بررسی اثر مدت زمان و دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی (*Lepidium sativum*) در بسترهای مختلف

سیدعلی نورحسینی*[1]، نرگس‌خاتون جوکار[2]

[1]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

[2]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر مدت زمان و دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی در بسترهای مختلف، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه گیاهشناسی مرکز آموزش کشاورزی دانشگاه جامع علمی کاربردی استان گیلان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای این تحقیق شامل دو نوع بستر جوانه‌زنی (کاغذ و ماسه)، مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی در سه سطح (بلافاصله، ٦ ساعت، ۱۲ ساعت) و دمای پیش‌تیمار رطوبتی در دو سطح (۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۲/٤٥٨) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (۲٤/۸۹۷) در تیمار بستر ماسه با مدت زمان شش ساعت پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. همچنین بیشترین مقادیر میانگین سرعت جوانه‌زنی (٤/۹٥٥) و متوسط زمان جوانه‌زنی (۱/٦٥٥) در تیمار بستر کاغذ در بلافاصله پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. شش ساعت پیش‌تیمار با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در بستر ماسه بیشترین ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (۱۰۹/۷۸۸) را نشان داد. بیشترین مقادیر شاخص بنیه گیاهچه (۱۰۷٦۱)، طول ریشه‌چه (۵۵/۸۳۲ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۵۳/۷۲۰ میلی‌متر) و طول گیاهچه (۱۰۷/٦۱۰ میلی‌متر) در تیمار بستر کاغذ با مدت زمان دوازده ساعت پیش‌تیمار رطوبتی وجود داشت. به همین ترتیب بیشترین مقادیر این شاخص‌ها (با میانگین‌های ۱۱۹۷٦، ٦۳/۹۹۸ میلی‌متر و ۵۷/۰۷۰ میلی‌متر) در تیمار بستر کاغذ با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بیشترین ضریب آلومتری (۱/۱۹۵) نیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان ۱۲ ساعت پیش‌تیمار رطوبتی مشاهده شد. به طور کلی پیش‌تیمار رطوبتی بذر در مدت زمان و دمای مناسب می‌تواند بهبود جوانه‌زنی و بنیه‌گیاهچه را به همراه داشته باشد که منجر به تولید بهتر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، طول گیاهچه، دما، مدت زمان

*نویسنده مسئول: Noorhosseini.SA@gmail.com

مقدمه

امروزه گیاهان‌دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. شاهی گیاهی یکساله متعلق به خانواده *Brassicaece* با نام علمی *Lepidus sativum* L. است (Zargari, 2011). از این گیاه برای درمان آسم، اسهال خونی و خواب آلودگی استفاده می‌شود (Radwan et al., 2007). در بین عوامل موثر بر پتانسیل عملکرد گیاهان، بذر یکی از کم هزینه‌ترین ولی عامل بسیار مهم و موثر در افزایش پتانسیل تولید است. کیفیت بذر توسط فاکتورهای متعددی تعیین می‌شود از جمله مهمترین این فاکتورها می‌توان به قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر اشاره نمود. مشخص شده است بنیه بذر بر روی استقرار مناسب گیاهان، می‌تواند اثر قابل توجهی داشته باشد. در چرخه زندگی گیاهان، جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در نظر گرفته می‌شود. پیش‌تیمار رطوبتی یا آماده سازی بذر به تعدادی از روش‌های مختلف بهبود دهنده کارکرد بذر و افزایش کیفیت بذر در شرایط نامساعد محیطی اطلاق می‌شود (Basra et al., 2004) که در تمامی آن‌ها آبگیری کنترل شده بذر اعمال این روش تیمارهای افزایش دهنده بنیه جوانه‌زنی است. در روش پیش‌تیمار رطوبتی، بذور با آب خالص و بدون استفاده از هیچگونه ماده شیمیایی تیمار می‌شوند. این نوع پیش‌تیمار بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذر خیسانده می‌شود، آغاز می‌گردد. پیش‌تیمار رطوبتی بذرها یکی از روش‌های مناسب برای تسریع و افزایش در جوانه‌زنی می‌باشد و باعث بهبود استقرار بذرها در شرایط مزرعه می‌شود (Eisvand et al., 2013). در سال‌های اخیر جهت بهبود جوانه‌زنی بذر کارهای بسیاری انجام شده است که پیش‌تیمارهای رطوبتی روشی است موفقیت‌آمیز برای بذرهایی که دارای قوه نامیه ضعیفی هستند همچنین در شرایط پرتنش محیطی کشت می‌شوند (Rehman et al., 2015). در طی آزمایشات استاندارد جوانه‌زنی براساس مقررات ایستا، مدت زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی، نرخ و یکنواختی جوانه‌زنی در بذرهای پیش تیمار شده کلزا، گندم، نخود، سویا، یونجه، ذرت، سویا، هندوانه، برنج، کاهو و لوبیا به طور معنی‌داری بهبود یافت و این امر حکایت از تسریع جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر در اثر کاربرد تیمارها پیش از کاشت بذر دارد (Basra et al., 2003; Bailly et al., 1998). بعضی از محققین اثرات مثبت پیش‌تیمار رابر جوانه‌زنی گیاهان مختلف مورد بررسی قرار دادند که این روش‌های تیماری در افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی موثر هستند (Demir kaya et al., 2006; Murungu et al., 2003; Ansari et al., 2012; Maurmicale, 1996; Cang et al., 2007). این گزارشات حاکی از این است که استفاده از تیمارهای مختلف بذری سبب افزایش در شاخص جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته می‌شود (Younesi et al., 2014). پیش‌تیمار سبب تغییرات زیستی و فیزیولوژیکی زیادی در بذر و همچنین گیاه حاصل از آن می‌گردد، به طوری که نتیجه این عمل در جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول قابل مشاهده می‌باشد. مرحله جوانه‌زنی بذر جهت تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد و تراکم کافی بوته در واحد سطح هنگامی حاصل می‌شود که بذرهای کشت شده به‌طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند (Najafi et al., 2015). جوانه‌زنی از مهمترین و حساس‌ترین مراحل رشدی محصولات زراعی است یکنواختی و درصد سبز شدن بذر می‌تواند تأثیر زیادی روی عملکرد و کیفیت محصول داشته باشند (Shahrousvand, 2010; Najafi et al., 2015; Rehman et al., 2015). غالباً شرایط خاک موجب جوانه‌زنی فعال و رشد مطلوب گیاهچه نمی‌شود و تنش‌های فیزیکی از قبیل افزایش یا کاهش درجه حرارت، کمی یا زیادی رطوبت می‌تواند اثرات معکوسی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه داشته باشند. به‌طور کلی پیش‌تیمار بذر به اعمال هر نوع تیماری قبل از کاشت به‌منظور ارتقاء مولفه‌هایی چون جوانه‌زنی، سرعت سبز شدن و

استقرار اولیه اطلاق می‌شود. (Shahrousvand, 2010). افزایش کیفیت بذر اغلب فرایندی کاملا پیچیده می‌باشد برای جلوگیری از صدمات ناشی از جذب آب و استفاده از شبکه مواد جامد و کنترل جذب آب می‌باشد. در کشورهای در حال توسعه تنها در حدود ۱۰ درصد از نیازهای بذری کشاورزان مطابق شرایط قانونی سیستم بذر بوده است. در کشورهای درحال توسعه بیش از ۸۰ درصد از بذرمصرفی برای کاشت محصولات بوسیله کشاورز ذخیره می‌شود. پیش‌تیمار بذر تکنیکی برای پیش جوانه زنی می‌باشد، که باعث جوانه‌زنی سریع، همزمان و یکنواخت بذرها می‌گردد (Abdolrahmani et al., 2011). پیش‌تیمار بذر دوره کاشت تا استقرارگیاهچه را کوتاه کرده و صدمات ناشی از قرارگیری بذرها در شرایط محیطی نامساعد را کاهش می‌دهد (Ansari et al. 2012; Abdolrahmani et al., 2011). پیش‌تیمار با محدود کردن آبگیری بذر بوسیله محلول‌های اسمزی باعث توسعه‌ی فاز انتقال می‌گردد. در این تئوری پیش‌تیمار باعث از بین رفتن موانع جوانه‌زنی شده وجوانه‌زنی بذر سریع‌تر و همزمان صورت می‌گیرد (Alipour Abokhely et al., 2015). این تکنیک شامل فرایندهایی است که بذر آب جذب کرده و پس از خشک کردن بذرها، آنها را برای مدت تعیین شده در محیطی با درجه حرارت خاص قرار می‌دهند. این تکنیک همچنین بر سبز شدن همزمان بذرها، و در نتیجه استقرار گیاهان زراعی در مزرعه تاثیرگذار است (Ashraf et al., 2005). پیش‌تیمار دارای اشکال متنوعی شامل هیدروپرایمینگ، هیدروترموپرایمینگ، اسموپرایمینگ، ماتریک پرایمینگ و انواعی دیگر می‌شود. در همین راستا از مواد مختلفی استفاده می‌شود. مثلا هورمون‌های گیاهی پلی‌اتیلن گلیکول و نمک‌های معدنی در اسمو پرایمینگ کاربرد دارند (Azarnia et al., 2016; Rezaei Sokhat Abandani et al., 2009). در ماتریک پیش‌تیمار بذرها با مواد خاصی در آب با نسبت‌های مشخصی مخلوط می‌شود. در همین راستا ممکن است از ترکیبات زیستی محافظ گر نیز استفاده شود. تاثیرات مثبت استفاده از این مواد در استقرار گیاهان مشاهده شده است. سودمندی پیش‌تیمار پس از خشک شدن بذرها به مدت طولانی در بذر باقی می‌ماند (Murungu et al., 2003). درجه حرارت مناسب برای پیش تیمار بین ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد گزارش می‌شود. مدت زمان مناسب پیش‌تیمار بین چند ساعت تا چند هفته وابسته به گونه گزارش شده است. در چنین وضعیتی بذرها از داخل محلول برداشته شده و پس از آبشویی خشک می‌شوند. پیش تیمار مطلوب بایستی غیر سمی، اقتصادی و تاثیرگذار بر فرآیند جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه باشد (Rezaei Sokhat Abandani et al., 2009). در مناطق دیم یکی از مسایل بسیار مهمی که وجود دارد مسئله کمبود آب و عدم بارندگی کافی می‌باشد بنابراین تحت پیش‌تیمار رطوبتی بذرها می‌توانند سریع‌تر جوانه زده و مستقر شوند مشکلی ایجاد نخواهد شد (Joudi and Sharifzadeh, 2006). پیش‌تیمار رشد جنین را بهبود می‌بخشد و همچنین منجر به بهبود استقرار گیاهچه می‌شود (Ashrafi and Razmjou, 2010). در پیش‌تیمار بذرها قبل از جوانه‌زنی و مواجهه با شرایط محیطی از لحاظ بیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند به عبارت دیگر در جریان پیش‌تیمار بذر تا شروع تقسیم سلولی تحریک می‌شود پس از خشک شدن و آبگیری مجدد از همان منطقه که خشک شده بود به فعالیت خود ادامه می‌دهد (Nabi et al., 2014). هدف از اجرای این آزمایش بررسی تغییر ویژگی‌های جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاه شاهی تحت اثر پیش‌تیمار رطوبتی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه گیاهشناسی مرکز آموزش کشاورزی دانشگاه جامع علمی کاربردی استان گیلان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای این تحقیق شامل

دو نوع بستر جوانه‌زنی (کاغذ و ماسه)، مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی در سه سطح (بلافاصله، ٦ ساعت، ١٢ ساعت) و دمای پیش‌تیمار رطوبتی در دو سطح (١٥ و ٢٥ درجه سانتی‌گراد) بودند. برای انجام این آزمایش توده‌ای از بذر شاهی که تولید یکنواخت و کنترل شده‌ای داشتند تهیه شد و برای هر واحد آزمایشی ٥٠ عدد بذر شمارش گردید. سپس بذرهای شاهی با هیپوکلریت سدیم ٠/٠٥ درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند. سپس بذرها براساس مدت زمان‌های تعیین شده جهت پیش‌تیمار رطوبتی درون آب مقطر قرار داده شدند. یک‌سری از آنها به انکوباتور با دمای ٢٥ درجه سانتی‌گراد و سری دوم به انکوباتور با دمای ١٥ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. این موضوع به گونه‌ای طراحی شد که همه‌ی بذرهای تمامی تیمارها به طور همزمان از شرایط پیش‌تیمار رطوبتی خارج و برای قرار دادن در بسترهای جوانه‌زنی آماده شوند. پس از اجرای پیش‌تیمار رطوبتی، بذرها در شرایط هوای آزاد قرار گرفتند تا محتوای رطوبتی آنها بین حدود ٨ تا ٩ درصد کاهش داده شود. در مرحله بعد، در هر واحد آزمایشی تعداد ٥٠ عدد بذر در داخل بسترهای کاغذی و ماسه قرار داده شدند. برای تهیه بسترها از ظروف مخصوص، کاغذ حوله‌ای و ماسه استفاده شد. ظرف‌های تهیه شده برای بسترهای کشت ابتدا با هیپوکلریت یک درصد ضدعفونی گردیدند. سپس درب ظرف‌های جوانه‌زنی را با پارافیلم کاملاً بسته و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با رطوبت نسبی ٧٠ درصد و درجه حرارت ٢٥ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز چهارم تا روز دهم به صورت روزانه در ساعتی معین انجام گرفت. تعداد گیاهچه‌هایی عادی (گیاهچه‌هایی که تحت شرایط مطلوب رطوبت، دما و نور در صورت کشت در خاک می‌توانند به گیاه کامل تبدیل شوند) و غیر عادی (گیاهچه‌های که حتی در شرایط مناسب، توانایی تبدیل شدن به گیاه سالم را ندارند) بر مبنای معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذرمشخص گردید (Anonymous, 2003). برای اندازه‌گیری خصوصیات جوانه‌زنی و صفات طولی، پس از ثابت شدن تعداد بذرهای جوانه‌زده، بعد از گذشت ده روز، از هر محیط کشت به طور تصادفی تعداد ده گیاهچه نرمال انتخاب شدند و صفات طول ریشه‌چه[٢]، طول ساقه‌چه[٣] و طول گیاهچه[٤] با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شدند. میانگین ده گیاهچه برای هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. در این مطالعه برای روند درصد تجمعی جوانه‌زنی و همچنین روند افزایش طول‌های ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه از برنامه Germin (Soltani and Maddah, 2010) استفاده شد. سایر شاخص‌های مورد ارزیابی در تحقیق حاضر شامل نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه[٥]، درصد جوانه‌زنی نهایی[٦]، شاخص بنیه گیاهچه[٧]، سرعت جوانه‌زنی[٨]، میانگین سرعت جوانه‌زنی[٩]، ضریب سرعت جوانه‌زنی[١٠]، متوسط زمان جوانه‌زنی[١١]، متوسط جوانه‌زنی روزانه[١٢]، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی[١٣] و ضریب آلومتری[١٤] (عبارت است از نسبت طولی یا وزنی ساقه‌چه به ریشه‌چه است که با کاهش آب قابل استفاده برای گیاه، این ضریب نیز کم می‌شود. برای تیمارهای مختلف این آزمایش ضریب آلومتری با نسبت طولی محاسبه شد) بودند که به شرح زیر مورد محاسبه قرار گرفتند:

2. Radicle Length
3. Plumule Length
4. Seedling Length
5. Length Ratio of Radicle to Plumule
6. Final Germination Percentage
7. Seedling Vigour Index
8. Germination Speed
9. Mean Germination Speed
10. Coefficient of Germination Speed
11. Mean Germination Time
12. Mean daily Germination
13. Coefficient of Uniformity of Germination
14. Allometric Coefficient

(۱) درصد جوانه‌زنی نهایی (FGP)

$$FGP= \sum \frac{n}{N}\times 100$$

در این رابطه n = شمار بذرهای جوانه زده عادی و N = شمار کل بذرها می‌باشد.

(۲) شاخص بنیه گیاهچه (SVI)

$$SVI =FGP\times SL$$

در این رابطه FGP =درصد جوانه‌زنی نهایی و SL= طول گیاهچه می‌باشد.

(۳) سرعت جوانه‌زنی (GS)

$$GS = \sum(\frac{n}{t})$$

(٤) میانگین سرعت جوانه‌زنی (MGS)

$$MGS = \frac{\sum (nt)}{\sum n}$$

(۵) ضریب سرعت جوانه‌زنی (CGS)

$$CGS = \frac{\sum n.100}{\sum (nt)}$$

(٦) متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT)

$$MGT = \frac{\sum Dn}{N}$$

(۷) متوسط جوانه‌زنی روزانه (MDG)

$$MDG= \frac{FGP}{D}$$

(۸) ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (CUG)

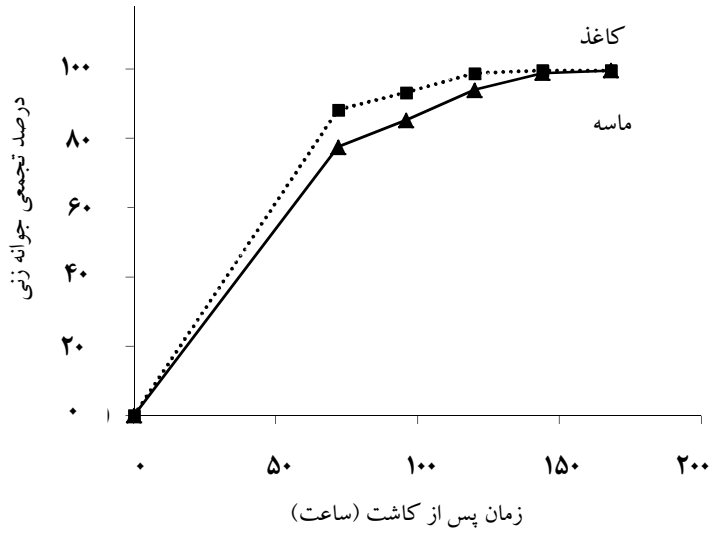
$$CUG = \frac{FGP}{MGT}$$

در این رابطه‌ها n = تعداد بذر جوانه زده تا روز، t = تعداد روز پس از شروع آزمایش، D = تعداد روزها از شروع جوانه‌زنی و N = تعداد کل بذر جوانه‌زده می‌باشند.

در انتها پس از اندازه‌گیری صفات و محاسبه شاخص‌ها، داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند به‌علاوه مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی بستر جوانه‌زنی بر سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود در حالی که این اثر بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه ، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری معنی‌دار نشد (جدول ۱). روند سرعت تجمعی جوانه‌زنی در بسترهای کاغذ و ماسه در شکل ۱ ارائه شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود در اواسط ساعات جوانه‌زنی بستر کاغذ توانست بیشترین درصد تجمعی جوانه‌زنی را نشان دهد، هرچند این تفاوت در اخرین‌ساعات جوانه‌زنی برابر شد.



شکل ۱: روند درصد تجمعی جوانه‌زنی در زمان‌های مختلف پس از کاشت

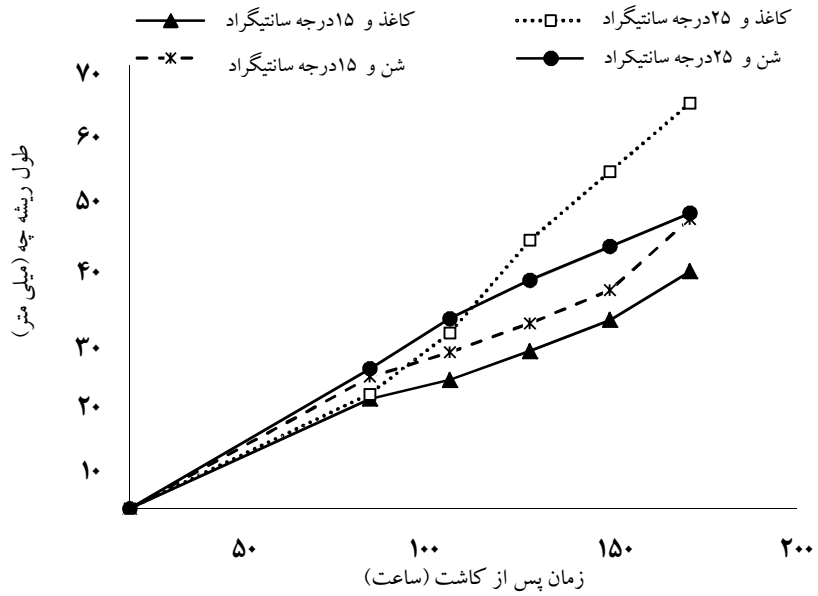
نتایج نشان داد که اثر اصلی مدت زمان پیش‌تیمار بر میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود در حالی که این اثر بر شاخص درصد جوانه‌زنی و متوسط جوانه‌زنی روزانه، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری معنی‌دار نشد (جدول ۱).

نتایج نشان داد که اثر اصلی دمای پیش‌تیمار بر سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. در حالی که این اثر بر شاخص درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، متوسط زمان جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

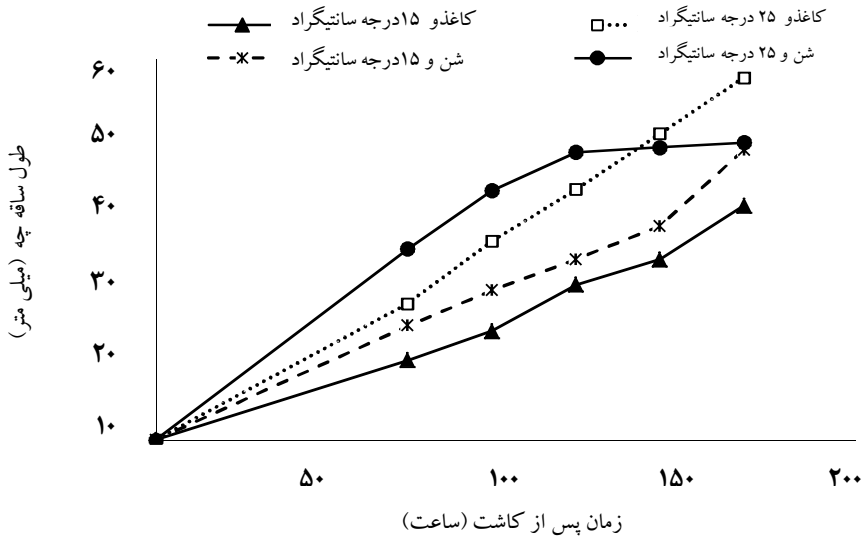
نتایج نشان داد که اثر متقابل بستر جوانه‌زنی با مدت زمان پیش‌تیمار بر میانگین سرعت جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) و ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه (در سطح احتمال پنج درصد) معنی‌دار بود. در حالی که این اثر بر شاخص درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری معنی‌دار نشد (جدول ۱).

نتایج نشان داد که اثر متقابل بستر جوانه‌زنی با دمای پیش‌تیمار بر سرعت جوانه‌زنی (در سطح احتمال پنج درصد)، میانگین سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه (در سطح احتمال یک درصد) معنی دار بود. اما این اثر بر درصد جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری معنی‌دار نشد (جدول ۱). در شکل‌های ۲، ۳ و ۳ مشاهده می‌شود که در ساعات اولیه جوانه‌زنی، بیشترین طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه متعلق به بذرهای قرار گرفته در بستر جوانه‌زنی ماسه و پیش‌تیمار شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. روند افزایش طول

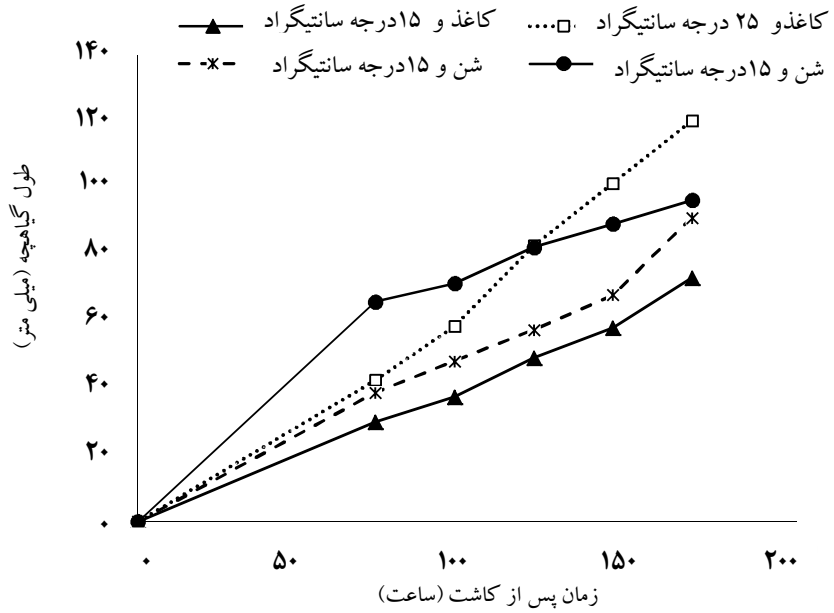
ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در انتهای جوانه‌زنی دچار تغییراتی شد، به طوری در همان تیمار دمایی پیش‌تیمار (۲۵ درجه سانتی‌گراد) بستر جوانه‌زنی کاغذ توانست بیشترین مقادیر را نشان دهد.



شکل ۲: روند افزایش طول ریشه‌چه شاهی در تیمارهای بستر جوانه‌زنی در دمای پیش‌تیمار



شکل ۳: روند افزایش طول ساقه‌چه شاهی در تیمارهای بستر جوانه‌زنی در دمای پیش‌تیمار



شکل ٤: روند افزایش طول گیاهچه شاهی در تیمارهای بستر جوانه‌زنی در دمای پیش‌تیمار

نتایج نشان داد که اثر متقابل مدت زمان پیش‌تیمار با دمای پیش‌تیمار بر سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و ضریب آلومتری (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود در حالی که بر شاخص درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه معنی‌دار نشد (جدول ۱).

نتایج نشان داد که اثر سه گانه بستر جوانه‌زنی، مدت زمان پیش‌تیمار و دمای پیش‌تیمار بر سرعت جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی ،ضریب سرعت متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (در سطح احتمال یک درصد) معنی دار بود در حالی که بر شاخص درصد جوانه‌زنی و متوسط جوانه‌زنی روزانه، بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، ضریب آلومتری معنی‌دار نشد (جدول ۱).

در این مطالعه در مورد صفاتی که اثرات متقابل بستر جوانه‌زنی × مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی × دمای پیش‌تیمار رطوبتی معنی‌دار بودند، مقایسه بین بسترهای مختلف جوانه‌زنی در مدت زمان پیش‌تیمار و در هر دمای پیش‌تیمار انجام گرفت. برای سایر شاخص‌ها و صفاتی که اثر سه گانه آنها معنی‌دار نبود به ترتیب اولویت مقایسه میانگین اثرات دوگانه و اثرات اصلی با توجه به معنی‌داری آنها انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر سرعت جوانه‌زنی (۱۲/٤٥٨) و ضریب سرعت جوانه‌زنی (۲٤/۸۹۷) در تیمار بستر ماسه با مدت زمان شش ساعت پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. در عین حال بیشترین مقادیر میانگین سرعت جوانه‌زنی (٤/۹۵۵) و متوسط زمان جوانه‌زنی (۱/٦٥٥) در تیمار بستر کاغذ با بلافاصله پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. شش ساعت پیش‌تیمار با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در بستر ماسه بیشترین ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (۱۰۹/۷۸۸) را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بستر جوانه‌زنی، مدت زمان و دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ضریب یکنواختی جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی
		میانگین مربعات						
تکرار	۲	۱/۷۱۷^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱٤٥^{ns}	۰/۰۰٥^{ns}	۰/۰۲٦^{ns}	۰/٦۹٤^{ns}
بستر جوانه‌زنی	۱	۲۲۳٤/۰۹۰**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/٤٥٦**	۱٤/۱۷۹**	۰/٥۳٤**	۱/۹٤۸**	۰/۰۰۱^{ns}
مدت زمان پیش‌تیمار	۲	۱۱٦٤/۹۰٤**	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۲۷۲**	٦/٤٥۹**	۰/۲٤۸**	۰/۹۳٦**	۰/٦۹٤^{ns}
بستر جوانه‌زنی× مدت زمان پیش‌تیمار	۲	٤۱/۱۳٥^{ns}	۰/۰۸۳^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۰/٤٤۱*	۰/۰۲۷**	۰/۱۲۷^{ns}	۲/۰۸۳^{ns}
دمای پیش‌تیمار	۱	٥۳٤/۷۸۹**	۰/۱۱۱^{ns}	۰/۰٤٦^{ns}	۱۱/۱۹۲**	۰/٤۱۱**	۱/۲۱٤**	۲/۷۷۸^{ns}
بستر جوانه‌زنی× دمای پیش‌تیمار	۱	۲٥۳/۲٦۱**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰٥٦**	۱/٥۹۷**	۰/۰۸٥**	۰/۲٤٥*	۰/۰۰۱^{ns}
مدت زمان پیش‌تیمار × دمای پیش‌تیمار	۲	۱۹/۷٦۸^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۱٦^{ns}	۱/۷۲٦**	۰/۰٦٦**	۰/۳۲۹**	۰/٦۹٤^{ns}
بستر جوانه‌زنی ×مدت زمان پیش‌تیمار × دمای پیش‌تیمار	۲	٥۲٥/۱۱٤**	۰/۰۸۳^{ns}	۰/۱٦۳**	۳/۸۰۷**	۰/۱٥۷**	۰/۳۳۳**	۲/۰۸۳^{ns}
خطا	۲۲	۳۱/٦٤٥	۰/۰٥۸	۰/۰۱۳	۰/۱۳۱	۰/۰۰٤	۰/۰٤۳	۱/٤٥۲
ضریب تغییرات (درصد)		٦/۳۸	۱/۲۱	۹/۸٦	۱/٥٥	۱/٥٤	۱/۷٥	۱/۲۱

^{ns}عدم معنی‌داری، *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر بستر جوانه‌زنی، مدت زمان و دمای پیش تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ضریب آلومتری	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	طول گیاهچه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	شاخص بنیه گیاهچه
تکرار	۲	۰/۰۲۵^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۲۶۷/۵۱۷^{ns}	۲۲/۱۴۱^{ns}	۸۶۷۰۶۱^{ns}	۲۸۱۳۹۶۴/۳۸۳^{ns}
بستر جوانه‌زنی	۱	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۰۹۹^{ns}	۷۴/۱۳۳^{ns}	۴/۶۷^{ns}	۱۸۷/۰۰۶^{ns}	۶۶۲۶۷۷/۳۵۰^{ns}
مدت زمان پیش تیمار	۲	۰/۰۶۳^{ns}	۰/۰۷۸^{ns}	۹۹/۸۲۷^{ns}	۱۳۶۹۲۷**	۱۸۶۳۵^{ns}	۹۷۰۶۲۰/۷۹۳^{ns}
بستر جوانه‌زنی× مدت زمان پیش تیمار	۲	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۵۰^{ns}	۶۹۳/۷۱۵**	۱۸۹/۳۳۸**	۱۹۵/۴۸۸*	۷۷۹۳۷/۵۷۵**
دمای پیش تیمار	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۶۳۳۰/۴۷۲**	۱۰۵۲/۷۰۷**	۱۷۰۷/۲۰۵**	۵۹۵۲۵۹۷/۴۱۶**
بستر جوانه‌زنی× دمای پیش تیمار	۱	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۳۹۶۱/۸۶۳**	۸۱۳/۲۰۰**	۱۴۷۰/۰۸۳**	۳۹۰۲۹۷۹/۱۰۷**
مدت زمان پیش تیمار × دمای پیش‌تیمار	۲	۰/۲۰۹**	۰/۲۲۴**	۲۴۱/۶۹۵^{ns}	۲۳۵/۰۴۳**	۲۱/۲۴۷^{ns}	۲۲۹۱۷۶۳/۴۱۹^{ns}
بستر جوانه‌زنی × مدت زمان پیش‌تیمار × دمای پیش تیمار	۲	۰/۰۹۱^{ns}	۰/۱۱۵*	۱۵۷/۹۸۳^{ns}	۳۷/۴۹۵^{ns}	۵۴/۰۷۷^{ns}	۱۷۶۰۴۶۰/۴۲۵^{ns}
خطا	۲۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۱۰۱/۷۹۱	۱۲/۵۷۵	۵۶/۴۳۰	۹۲۷۳۷۹/۸۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۸/۲۴	۱۵/۴۴	۱۰/۵۷	۷/۶۱	۱۵/۵۱	۱۰/۱۲

^{ns}عدم معنی‌داری *معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر تیمارهای بستر جوانه‌زنی× مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی ×دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

بستر جوانه‌زنی	مدت زمان پیش‌تیمار	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	ضریب یکنواختی جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
کاغذ	بلافاصله	۱۵	۱/۴۷۷a	۶۶/۶۶۱e	۱/۶۵۵a	۲۰/۱۸۰f	۴/۹۵۵a	۱۰/۶۸۴f
		۲۵	۱/۰۰۶bcd	۷۳/۴۷۳d	۱/۳۳۹b	۲۳/۰۴۶d	۴/۳۳۹c	۱۱/۶۳۵de
	شش ساعت	۱۵	۰/۹۷۲bcd	۹۰/۰۷۳c	۱/۱۱۱c	۲۲/۲۲۲e	۴/۵۰۰b	۱۱/۴۶۲e
		۲۵	۱/۱۴۹b	۸۹/۷۱۷c	۱/۱۱۷c	۲۴/۲۹۴ab	۴/۱۱۷ef	۱۲/۲۳۶ab
	دوازده ساعت	۱۵	۰/۸۲۰d	۹۲/۸۶۴bc	۱/۰۷۸cd	۲۳/۲۵۹d	۴/۳۰۰c	۱۱/۸۵۳cd
		۲۵	۱/۲۳۱ab	۷۴/۱۹۷d	۱/۳۶۷b	۲۲/۹۳۰d	۴/۳۶۷c	۱۱/۷۲۴cde
ماسه	بلافاصله	۱۵	۱/۰۵۱bcd	۱۰۰/۰۷۴b	۱/۰۰۰cd	۲۳/۴۳۹cd	۴/۲۶۷cd	۱۱/۹۰۷bcd
		۲۵	۰/۹۷۸bcd	۷۵/۰۲۴d	۱/۳۳۳b	۲۳/۰۷۸d	۴/۳۳۳c	۱۱/۸۱۶cd
	شش ساعت	۱۵	۱/۱۲۲bc	۱۰۹/۷۸۸a	۰/۹۱۱d	۲۳/۳۷۸cd	۴/۲۷۸cd	۱۱/۹۰۷bcd
		۲۵	۱/۰۵۰bcd	۹۸/۴۱۳bc	۱/۰۱۷cd	۲۴/۸۹۷a	۴/۰۱۷f	۱۲/۴۵۸a
	دوازده ساعت	۱۵	۰/۸۵۷cd	۹۷/۹۱۷bc	۱/۰۲۲cd	۲۳/۸۷۳bc	۴/۱۸۹de	۱۲/۰۷۴bc
		۲۵	۰/۹۷۷bcd	۹۵/۳۰۳bc	۱/۰۳۳cd	۲۴/۸۹۷a	۴/۰۳۳f	۱۲/۲۲۲ab
LSD			۰/۲۷۸۲	۹/۵۲۶	۰/۱۹۳۱	۰/۶۱۲۹	۰/۱۰۷۱	۰/۳۵۱۱

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند..

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر تیمارهای بستر جوانه‌زنی× مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

بستر جوانه‌زنی	مدت زمان پیش-تیمار	طول گیاهچه (میلی-متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	شاخص بنیه گیاهچه
کاغذ	بلافاصله	۸۷/۷۲۰c	۳۹/۸۸۷d	٤٥/٤٤۳b	۸٦٥۹/٥۰۰c
	شش ساعت	۹٥/۲۷٥bc	٤۷/۳۳۲bc	٥۰/۸۸۸ab	۹٥۲۷/٥۰۰bc
	دوازده ساعت	۱۰۷/٦۱۰a	٥۳/۷۲۰a	٥٥/۸۳۲a	۱۰۷٦۱/۰۰۰a
ماسه	بلافاصله	۱۰۰/۳۸۷ab	٤۸/۲۰٥b	٤۸/٦۰۳ab	۱۰۰۳۸/٦٦۷ab
	شش ساعت	۹۱/۷۲۲bc	٤۳/۳۸۷cd	٤٦/۹۹۷ab	۹۱۷۲/۱٦۷bc
	دوازده ساعت	۸۹/۸۸۷bc	٤۷/۱٦۷bc	٤۲/۸۸۸b	۸۹۲۳/۱۱۷bc
LSD		۱۲/۰۸	٤/۲٤٦	۸/۹۹٤	۱۱٥۳/۰

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثر تیمارهای بستر جوانه‌زنی× دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

بستر جوانه‌زنی	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	شاخص بنیه گیاهچه
کاغذ	۱٥	۷۳/۲۲۲c	۳٦/۸۸۹c	۳۷/٤٤٤c	۷۳۲۲/۲۲۲c
	۲٥	۱۲۰/٥۱٤a	٥۷/۰۷۰a	٦۳/۹۹۸a	۱۱۹۷٦/٤٤٤a
ماسه	۱٥	۹۱/۳۳۳b	٤٥/٦٦۷b	٤٥/٦٦۷b	۹۱۳۳/۳۳۳b
	۲٥	۹٦/٦٦۳b	٤٦/۸۳۷b	٤٦/٦٥۹b	٦۲۲۲/٦۳۳b
LSD		۹/۸٦۳	۳/٤٦۷	۷/۳٤٤	۹٤۱/٥

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ٥: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مدت زمان × دمای پیش‌تیمار رطوبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شاهی

مدت زمان پیش‌تیمار	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	ضریب آلومتری	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
بلافاصله	۱٥	۰/۸۱۲c	۳٤/٦٦۷c
	۲٥	۱/۰۸۳ab	٥۳/٤۲٥a
شش ساعت	۱٥	۰/۹٦٤bc	۳۹/۳۳۳b
	۲٥	۰/۹۱٤bc	٥۱/۳۸٥a
دوازده ساعت	۱٥	۱/۱۹٥a	٤۹/۸۳۳a
	۲٥	۰/۹٤۱bc	٥۱/۰٥۰a
LSD		۰/۲۱٤۲	٤/۲٤٦

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر شاخص بنیه گیاهچه (۱۰۷۶۱)، طول ریشه‌چه (۵۵/۸۳۲ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۵۳/۷۲۰ میلی‌متر) و طول گیاهچه (۱۰۷/۶۱۰ میلی‌متر) در تیمار بستر کاغذ با مدت زمان دوازده ساعت پیش-تیمار رطوبتی وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر شاخص بنیه گیاهچه (۱۱۹۷۶/۴۴۴)، طول ریشه‌چه (۶۳/۹۹۸ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۵۷/۰۷۰ میلی‌متر) و طول گیاهچه (۱۲۰/۵۱۴ میلی‌متر) در تیمار بستر کاغذ با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را بدست آمد (جدول ٤).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میانگین طول ساقه‌چه (۵۳/۴۲۵ میلی‌متر) در مدت زمان بلافاصله پیش تیمار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. بیشترین ضریب آلومتری (۱/۱۹۵) نیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان ۱۲ ساعت پیش‌تیمار رطوبتی مشاهده شد (جدول ۵).

بحث

به طورکلی در این مطالعه، پیش‌تیمار رطوبتی سبب بهبود صفات مرتبط با جوانه‌زنی گردید. گزارشات مختلف حاکی از آن است که استفاده از تیمارهای مختلف اسموپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، پرایمینگ هورمونی، ماتریک پرایمینگ و بیوپرایمینگ به طور معنی‌داری بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی اثرگذار بود. بسیاری از محققان گزارش کرده‌اند که افزایش مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی در بذرها باعث افزایش شاخص جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی نهایی، شاخص بنیه گیاهچه و وزن خشک گیاهچه گردید (Ansari et al, 2012; Seiadat et al., 2012; Abdolrahmani et al., 2011). همچنین نتایج مشابهی گزارش شده است که پیش‌تیمار رطوبتی باعث افزایش جوانه‌زنی به خصوص در شرایط نامطلوب می‌شود و طبق این گزارش اثر پیش‌تیمار رطوبتی در افزایش سرعت جوانه‌زنی اکثر گیاهان زراعی گرمادوست (مانند سویا، سورگوم، ذرت) معنی‌دار بود (Abdolrahmani et al., 2011). جوانه‌زنی بذر و استقرار بهتر گیاهچه، از مراحل حساس رشد و نمو گیاه می‌باشد. بنابراین بهبود سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبز شدن، بنیه گیاهچه و استقرار گیاهچه باعث رشد گیاه می‌شود و پیش‌تیمار رطوبتی این مهم را امکان پذیر می‌کند (Basra et al., 2005 Ruan et al., 2002 Harris et al., 1999). گزارشات Rehman et al., (2015) حاکی از آن است که خیساندن بذر کدو نیز باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی شد و همچنین پیری بذر را کاهش داد. پژوهشی که برای تعیین بهترین مدت زمان پیش‌تیمار رطوبتی و بررسی اثر آن بر روی صفات مختلف رشدی در هنگام جوانه‌زنی بذر تربچه انجام گرفت نشان داد که مجموعه این فاکتوها موجب رشد سریع‌تر و استقرار بهتر گیاهچه‌های تربچه در شرایط نامطلوب منجر به تحمل بهترین شرایط می‌شود (Farzaneh et al., 2013). همچنین نتایج حاصل از آزمایش که بر روی بذرهای تاج‌الملوک نشان داد که بهترین خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی در تیمارهای ۱۲ و ٢٤ ساعت پیش‌تیمار رطوبتی وجود داشت (Nabi et al., 2014). همچنین اثرات مثبتی به توسط پیش تیمار رطوبتی در ارتباط با ترمیم آسیب‌های ناشی از مراحل اولیه فرسودگی بذر بر تسریع و یکنواختی جوانه‌زنی در ارقام کلزا بدست آمد (Najafi et al., 2015). براساس گزارشات منتشر شده توسط Dahal et al., (1990) در بذرهای پیش تیمار شده گندم و جو به علت جوانه‌زنی مطلوب و رشد سریع در ابتدای فصل، تعداد پنجه‌های بارور شده بیشتره بوده و در اثر این امر تعداد و در عین حال طول سنبله‌ها افزیش می‌یابد و علاوه بر این در این گیاهان دانه بندی پر شدن دانه‌ها نیز به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت.

گیاهانی که بذر آن‌ها طی پیش‌تیمار رطوبتی بدست آمده‌اند در مقایسه با گیاهانی که بذر پیش‌تیمار نشده‌اند در طی زمان کوتاه‌تری می‌توانند سیستم ریشه‌ای خود را گسترش دهند و این موقعیت ویژه‌ای است که گیاهان حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده دارند (Wang et al., 2003). همچنین از مزایای مهم پیش‌تیمار رطوبتی علاوه بر بهبود جوانه‌زنی و رشد سریع‌تر و قوی‌تر گیاهچه می‌تواند باعث شکست خواب بذر نیز شود (Taylor et al., 1998). کاهش زمان و افزایش یکنواختی جوانه‌زنی، و در نتیجه افزایش توان رقابت با علف‌های هرز و همزمانی در گلدهی و رسیدگی سریع‌تر و برتری در عملکرد می‌باشد (Vaseii Kashani et al., 2015). Munawar et al. (2013) در هویج، Kaya et al. (2006) در آفتابگردان، Kaya et al. (2007) در لوبیا، Ajouri et al. (2004) در جو، Arif et al. (2004) در سویا و Ashrafi و Razmjou (2010) درگلرنگ طی آزمایش‌های جداگانه اعلام داشتند که پیش‌تیمار بذر در بهبود وضعیت رشد و نمو گیاهچه، عملکرد و صفات وابسته به آن تأثیرگذاراست.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر سرعت جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار بستر ماسه با مدت زمان شش ساعت پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. همچنین بیشترین مقادیر میانگین سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمار بستر کاغذ در بلافاصله پیش‌تیمار رطوبتی با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. شش ساعت پیش‌تیمار با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در بستر ماسه بیشترین ضریب یکنواختی جوانه‌زنی را نشان داد. بیشترین مقادیر شاخص بنیه گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه در تیمار بستر کاغذ با مدت زمان دوازده ساعت پیش‌تیمار رطوبتی وجود داشت. به همین ترتیب بیشترین مقادیر این شاخص‌ها در تیمار بستر کاغذ با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بیشترین ضریب آلومترینیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در مدت زمان ۱۲ ساعت پیش‌تیمار رطوبتی مشاهده شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند که از خانم‌ها زهرا احمدی، زینب سوسن و رویا قوشچی (دانشجویان گروه تولید و بهره‌برداری گیاهان دارویی و معطر مرکز آموزش جهاد کشاورزی شهرستان رشت) به دلیل همکاری در اجرای پژوهش کمال تشکر و قدردانی را نمایند.

References

Abdolrahmani, B., Ghasemi Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi Asl, V. and Tavakoli, A.R. 2011. Effect of Seed Priming on the Growth Trend and Grain Yeild of Barley (*Hordeum Vulgare* L.) CV. Abidar under Rainfed Conditions. Seed and Plant Production Journal. 27-2(1): 111-128.

Ajouri, A., Asgedom, H. and Becker, M. 2004. Seed priming enhances germination and seedlinggrowth of barley under conditions of P and Zn deficiency. Journal Plant Nutrition Soil Science. 167: 630–636.

Alipour Abokhely, F., Rahimi Petroudi, E. and Mobasser, H. R. 2015. Effect Of Seed Priming, Plant Density And Planting Date On Silage Corn Yield In Summer Delayed Planting. Cereal Research. 5(2): 189-202.

Anonymous, 2003. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd.Ed.). International Seed Testing Association(ISTA), Zurich, Switzerland. 143pp.

Ansari, O., and Sharif-Zadeh, F. 2013. Enzyme activity and germination characteristics improved with treatments that extend vigor of primed Mountain Rye Seeds under ageing. Theoretical and Experimental Plant Physiology. 25(3): 1-6.

Ansari, O., Chogazardi, H. R., Sharifzadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. Cercetări Agronomice in Moldova. 45 (2): 43-48.7-

Arif, M., Waqas, M., Nawab, Kh. and Shahid, M. 2007. Effect of seed priming in Zn solutions on chickpea and wheat. African Crop Science Conference Proceedings 8: 237-240.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advances in Agronomy. 88:223-271.

Ashrafi, E., Razmjou, Kh. 2010. Effect of Hydropriming on Some Physiological and Biochemical Parameters of Safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) Cultivars under Drought Stress. Journal of Crop Ecophysiology 1(1): 34-43.

Azarnia, M., Biabani, A., Gholizadeh, A., Eisvand, H.R., Gholamalipour-Alamdari, E. 2016. Effect of Mycorrhizal Inoculation and Grain Priming on Some Quantity and Quality Properties of Lentil (*Lens culinaris* L.). Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology). 30(3): 817-827.

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., Come, D. 1998. Free radical scavenging as affected by accelerated aging and subsequent priming in sunflower seeds. Plant Physiology 104: 646-652.

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. 5- Bruggink, GT, Ooms JJ, Van der Toom P (1999). Induction of longevity in primed seeds. Seed Science and Research. 9: 49 -53.

Dahal, P., Bradford, K.J., Jones, R.A. 1990. Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes germination at suboptimal temperatures. Journal of Experimental Botany 41:1431-1439.

Demir Kaya, M., Okçu, Gamze., Atak, M., Çikili, Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus L*). Eurpean Journal Agronomy 24, 291-295.

Eisvand, H.R., Sharafi, A., Ismaeili. A. 2013. Effects of Hydro and Osmopriming in Different Temperatures on Germination and Seedling Growth of *Satureja Khuzistanica Jamzad*. Under Drought Stress. Iranian Journal of Medicinal And Aromatic Plants 29(2): 343-357.

Esmaeilipour, N., Mojdam M. 2009. Effect of Seed Hydropriming on Improvement of Seed Germination and Seedling Growth of Sweet Sorghum under Salinity Stress. Crop Physiology. 1(3): 51-59.

Farzaneh M., Ghanbari M. and Eftekharian Jahromi A.R. 2013. Effect of Hydro-Priming on Seed Germination and Proline Content of Radish (*Raphanus Sativus* L.) under Salt Stress. Journal of Plant Environmental Physiology 8(1): 65-74

Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P. and Sodhi, P. S. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experiment of Agriculture. 35: 15-29.

Joudi, M., Sharifzadeh, F. 2006. Investigation of Hydropriming Effects on Barley Cultivars. Desert (BIABAN). 11(1): 99-109.

Kang, G.Z., Wang, Z.X., Xia, K.F., and Sun, G.C. 2007. Protection of ultrastructure in chilling-stressed banana leaves by salicylic acid. Journal of Zhejiang University Science. 8: 277–282.

Kaya, M., Atak, M., Khawar, K.M., Ciftci, C. and Ozcan, S. 2007. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.). International Journal of Agriculture Biological 7: 875-878.

Maurmicale, G., and Cavallaro, V. 1996. Effect of seed osmopriming on germination of three herbage grasses at low temperatures. Seed Science and Technology 24: 331-338.

Munawar, M., Ikram, M., Iqbal, M., Raza, M.M., Habib, S., Hammad, Gh., Najeebullah, M., Saleem, M. and Ashraf, R. 2013. Effect of seed priming with zinc, boron and manganese on seedling health in carrot. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(22): 2697-2702.

Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L.J., and Whalley, W.R. 2003. Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) and Maize (*Zea mays L.*). Soil and Till. Research. 74: 161- 168.

Nabi, F., Asgharzadeh, A. and Ganji, E. 2014. Evaluation of Seed Color and Size on Germination of Golden Columbine (*Aquilegia Chrysantha*) Under Different Hydropriming Treatments. Seed Research (Journal of Seed Science and Technology). 3(4): 20-30.

Najafi, Gh., Khomari, S. and Javadi, A. 2015. Germination response of Canola seeds to seed vigor changes and hydro-priming. Seed Research. 45(4): 55-70.

Radwan, H.M., El-ssiry, M.M., Al-Said, W.M., Ismail, A.S., Shafeek, K.A.A. and Seif-El-Nasr,M.M. 2007. Investigation of glucosinolates of *Lepidium sativum* growing in Egypt and their biological activity. Journal of Medical Science. 2: 127-132.

Rehman, H., Iqbal, H., Basra, S.M.A., Afzal, I., Farooq, M., Wakeel, A. and Ning, W. 2015. Seed priming improves early seedling vigor, growth and productivity of spring maize. Journal of Integrative Agriculture. 14(9): 1745–1754.

Rezaei Sokhat Abandani, R., Mohseni, A., Ramezani, M. and Mobassar, H. 2009. Study of Priming on the Germination Traits of Corn (K. SC640). New Findings in Agriculture 4(1): 49-61.

Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, K. 2002. Effects of seed priming on germination and health of rice (*Oryza sativa* L.) seeds. Seed Science and Technology 30: 451-458

Shahrousvand, S. 2010. Effects of hormonal priming by gibberellic acid and salicylic acid on seed development and seedling physiological quality of two varieties of carrot. MSc. thesis of Plant science, Lorestan University, 35p.

Vaseii Kashani, S. M., Hamidi, A., Heidari Sharif Abad, H., Daneshian J. 2015. Effect of Matrix Priming On Some Germination Traits Improvement of Three Commercial Soybeans [*Glycine Max* (L.) Merril] Cultivars Seeds Grew By Limited Irrigation Conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research 2(1): 1-14.

Wang, H.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M. 2003. Both warm water soaking and soild priming treatments enhance anti - oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub optimal temperature. Seed Science and Technology 31: 47-56.

Younesi, E., Bahari, A.A., Azadi, M.S. and Ansari, O. 2014. The Effect of Hydropriming and Accelerated Aging on Germination Indexes and Catalase Enzyme in Pearl Millet (*Panicum Miliaceum*). Seed Research (Journal of Seed Science and Technology) 3(4): 61-70

Zargari, A. 2011. Medicinal plants. Volume I, Eighth Edition, Tehran University Press, 829 p.