J.R., and Singh, B. 2007. Studies on induced mutations by gamma irradiation in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Monch.). Prog. Agric., 7: 46-48.
17.El-ebad, M., and Abbas, R. 2009. Sweet pepper seed responses to different doses of magnetic field. Egyptian J. Med. Plants, 19: 4. 111-116.
18.Ellis, R.A., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol., 9: 373-409.
19.Farooq, M., Basra, S.M.A., Rehman, H., and Saleem, B.A. 2007. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. J. Agron. Crop Sci., 194: 55-60.
20.Gupta, T., and Hunsigi, S.L. 2010. Improving the performance of peppermint (*Mentha piperita*) by physical seed priming under semi-arid conditions. Ind. J. Med. Plants Res., Special Issue: 15-21.
21.Hejazi, A.Z., and Hamideddin, N. 2010. The effect of gamma irradiation on enhancement of growth and seed yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) and associated molecular changes. J. Hort., 2: 3. 38-51.
22.Hernandez, A.C., Michtchenko, A., and Dominguez, J. 2001. Biostimulation effects of low-intensity laser light on cucumbers seeds. 6th Congreso Nacional de Ingenieria Electromecanica y de Sistemas, D.F (Mexico). 48p.
23.Kant, S., Verma P., and Pahuja, S.S. 2003. Growth and yield maintenance in bread wheat by seed priming under late-sown conditions. Acta Agron Hung., 51: 445-453.
24.Larsen, S.U., and Andreasen, C. 2004. Light and heavy turf-grass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. Crop Sci., 44: 1710-1720.



www.SID.ir

Archive of SID



25.Majd, A., Farzpourmachiani, S., and Dorranian, D. 2010. Evaluation of the effect of magnetic fields of seedling ontogenesis and growth of vetch (*Vicia sativa* L.). J. Plant Sci. Res., 5: 8-17.
26.Moon, J.D., and Chung, H.S. 2000. Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. J. Radic. Prot., 11: 103-114.
27.Rang, J., and Radpir, R. 2007. Fennel (*Foeniculum vulgare*) yield components responses to seed priming with physical agents. Ind. J. Plant Sci., 8: 1. 123-128.
28.Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue: 179-186.
29.Yaldagard, M., Mortazavi, S.A., and Tabatabaie, F. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: optimization of method by the Taguchi approach. J. Institute Brewing Publication no. G-2008-0303-527.



www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir