

دستورالعمل نگارش مقاله

فصلنامه تخصصی **تحقیقات بذر**، با دعوت از صاحب نظران و متخصصین، مقالات تحقیقی و مروری در زمینه مباحث مختلف بذر را می‌پذیرد.

مقاله‌هایی برای چاپ پذیرفته خواهد شد که متن کامل آن قبلاً در هیچ مجله یا نشریه‌ای منتشر نشده و نیز برای چاپ به سایر مجلات ارایه نگردیده باشد. مقالات ارسالی به زبان فارسی، ولی چکیده باید به هر دو زبان فارسی و انگلیسی تهیه شود. در مقالاتی که دارای چند مولف هستند، ترتیب اسامی و حقوق مولفین بر عهده ارسال کننده مقاله خواهد بود. مسئولیت هر مقاله از نظر علمی بر عهده نویسنده(گان) خواهد بود. مجله در رد یا قبول و حک و اصلاح مقالات آزاد است.

مقاله تحقیقی، مقاله‌ای حاصل تحقیق و مستند به نتایج پژوهش‌های انفرادی یا جمعی می‌باشد و مقاله مروری شامل ارزیابی و نقد نوشته‌هایی است که در مجلات و کتب مختلف علمی در همان زمینه به چاپ رسیده باشد. در این نوع مقالات، نویسنده کارهای پژوهشی گذشته را جهت روشن شدن وضعیت فعلی مسئله، طرح و مورد بررسی قرار داده و بعد ارتباطات، تناقض‌ها و محدودیت‌های موجود را بیان نموده و سرانجام پیشنهادات خود را ارایه می‌نماید. هر مقاله تحقیقی باید دارای عنوان، چکیده فارسی، واژه‌های کلیدی به زبان فارسی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، منابع، چکیده انگلیسی و واژه‌های کلیدی به زبان انگلیسی باشد و اصول زیر در آن رعایت گردد:

- عنوان مقاله باید کوتاه و گویا باشد و از ۱۵ واژه تجاوز نکند.
- هر مقاله باید دارای یک برگ مشخصات نویسندگان مقاله شامل نام و نام خانوادگی نویسنده(گان)، مرتبه علمی و نشانی به هر دو زبان فارسی و انگلیسی، شماره تلفن و فاکس و پست الکترونیکی باشد.
- چکیده باید محتوای مقاله را بازگو نماید و با تاکید بر روش‌ها، نتایج و اهمیت کاربرد نتایج بوده و تمام آن در یک پاراگراف و حداکثر در ۱۵ سطر (حداقل ۱۵۰ تا حداکثر ۲۵۰ واژه) نوشته شود و چکیده انگلیسی باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد.
- واژه‌های کلیدی در ۳ تا ۵ واژه و بلافاصله بعد از چکیده‌های فارسی و انگلیسی آورده شود.
- مقدمه باید شامل طرح مسئله، سوابق کار و توجیه اهمیت تحقیق باشد و اهداف مطالعه به‌طور شفاف در انتهای مقدمه بیان شود.
- مواد و روش‌ها شامل شیوه اجرای پژوهش، نحوه انجام سنجش‌ها، وسایل کار، طرح آماری، نحوه داده‌سازی که به‌طور مشخص و روشن بیان می‌شود.
- نتایج و بحث شامل درج یافته‌های تحقیق، بحث مستدل (با مرجع)، نتیجه‌گیری و به صورت شکل‌ها یا نمودارها، جداول و عکس بیان شود. نتایج و بحث را می‌توان با هم و یا جداگانه تدوین نمود. از تکرار ارائه داده‌ها به هر نحوه و به صورت شکل‌ها و جداول، منحنی یا نمودار (به استثنای نقشه) جلوگیری شود.
- در صورت ضرورت، تشکر و قدردانی از موسسات و افراد در قالب "سپاسگزاری" و قبل از منابع بیان شود.
- نوع قلم در تمامی موارد فارسی لوتوس و انگلیسی Times New Roman، فونت عنوان مقاله ۱۴ بولد، نام و نام خانوادگی افراد ۱۲ بولد و آدرس نویسندگان ۱۲، چکیده ۱۲، تیتراهای متن ۱۴ بولد، متن‌های اصلی ۱۲، فاصله خطوط ۱/۳ و فاصله از راست ۳ و چپ ۲ سانتی‌متر و از بالا ۳ و پایین ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
- منابع به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نویسندگان و نام سازمان‌ها باشد و از ارجاع منابع با عنوان "بی نام" خودداری گردد.

(۱) منبع مورد استفاده ممکن است کتاب، مقاله و یا نشریه باشد. در مورد کتاب باید نام نویسنده (گان)، سال انتشار، عنوان کتاب، ناشر و محل انتشار و تعداد کل صفحات آورده شود.

Sumerfield, R.T. and Roberts, E.H. 1985. Grain legume crops. Mackays of Chatham. Kent. London. p480.

Archer, T.L. and Bynm, Jr. E.D. 1992. Economic injury level for the Russian wheat aphid (Hom. Aphididae) on dryland winter wheat. J. Ecom. Entomol. 85: 985-992.

Khanna-Chopra, R. and Sinha, S.K. 1988. What limits the yield of pulses? Plant process of plant type P68 – 278, In: Sinha, S.K., P.V. Sane, S.E. Bhargara and P.R. agrawal (eds), proceeding of the international congress of plant physiology, society for plant physiology, society for plant physiology and Biochemistry, New Delhi, India.

Bande-Hagh, A., Toorchi, M., Mohammadi, A., Chaparzadeh, N., Salekdeh G.H. and Kazemnia, H. 2008. Growth and osmotic adjustment of canola genotypes in response to salinity. J. Food Agric. and Environ, 6(2): 201-208.

Akramghaderi, F., Kamkar, B. and Soltani, A. 2008. Seed Science and Technolog. Press. Jahad daneshgahi Mashad. p. 512.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. and Exp. Botany, 59: 206-216.

(۱۳) اگر منبع نشریه چاپ شده با نام یک موسسه است، باید شامل نام موسسه، سال انتشار، عنوان نشریه و محل انتشار باشد.

(۱۴) برای ارجاع به منابع در متن تنها نام خانوادگی نویسنده و سال انتشار منبع به زبان انگلیسی نوشته شود. اگر تعداد نویسندگان بیش از دو نفر باشد، فقط به ذکر نام خانوادگی نویسنده اول و سپس "et al.".

(۱۵) فهرست نویسی منابع: مشخصات تمام منابع استفاده شده در متن شامل منابع فارسی و غیرفارسی به انگلیسی ترجمه شوند و دقیقاً براساس فرمت مجله نوشته شوند. سال انتشار تمام منابع بر حسب سال میلادی نوشته شود.

(۱۶) همه منابع مندرج در فهرست منابع، قبلاً در مقدمه و مواد و روش‌ها به‌عنوان سابقه تحقیق با ذکر نتایج مرور شده باشد تا در بحث مستدل و نتیجه‌گیری، امکان استناد به آنها فراهم شود.

(۱۷) از به کار بردن کلمات خارجی غیر از اسامی علمی در متن خودداری و در صورت نبودن معادل فارسی فراگیر، آنها را به فارسی نوشته و اصل کلمه با ذکر شماره‌های بدون پرانتز در قسمت بالا و در سمت چپ کلمه، به زیرنویس در همان صفحه ارجاع داده شود.

(۱۸) اسامی علمی (جنس و گونه، گیاهان، جانوران) در تمام مقاله با حروف ایتالیک یا مورب تایپ شوند.

(۱۹) عناوین جدول‌ها در بالا و عناوین شکل‌ها در زیر آنها نوشته شود. از به کار بردن عنوان‌هایی مانند نمودار، عکس و نقشه، خودداری و آن‌ها با عنوان "شکل" درج شوند. همه اعداد، واحدها و مقیاس‌ها در جدول‌ها و شکل‌ها و سایر قسمت‌های مقاله باید به فارسی و بر اساس سیستم متریک باشد.

(۲۰) متن مقاله باید به صورت یک ستون، یک خط در میان و با رعایت حاشیه ۲/۵ سانتی‌متر از لبه‌ها، تایپ شده باشد و حداکثر در ۱۲ صفحه به سایت مجله ارسال شود. تایپ مقالات در نرم‌افزار Word میکروسافت الزامی است.

(۲۱) نسخه اصل شکل‌ها پس از داوری اولیه به همراه مقاله اصلاح شده ارسال گردد. ممکن است برای چاپ، شکل‌ها کوچک تر شوند، بنابراین نوشته‌ها و اعداد روی شکل‌ها باید درشت و کاملاً خوانا باشد.

(۲۲) عکس‌ها باید دارای مقیاس باشند و در صورت اقتباس از منبع دیگر باید ذکر گردد.

(۲۳) مسئول مکاتبه هر مقاله لازم است توسط نویسندگان مقاله قبل از ارسال به این دفتر مشخص گردد. لذا هرگونه مسئولیتی در رابطه با مقاله مربوط به شخص مکاتبه کننده است.

۲۴) دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و دکترا لازم است قبل از ارسال مقاله هماهنگی و مشاوره لازم در خصوص مقاله را با استاد راهنما حتما به عمل آورند.

۲۵) مقالات فقط از طریق پست الکترونیکی و به آدرس seedresearch@gorganiau.ac.ir ارسال گردد

فهرست مقالات

- اثر فرسودگی بذر بر پارامترهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم رقم کریم در شرایط آزمایشگاه
مه‌دی نامنی، حسین عجم نوروژی، محمدرضا داداشی ۱
- بررسی تاثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات بذر گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.)
در شرایط تنش شوری
ابوالفضل لولایی، علی خلیلی، هدایت محمدی ۹
- بررسی اثر پرایمینگ و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر کنجد (*Sesamum indica* L.)
طاهره کریمی جلیله‌وندی، طیبه سنجری مزاج ۲۲
- بررسی اثر پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی و صفات رشدی گیاهچه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)
در زمان‌های مختلف
عالیه شفیع‌پور، کامبیز مشایخی ۳۱
- اثر بستر کاشت بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه عنصل (*Drimia maritima* L.)
مختار حیدری، سمانه کیانی ۴۶
- تاثیر پیش تیمارهای سرمادهی مرطوب و اسیدجیبرلیک بر بهبود جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی علف طلایی اروپایی
(*Solidago virgaurea* L.)
سپیده پارسافر، قاسم اقلیما، محمدحسین میرجلیلی، صمد نژاد ابراهیمی، جواده‌ادیان ۵۷
- تأثیر پیش تیمار اسمزی بذور کرفس (*Apium graveolens*) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تنش شوری
شهناز فتحی، اعظم سیدی ۶۹

اثر فرسودگی بذر بر پارامترهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم رقم کریم در شرایط آزمایشگاه

مهدی نامنی^۱، حسین عجم نوروژی^{۲*}، محمدرضا داداشی^۳

^۱دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

^۲دانشیار، گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

^۳آستادیار، گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۵

چکیده

کاهش رشد رویشی یکی از پیامدهای زوال بذر است که ممکن است، سبب کاهش عملکرد گیاه شود. به‌منظور بررسی اثر زوال بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ارقام گندم در شرایط آزمایشگاه، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه دانشکده زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در این آزمون شامل سه سطح فرسودگی (شاهد، ۷۲ و ۹۶ ساعت) بودند. برای ایجاد فرسودگی در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد به مدت ۷۲ و ۹۶ ساعت در انکوباتور نگهداری شدند. نتایج آزمایش نشان داد که صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تحت تاثیر تیمارهای مختلف زوال بذر در سطح احتمال یک درصد و صفات وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. با افزایش دوره زوال بذر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه نسبت به شاهد کاهش یافت، به‌طوریکه بیشترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی در شاهد و کمترین آن در تیمار ۹۶ ساعت زوال بدست آمد. با افزایش میزان فرسودگی در تمامی صفات روند نزولی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: فرسودگی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، گندم

مقدمه

گندم به‌عنوان مهم‌ترین منبع تامین کننده غذا در بیشتر کشورها محسوب می‌شود. سطح زیر کشت این گیاه در کل دنیا ۲۱۹ میلیون هکتار و مقدار تولید آن ۷۱۶ میلیون تن دانه گزارش شده است (Anonymous, 2013). ذخیره‌سازی مناسب محصول نقش مهمی در تضمین تأمین مواد غذایی مصرفی، حفظ کیفیت و قدرت بذر دارد با پیشرفت تکنولوژی و صنعتی شدن محصولات کشاورزی تولیدی، نیاز به انبار کردن طولانی‌مدت بذر دیده می‌شود. هرچند به اندازه کافی به فرآیند ذخیره‌سازی بذر توجه نشده است نوسانات درجه حرارت، رطوبت و ذخیره‌سازی طولانی مدت باعث کاهش ذخایر غذایی در بذرهای گندم می‌شود (Tekriny, 2008).

جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یکی از مهمترین مراحل رشدی گیاه است که تعیین‌کننده درجه موفقیت سیستم‌های زراعی در تولید می‌باشد (Forcella et al., 2000). این مراحل به‌شدت تحت تاثیر کیفیت بذر (قابلیت حیات و قدرت بذر) قرار می‌گیرند (De Figueiredo et al., 2003). در شرایط انبارداری، تعدادی تغییر فیزیکی و بیوشیمیایی از قبیل

*نویسنده مسئول: ajamnorzei@yahoo.com

تغییر ریخت‌شناسی، کاهش تنفس، اکسیداسیون چربی‌ها، از دست رفتن فعالیت‌های آنزیمی به‌وقوع می‌پیوندد که پیری نامیده می‌شود (Silva et al., 2005). کاهش قوه‌نامیه، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر از نشانه‌های زوال بذر است (Copeland and McDonald, 2001). فرآیند زوال بذر حتی در صورت نگهداری در ایده‌آل‌ترین شرایط غیرقابل اجتناب است و در نهایت، بذر توانایی جوانه‌زنی را از دست می‌دهد (Alivand et al., 2012). این فرآیند، در ابتدا کیفیت فیزیولوژیک بذر را تحت تأثیر قرار میدهد، لذا افت قوه‌نامیه و پارامترهای مرتبط با بنیه بذر از ویژگی‌های بذرهای زوال یافته به‌شمار شاخص‌های می‌روند (Esvand and Alizadeh, 2003).

یکی از ویژگی‌های مهم در ارزیابی کیفیت بذر، شاخص بنیه است. براساس تعریف انجمن بین‌المللی آزمون بذر ایستا (ISTA, 2009) بنیه بذر به صورت «مجموع ویژگی‌های از بذر که سطح بالقوه فعالیت و کارایی بذر را به هنگام جوانه‌زنی و سبز شدن تعیین می‌کند» تعریف می‌شود. قدرت بذر بسته به دما و رطوبت در دوران رسیدگی، برداشت و انبارداری مناسب، دچار فرسودگی می‌شود (Marshal and Lewis, 2004). بنابراین در صورت بالا بودن دما و رطوبت نسبی محیط انبار، بذرهای سریع‌تر زوال یافته و و ضمن کاهش کیفیت، به مرگ نزدیک‌تر می‌شوند. در بخشی از آزمایش خود روی بذر کلزا رقم آکاپی پس از شبیه‌سازی شرایط انباری با استفاده از ۵ تیمار دما و ۴ سطح محتوی رطوبت بذر به این نتیجه رسیدند که با افزایش دما و محتوای رطوبت بذر طی ۹۰ روز، درصد جوانه‌زنی بذر کاهش یافت (Alivand et al., 2013).

Pouri و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که با افزایش شدت زوال و شدت شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه پنبه کاهش یافت. آقابراتی و مارالین (Maralian and Aghabarati, 2012) نیز گزارش دادند که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ساقچه‌چه و طول ریشه‌چه گیاه افرا کیکم با افزایش دوره زوال، کاهش یافت. در آزمایشی که در آن اثر مرحله بلوغ بذر بر قابلیت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر در بادام‌زمینی انجام گرفت، مشخص شد که ۱۲ ماه انبار کردن بذر اثر منفی معنی‌داری بر قابلیت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه داشت که این اثر منفی در فصل تابستان به‌طور مؤثرتری ظاهر شد. عجم‌نوروزی و همکاران (Ajamnoroz et al., 2009) با بررسی اثر زوال بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم نشان دادند که بین سطوح مختلف زوال از نظر حداکثر درصد جوانه‌زنی، روز تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه، وزن ریشه‌چه، وزن ساقچه‌چه و وزن هتروتروفی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. خلیلی‌اقدام و همکاران (Khaliliaghdam et al., 2013) نیز در گزارشی اثر معنی‌دار شرایط نامطلوب انبارداری پس از برداشت و زوال بذر ۳ رقم سویا را روی وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه طبیعی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و طول دوره زمانی لازم برای رسیدن جوانه‌زنی تجمعی به ۱۰ و ۹۰ درصد حداکثر خود را نشان داد. شناخت میزان حساسیت بذرها به دوره‌های مختلف زوال می‌تواند در بهبود مدیریت زراعی محصولات کشاورزی بسیار موثر باشد. بنابراین، این تحقیق با هدف شناخت حساسیت بذرهای گندم (رقم کریم) به دوره زوال (فرسودگی) به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد واحد گرگان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل آزمایشی شامل زوال (فرسودگی) بذر در

سه سطح (دوره‌های صفر یا شاهد، ۷۲ و ۹۸ ساعت) لحاظ گردید. برای زوال بذرهای از روش تسریع پیری استفاده شد (Basra et al., 2003). در این روش بذرهای برای دوره‌های صفر، ۷۲ و ۹۸ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد قرار گرفتند. برای این کار بذرهای هر تیمار روی یک توری سیمی ریخته شده بود قرار داده شدند و سپس ظرف‌ها در دمای مورد نظر در انکوباتور قرار گرفتند. در پایان بذرهای از انکوباتور خارج شدند. سپس برای هر یک از ارقام و از هر تیمار زوال، ۴ تکرار ۲۵ بذری انتخاب و در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری که کف آن‌ها با کاغذ صافی واتمن پوشیده شده بود. قرار گرفتند. در ادامه به پتری‌دیش‌ها مقدار ۷ میلی‌متر آب مقطر اضافه شد. بازدید از بذر از بذر در فواصل زمانی ۱۲ ساعته انجام گرفت و تعداد بذر جوانه زده ثبت و شمارش شد. در زمان شمارش معیار بذر جوانه زده خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر و یا بیشتر بود. دوره جوانه‌زنی طبق قوانین ایستا ۱۰ روز در نظر گرفته شد و در طول این دوره شمارش تا زمانی ادامه یافت که برای سه روز متوالی تعداد بذر جوانه زده در هر پتری ثابت ماند. سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) از فرمول زیر محاسبه شد:

$$R50 = 1/D50 \text{ (سرعت جوانه‌زنی)}$$

در پایان آزمایش و بعد از اتمام شمارش، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون برای مدت ۴۸ ساعت و توزین آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ انجام شد. داده‌های به دست آمده در قالب آزمایش کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند. برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داده‌ها نشان داد که تمامی اثرات مربوط به زوال روی درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). در آزمایش حاضر، با افزایش سطوح زوال درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت به طوری که بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در شاهد و کم‌ترین آن در تیمار ۹۶ ساعت بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده گندم رقم کریم تحت تاثیر سطوح مختلف زوال بذر

میانگین مربعات					سرعت جوانه زنی	درصد جوانه‌زنی	درجه آزادی	منابع تغییرات
طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن گیاهچه	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه				
۰/۸۹ ^{ns}	۰/۰۹۳ ^{ns}	۲۸۳۲۰ ^{ns}	۵۱۸ ^{ns}	۴۳۲ ^{ns}	۱۴۳/۱۰ ^{**}	۷/۶۱*	۲	تکرار
۰/۲۷۹*	۰/۲۸۸*	۶۸۹۵۰/۰۲*	۸۲۰۳۳/۴*	۶۲۰/۹۸*	۲۱۷/۹۶ ^{**}	۲۰/۴۶ ^{**}	۲	تیمار
۰/۱۰۲	۰/۱۲۰	۳۰۷۵۱/۴۵	۲۹۶۸۲/۴۴	۱۱۶/۶۸	۱/۹۰۵	۰/۴۶۷	۶	خطای آزمایشی
۶/۵۲	۷/۴۶	۵/۰۴	۹/۰۸	۱۲/۰۱	۱/۵۵	۰/۷۰		ضریب تغییرات (درصد)

ns، * و ** به ترتیب غیره معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تسریع پیری باعث آسیب به DNA، mRNA، تخریب بیوشیمیایی مواد ذخیره‌ای بذر و پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود و پراکسیداسیون لیپیدها اثر مخربی بر عملکرد میتوکندری از طریق اضمحلال غشاء خواهد داشت و موجب

کاهش میزان ATP تشکیل شده در جوانه‌زنی می‌شود. همچنین سبب تخریب غشاء هسته شده و در نهایت منجر به کاهش سنتز آنزیم‌های مورد نیاز مراحل اولیه جوانه‌زنی می‌شود (Lehner et al., 2008). بنابراین کاهش سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی در هر دو احتمالاً به دلایل ذکر شده مرتبط می‌باشد (Ansari and Sharifzadeh, 2012). انصاری و شریف‌زاده (Ansari and Sharifzadeh, 2012) در آزمایشی روی چاودار کوهی نشان دادند که با افزایش زوال بذر، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. نتایج این تحقیق با مشاهدات باسرا (Basra, 2003) بر روی پنبه گزارش کرد تیمار پیری تسریع شده باعث کاهش درصد و سرعت سبز شدن، رشد گیاهچه و استقرار مناسب گیاهچه می‌شود، مطابقت دارد. گزارش‌های متعددی نشان می‌دهد پیری بذر منجر به کاهش مولفه‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و درصد گیاهچه‌های عادی در نخود (Kapoor et al., 2010)، سویا (Mohammadi et al., 2011)، گندم (Moshatati and Gharineh, 2012)، پنبه (Mosavi Nik et al., 2011) و برنج (Tilebeni and Golpayegani, 2011) گردید. مطالعات قرینه و همکاران (Gharineh et al., 2004) نشان داد که سرعت و درصد سبز شدن، پوشش سبز زمین و عملکرد دانه سبز گندم تحت تأثیر تیمارهای اعمال پیری بذر قرار گرفت. آنها گزارش دادند که کیفیت بذر می‌تواند از طریق تغییر در درصد و سرعت سبز شدن گیاهچه، بر رویش و استقرار اولیه گیاهچه تأثیر بگذارد که این اثر می‌تواند در طول دوره رشد ادامه یافته و در نهایت بر عملکرد دانه در مزرعه تأثیر بگذارد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر سطوح زوال بذر برخی از صفات گندم رقم کریم

تیمار	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم)	درصد جوانه زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (درصد)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)
شاهد	۹۲/۱۳ ^a	۱۶۱/۵۲ ^a	۲۷۴/۹۹ ^a	۹۸/۰۸ ^a	۹۰/۵۸ ^a	۳/۷۲ ^a	۴/۹۶ ^a
۷۲ ساعت	۸۶/۴۷ ^b	۹۳/۵۳ ^b	۱۸۵/۶۶ ^b	۹۷/۰۱ ^b	۸۷/۰۸ ^b	۳/۵۹ ^b	۴/۸۴ ^b
۹۶ ساعت	۸۲/۳۲ ^b	۸۴/۹۲ ^b	۱۶۸/۴۲ ^b	۹۱/۰۳ ^c	۸۴/۲۹ ^c	۳/۴۸ ^b	۴/۷۸ ^b
LSD	۵/۱۳	۵۳/۲۱	۶۱/۸۳	۰/۳۲	۰/۶۵	۰/۱۲	۰/۱۰

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف زوال بر صفات وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک گیاه‌چه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد با افزایش شدت پیری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه کاهش یافت. بیش‌ترین طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین میزان طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه در تیمار زوال با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۹۶ ساعت می‌باشد (جدول ۲). علی‌وند و همکاران (Alivand et al., 2012) اعلام کردند که مناطق مرستمی جنین، بخصوص ریشه‌چه تحت تأثیر زوال بذر قرار می‌گیرند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. بذور با بینه کم ممکن است جوانه بزنند، ولی به علت کاهش طول ساقه‌چه نمی‌توانند سبز شوند و از این طریق درصد سبز شدن در مزرعه کاهش می‌یابد. از طرفی ساقه‌های کوتاه‌تر به واسطه وزن خشک کم‌تر در مقایسه با ساقه‌های طویل‌تر دارای قدرت سبز شدن پایین‌تری هستند (Matthews et al.,

2006). هم‌چنین نتایج مشابه به‌دست آمده توسط آقابرانی و مارالین (Maralian and Aghabarati, 2012) روی گیاه افرا کیکم (*Acer cineracens* Boiss.) مبنی بر اثر منفی معنی‌دار زوال بذر بر طول ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر و طول ریشه‌چه که به طبع آن نسبت رشد آلومتریک نیز کاهش می‌یابد، نتایج آزمایش حاضر را تأیید می‌کند. کاهش وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه با افزایش سطوح پیری در این آزمایش با نتایج سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2006, 2008) مطابقت دارد. در مطالعه‌ای که توسط موسوی‌نیک و همکاران (Musavinik et al., 2011) به منظور بررسی تیمارهای دوره‌های زمانی ۲۴ تا ۹۶ ساعت بر بذر پنبه انجام شد، بیان داشتند که رشد گیاهچه و پویایی مواد با افزایش دوره زمانی زوال بذر کاهش معنی‌دار دوره زمانی زوال بذر کاهش معنی‌داری یافت. رحیمی‌کاریزک و همکاران (Rahemi-Karizaki et al., 2012) در آزمایشی روی اثر فرسودگی بذر بر رشد هتروترفیک گندم نشان دادند که صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه رابطه خطی منفی معنی‌داری با زوال بذر دارند، به‌طوری‌که با افزایش دوره پیری کاهش معنی‌داری در این صفات دیده شد. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2009) نیز به این نتیجه رسیدند که با زوال بذر هر چند ذخایر به صورت غیرقابل تحرک درمی‌آید، ولی همان ذخایر باقی‌مانده با کارایی بیشتری تبدیل می‌شوند به‌طوری‌که بذره‌های قوی طی زوال باقی می‌مانند و می‌توانند ذخایر باقی‌مانده را با کارایی بیشتری تبدیل کنند. اما افزایش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده تخلیه بذر به حدی نیست که بتواند کاهش تحرک ذخایر بذر رو پوشش دهد. هم‌چنین طی زوال بذر میزان گلوکز افزایش می‌یابد، ولی میزان پروتئین‌ها در اثر زوال بذرها گندم کاهش می‌یابد (McDonald, 1999)، که این می‌تواند باعث افزایش کارایی تخلیه ذخایر بذر شود، ولی از طرفی کاهش آنزیم‌های هیدرولیتیک باعث می‌شود که بخشی از ذخایر بذر به صورت غیرقابل تحرک درآید (Soltani et al., 2009).

ضرایب همبستگی برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب پیرسون انجام گرفت. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، صفت وزن گیاهچه با وزن ساقه‌چه (۰/۹۴۵) و وزن ریشه‌چه (۰/۹۸۳) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. صفت وزن ساقه‌چه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن ریشه‌چه (۰/۹۴۵)، وزن گیاهچه (۰/۹۶۵)، سرعت جوانه‌زنی (۰/۹۸۹)، طول ساقه‌چه (۰/۹۹۸) و طول ریشه‌چه (۰/۹۹۵) نشان داد. وزن ریشه‌چه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول ساقه‌چه (۰/۹۳۱) و طول ریشه‌چه (۰/۹۷۴) بود.

جدول ۳: ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه

همبستگی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	وزن گیاهچه	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه
وزن ساقه‌چه		۱					
وزن ریشه‌چه	۰/۹۴۵**				۱		
وزن گیاهچه	۰/۹۶۰**	۰/۹۹۹**			۱		
درصد جوانه‌زنی	۰/۷۹۱	۰/۶۹۴	۱		۰/۷۲۹		
سرعت جوانه‌زنی	۰/۹۸۹**	۰/۸۳۷	۰/۷۰۲	۱	۰/۷۵۳		
طول ساقه‌چه	۰/۹۹۸**	۰/۹۳۱*	۰/۸۰۹	۰/۹۹۹**	۰/۹۴۵**		
طول ریشه‌چه	۰/۹۹۵**	۰/۹۷۴**	۰/۸۴۱	۰/۹۹۲**	۰/۹۸۳**	۱	

* معنی‌داری در سطح پنج درصد و ** معنی‌داری در سطح یک درصد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصله از آزمون مشخص شد که اثر فرسودگی بر صفات جوانه زنی گیاهچه و همچنین رشد گیاهچه توأثیر کاهنده‌ای داشت. این کاهش به دلیل تأثیر (حرارت) بر فاکتورها و آنزیم هایی بود که در جوانه‌زنی (جیبرلین) و رشد گیاهچه تأثیرگذار بودند. با توجه به اهمیت انبارداری بذور توصیه می شود که قبل از کشت بذور به منظور تعیین کیفیت بذر از آزمون پیری تسریع شده استفاده شود. از طرفی به دلیل اهمیت تعیین قوت کیفیت بذر در شرایط انبارداری درجه حرارت و رطوبت بالا توصیه می شود که مراکز توزیع بذر قبل از توزیع بذور بین کشاورزان از صحت قدرت بذور اطمینان پیدا کنند.

Reference

- Ajamnorouzi, H., Soltani, A. and Norinia, A.A. 2009.** Evaluation of effects of seed size and seed deterioration on seed germination and seedling growth of wheat. *Journal of Plant Science Researchs*. 14(2): 53-60.
- Alivand, R., Tavakol Afshari, R. and Sharifzadeh, F. 2012.** Effects of gibberellin, salicylic acid, and ascorbic acid on improvement of germination characteristics of deteriorated seeds of *Brassica napus*. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 43 (4): 561-571.
- Anonymous. 2013.** FAO Production Statistics. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/>.
- Ansari, O. and Sharifzadeh, F. 2012.** Improving germination characteristics of mountain rye (*Secale montanum*) primed seeds under slow moisture reduction and accelerated ageing conditions. *Journal of Seed Science and Technology*. 2(2): 68-76.
- Basra, S.M.A., Ahmad, N., Khan, M.M., Iqbal N. and Cheema, M.A. 2003.** Assessment of cotton seed deterioration during accelerated aging. *Seed Science and Technology*. 31: 531-540.
- Copeland, L.O. and McDonald, M. 2001.** Principles of Seed Science and Technology (4rd ed.). Springer Verlag, USA.
- De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C. and De Carvalho, N.M. 2003.** Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels vigor. *Seed Science and Technology*. 31: 465-479.
- Eisvand, H.R. and Alizadeh, M.A. 2003.** Evaluation some physiological quality characters (percentages of germination, speed of germination and vigor index) of *Dracocephalum moldavica* L., by accelerated ageing test. *Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*. 11(2): 249-256.
- Forcella, F., Benech Arnold, R.L., Sanchez, R. and Ghersa, C.M. 2000.** Modeling seedling emergence. *Field Crop Research*. 67: 123-139.
- Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A.M. and Ghassemi-Golezani, K. 2004.** Effects of viability and vigour of seed on establishment and grain yield of wheat cultivars in field conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*. 20(3): 383-400.
- Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A. and Kumar, H. 2010.** Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. *Asian Journal of Plant Sciences*. 9(3): 158-162.
- Khaliliaghdam, N., Soltani, A., Latifi, N. and Ghaderi Far, F. 2013.** Laboratory tests for predicting emergence of soybean cultivar. *Plant Knowledge Journal*. 2(2): 89-93.
- Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come, D., Bailly, C. and Corbineau, F. 2008.** Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during aging in wheat grains. *Journal of Cereal Science*. 47(3): 555-565.

- Marshal, A.H. and Lewis, D.N.L. 2004.** Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. *Seed Science and Technology*. 32(2): 493-501.
- Matthews, S. and Khajeh Hosseini, M. 2006.** Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*. 34: 339-347.
- McDonald, M.B. 1999.** Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*. 27(1): 177-237.
- Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H.R. and Zeinali, E. 2011.** Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*. 5(1): 65-70.
- Mosavi Nik, S.M., Gholami tilebeni, H., Kord firouz jae, Gh., Sadeghi, M. and Sedighi, E. 2011.** Free fatty acid and electrical conductivity changes in cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.) Under seed deteriorating conditions. *International Journal of Agriculture Science*. 1(2): 62-66.
- Moshatati, A. and Gharineh, M.H. 2012.** Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 4(8): 458-460.
- Musavi Nik, S.M., Gholami Tilebeni, H., Zeinali, E. and Tavassoli, A. 2011.** Effects of seed ageing on heterotrophic seedling growth in cotton. *Emerica-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 10(4): 653-657.
- Pouri, K., Akbari, F. and Ghaderifar, F. 2012.** Reaction deteriorated seeds of cotton to salinity during germination and seedling growth. *Journal of Plant Production Research*. 19 (2): 53-68.
- Rahemi-Karizaki, A., Nakhzari-Moghaddam, A. and Pourabdullah, M. 2012.** The effect of seed vigor on germination and heterotrophic seedling growth response of wheat to salinity. *Journal of Seed Science and Technology*. 2(2): 60-67.
- Silva, F., Santos, R.H.S., Andrade, N.J., Barbosa, L.C.A., Casali, V.W.D., Lima, R.R. and Passarinho, R.V.M. 2005.** Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 40: 323-328.
- Soltani, A. 2007.** Application and using of SAS program in statistical analysis. Jihad-Daneshgahi; Mashhsd Press, 180p.
- Tekrony, D.M. 2006.** Seeds: The delivery system for crop science. *Crop Science*, 46: 2263-2269.
- Tilebeni, G.H. and Golpayegani, A. 2011.** Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). *International Journal of AgriScience*. 1(3): 138-143.

Effect of seed aging on germination and seedling growth of Karim wheat cultivar in vitro

M. Namani¹, H. Ajam Norouzi^{2*}, M.R. Dadashi³

¹PhD Student, Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

²Associate Professor, Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

³Assistant Professor, Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

Abstract

Decreased vegetative growth is one of the consequences of seed decay that may reduce plant yield. In order to investigate the effect of seed decay on germination and seedling growth of wheat cultivars in laboratory conditions, an experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in 2010 in the laboratory of the Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Gorgan Branch. The treatments studied in this test included three levels of burnout (control, 72 and 96 hours). They were incubated for 45 and 96 hours at 45 ° C and 100% relative humidity to induce deterioration. The results showed that germination percentage and germination rate were significant under different treatments of seed degradation at a probability level of 1% and shoot dry weight, root dry weight, seedling dry weight, shoot length and root length at a probability level of 5% were significant. With increasing seed decay period, germination percentage, germination rate, shoot dry weight, root dry weight, shoot length and root length decreased compared to the control, so that the highest percentage and germination rate were obtained in the control and the lowest in 96 hours of decay treatment. With increasing the rate of burnout in all traits showed a downward trend.

Keywords: Seed aging, Germination percentage, Germination rate, Wheat

*Corresponding author; ajamnorozei@yahoo.com

بررسی تاثیر تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات بذر گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) در شرایط تنش شوری

ابوالفضل لولایی^{۱*}، علی خلیلی^۲، هدایت محمدی^۳

^۱دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، تهران، ایران
^۲کارشناسی ارشد، گروه اکولوژی مرتع، دفتر امور مراتع و گیاهان دارویی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهران، ایران
^۳کارشناس، گروه علوم باغبانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

امروزه گیاهان دارویی، به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده فراوانی دارند. به این منظور به بررسی تأثیر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی و برخی خصوصیات بذر گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borago officinalis* L.)، در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح اسیدسالیسیلیک با غلظت غلظت (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌مولار) و تنش شوری با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) بودند. صفات مورد آزمایش شامل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، انرژی جوانه‌زنی بذر، بنيه بذر، محتوای پروتئین در ریشه‌چه و ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، درصد نهایی جوانه‌زنی بودند. با توجه به نتایج بدست آمده تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر شاخص‌های مورد مطالعه تاثیر معناداری نشان داد. افزایش شوری باعث کاهش شدید شاخص‌های رویشی و جوانه‌زنی بذر شد. استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بذر سبب بهبود رشد و جوانه‌زنی را بدنبال دارد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، بنيه بذر، گل گاوزبان، جوانه‌زنی، شوری.

مقدمه

گیاهان دارویی از زمان‌های قدیم به‌عنوان یک منبع از داروها استفاده می‌شود و در حال حاضر در سطح جهان به سرعت جانشین بسیاری از داروهای شیمیایی می‌شوند و از طرف دیگر صادرات این گیاهان نیز می‌تواند منبع بزرگی از درآمد ارزی برای کشور باشد (Khalaj et al., 2015). ایران دارای استعداد بالقوه طبیعی و جغرافیایی جهت کاشت و تولید گیاهان دارویی می‌تواند از جمله کشورهای تولیدکننده، مصرف کننده و صادرکننده گیاهان دارویی باشند. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد لازمه بهره‌برداری اقتصادی از این گیاهان با ارزش، شناخت علمی، کشت و بهره‌برداری صحیح از آنان می‌باشد. گل گاوزبان با نام علمی (*Echium amoemom Fischard C.A.May*) از خانواده گل گاوزبانیان و دارای ۱۳۱ جنس و ۲۰۰ گونه علفی، بوته‌ای یکساله و چندساله است. گیاه گل گاوزبان در اواسط بهار و تابستان به گل می‌رود. در گل گاوزبان، گل و برگ و حتی سرشاخه‌های آن مصرف دارویی دارد (Ghahraan, 1978). گیاه دارویی گل گاوزبان جز دسته گیاهانی محسوب می‌شود که به شرایط تنش محیطی پاسخ داده و کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب بهبود شرایط رشد مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن می‌شود (Lolaei et al., 2019).

*نویسنده مسئول: abolfazl.lolaei84@gmail.com

کشور ایران با توجه به موقعیت آن در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا، نیمی از اراضی کشاورزی آن یعنی ۹,۵ میلیون هکتار در معرض شوری بوده و کاملاً استعداد گسترش شوری اراضی را دارد. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه، یکی از حساسترین مراحل مختلف رشد گیاه به تنش‌های محیطی (خشکی، شوری، سرما و گرما) در گیاهان زراعی و مرتعی به شمار می‌رود (Kafi, and Rahimi, 2010).

در طبیعت گیاهان در برابر نوسانات محیطی مختلفی از جمله شوری و خشکی قرار دارند که شرایط رشد آنها را دچار محدودیت میکند. اغلب گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه حساسیت بالایی به تنش‌های محیطی از جمله خشکی و شوری دارند. طبق نظر محققین حساس‌ترین مرحله از چرخه زندگی گیاه نسبت به تنش شوری مرحله جوانه‌زنی و ابتدای رشد گیاهچه است. بنابراین بذریابی که بتواند در مرحله جوانه‌زنی واکنش مناسبی به تنش شوری شان دهند در مرحله گیاهچه ای رشد بهتری دارند و سیستم ریشه‌ای قوی تری دارند (Kaydan and Yagmar, 2008). تنش شوری میتواند بر فرایندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکامل کامل گیاه تاثیر گذار باشد. فتوسنتز که یک مسیر کالبدی در فیزیولوژی گیاهان است بشدت تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد (Zhao and Liu, 2000). شوری سبب تولید اسید آسزیک شده و آن هم به نوبه خود سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. تنش شوری سبب تجمع انواع اکسیژن فعال در سلول و آسیب رساندن به لیپیدهای غشا و پروتئین‌ها می‌شود (Panda and Upadhy, 2004).

اسید سالیسیلیک یک ماده شبه هورمونی است یک ترکیب کاملاً طبیعی است که به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی عمل می‌نماید (El-Tayeb, 2005). یکی از ترکیبات موثری که می‌تواند در تیمار بذر مورد استقرار قرار گیرد سالیسیلیک اسید است (Wang et al., 2006). اسیدسالیسیلیک نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد و نمو گیاه، فتوسنتز، جذب و جوانه‌زنی دارد. این ماده در بسیاری از گزارشات به نقش سالیسیلیک اسید در تعدادی از پاسخ‌های دفاعی به تنش‌های محیطی مانند دماهای پایین (Tasgin et al., 2003)، شوری (Borsani et al., 2001) و بیماری‌های گیاهی (Alvarez, 2000). ایجاد مقاومت به انواع تنش‌های محیطی را دارد. بنابراین افزایش کاروتنوئیدها در هنگام القای تنش و کاربرد سالیسیلیک اسید می‌تواند ظرفیت آنها را در کاهش خسارت ناشی از رادیکال‌های آزاد افزایش داده و به نوبه خود میزان کلروفیل گیاه را افزایش دهد. در واقع این میتواند در نتیجه اثر حفاظتی سالیسیلیک اسید و کاروتنوئیدها به منظور حفاظت دستگاه فتوسنتزی در مقابل تنش اکسیداتیو باشد (Azooz, 2009). اسیدسالیسیلیک سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه‌های گندم و مقاومت آنها به کمبود آب می‌شود. همچنین این ماده در گوجه فرنگی و لوبیا سبب افزایش مقاومت به درجه حرارت‌های پایین و بالا می‌شود (Senaratna et al., 2000). کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک سبب ایجاد تحمل گرما و سرمازدگی و تنش شوری (Borsani et al., 2001) و در گل گاوزبان (Gholinezhad et al., 2016; Mirzaei et al., 2016) می‌گردد. گزارشات مختلفی در خصوص پرایمینگ بذر باعث بهبود جوانه‌زنی، افزایش بنيه بذر و افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل خشکی، شوری و دما شده است (Hanan, 2007). کاهش جوانه‌زنی گیاهان در شرایط و محیط شور میتواند به علت کاهش جذب موثر آب به علت بر هم خوردن تعادل اسمزی و نیز علت ایجاد سمیت یونی و در نهایی به علت ایجاد اختلال در جذب عناصر ایجاد شود (Kaur et al., 2006; Farooq et al., 2006).

پرایمینگ بذر با اسیدسالیسیلیک به عنوان یک تکنیک اسان و کم هزینه راه حلی است که برای بهبود جوانه‌زنی بذرها پیشنهاد می‌گردد (Rajasekaran et al., 2002). همچنین گزارش دادند که سازوکاری که اسیدسالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد. به‌خوبی شناخته نشده است اما احتمال می‌دهند که

اسیدسالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم مینماید (Kawano and Muto, 2000). تحت شرایط تنش‌های محیطی سطوح درون زای فیتوهورمون‌ها دچار تغییرات اساسی می‌شوند. فیتوهورمون‌ها نقش مهمی در پاسخ به تنش‌های محیطی و سازگاری آنها دارند. به اعتقاد بسیاری از محققین اثر شوری در ممانعت از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه میتواند وابسته به کاهش در سطح فیتوهورمون‌های طبیعی باشد (Sharma et al., 2005). عدم جونه زنی بذر و استقرار مطلوب گیاه یکی از مشکلات کشاورزی در مناطق شور می‌باشد. لذا پیش تیمار بذر به عنوان یک راهکار جهت افزایش استقرار گیاه به ویژه در شرایط نامطلوب مطرح است. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثرات پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در جوانه‌زنی بذر و خصوصیات گیاهیچه گل گاوزبان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر برخی خصوصیات گل گاوزبان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کاملا تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات سازمان جنگلها و مراتع اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و سه سطح شوری بود. ابتدا بذرهای هم اندازه انتخاب سپس با هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضد عفونی شده و سپس ۳ تا ۵ مرتبه با آب مقطر شسته و سپس به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای محیطی ۲۰ درجه سانتی گراد درون محلولهای با غلظت (۰ (آب مقطر)، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی مولار) اسید سالیسیلیک به طور جداگانه خیسانده شدند. پس از آن، تعداد ۳۰ عدد بذر از بذرهای خیس خورده در آب مقطر و محلول اسیدسالیسیلیک به پتری‌دیش‌های استریل با قطر ۹ سانتی متر که حاوی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در کف پتری دیش‌ها و ۱۰ میلی لیتر NaCl با غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) بودند انتقال گردیدند. پتری‌ها در اتاقک رشد و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز قرار داده شدند (Safarnejad et al., 2007). عداد بذرهای جوانه زده هر روز تا روز چهاردهم مورد شمارش قرار گرفتند. در طول آزمایش بذرهایی جوانه زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها دو میلی متر یا بیشتر بود (Kaya and Day, 2008). روز چهاردهم، پنج عدد از بذرهای جوانه‌زده را از پتری دیش خارج کرده و ریشه‌چه و ساقه‌چه جهت سنجش پارامترهای مرفولوژیکی از یکدیگر جدا شدند. در طول آزمایش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز با استفاده از فرمول ارایه شده محاسبه گردید (Maguire, 1962). شاخص بنیه بذر نیز با استفاده از روش عبدالباکی و اندرسون محاسبه گردید (Abdul-baki and Anderson, 1970).

$$100 / \text{میانگین طول گیاهیچه‌ها} \times \text{درصد جوانه‌زنی} = \text{شاخص بنیه بذر}$$

انرژی جوانه‌زنی بذر از نسبت درصد بذرهای جوانه زده در روز پنجم به تعداد کل بذرهای آزمون شده محاسبه شد (Run, 2000). میزان پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه در روز دهم نمونه برداری شدند و طبق روش باتس و همکاران (Bates et al., 1973) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ساخت کشور آمریکا اندازه گیری شد و بر حسب نانومتر قرائت شد. سپس با رسم نمودار غلظت هر نمونه برآورد شد. برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

طول ریشه چه و ساقه چه: با افزایش میزان شوری، طول ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر طبق نتایج بدست آمده، بر طول ریشه چه و ساقه چه در سطح احتمال پنج درصد کاملاً معنی دار شد و همچنین بر همکنش این دو تیمار نیز اثر معنی داری بر این شاخص ها چه داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری نشان داد که شرایط کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب افزایش طول ریشه چه و ساقه چه (۹/۶۸) در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم اسیدسالیسیلیک شد. همچنین کاربرد تنش شوری سبب کاهش این شاخصها گردید. با توجه به اثر متقابل شوری و اسیدسالیسیلیک بالاترین میزان طول ریشه چه و ساقه چه به ترتیب ۴/۲۴ و ۸/۳۴ سانتی متر مشاهده شد و کمترین میزان نیز به ترتیب ۲/۲۱ و ۴/۶۱ سانتی متر حاصل گردید (جدول ۲).

در تحقیقات محققین در خصوص بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر صفات ریخت شناسی بنفشه آفریقایی، نتایج نشان داد که غلظت ۵-۱۰ مولار از اسیدسالیسیلیک سبب افزایش در رشد ساقه و ریشه، تعداد برگ، تعداد غنچه های گل گردید (Jabbarzadeh, et al., 2009). در تحقیق خود در خصوص اثر روش های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر کاهش اثرات تنش شوری در اراضی گندم فاقد سیستم زهکش در شهرستان شادگان گزارش دادند که نتایج نشان داد که اثر نوع اراضی مورد کشت بر ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر اسید سالیسیلیک در تمامی صفات اندازه گیری در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بر همکنش محیط و روش کاربرد سالیسیلیک بر سرعت رشد محصول در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و در مورد سایر صفات اختلاف معنی دار نداشت. بیشترین و کمترین مقدار در صفات مورد بررسی به ترتیب در اراضی نرمال و شور مشاهده شد و از میان روشهای مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک، بیشترین و کمترین مقدار در صفات در روش تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به علاوه محلولپاشی در ابتدای پنجه دهی و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) حاصل شد (Idrisi and Marashi, 2018). در پژوهشی دیگر نتایج حاصل از کاربرد اسیدسالیسیلیک بر روی گیاه دارویی گشنیز نشان دادند که ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک شاخه و برگ و عملکرد بذر به طور معنی داری تحت تاثیر اسیدسالیسیک افزایش یافتند (Rahimi, et al., 2009). همچنین تحقیقی دیگر محققین گزارش دادند با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک میزان رنگیزه های فتوسنتزی و به ویژه کلروفیل و تقسیمات سلولی در گیاه لوبیا افزایش یافت و سبب افزایش ارتفاع در لوبیا شده است (Sepehri and Karami, 2015). محققین در آزمایشی به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه زنی بذر کنجد در شرایط تنش شوری پرداختند. که پس از جوانه زنی درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه زنی در بذرها کنجد شده، به طوری که شوری با غلظت ۸ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش درصد جوانه زنی به کمتر از نصف نسبت به تیمار شاهد می شود. همچنین مشاهده شد که سالیسیلیک اسید تاثیر مثبتی بر جوانه زنی داشته و هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای تنش دیده سبب افزایش درصد جوانه زنی می شود. در نتایج بدست آمده برابر افزایش سطح اسیدسالیسیلیک سبب افزایش در رشد گردیده که به دلیل رشد سریع تر و بیشتر شدن رشد عمومی گیاه دانست، چرا که روند سریع رشد برگها باعث جذب بیشتر تشعشع و آسمیلات سازی و افزایش فتوسنتز خواهد شد و بر تجمع ماده خشک کل می افزاید (Safari et al., 2013). نتایج این آزمایش با یافته های (Hashemi et al., 2014) که گزارش نمودند

بیشترین طول ریشه‌چه همین‌طور وزن خشک بوته در شرایط محلولپاشی اسید سالیسیلیک در مراحل شروع پنبه‌زنی و برجستگی دوگانه به دست آمد، نیز مطابقت داشت. طبق گزارش نتایج محققین، اسیدسالیسیلیک سبب افزایش وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهان ذرت در شرایط تنش شوری شده است (Khodary, 2004). محققین گزارش دادند افزایش نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تأثیر سالیسیلیک اسید میباشد. تیمار گیاه با سالیسیلیک اسید، میزان تقسیم سلولی مریستم رأسی ریشه‌های اولیه که منجر به افزایش رشد طولی می‌شوند را زیاد می‌کند (Shakirova and Sahabuddinova, 2003). در تحقیقی توسط در خصوص پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در سیاه دانه گزارش شد (Zarei et al., 2020). همچنین نتایج مشابهی توسط محققین در خصوص گل گاوزبان نیز ارائه شد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین بر شاخصهای رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری کاملاً مطابقت دارد (Droudyan et al., 2017).

انرژی جوانه‌زنی بذر: با توجه به نتایج تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر میزان انرژی جوانه‌زنی بذر معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به کاربرد اسیدسالیسیلیک در گل گاوزبان در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم بیشترین میزان انرژی جوانه‌زنی بذر مشاهده شد و با افزایش میزان سطح شوری میزان این شاخص کاهش یافت (جدول ۲). در واقع کاهش خصوصیات جوانه‌زنی در اثر شوری به دلیل کاهش میزان و سرعت جذب آب و همچنین تاثیر نامطلوب پتاسیل اسمزی بسیار پایین حاصل از نمک و سمیت یونها بر فرایند هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره ای بذر می‌باشد. همچنین نتایج مشابهی هم توسط محققین در خصوص اثر شوری بر انرژی جوانه‌زنی بذر در زیره سبز گزارش شده است (Zehtabsalmasi, 2008). در تحقیقی در خصوص اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی تربچه در شرایط تنش شوری گزارش دادند که نتایج نشان داد که غلظت ۱۲ دسی‌زمینس بر متر نمک کلرید سدیم سبب کاهش درصد جوانه زنی بذرهای تربچه نسبت به شاهد شد. همچنین سالیسیلیک اسید در تیمار شاهد و در تیمارهای تحت تنش شوری تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و سبب افزایش جوانه زنی گردید. استفاده از سالیسیلیک اسید موجب افزایش نسبت طول و وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه شد. کاربرد سالیسیلیک اسید ۱ میلی مولار بیشترین تأثیر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت. به علاوه، غلظت پرولین در شرایط تنش شوری افزایش یافت (Ghanbari, et al., 2011). در آزمایشی کبیری و نقی زاده، به بررسی اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه سیاهدانه در شرایط تنش شوری پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش تنش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی بذر، وزن گیاهچه، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه، اندام هوایی و وزن خشک و تر اندام هوایی در سیاهدانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش شوری گردید (Kabirinezhad and Naghizade, 2015). این نتایج با نتیجه تحقیقات محققین در خصوص تاثیر تنش شوری بر صفات دو رقم برنج کاملاً مطابقت دارد (Fallah, et al., 2015). لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین بر شاخص انرژی جوانه‌زنی بذر در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری کاملاً مطابقت دارد.

بنیه بذر: با توجه به (جدول ۱) نتایج اثر متقابل غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید و کلرید سدیم نشان داد که شاخص بنیه بذر تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت و واکنش به سطوح شوری معنی‌دار بود. با افزایش غلظت شوری میزان شاخص بنیه بذر کاهش یافت. همچنین با افزایش میزان اسید سالیسیلیک میزان این شاخص افزایش یافته است.

بنابراین در این تحقیق تنش شوری ایجاد شده توسط شوری در محیط آزمایش توانسته است شرایط سخت و نامساعدی را برای بذور این گیاهان فراهم آورد. بهترین غلظت استفاده شده از اسیدسالیسیلیک در گل گاوزبان غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بود. شاخص بنیه بذر می تواند شاخصی برای توان ذر جوانه زده به منظور ادامه رشد باشد که با افزایش میزان شوری بالاترین اثر بخشی در کاهش بنیه بذر در سطح ۱۵۰ میلی گرم در لیتر کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۲). در تحقیقی به بررسی شاخص بنیه بذر با آدام و کاسنی در شرایط تنش شوری پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد شوری عامل بسیار تاثیر گذار بر میزان بنیه بذر می باشد و با افزایش شوری تقریباً شاخص بنیه بذر به نزدیک به صفر رسیده است (Ghavam, and Azarnivand, 2016). در آزمایشی محققین بر روی ریحان اصلاح شده با افزایش میزان شوری شاخص بنیه بذر کاهش یافت (Alirezayi et al., 2012). از آنجایی که شاخص بنیه بذر تابعی از طول ریشه چه، ساقه چه و اندازه نهایی گیاهچه است، لذا با افزایش شوری و کاهش این صفات شاخص بنیه بذر نیز کاهش یافت که در تیمار بکار رفته در این آزمایش اسیدسالیسیلیک سبب بهبود رشد و شاخص بنیه بذر میگردد که این عامل سبب تسریع در رشد و سبز شدن ساقه چه می گردد (Basra et al., 2005) که با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج سایر محققین کاملاً مطابقت دارد.

محتوای پرولین در ریشه چه و ساقه چه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس بدست آمده در خصوص تاثیر برهمکنش اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر خصوصیات میزان پرولین در ساقه چه و ریشه چه کاملاً معنی دار می باشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، در شرایط تنش شوری میزان پرولین موجود در ریشه و ساقه افزایش یابد. پیش تیمار بذور توسط اسیدسالیسیلیک باعث شد محتوای پرولین در ریشه چه و ساقه چه در شرایط تنش شوری کاهش یابد. لذا بالاترین میزان غلظت پرولین در ریشه چه و ساقه چه در غلظت ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم مشاهده گردید (جدول ۲).

در تحقیقی محققین به بررسی کاربرد اسیدسالیسیلیک بر خواص کمی و کیفی پس از برداشت میوه توت فرنگی پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که کاربرد اسیدسالیسیلیک به عنوان یک تیمار در خواص زمان رسیدن میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدپته میوه و وزن میوه کاملاً تاثیر گذار بوده است. با توجه به نتایج تاثیر اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیک کاملاً تاثیر گذار بوده است. نتایج تحقیقات پیشین نشان داده اند که پیش تیمار بذر گیاهان مختلف به وسیله اسید سالیسیلیک، باعث افزایش مقاومت گیاهچه در هنگام بروز تنش های مختلف، به خصوص تنش شوری می شود (Lolaei et al., 2012). در شرایط تنش شوری که سبب افزایش میزان پرولین می شود کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب کاهش در میزان پرولین می شود (Moradi and Rezvani Moghaddam, 2010) محققین در تحقیقات خود در خصوص کاربرد اسیدسالیسیلیک بر خواص کمی و کیفی گیاه گاوزبان، گزارش دادند که تاثیر اسیدسالیسیلیک بر شاخص های فیزیولوژیکی کاملاً معنادار است (Lolaei et al., 2019).

سرعت جوانه زنی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی دار سرعت جوانه زنی گردید (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین سرعت جوانه زنی در تیمار ۱۵۰ میلی مولار NaCl در مقایسه با شاهد کاهش چشم گیری نشان داد. اما پیش تیمار بذر با اسیدسالیسیلیک موجب افزایش صفت مذکور در شرایط تنش شوری گردید. طبق نتایج بیشترین میزان سرعت جوانه زنی در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید (جدول ۲). در تحقیقی توسط (Zarei, et al., 2022) در خصوص پیش تیمار اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش شوری در سیاه دانه گزارش شد شوری به طور معنی داری سبب کاهش سرعت جوانه زنی گردیده و پیش تیمار اسیدسالیسیلیک سبب بهبود

در جوانه‌زنی سیاه دانه در شرایط تنش شوری گردید. نتایج مشابهی در خصوص تاثیر اسیدسالیسیلیک گزارش دادند (Poshtdar et al., 2015). در تحقیقی توسط محققین گزارش شد پیش تیمار بذر با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر ماریتیغال شد پرایمینگ از طریق بازسازی و ترمیم سلول‌های آسیب دیده، کاهش موانع رشد جنین، افزایش کمی و کیفی سنتز پروتئینها و ایجاد دامنه دمایی وسیعتر برای جوانه‌زنی، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و درصد بذرهای زنده و سرعت جوانه‌زنی گردید (Madaddi et al., 2016). در تحقیقی (Mahmoudi Rad and Nourafkan, 2019) به بررسی اثر پیش تیمار بر جوانه‌زنی ماریتیغال تحت تنش شوری پرداختند. نتایج نشان داد کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب کاهش اثرات منفی تنش شوری در جوانه‌زنی بذور گردید. لذا نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققین نیز مطابقت دارد.

درصد نهایی جوانه‌زنی: در بررسی اثر تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید بر بذرهای گل گاوزبان نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری بر خصوصیت درصد نهایی جوانه‌زنی کالام معنی‌دار است (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمار ۱۵۰۰ میلی مولار اسیدسالیسیلیک بالاترین میزان درصد نهایی جوانه‌زنی مشاهده شد. با افزایش غلظت کلرید سدیم درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۲). در تحقیق محققین نشان دادند که با بررسی تاثیر اسیدسالیسیلیک بر روی برخی خصوصیات گل گاوزبان در شرایط تنش خشکی بر روی درصد جوانه‌زنی آن پرداختند.

نتایج نشان داد تنش خشکی جوانه‌زنی فاکتورهای مورد مطالعه را کاهش داد، سالیسیلیک اسید در تیمار خشکی بالا اثر بهبود بخشی در جوانه‌زنی داشته است. (Hashemi, et al., 2014) در تحقیقی در خصوص کاربرد اسیدسالیسیلیک در گل میخک، نشان از افزایش معنی‌دار رشد رویشی و کیفیت گل را به خود اختصاص داد. (Dolat Abadian, et al., 2008).

در تحقیقات خود در خصوص اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی بذر گندم در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج بدست آمده محققین درصد جوانه‌زنی بذر گندم به طور معنی‌داری در اثر تنش شوری کاهش یافته و تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذور می‌شود. همچنین نتایج مشابهی توسط محمودی راد و نورافکن در خصوص تیمار اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات درصد جوانه‌زنی بذر ماریتیغال مشاهده شد (Mahmoudi Rad and Nourafkan, 2019). همچنین نتایج مشابهی توسط (Boroumand and Kochaki, 2005) نیز ارائه شد که با نتایج این تحقیق کالام مطابقت دارد.

جدول ۱: تجزیه واریانس تاثیر سالیسیلیک اسید و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاه گاوزبان

سرعت جوانه‌زنی	محتوای پروتئین ساقچه	محتوای پروتئین ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی (درصد)	بینه بذر	انرژی جوانه‌زنی بذر	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاه‌چه (سانتی‌متر)	درجه آزادی (DF) (بین گروه‌ها-درون گروه‌ها)	تنش شوری	اسید سالیسیلیک
۲۲/۷۵ **	۱۳۵/۲**	۱۰۶/۷**	۹۱۴/۷**	۲۲/۷۵**	۱۹۵/۲**	۱۰۶/۷**	۴۴/۷**	(۸-۳)	شاهد	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۷۳/۰۰**	۱۳۰/۰**	۲۴۷/۰**	۱۴۰/۷**	۷۳/۰۰**	۱۷۰/۰**	۳۷/۰**	۲۱۰/۷**	(۸-۳)	۵۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۴۰/۰۰**	۳۹۰/۰**	۳۱/۹۲**	۲۴/۰**	۴۰/۰۰**	۳۹۰/۰**	۳۱/۹۲**	۱۳۵/۰**	(۸-۳)	۱۰۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۱۱۸/۷۵**	۸۴/۷**	۴۱۸/۰**	۳۲/۲**	۴۸/۷۵**	۱۸۴/۷**	۱۴۸/۰**	۱۰۰/۰**	(۸-۳)	۱۵۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰

به ترتیب ** در سطح ۵ درصد معنی دار، * در سطح ۰ درصد معنی دار، NS عدم تفاوت معنی دار

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک و شوری بر صفات جوانه‌زنی گیاه گاوزبان

سرعت جوانه‌زنی	محتوای پروتئین ساقچه	محتوای پروتئین ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی (درصد)	بینه بذر	انرژی جوانه‌زنی بذر	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقچه‌چه (سانتی‌متر)	تنش شوری	اسید سالیسیلیک
۶۷/۱۸c	۶۴/۰a	۵۴/۰a	۱/۷۷c	۹۸/۷c	۲۳/۲۶c	۲۱/۳cd	۱۵/۷cd	شاهد	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۹۲/۱۹b	۴۹/۰b	۴۵/۰b	۶/۷۹b	۷۳/۸c	۴۳/۷۱b	۵۴/۳c	۴۳/۷c		
۱۴/۱۹b	۴۲/۰c	۳۳/۰c	۳/۸۰b	۴۲/۱۰b	۲۷/۶۸bc	۳۴/۴b	۶۴/۸b		
۸/۲۲a	۴۰/۰c	۳۴/۰c	۵/۸۳a	۴۸/۱۲a	۸۴/۷۴a	۲۷/۵a	۶۸/۹a		
۱۱/۱۷bc	۶۰/۰a	۶۵/۰a	۱/۷۴b	۹۰/۴b	۴۱/۶۴b	۲۷/۳c	۵۸/۷c	۵۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۹۲/۱۷b	۵۹/۰a	۵۱/۰b	۵/۷۸a	۱/۳c	۸۵/۶۸a	۷۴/۳b	۵۷/۷b		
۱۱/۱۸ab	۵۱/۰b	۴۴/۰bc	۹/۷۷a	۱/۳c	۲۱/۷۰a	۸۸/۳b	۸۲/۷b		
۶۷/۱۸a	۴۹/۰b	۴۳/۰bc	۲/۷۹a	۹۶/۹a	۴۳/۶۹a	۲۴/۴a	۳۴/۸a		
۵۲/۱۶b	۹۴/۰a	۸۸/۰a	۸/۷۰b	۷۰/۵b	۸۴/۶۱bc	۸۵/۲c	۲۱/۵c	۱۰۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۶۰/۱۶b	۶۵/۰cd	۵۷/۰b	۷/۷۱ab	۸۴/۶ab	۷۳/۶۴b	۱۶/۳b	۳۸/۶b		
۱۴/۱۷	۷۴/۰b	۵۸/۰b	۹/۷۱ab	۲۶/۷a	۴۲/۶۷b	۵۴/۳ab	۵۷/۶b		
۷۶/۱۷a	۷۱/۰c	۵۳/۰c	۲/۷۳a	۲۳/۷a	۲۳/۷۰a	۳۴/۳a	۵۴/۶a		
۴۱/۱۴c	۷۲/۱a	۵۴/۱a	۶/۶۱c	۲۰/۴b	۶۸/۶۲b	۲۱/۲d	۶۱/۴b	۱۵۰	۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
۵۰/۱۴c	۵۰/۱b	۷۱/۰c	۶/۶۵ab	۵۷/۴b	۳۶/۶۳b	۵۵/۲c	۴۲/۴b		
۳۷/۱۵b	۵۴/۱b	۸۶/۰b	۸/۶۳b	۲۸/۵a	۵۳/۶۷a	۸۴/۲b	۴۵/۵ab		
۸۲/۱۵a	۳۵/۱c	۷۳/۰bc	۲/۶۶a	۹۲/۵a	۶۴/۶۸a	۱۷/۳a	۷۸/۵a		

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۳ درصد در آزمون دانکن می‌باشد

نتیجه‌گیری نهایی

در این آزمایش مشاهده شد که افزایش شوری باعث کاهش شدید شاخص‌های رویشی و جوانه‌زنی بذر شد. استفاده از سالیسیلیک اسید به صورت پیش تیمار بذر افزایش رشد و جوانه‌زنی را بدنبال دارد. افزایش شوری باعث کاهش شدید جوانه زنی بذرها گردید. با افزایش غلظت شوری، رشد گیاهچه (طول ریشه چه و ساقه چه)، شاخص بینه بذر و انرژی جوانه زنی بذر) کاهش یافت. اما نکته قابل بررسی این است که آیا افزایش شوری سبب کاهش جوانه‌زنی و محتوای پرولین ریشه‌چه و ساقه‌چه بقای شده است. بر طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش کاربرد سالیسیلیک اسید به منظور کاهش اثرات مخرب تنش شوری کاملاً معنی‌دار و تاثیر گذار بوده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات بیدریغ همکاران محترم دفتر مرتع و گیاهان دارویی سازمان جنگلها و مراتع کشور در انجام هرچه بهتر پژوهش کمال سپاس و قدردانی را دارم.

Reference

- Alvarez, M.E. 2000.** Salicylic acid in machinery hypersensitive cell death and disease resistance. *Plant Mol. Biol.* 44: 429-442.
- Azooz, M.M. 2009.** Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *Int. J. Agric. Biol.* 11(4), 343-350.
- Bates I.S., Waldern R.P. and Teare I.D. 1973.** Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Borsani, O., Valpuseta, V. and Botella, M.A. 2001.** Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. *J. Plant Physiol.* 126: 1024-1030.
- Boroumand Rezazadeh, Z. and Kochaki. 2005.** Investigation of seed germination response of acacia, fennel, and dill to osmotic and matrix potentials induced by sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures *Iranian Journal of Crop Research.* 3: 21-207.
- Dolat Abadian, Arya, Seyed Ali M. and Etemadi, F. 2008.** Effect of salicylic acid pretreatment on wheat seed germination under salinity stress. *Iran biology magazine.* Volume 21, Number 4.
- Droudyan, Esmat and Ghasemi, M. and Sohani, A. 2017.** The effect of salicylic acid on some characteristics of borage under drought stress conditions. *Proceedings of the Seventh National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources.*
- El-Tayeb, M.A. 2005.** Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation.* 45: 215-225.
- Fallah, A., Farahmand, A. and Moradi, F. 2015.** The effect of salinity stress at different stages of growth on some morphophysiological traits of two rice cultivars in greenhouse conditions. *Journal of Agriculture (Research and Construction),* 107: 182-17
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Tabassum, R. and Afzal, I. 2006.** Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Production Science* 9: 446-456.
- Ghavam, M., Azarnivand. H. 2016.** Seed vigor index of three plants, wormwood, poplar and chicory under salinity stress. *Iranian Natural Ecosystems Quarterly.* Seventh year, third issue. Pages 39-49.
- Ghanbari, M., Eftekharian. J., Javanmardi, Sh. and Farzaneh, M. 2011.** Effect of salicylic acid pretreatment on radish germination under salinity stress. *Padar Quarterly Journal of Modern Agricultural Knowledge,* Year 7, Issue 3, Pages 45-51

- Ghahraman, A. 1978.** Color Flora of Iran, Volume I, Publications of the National Association for the Protection of Natural Resources and Human Environment, No. 2.
- Hashemi, S. A., Imam, Y. and Pirasteh Anousheh, H. 2014.** The effect of time and method of salicylic acid application on growth process, Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity stress conditions. *Crop Physiology*, 6 (24): 18-5.
- Hanan, E.D. 2007.** Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. *Biol. Res.* 1: 40-48.
- Horvath, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007.** Introduction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *J. Plant Growth Regul.* 26: 290-300.
- Idris, H. and Marashi, S. 2018.** In his research on the effect of different methods of application of salicylic acid on reducing the effects of salinity stress in wheat lands without drainage system. *Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch - Year 10, Issue 39, Fall*, pp. 131-146.
- Jabbarzadeh, Z., Khosh-Kkhu, M. and Salehi, H. 2009.** The effect of foliarapplied salicylic acid on flowering of African violet. *Aust. J. Bas. and Appl. Sci.* 3(4): 4693-4696.
- Kabiri, Rozita and Naghizadeh, Mehdi. 2015.** The effect of salicylic acid pretreatment on germination and initial growth of black seedling seedlings under salinity stress. *Iranian Journal of Seed Science and Technology, Fourth*, 1: 61-72
- Kafi, M. and Rahimi, Z. 2010.** The effect of different levels of salinity on plant germination properties of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Iranian Journal of Agricultural Research*, 8(4): 615-621. (In Persian)
- Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2006.** Effect of hydro-and osmo priming of chickpea (*Cicer orietinum* L.) seeds on enzymes of sucrose and nitrogen metabolism in nodules. *Plant Growth Regulation* 49: 177-182.
- Kawano, T., and Muto, S. 2000.** Mechanism of peroxidase actions for salicylic acid-induced generation of active oxygen species and an increase in cytosolic calcium in tobacco cell suspension culture. – *J. exp. Bot.* 51: 685-693.
- Kaydan, D. and Yagmur, M. 2008.** Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 2862-2868
- Khalaj, H., Allahdadi, I., Iranejad, H., Akbari, G.A., Min Bashi, M., Baghestani, M., Labbafi, M. and Mehrafarin, A. 2015.** Using Nonlinear Regression Model for Estimation of Cardinal Temperatures in Three Medicinal Plants. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 49: 165-173.
- Khodary, S.E.A. 2004.** Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Int. J. Agri. Biol.* 6: 5–8
- Lolaei, A., Kaviani, B., Mohammad Ali Rezaei, Mojtaba Khorrami. R. and Rana Mohammadipour. 2012.** Effect of Pre- and Postharvest Treatment of Salicylic Acid on Ripening of Fruit and Overall Quality of Strawberry (*Fragaria ananasa* Duchev. Camarosa) Fruit. *Annals of Biological Research*, 2012, 3(10): 4680-4684
- Lolaei, Abolfazl, Khalili, Ali and Mushfeqifar, Shokoofeh. 2019.** Investigation of some traits of borage in salicylic acid treatment and biological fertilizers. *Journal of Agricultural Research Journal*.
- Madady, M. Khomari, S., Javadi, A. and Sofalian, A. 2016.** The effect of priming with calcium nitrate and zinc oxide on seed germination and seedling growth of corncockle under salinity stress, *Journal of Plant Process and Function*, 5(15): 169-179. (In Persian)(**Journal**)
- Mahmoudi Rad, Zahra and Nourafkan, Zahra. 2019.** Effect of seed pretreatment with salicylic acid on germination of marigold under salinity stress. *Journal of Seed Research*, 9(4): 11-21.
- Mahmoudabadi, Majid Rashidi, Umm Leila and Fekri, Majid. 2013.** The effect of alfalfa residues, poultry manure and potassium fertilizer on some soil properties and onion yield. *Journal of Water and Soil*, 27(2): 252-261.

- Mirzaei, Mohammad Mehdi, Ghorbani, Sadegh, Roozbehani, Arash and Ghaderi, Afshin. 2016.** To study the application of biological fertilizers on quantitative and qualitative traits of borage in dehydrated conditions. *Journal of Desert Agricultural Research*, 13(2): 157-173.
- Moradi, R. and Rezvani Moghaddam, P. 2010.** Study the effects of prepriming seed with salicylic acid in salinity stress condition, on germination and growth characteristics of *Foeniculum vulgare* Mill (Fennel). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 8(3):489-500. (In Persian) (Journal)
- Panda, S.K., and Upadhyay, R.K. 2004.** Salt stress induces oxidative alterations and antioxidative defense in the roots of *Lemna minor*. *Biol. Plant.*, 48(2): 249-253.
- Poshtdar, A., Abdali Mashhadi, A. and Monjezi, F. 2015.** Response germination and vigor index seed of milk thistle to priming with salicylic acid under salt stress. The second conference on new findings in the Environment and Agricultural Ecosystems. Institute New Energys and Environment of Tehran University
- Rajasekaran, L.R., Stiles, A., Surette, M.A., Sturz, A.V., Blake, T.J., Caldwell, C. and Nowak, J. 2002.** Stand Establishment Technologies for Processing Carrots: Effects of various temperature regimes on germination and role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Can. J. Plant Sci.* 82: 443-450.
- Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Hemmati, Kh., and Dordipour, E. 2009.** Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *J. Plan. Prod.* 16(4): 149-156. (In Persian)
- Reddy, T.Y., and Reddi Gh. 1995.** Principles of Agronomy. 2nd Edition, Kalyani Publishers. New Delhi, 110002. p. 223.
- Rezvani Moghada, P., Lashkari, A. and Amin Ghafouri, A. (2014).** Estimation of cardinal temperatours of (*Echium amoniom*). With application of regression models. *Iranian Journal of Field Crops research*, 12(2): 164-169.
- Ruan, S. 2002.** The influence of priming on germination of rice seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Science and Technology*, 30: 61-67.
- Safari, Hossein., Madah, Shahab, Azari, Aman and Heshmati, Mohammad. 2013.** The effect of salicylic acid pretreatment on sesame seed germination under salinity stress. The First National Conference on Salinity Stress in Plants and Agricultural Development, Shahid Madani University of Azerbaijan, pp. 883-888.
- Sharma, A.K. (2002).** Bio fertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407p.
- Shaheen A.M., Rizk F.A., Abdel-Aal F.S., and Habib H.A.M. 2011.** Production of safe and economic onion bulbs. *Int. J. Acad. Res.*, 3(1): 527-532.
- Sharma, N., Abrams S.R. and Waterer D.R. 2005.** Uptake, movement, activity, and persistence of an abscisic acid analog (80 acetylene ABA methyl ester) in marigold and tomato. *J Plant Growth Regul.* 24: 28-35.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn E. and Dixon K. 2000.** Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regul.* 30: 157-161
- Sepehri, A., Abbasi, R. Karami. 2015.** Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield components of red bean genotypes. *Journal of Agriculture*, 17(2): 503-516.
- Shakirova F.M. and Sahabutdinova, D.R. 2003.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164: 317-322.
- Singh, B. and Usha, K. 2003.** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.* 39: 137-141.
- Tasgin, E., Atici, O. and Nalbantogly, B. 2003.** Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. *Plant Growth Regul.* 41: 231-236.
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D. 2006.** Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 244-251.

- Zarei, Batool, Fazeli, Arash and Taghipour, Zahra. 2022.** Investigation of the effect of salicylic acid on germination and activity of some black seed antioxidant enzymes under salinity stress, Seed Science and Research District, 7(2): 241-253
- Zhao, F. and Liu, Y. 2000.** The biosynthesis of polyamines is more sensitive than that of proline to salt stress in barley seedlings. Acta Scientia. 26: 343-349.

Effect of salicylic acid on germination and some seed characteristics of borage (*Borago officinalis* L.) under salinity stress

A. Lolaei^{1*}, A. Khalili², H. Mohammadi³

¹PhD student, Department of Horticulture, General Department of Natural Resources and Watershed Management, Tehran, Tehran, Iran

²Bachelor of Science, Rangeland Ecology Department, Office of Rangeland and Medicinal Plants, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Tehran, Iran

³Experts, Department of Horticultural Sciences, General Department of Natural Resources and Watershed Management, Tehran Province, Tehran, Iran

Abstract

Medicinal plants are widely used in traditional and modern industrial medicine. For this purpose, the effect of salicylic acid pre-treatment on germination and some seed characteristics of borage (*Borago officinalis* L.), under salinity stress carried out as factorial in a randomized complete blocks design with three levels of salicylic acid (500, 1000 and 1500 mM) and salinity stress (50, 100 and 150 mM). Measured traits included root and stem length, seed germination energy, seed vigor, proline content in root and stem, germination rate and final germination percentage. According to the results, the effect of salicylic acid under salinity stress showed significant effect on studied traits. Increased salinity caused decrease in seed and germination indices. In general, application of salicylic acid as a seed pre-treatment improved growth and germination.

Keywords: Salicylic acid, Seed vigor, Borage, Germination, Salinity¹.

*Corresponding author; abolfazl.lolaei84@gmail.com

بررسی اثر پرایمینگ و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر کنجد (*Sesamum indica* L.)

طاهره کریمی جلیله‌وندی^{۱*}، طیبه سنجری مزاج^۱

^۱ کارشناس ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر کنجد (*Sesamum indica* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل تنش شوری در چهار سطح (۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲- دسی زیمنس بر متر)، و پیش تیمار سیتوکینین در دو سطح (شاهد، ۳^{-۴} و ۵^{-۴} میلی‌مولار) و هورمون اکسین در سه سطح (شاهد، ۲^{-۴} و ۵^{-۴} میلی‌مولار) بود. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار پرایم بر جوانه‌زنی کل، وزن خشک گیاهچه و شاخص طولی بینه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار و بر محتوای رطوبت نسبی در سطح یک درصد غیر معنی‌دار است. اثر سطوح شوری بر همه صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی کل مربوط به شاهد (۲۰) بود. کم‌ترین این صفت نیز مربوط به شاهد تحت تنش شوری با غلظت ۱۲- دسی زیمنس بر متر و نیز سیتوکینین ۵^{-۴} میلی‌مولار تحت تنش شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر (۱۴/۵) بود که البته از لحاظ آماری با تیمار شاهد تحت تنش شوری ۹ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیش‌ترین بینه بذر (۱۱/۹۰) مربوط به تیمار اکسین ۵^{-۴} میلی‌مولار توام با شوری ۰ و کم‌ترین مربوط به تیمار شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر (۱/۱۹۰) بود. بطور کلی می‌توان با کاربرد اکسین درصد و میزان جوانه‌زنی بذر کنجد را در شرایط تنش شوری تا ۶- دسی زیمنس بر متر بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: بینه بذر، جوانه‌زنی، گیاهان صنعتی، هورمون‌های گیاهی

مقدمه

کنجد با نام علمی (*Sesamum indica* L.) به خانواده پدالیاسه (Pedaliaceae) تعلق دارد. از حدود ۲۰ گونه وحشی جنس *Sesamum* که در آسیا و آفریقا کشت می‌شود، گونه هندی *Sesamum indicum* از دیدگاه اقتصادی از ارزش بیش‌تری برخوردار می‌باشد (Weiss, 1996). نتیجه حاصل از تجزیه بذر کنجد آمریکا که توسط وزارت کشاورزی آمریکا صورت گرفته است بدین شرح است: روغن ۴۴-۵۳/۴ درصد و پروتئین ۲۵-۱۹ درصد (Weiss, 1996). روغن کنجد نیمه خشک شونده با مرغوبیت زیاد و مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون است و به موجب کیفیت عالی روغن که دارای بوی مطبوع و مزه خوبی است این دانه را ملکه دانه‌های روغنی می‌نامند. از این رو، اهمیت اقتصادی بالایی چه از نظر تغذیه انسان و چه مصارفی نظیر کنجاله دارد (Munns, 2002). کنجد یکی از دانه‌های روغنی و خوراکی مهم در کشاورزی سنتی نواحی گرم و نیمه گرم است به روزهای گرم و نور فراوان نیازمند است و به درجه حرارت‌های پایین حساسیت نشان می‌دهد (Munns, 2002). سابقه کشت و پراکندگی گونه-

* نویسنده مسئول: tahereh.karimi69@gmail.com

های مختلف کنجد در آفریقا، هندوستان، ایران، افغانستان و استرالیا آنقدر زیاد است که در رابطه با محل دقیق اهلی شدن آن اتفاق نظر نیست (Rastegar, 2005). سابقه کشت آن در بین النهرین، ایران و پاکستان به بیش از چهار هزار سال می‌رسد (Khajehpour, 2004). سطح زیر کشت آن در جهان و ایران به ترتیب در حدود ۶۵۰۰ و ۴۲ هزار هکتار (Golestani and Pakniath, 2007) و در جیرفت و کهنوج شش هزار هکتار با میانگین عملکرد ۱۱۰۰ کیلو گرم در هکتار می‌باشد (Anonymous, 2009). شوری و سدیمی بودن خاک، یکی از مشکلات مهم خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. در این مناطق بدلیل کمبود دسی‌زیمنس بر مترندگی و اقلیم خشک، املاح در خاک تجمع پیدا می‌کنند و در نتیجه خاک‌های شور حاصل می‌شود. این خاک محیط نامناسبی برای رشد و تولید بوده که هم کمیت محصول را پایین می‌آورد و هم کیفیت محصول را کاهش می‌دهد. شوری هم‌چنین تأثیر زیادی روی استقرار گیاه و تولید محصول، مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک دارد (Munns, 2002). ایران از جمله کشورهای واقع در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا است، که نیمی از اراضی کشاورزی آن یعنی حدود ۹۰ میلیون هکتار در معرض شوری بوده و چنانچه اقدامات لازم در مهار گسترش شوری صورت نپذیرد، سطح وسیعی از اراضی مناسب زراعی، به زمین‌های لم یزرع تبدیل خواهد شد. جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه، یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به تنش‌های محیطی (خشکی، شوری، سرما و گرما) در گیاهان زراعی و مرتعی به شمار می‌رود. از این رو مطالعه مراحل مختلف رشد گیاهان در شرایط تنش شوری اهمیت ویژه‌ای در مدیریت و کاهش اثرات منفی تنش بر رشد و تولید گیاهان دارد. یکی از تکنیک‌های جدید در این راستا استفاده از پرایمینگ بذر می‌باشد. پرایمینگ روشی است که بواسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود در مواجهه شدن با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را بدست می‌آورند امروزه استفاده از پرایمینگ بذر مورد توجه محققین مختلف جهت مقابله با تنش‌های محیطی و افزایش راندمان استقرار در گیاهان زراعی و مرتعی قرار گرفته است (Gzanchyan, 2009). مشخص شده است که تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درون زای فیتوهورمون‌ها دچار تغییرات اساسی می‌شوند. فیتوهورمون‌ها نقش‌های مهمی در پاسخ به تنش و سازگاری به آن بازی می‌کنند. بعضی از پژوهشگران بر این عقیده‌اند که اثر شوری در ممانعت از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه می‌تواند وابسته به کاهش سطح فیتوهورمون‌های طبیعی باشد (Sharma, 2005). کنجد از گیاهان حساس به شوری می‌باشد ولی با توجه به خواص درمانی و دارویی زیادی که دارد هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات پیش‌تیمار بذر با اکسین و سیتوکینین در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های کنجد رقم دشتستان، تحت تنش شوری بوده تا از اثرات بازدارندگی این هورمون‌ها از اثرات منفی شوری آگاهی لازم کسب شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر کنجد، آزمایشی به صورت فاکتوریل طی دو مرحله در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل هورمون اکسین در ۳ غلظت (شاهد، ۲^{-۴} و ۵^{-۴} میلی‌مولار)، سیتوکینین (شاهد، ۲^{-۴} و ۵^{-۴} میلی‌مولار) در ۴ سطح تنش شوری (۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲- دسی‌زیمنس بر متر) بود. بذورهای چغندرقد از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. سپس بذور را با هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ به مدت سه دقیقه ضدعفونی (Valdiani et al., 2005) و سپس با آب مقطر شست و شو داده شدند و بعد از خشک شدن

به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه (Parmoon et al., 2013)، در دمای ۴- تا ۱۰ درجه سلسیوس به طور جداگانه در سطوح پیش تیمار هورمونی قرار داده شد. در مرحله دوم برای اعمال چهار سطح تنش شوری ۰، ۳، ۶- و ۹- دسی زیمنس بر متر از نمک طبیعی قم استفاده گردید. ۲۵ عدد بذر در داخل هر پتری‌هایی با قطر ۱۰ سانتی متر روی کاغذ صافی (واتمن شماره ۲) قرار داده شد. به منظور کاهش تبخیر آب ظروف پتری با پارافیلیم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعتی معین انجام گردید. به هنگام شمارش، بذوری جوانه زده، تلقی شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل دو میلی‌متر بود (ISTA, 2009).

پس از ۱۴ روز تعداد گیاهچه‌های نرمال (گیاهچه‌هایی که تحت شرایط مطلوب رطوبت، دما و نور در صورت کشت در خاک می‌توانند به گیاه سالم تبدیل شوند) و غیر نرمال (گیاهچه‌هایی که حتی در شرایط مناسب، توانایی تبدیل شدن به گیاه سالم ندارند، بر مبنای معیارهای بین‌المللی آزمون بذر) مشخص گردید. هم‌چنین از هر پتری پنج نمونه به طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه با استفاده از خط کش و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی با دقت چهار رقم اعشار پس از خشک شدن نمونه‌ها در آن با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (Turan et al., 2010). درصد جوانه‌زنی کل (Alizadehm and Isvand, 2004) و محتوی رطوبت نسبی (Levitt, 1980) بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شد.

$$\text{تعداد بذر} / (100 \times \text{تعداد بذر جوانه زده تا روز } n \text{ ام}) = \text{درصد جوانه‌زنی کل}$$

$$RWC = ((FW - DW) / (TW - DW)) * 100$$

در این رابطه، FW وزن تر برگ‌ها، DW وزن خشک برگ‌ها، TW وزن آماس برگ‌ها و RWC محتوی نسبی رطوبت می‌باشد (Levitt, 1980). شاخص طولی بینه بذر از حاصل درصد جوانه‌زنی نهایی در طول گیاهچه به دست آمد (Abdual-baki and Anderson, 1973):

$$\text{طول گیاهچه} \times \text{درصد جوانه‌زنی} = \text{شاخص بینه بذر}$$

سپس داده‌های حاصل از طریق نرم‌افزار SAS ۳,۱,۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسات میانگین از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایم بر صفات تعداد کل جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و شاخص طولی بینه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار اما بر صفت محتوی رطوبت نسبی غیر معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی

منابع تغییرات	درجه آزادی	جوانه‌زنی کل	وزن خشک گیاهچه چه	محتوی رطوبت نسبی	شاخص طولی بینه بذر
پرایم	۴	۷/۴۷**	۳/۶۸۶**	۲۲/۰۱ ^{ns}	۴/۵۳**
تنش شوری	۴	۳/۹۲*	۲/۳۴۷**	۳۰/۵۳*	۱۰۷/۲۲**
اثر متقابل پرایم و تنش شوری	۱۶	۲/۵۹*	۴/۱۰۹**	۱۰/۲۲ ^{ns}	۳۵۵/۳**
خطا	۲۵	۱/۱	۰/۱۱۸۲	۹/۱۱	۰/۳۰۱۴
ضریب تغییرات	-	۵/۴۵	۱۱/۷۹	۳/۱۶	۸/۹۱۶

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

تعداد جوانه‌زنی کل: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایم بر صفت تعداد جوانه‌زنی کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر شوری و نیز اثر متقابل پرایم (اکسین و سیتوکینین) با شوری بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین تأثیر پرایم بر تعداد جوانه‌زنی کل نشان داد که بیش‌ترین این صفت مربوط به شاهد (۲۰) بود که البته از لحاظ آماری با سایر پرایم‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین این صفت نیز مربوط شاهد تحت تنش شوری با غلظت ۱۲ دسی زیمنس بر متر و نیز سیتوکینین و 5^{-4} میلی‌مولار تحت تنش شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۱۴/۵) بود که البته از لحاظ آماری با تیمار شاهد تحت تنش شوری ۹- دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال هورمون اکسین و سیتوکینین از طریق افزایش تقسیم سلولی، طولی شدن سلول و خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه باعث تسریع در جوانه‌زنی و افزایش تعداد جوانه‌زنی کل می‌شوند. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری، میزان جوانه‌زنی آن کاهش می‌یابد که به دلیل اثر بازدارنده بر تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی گیاهچه می‌باشد (جدول ۲). بذر کنجد تا شوری ۶- را توانست تحمل کند بدون این که از تعداد جوانه‌زنی کل آن کاسته شود. اما با افزایش میزان شوری تا ۱۲- دسی زیمنس بر متر از این صفت کاسته شد. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به اینکه بیش‌ترین تعداد جوانه‌زنی کل مربوط به تیمار شاهد بود می‌توان نتیجه گرفت که این بذور هیچ گونه خوابی ندارند و این بذور در صورت وجود پرایم با اکسین، 3^{-4} و 5^{-4} میلی‌مولار و سیتوکینین، 2^{-4} میلی‌مولار می‌تواند تا شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر را تحمل کند. ولی سیتوکینین، 5^{-4} میلی‌مولار نتوانست اثرات منفی شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر را کاهش دهد. در نتیجه در این تیمار میزان جوانه‌زنی کم است (جدول ۴ و ۵).

محتوی رطوبت نسبی: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری بر صفت محتوی رطوبت نسبی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در حالی که اثر پرایم (اکسین و سیتوکینین)، و نیز اثر متقابل پرایم با شوری بر صفت محتوی رطوبت نسبی غیر معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین تأثیر پرایم بر محتوی رطوبت نسبی نشان داد بیش‌ترین این صفت مربوط به اکسین، 5^{-4} (۹۷/۷۰) و کم‌ترین این صفت نیز مربوط سیتوکینین 2^{-4} (۹۳/۷۴) بود (جدول ۴ و ۵).

بررسی مقایسه میانگین تأثیر شوری بر محتوی رطوبت نسبی نشان داد بیش‌ترین این صفت مربوط به شوری ۰، ۳ و ۶ دسی زیمنس بر متر (۹۷/۵۷) و کم‌ترین آن مربوط شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر (۹۲/۸۲) بود (جدول ۲). بذور و به تبع آن گیاهچه‌ها به دلیل تنش اسمزی ایجاد شده، آب کم‌تری دریافت کرده‌اند بنابراین محتوی رطوبت نسبی در شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر کم‌تر بوده است. بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایم با شوری بر محتوی رطوبت نسبی نشان داد که بیش‌ترین این صفت مربوط به اکسین 5^{-4} و شوری ۶ دسی زیمنس بر متر (۹۸،۹۵) بود که البته با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین این صفت نیز مربوط سیتوکینین 2^{-4} با شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر (۸۷،۴۳۵) بود (جدول ۴ و ۵).

وزن خشک گیاهچه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایم (اکسین و سیتوکینین)، شوری و نیز اثر متقابل پرایم با شوری بر صفت وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ادرصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین تأثیر پرایم بر وزن خشک گیاهچه نشان داد بیش‌ترین این صفت نیز مربوط شاهد (۳،۹۴) و کم‌ترین این صفت مربوط به اکسین 2^{-4} و 5^{-4} (۲/۴۷) بود (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین تأثیر شوری بر وزن خشک گیاهچه نشان داد بیش‌ترین این صفت مربوط به شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر ۳/۷۲ و کم‌ترین آن مربوط شوری ۶- -

دسی‌زیمنس بر متر (۲,۴۷) بود (جدول ۲). که با نتایج حسین و همکاران () در تضاد بود این پژوهشگران گزارش کردند که با اعمال تنش شوری بر روی ارقام نیشکر، کاهش چشمگیر میزان رشد در ارقام مورد مطالعه بوده و شوری را عامل مؤثری در کاهش وزن و طول ساقه‌های این گیاه معرفی نموده‌اند (Hussain et al., 2004). کاهش وزن ریشه چه و ساقه چه در اثر افزایش غلظت شوری، امر طبیعی بوده و نتایج محققان دیگر نیز این امر را ثابت کرده است (Shahbazi et al., 2011). نتایج این بررسی با یافته‌های کریمی و همکاران (Karimi et al., 2011) در کاهش وزن خشک ساقه‌چه در اثر تنش شوری مطابقت داشت. بایوردی و طباطبایی (Bybordi and Akram et al., 2009) تانکتورک و همکاران (Tuncturk et al., 2011) در ارقام کلزا و اکرم و همکاران (Akram et al., 2007) در آفتابگردان نشان دادند که تنش شوری باعث کاهش وزن خشک و تر ریشه‌چه گردید. بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایم با شوری بر وزن خشک گیاهچه نشان داد که بیش‌ترین این صفت نیز مربوط شاهد با شوری ۱۲- دسی‌زیمنس بر متر ۹/۱ و کم‌ترین این صفت مربوط به اکسین ۰,۵ و شوری ۶- دسی‌زیمنس بر متر ۱/۹ بود (جدول ۴ و ۵).

شاخص طولی بنیه بذر: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایم (اکسین و سیتوکینین)، شوری و نیز اثر متقابل پرایم با شوری بر صفت شاخص طولی بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین تأثیر پرایم بر شاخص طولی بنیه بذر نشان داد بیش‌ترین این صفت نیز مربوط اکسین^{۴-} ۵ (۷,۱۴) و کم‌ترین این صفت مربوط به سیتوکینین ۰,۵ (۵,۵۳) بود که البته با شاهد و سیتوکینین^{۴-} ۲ اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین تأثیر شوری بر شاخص طولی بنیه بذر نشان داد بیش‌ترین این صفت مربوط به شوری ۰ دسی‌زیمنس بر متر (۹,۸۹) و کم‌ترین آن مربوط شوری ۱۲- دسی‌زیمنس بر متر (۱/۹۵۵) بود (جدول ۲). نتایج این پژوهش نشان داد که صفات درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر به شدت تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایم با شوری بر شاخص طولی بنیه بذر نشان داد که بیش‌ترین این صفت مربوط به اکسین ۰,۵ و شوری ۰ دسی‌زیمنس بر متر (۱۱/۹۰۵) بود که البته با تیمار اکسین ۰,۲ با شوری ۰ اختلاف معنی‌داری نداشت کم‌ترین این صفت نیز مربوط سیتوکینین^{۴-} ۵ با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (۱/۵۰۵) بود که البته با شاهد با شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴ و ۵). نتایج این پژوهش نشان داد که هورمون اکسین نسبت به سیتوکینین نقش موثرتری برای افزایش شاخص طولی بنیه ایفا می‌کند که ممکن است به دلایل زیر باشد: ۱- سیتوکینین در غلظت کم باعث طویل شدن ساقه و تحریک رشد می‌شود ولی در غلظت‌های بالا نقش بازدارندگی دارد. ۲- نقش تحریک‌کنندگی و بازدارندگی این هورمون بستگی به نوع اندام گیاهی و نوع سیتوکینین دارد.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات ساده پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنگد

شاخص طولی بنیه بذر	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	جوانه‌زنی کل	پرایم (اکسین و سیتوکینین)
۶,۵۵b	۹۵,۴۶ab	۲,۴۷۲c	۱۹,۹۰a	اکسین ^{۴-} میلی‌مولار
۷,۱۴a	۹۷,۷۰۴a	۲,۵۱c	۱۹,۱۰a	اکسین ^{۴-} میلی‌مولار
۵,۷۸c	۹۳,۷۴b	۲,۹۸۲b	۱۹,۹۰a	سیتوکینین ^{۴-} ۳
۵,۵۳c	۹۶,۰۵۵ab	۲,۶۷۲cb	۱۹,۴۰a	سیتوکینین ^{۴-} ۵ میلی‌مولار

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد

تیمار	تعداد جوانه‌زنی کل	وزن خشک گیاهچه (گرم)	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	شاخص طولی بنیه بذر
شاهد × شوری ^۰	۲۰a	۲,۴۵cd	۹۷,۴۱a	۱۰,۶۶bc
شاهد × شوری ۳- دسی زیمنس بر متر	۱۹,۵a	۲,۹c	۹۴,۵۰ ba	۷,۷۹۰gf
شاهد × شوری ۶- دسی زیمنس بر متر	۱۹a	۲,۴۵cd	۹۷,۳۶۰a	۶,۷۳۰gh
شاهد × شوری ۹- دسی زیمنس بر متر	۱۶bc	۲,۸c	۹۲,۵۱ ba	۲,۰۶ml
شاهد × شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر	۱۴,۵c	۹,۱a	۹۱,۹۲ ba	۱,۱۹۰m

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف شوری و اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد

تیمار	تعداد جوانه‌زنی کل	وزن خشک گیاهچه (گرم)	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	شاخص طولی بنیه بذر
اکسین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^۰	۲۰a	۲,۶۷dc	۹۵,۷۱ a	۱۱,۰۶ba
اکسین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ۳- دسی زیمنس بر متر	۲۰a	۲,۵۱ dc	۹۱,۵۳ba	۷,۳۴ogh
اکسین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ۶- دسی زیمنس بر متر	۲۰a	۲,۵۸ dc	۹۷,۸۳۵a	۶,۱۹۵ih
اکسین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ۹- دسی زیمنس بر متر	۱۹,۵a	۲,۱۶ dc	۹۷,۱۵۰ a	۵,۳۲ojj
اکسین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ۱۲- دسی زیمنس بر متر	۲۰a	۲,۴۴ dc	۹۵,۱۰ a	۲,۸۴l

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد

ج

ادامه جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف شوری و اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد

اثر متقابل پرایم و شوری	تعداد جوانه‌زنی کل	وزن خشک گیاهچه (گرم)	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	شاخص طولی بنیه بذر
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ^۰	۱۹,۵a	۲,۶۳ dc	۹۷,۶۰۰ a	۱۱,۹۰۵a
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۳- بار	۱۹,۵a	۲,۸۲c	۹۸,۵۹ a	۰,۲۴۵ed
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۶- بار	۱۹,۵a	۱,۹۰d	۹۸,۹۵ a	۷,۴۲gh
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۹- بار	۱۹,۵a	۲,۸۶c	۹۷,۶۸a	۵j
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۱۲- بار	۱۷,۵a	۲,۳۴ dc	۹۵,۶۹a	۲,۱۲۵ml

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف تنش شوری و سیتوکینین بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد

منابع تغییرات	تعداد جوانه‌زنی کل	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	شاخص طولی بنیه بذر
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ^۰	۲۰a	۹۷,۰۳۰a	۶,۳۳۰ih
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۳- بار	۱۸,۵a	۹۸,۵۸۵a	۱۰,۱۴bcd
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۶- بار	۱۹a	۹۵,۸۴۵a	۴,۹۶۵j
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۹- بار	۱۹,۵a	۹۴,۸۵a	۴,۱۲۵ky
اکسین ^{۵-۴} میلی مولار × شوری ۱۲- بار	۱۴,۵c	۹۳,۹۶۵ba	۲,۱۱۵ml

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد.

ادامه جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف تنش شوری و سیتوکینین بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کنجد

شاخص	محتوی رطوبت نسبی (درصد)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	تعداد جوانه‌زنی کل	منابع تغییرات
۹,۵۱۵ecd	۹۲,۳۰۵ ba	۲,۶۴ dc	۲۰a	سیتوکینین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^۰
۸,۸۶ef	۹۷,۳۵۵a	۲,۹۲c	۲۰a	سیتوکینین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^۳ - دسی زیمنس بر متر
۶,۲۷ih	۹۷,۸۹۵a	۲,۷۳۰dc	۲۰a	سیتوکینین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^۶ - دسی زیمنس بر متر
۳,۲۱kl	۹۳,۷۴۵ba	۴,۵b	۲۰a	سیتوکینین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^۹ - دسی زیمنس بر متر
۱,۵۰۵m	۸۷,۴۳۵b	۲,۱۲dc	۱۹,۵a	سیتوکینین ^{۲-۴} میلی مولار × شوری ^{۱۲} - دسی زیمنس بر متر

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد

نتیجه‌گیری کلی

کیفیت نامناسب بذر، جوانه‌زنی و استقرار ناکافی آن از معضله‌هایی است که گیاهان زراعی در مناطق مختلف با آن مواجه هستند و علاوه بر درصد جوانه‌زنی، بینه بذر از پارامترهای مهم کیفیت بذر می‌باشد. با بررسی کلیه صفات و شاخص‌های حاصل از این پژوهش به منظور دستیابی به بالاترین شاخص طولی بینه بذر و نیز درصد جوانه‌زنی در بذور کنجد ترجیحاً از هورمون اکسین ۰,۲ در شوری^۰ استفاده گردد.

Reference

- Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973.** Viability and leaching of sugars from germinatin barley. *Crop Science*. 10: 31-35.
- Akram, M.S., Athar, H.R. and Ashraf, M. 2007.** Improving growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by foliar application of potassium hydroxide (KOH) under salt stress.
- Alizadehm M.A. and Isvand, H.R. 2004.** Evaluation and the study of germination potential, speed of germination and vigor index of the seeds of two species of medicinal plants (*Eruca sativa* Lam., *Anthemis altissima* L.) under cold room and dry storage condition. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 20(3): 301-307. (In Persian).
- Anonymous. 2009.** Agriculture of Statistic Database. Vol. 1, Agriculture Products Ministry of Jihad- eAgriculture. Available at <http://www.agri jahad.ir> (Access on 28 Jan, 2009).
- Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009.** Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Not Bot Hort Agrobot Cluj*. 37 (2): 71-76.
- Golestani, M. and Pakniath, H. 2007.** Evaluation of drought tolerance indeces in sesame lines. *Water and soil science (Journal of science and technology of Agriculture and natural Resources)*. 11(41 a): 141-149.
- Gzanchyan, A.S. 2009.** Seed priming to improve germination and seedling establishment of strategies in response to environmental stresses. The first national conference on environmental stresses of Agricultural Sciences, Birjand University.
- Hussain, A., Khan. Z.I., Ashraf. M., Rashid, M.H. and Akhtar, M.S. 2004.** Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and COJ-84. *International Journal of Agricultural and Biological*. 6(1): 188-191.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2009.** International Rules for seed Testing.
- Karimi, N., Soheilikhah, Z., Ghasmpour, H.R., Zebarjadi, A.R. 2011.** Effect of salinity stress on germination and early seedling growth of different safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *Journal of Ecobiotechnology*. 3 (10): 07-13.
- Khajehpour, M.R. 2004.** Industrial plants. University Jihad Publications, Isfahan Industrial Branch. 582 P.
- Levitt, J. 1980.** Response of Plants to Environmental Stresses, Vol. 2, Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Academic press, New York, 650p.

- Munns R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environ.* 25: 239-250.
- Parmoon, Gh., Ebadi, A. Ghaviazm, A. and Miri, M. 2013.** Effect of seed priming on germination and seedling growth of Chamomile under salinity. *Iranian Society Agronomy and Plant Breeding Sciences.* 6: 145-164.
- Rastegar, M.A. 2005.** Cultivation of industrial plants. Brahmmand Publications, Tehran. 520 P.
- Shahbazi, M., Kiani, A.R. and Raeisi, S. 2011.** Determination of salinity tolerance threshold in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 13(1): 18-31. (In Persian).
- Sharma, N., Abrams, S.R., and Waterer, D.R. 2005.** Uptake, movement, activity, and persistence of an abscisic acid analog (80 acetylene ABA methyl ester) in marigold and tomato. *Journal of Plant Growth Regulation.* 24: 28-35.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yildirim, B. and Çiftçi, V. 2011.** Changes of micronutrients, dry weight and plant development in canola (*Brassica napus* L.) cultivars under salt stress. *African Journal of Biotechnology,* 10 (19): 3726-3730.
- Turhan, H. and Ayaz, C. 2004.** Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology.* 6 (1): 149-152.
- Valdiani, A.R., Tajbakhsh, M. and Zartoshti, R. 2004.** Investigation of agronomic characteristics and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in Urmia region. *Journal of Agricultural Knowledge.* 14(2): 31-43.
- Weiss, E.A. 1996.** Oilseed crops, tropical agricultural products. Translated by Fereshteh Naseri, Mashhad Publications: Astan Quds Razavi, 823.

Study the effect of priming and salinity on germination of sesame (*Sesamum indica* L.)

T. Karimi Jalilavandi^{1*}, T. Sanjari Majaz¹

¹Department of seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahd University, Tehran, Iran

Abstract

In order to evaluate the effect of priming and salinity stress on seed germination of sesame (*Sesamum indica* L.), a factorial experiment was conducted as completely randomized design with three replications at Seed Technology Laboratory of College of Agriculture, Shahed University in 2016. The factors were pre-treatment of cytokinin (0.2 and 0.5 mg/L), auxin (0.2 and 0.5 mg/L) and salinity stress (zero, -3, -6, -9 and 12 dS.m⁻¹). Analysis of variance showed that the effect of priming on total germination percentage, seedling dry weight and SV II index was significant at 1% probability level, but on relative moisture content was not significant. Also, salinity stress on all traits were significant. The highest total germination percentage (20%) related to control and the lowest one was in -12 ds.m⁻¹ salinity and 0.5 mg/L (14.5) cytokinin. However, there was no different with control under -9 ds.m⁻¹ salinity stress. The highest and the lowest SV II index related to the 0.5 mg/L auxin in no salinity (11.90) and 0.5 mg/L auxin with 12 ds.m⁻¹ salinity (1.190), respectively. In general, application of auxin improved germination percentage and rate of sesame seeds under salinity stress condition up to 6 dS.m⁻¹.

Keywords: Germination, industrial crop, plant hormone, seed vigor.

*Corresponding author; tahereh.karimi69@gmail.com

بررسی اثر پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی و صفات رشدی گیاهچه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در زمان‌های مختلف

عالیه شفیق پور^{۱*}، کامبیز مشایخی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
^۲ دانشیار، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

گشنیز یکی از مهمترین گیاهان دارویی می‌باشد که هم به صورت تازه‌خوری و هم خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای خواص دارویی فراوان می‌باشد. یکی از منابع عظیم زیستی جلبک‌های دریایی هستند که سرشار از مواد مورد نیاز برای رشد گیاه است، از این رو این آزمایش با هدف بررسی اثر پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی و صفات رشدی گیاهچه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در مدت زمان‌های مختلف انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار، در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از زمان پرایمینگ در دو سطح (۱۲ و ۲۴ ساعت) و غلظت عصاره جلبک دریایی در ۶ سطح بود، در این آزمایش ابتدا محلول عصاره جلبک دریایی در چهار غلظت ۱،۲،۳،۴ میلی‌لیتر بر لیتر استفاده شد، علاوه بر این در این آزمایش دو نوع تیمار شاهد مورد بررسی قرار گرفت، تیمار پرایم آب مقطر و تیمار بذر خشک یعنی بدون پرایم. به طوری که با پرایمینگ بذر با عصاره جلبک سرعت و درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش پرایمینگ بذر گشنیز با عصاره جلبک دریایی باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و گیاهچه گشنیز می‌شود اما برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی باید غلظت پرایمینگ و زمان مناسب آن رعایت شود، که بر اساس نتایج این آزمایش ۱۲ ساعت پرایمینگ با ۲ میلی‌لیتر عصاره جلبک دریایی بهترین تیمار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، عصاره جلبک دریایی، گیاه دارویی.

مقدمه

جوانه‌زنی عبارت است از فعال شدن متابولیسمی بذر و بیرون آمدن ریشه‌چه و ساقه‌چه از پوسته که در نهایت منجر به تولید گیاهچه شود (Ashraf et al., 1991). جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می‌آید زیرا نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می‌گذارد. تنش خشکی، شوری، غرقاب، دماهای پایین و بالا در هنگام جوانه‌زنی، سله بستن خاک، کشت بی‌موقع، آماده نبودن کافی بستر بذر و غیره از جمله عواملی هستند که استقرار گیاهچه‌ها را در مزرعه محدود می‌کنند (Soltani et al., 2012). در شرایط تنش رطوبتی و شوری و حتی شرایط عدم تهیه بستر مناسب جوانه‌زنی در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Chen et al., 2015). بنابراین جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاهچه اصولاً به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در میزان عملکرد به حساب

*نویسنده مسئول: aliyeshafipour@gmail.com

می‌آید (Geshnizjani et al., 2018). به‌طور طبیعی هر چه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرهای جوانه‌زده بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی بهتر خواهد بود (Eshraghi-Nejad et al., 2015).

از جمله تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت جوانه‌زنی بذر می‌توان به پرایمینگ بذرها اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش‌های مختلف بهبوددهنده بذور گفته می‌شود، که در تمامی آن‌ها آبیگری کنترل‌شده‌ی بذر اعمال می‌شود (Farooq et al., 2006). در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند به‌طوری که در مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود، اما ریشه‌چه خارج نشود. به‌عبارت دیگر، بذرها تا مرحله دوم جوانه‌زنی پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم نمی‌شوند، بعد از تیمار پرایمینگ بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (McDonald, 1999). تیمار پرایمینگ باعث کوتاه کردن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیر زنده در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین این تیمارها یکنواختی سبز شدن را موجب می‌شوند که منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول می‌شوند (Basma et al., 2004).

رایج‌ترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ می‌باشند. اسموپرایمینگ نوع خاصی از آماده سازی پیش از کاشت بذر می‌باشد که از طریق خواباندن بذر در محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی نظیر پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)، مانیتول، کودهای شیمیایی (نظیر اوره) و ... صورت می‌گیرد (Ashraf et al., 2005). در روش هیدروپرایمینگ بذر با آب خالص و بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی تیمار می‌شوند، که این نوع پرایمینگ بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذر در تماس با آب هستند کنترل می‌شود (Joodi et al., 2006; Farooq et al., 2006). پرایم کردن بذر با تنظیم‌کننده‌های رشد از قبیل جیبرلیک اسید، اکسین، اسیدآبسیزیک و ... یکی دیگر از راه‌های پرایمینگ بذر می‌باشد، که کاربرد وسیعی در گیاهان زراعی دارد (Isvand et al., 2005). گزارش‌های متعددی مبنی بر تاثیر مثبت پرایمینگ بر جوانه‌زنی و سبز شدن در گیاهان مختلف وجود دارد (Demir Kaya et al., 2006; Murungu et al., 2003; Ashraf et al., 2001). همچنین گزارش شده است که این تکنیک باعث افزایش دامنه جوانه‌زنی بذر در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل تنش شوری، خشکی و دما می‌شود (Fujikura et al., 1993; Demir Kaya et al., 2006; Ashraf et al., 2005).

بیوپرایمینگ بذر در واقع یک روش نوین و کاربردی است که می‌تواند در سطح گسترده‌ای در تحریک جوانه‌زنی و بهبود یکنواختی رشد گیاهچه‌ها به‌کار گرفته شود. در این روش از عوامل زنده و بیولوژیک نظیر عصاره‌های مختلف جلبکی و قارچی به عنوان پیش‌تیمار در جهت افزایش خصوصیات جوانه‌زنی استفاده می‌شود (Halmer, 2000; Zhang et al., 2004). در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که عصاره‌های جلبک دریایی به دلیل داشتن هورمون‌های رشد نظیر اکسین، سیتوکینین و ترکیبات ارزشمند دیگر نظیر نمک‌های معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها تاثیر مفید و مثبتی بر خصوصیات مورفولوژی و جوانه‌زنی گیاهان دارد (Zhang et al., 2008; Kumar et al., 2011). در عصاره جلبک عناصر غذایی مغذی و پرکاربرد نظیر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر غذایی کم کاربرد نظیر آهن، روی، مس و منگنز به وفور یافت می‌شود (Zhang et al., 2004). در مطالعه بر روی گندم مشاهده شد که کاربرد عصاره جلبک در افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و عملکردی گیاه نقش دارد (Kumar et al., 2011). در نتایج مشابه در ارتباط با اثرات مثبت عصاره جلبک دریایی گزارش شد که استفاده از آنها موجب تأخیر در پیری، تحریک ریشه‌زایی و رشد ریشه می‌گردد (Craigie, 2011). با توجه به مطالب آورده شده این آزمایش، با هدف بررسی اثر پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی و صفات رشدی گیاهچه گشنیز در مدت زمان‌های مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور در چهار تکرار، در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه مهندسی علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش عبارت‌اند از زمان پرایمینگ در دو سطح (۱۲ و ۲۴ ساعت) و غلظت عصاره جلبک دریایی در ۶ سطح. در این آزمایش ابتدا محلول عصاره جلبک دریایی در چهار غلظت ۱،۲،۳،۴ میلی‌لیتر بر لیتر تهیه شد، در این آزمایش دو نوع تیمار شاهد مورد بررسی قرار گرفت، تیمار پرایم آب مقطر و تیمار بذر خشک یعنی بدون پرایمینگ بذر. پس آماده کردن محلول‌های مورد نظر داخل هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر گشنیز قرار داده شد و محلول‌ها به مقداری که بذرهای خیس شوند اما غوطه‌ور نشوند به پتری دیش‌ها افزوده شد. از هر غلظت ۴ تکرار به همراه شاهد به مدت ۱۲ ساعت و دیگر پتری دیش‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تحت رژیم تاریکی در ژرمیناتور پرایم شدند. پس از پرایم، بذرهای را به مدت ۲ دقیقه با آب شست و شو داده و آن‌ها را بین دو لایه کاغذ صافی واتمن خشک نموده و به مدت ۲ ساعت با هوا خشک شدند. سپس آن‌ها را بر روی کاغذ صافی مرطوب قرارداده و هر روز یک مرتبه به مدت ۱۰ روز تعداد بذور جوانه‌زده شمرده شدند. پس از ده روز وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه با ترازو با دقت ده‌هزارم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت داخل آون در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده از آزمایش با نرم‌افزار SAS مورد آنالیز قرار گرفت و برای تجزیه واریانس از رویه GLM و برای مقایسات میانگین از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

مولفه‌های جوانه‌زنی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر زمان پرایمینگ، پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی و اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی گشنیز از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی، زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی، زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص بنيه گیاهچه و بنيه بذر معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایش بر مولفه‌های جوانه‌زنی گشنیز

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی	زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی	شاخص بنيه	بنيه بذر گیاهچه
بلوک	۲	۵/۲	۰/۰۰۰۲	۲/۹۲	۰/۰۶	۶/۳	۱۸/۵	۱۱/۵
زمان	۱	۱۲۸۴/۰**	۰/۰۰۰۰۸**	۵۷۴/۸**	۱۲۸/۸**	۹۷۱/۲**	۲۲۵/۵**	۳۷۴/۰**
عصاره جلبک	۵	۳۹۶/۱**	۰/۰۰۰۷**	۲۲۶/۷**	۱۷۴۶/۴**	۳۰۷۸/۱**	۶۳۵/۳**	۴۵۶/۶**
زمان × عصاره جلبک	۵	۱۹۴/۶**	۰/۰۰۰۰۲**	۱۰۲۷/۴**	۳۰۹/۳**	۱۷۶۵/۱**	۸۱۵/۷**	۵۹۱/۶**
خطا	۲۲	۴/۸	۰/۰۰۰۰۱	۱/۸	۱/۷	۳/۵	۹/۷	۵/۴
ضرب تغییر (درصد)	۶۲	۶/۲	۷/۰	۳/۳	۴/۲	۶/۸	۸/۵	۸/۰

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی بر سرعت جوانه‌زنی گشنیز در هر دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت، پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش در سرعت جوانه‌زنی شد، به طوری که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۲ ساعت و کاربرد ۲ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد که برابر ۰/۰۹۷ در ساعت بود، البته باید بیان شود سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۲ ساعت و کاربرد ۲ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی با تیمار ۱۲ ساعت و ۱ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی (جدول ۲)، در هر دو زمان پرایمینگ عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی شد اما با این وجود پرایمینگ با آب نیز سرعت جوانه‌زنی بیشتری از تیمار عدم پرایمینگ داشت بدین صورت که در هر دو زمان پرایمینگ (۱۲ و ۲۴ ساعت) سرعت جوانه‌زنی در پرایمینگ با آب بیشتر از عدم پرایمینگ بود (جدول ۱)، نکته مهم دیگری که بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی باید بیان کرد این است که، در تمام سطوح پرایمینگ سرعت جوانه‌زنی در زمان ۱۲ ساعت بیشتر از زمان ۲۴ ساعت می‌باشد، در واقع می‌توان اینگونه بیان کرد که زمان ۱۲ ساعت نسبت به زمان ۲۴ ساعت برای پرایمینگ بذر گشنیز از نظر سرعت جوانه‌زنی مطلوب‌تر می‌باشد (جدول ۲). همانند سرعت جوانه‌زنی متوسط زمان لازم برای ۱۰ درصد جوانه‌زنی نیز در هر دو زمان با کاربرد عصاره جلبک دریایی کاهش پیدا کرد، به طوری که کمترین متوسط زمان لازم برای ۱۰ درصد جوانه‌زنی در تیمار ۱۲ ساعت و کاربرد ۲ و ۳ میلی لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد که به ترتیب برابر ۱۱/۹ و ۱۴/۷ ساعت بود، در واقع بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد در هر دو زمان جوانه‌زنی با کاربرد عصاره جلبک دریایی متوسط زمان لازم برای ۱۰ درصد جوانه‌زنی در بذر گشنیز کاهش پیدا کرد که این امر در نهایت باعث افزایش در سرعت جوانه‌زنی شد و همچنین عدم کاربرد عصاره جلبک دریایی باعث افزایش در متوسط زمان لازم برای ۹۰ درصد جوانه‌زنی در هر دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت شد (جدول ۲). به این ترتیب پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث کاهش در زمان جوانه‌زنی می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر مولفه‌های جوانه‌زنی گشنیز

زمان	پرایمینگ (میلی لیتر در لیتر)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت)	یکنواختی جوانه‌زنی	زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت)	زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت)	شاخص بینه بذر گیاهچه
12	شاهد 0	71.3f	0.011d	27.9ef	53.4b	103.55b	20.38d
	شاهد 1	65.7g	0.015d	30.2e	34.4d	114.16a	32.24c
	1	96.0a	0.084a	46.1c	22.2e	51.00g	61.47a
	2	99.0a	0.097a	45.7c	11.9h	42.62i	35.43c
24	3	88.0bc	0.025c	59.8a	14.7g	47.00h	54.64b
	4	91.3b	0.044b	24.7g	18.3f	40.67i	34.10c
	شاهد 0	70.7f	0.010d	21.3h	64.2a	113.86a	21.13d
	شاهد 1	72.0ef	0.013d	27.3	51.9b	63.64f	14.01e
	1	75.3e	0.035b	40.3d	21.6e	48.83hg	52.59b
	2	81.3d	0.019cd	61.2a	32.1d	89.23c	33.87c
	3	86.0c	0.021c	58.4ab	32.1d	78.20d	50.48b
	4	87.3c	0.038b	47.4c	19.1f	67.56e	24.83d

دامنه تغییرات درصد جوانه‌زنی بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و پرایمینگ بین ۹۹ تا ۶۵/۷ درصد بود که اختلاف زیادی بین بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد، جدا از این مورد که پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش معنی‌دار در درصد جوانه‌زنی گشنیز می‌شود، نتایج این آزمایش نشان داد عدم پرایمینگ یا پرایمینگ با آب تنها درصد جوانه‌زنی گشنیز را کاهش می‌دهد و حتماً برای افزایش در درصد جوانه‌زنی بذور گشنیز تیمار پرایمینگ یکی از مهم‌ترین عوامل می‌باشد (جدول ۲)، نکته مهم دیگر افزایش درصد جوانه‌زنی با ۱۲ ساعت پرایمینگ نسبت به ۲۴ ساعت بود، به عبارت دیگر درصد جوانه‌زنی با افزایش زمان پرایمینگ از ۱۲ به ۲۴ ساعت افزایش پیدا نکرد و ۱۲ ساعت تیمار بهتری برای پرایمینگ بذر گشنیز نسبت به ۲۴ ساعت از نظر درصد جوانه‌زنی بود (جدول ۲)، بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۱۲ ساعت و ۲ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد و کمترین درصد جوانه‌زنی نیز در عدم پرایمینگ بدست آمد (جدول ۲). یکنواختی جوانه‌زنی نیز تحت تاثیر پرایمینگ و مدت زمان پرایمینگ قرار گرفت، بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی با پرایمینگ بذر گشنیز میزان یکنواختی جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد و پرایمینگ باعث شد بذرها یکنواخت‌تر جوانه‌زنی را انجام دهند، این امر در ۱۲ و ۲۴ ساعت پرایمینگ مشاهده شد (جدول ۲).

شاخص بنیه گیاهچه معیاری برای ارزیابی بنیه و توانمندی بالقوه تولید محصول بوته محسوب می‌شود، بالا بودن شاخص بنیه گیاهچه نشان‌دهنده کارایی بیشتر بذر می‌باشد، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و پرایمینگ نشان داد با پرایمینگ بذر گشنیز شاخص بنیه گیاهچه افزایش پیدا کرد به طوری که در هر دو زمان، پرایمینگ بذر با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش در شاخص بنیه گیاهچه شد، همچنین نتایج جدول ۲ نشان داد بیشترین شاخص بنیه گیاهچه در تیمار ۱ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۲ ساعت زمان پرایمینگ بدست آمد که برابر ۶۱/۴ بود، کمترین شاخص بنیه گیاهچه در تیمار ۲۴ ساعت و پرایمینگ با آب تنها مشاهده شد که برابر ۱۴/۰ بود (جدول ۲). پس از تیمار ۱۲ ساعت و پرایمینگ ۱ میلی‌لیتر در لیتر بیشترین شاخص بنیه گیاهچه در تیمار ۳ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی بدست آمد که برابر ۵۴/۶ بود (جدول ۲)، بنیه بذر در تیمارهای مختلف آزمایش بین ۱۱/۸ تا ۵۱/۵ متغیر بود، بیشترین بنیه بذر در تیمار ۱ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۲ ساعت پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۵۱/۵ بود، کمترین میزان برای بنیه بذر نیز در تیمار پرایمینگ با آب تنها و ۲۴ ساعت مشاهده شد که برابر ۱۱/۸ بود، به طور کلی با ۱۲ ساعت پرایمینگ بنیه بذر بیشتری نسبت به ۲۴ ساعت پرایمینگ بدست آمد که این امر نشان دهنده اثر بیشتر ۱۲ ساعت پرایمینگ نسبت به ۲۴ ساعت پرایمینگ می‌باشد (جدول ۲). متوسط جوانه‌زنی روزانه در تمام سطوح پرایمینگ در ۱۲ ساعت بیشتر از ۲۴ ساعت بود (جدول ۲)، در واقع باید بیان کرد ۱۲ ساعت پرایمینگ باعث افزایش بیشتری در متوسط جوانه‌زنی روزانه نسبت به ۲۴ ساعت می‌شود، این امر مخصوصاً در تیمارهای ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر بسیار مشهود تر است (جدول ۲).

به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد که، مولفه‌های مربوط به جوانه‌زنی بذر گشنیز با بیوپرایمینگ (پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی) نسبت به حالت عدم پرایمینگ و پرایمینگ با آب تنها بهبود پیدا کرد، همچنین باید بیان کرد ۱۲ ساعت پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی اثر بیشتری بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر گشنیز داشت نسبت به ۲۴ ساعت پرایمینگ که این امر باید در هنگام پرایمینگ بذر گشنیز با عصاره جلبک دریایی مورد توجه قرار بگیرد، همچنین نتایج این آزمایش نشان داد پرایمینگ با ۱ و ۲ میلی‌لیتر در لیتر باعث بهبود بیشتری در مولفه‌های جوانه‌زنی نسبت به ۳ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی شد که این امر نیز باید در هنگام پرایمینگ با عصاره جلبک

دریایی در بذور گشنیز مورد توجه قرار بگیرد (جدول ۲). در پژوهشی اثر عصاره جلبک بر روی صفات جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاهچه‌های برنج بررسی شد و اثر مثبت این عصاره را بر خصوصیات مورد مطالعه، به حضور ترکیبات فعال زیستی در عصاره ربط داده شد (Gupta, 2016). در تحقیقی دیگر محققین اثر عصاره جلبک سبز *Spirogyra jugalis* را بر روی صفت جوانه‌زنی گیاه گوجه فرنگی بررسی نمودند، نتایج نشان داد که تیمار عصاره آب گرم و آب سرد هر دو باعث تسریع جوانه زنی و افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شدند (Mahadik et al., 2015). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد استفاده از عصاره جلبک دریایی باعث بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی در گیاه گشنیز شد (جدول ۲). در تحقیقی اثر کود مایع جلبک‌های دریایی *Hypnea musciformis* و *Gracilaria textorri*، (عصاره آب گرم) را بر روی صفات جوانه‌زنی بذر، تعداد برگ و وزن میوه گیاهان بادمجان، فلفل و گوجه فرنگی بررسی نمودند، آنها ملاحظه نمودند کود مایع حاصل از هر دو گونه جلبک در دوز کم سبب بهبود جوانه‌زنی، افزایش تعداد برگ و وزن میوه در هر سه گیاه شد (Rao et al., 2014). به‌طور مشابهی عصاره ۴۰ درصد جلبک *Gracilaria verrucosa* خصوصیات رشدی را در گیاه کنجد بهبود بخشیده و غلظت ۱۰۰ درصد اثر کمتری داشت (Gandhimaniyan et al., 2010). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد لزوماً کاربرد بیشتر عصاره جلبک دریایی برای پرایمینگ باعث بهبود بیشتر در مولفه‌های جوانه‌زنی گشنیز نشد و باید دوز مناسب برای هر زمان پرایمینگ را، مناسب با آن اعمال کرد (جدول ۲). در تحقیقی گزارش شد که عصاره جلبک‌های دریایی *Ulva lactuca* و *Padina gymnospora* در غلظت کم ۲ درصد به عنوان محرک زیستی شاخص جوانه زنی را افزایش، زمان جوانه زنی را کاهش، طول ریشه چه و ساقه چه را افزایش داده است (Hernandez-Herrera et al., 2013). در تحقیقی دیگر، استفاده از عصاره جلبک قهوه‌ای *Ascophyllum nodosum* به‌عنوان کود زیستی در غلظت بالا سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه، ریشه و قطر ساقه انگور شد (Popescu et al., 2014). در پژوهشی مشخص شد که، استفاده از عصاره جلبک پریمو به‌عنوان محرک زیستی ارگانیک بر روی گیاه سیب زمینی سبب بهبود معنی‌دار رشد گیاه، عملکرد و کیفیت غده شده است همچنین، مقادیر مواد جامد محلول، پروتئین و نیتروژن غده‌ها را افزایش داد (Haider et al., 2012). علاوه بر این، کاربرد عصاره جلبک *Sargassum* در غلظت ۰/۷۵ درصد به صورت محلول پاشی بر روی گیاهچه‌های ۴۵ روزه گیاه لوبیای هندی سبب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف‌ها در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه شد (Raja et al., 2015).

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای آزمایش بر ویژگی‌های گیاهچه گشنیز

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
بلوک	۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
زمان	۱	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۸**	۰/۰۲۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۳**
عصاره جلبک	۵	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۴**	۰/۰۲۴**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۶**
زمان * عصاره جلبک	۵	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۸**
خطا	۲۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (CV)	۱۲/۹	۱۷/۰	۸/۰۶	۱۹/۸	۲۰/۲	۱۲/۳	

ویژگی‌های گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس اثر زمان پرایمینگ، پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی و اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات گیاهچه گشنیز نشان داد، صفات وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر معنی‌دار زمان پرایمینگ، پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی و اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی قرار گرفتند (جدول ۳).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی کاربرد عصاره جلبک دریایی در ۱۲ ساعت پرایمینگ باعث افزایش معنی‌دار در وزن تر ریشه‌چه شد، به طوری که بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی بیشترین وزن تر ریشه‌چه در تیمارهای ۲، ۳ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی با ۱۲ ساعت پرایمینگ بدست آمد که به ترتیب برابر ۰/۱۰۲، ۰/۱۰۲ و ۰/۱۱۰ گرم در بوته بود، کمترین وزن تر ریشه‌چه در تیمار عدم پرایمینگ و ۱۲ ساعت مشاهده شد که برابر ۰/۰۱۶ گرم بود، بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و عصاره جلبک دریایی بر وزن تر ریشه‌چه با افزایش زمان پرایمینگ مقدار وزن ریشه‌چه افزایش پیدا نکرد و این امر نشان‌دهنده آن است که ۱۲ ساعت پرایمینگ نسبت به ۲۴ ساعت برای افزایش وزن ریشه‌چه مطلوب تر می باشد (جدول ۴)، دامنه تغییرات وزن تر ساقه‌چه بین ۰/۰۸۴ گرم تا ۰/۰۰۶ گرم در بوته متغیر بود، بیشترین وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۳ میلی‌گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۲ ساعت مشاهده شد و کمترین وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۲۴ ساعت و پرایمینگ با آب تنها بدست آمد (جدول ۴)، به طور کلی باید بیان کرد که میزان وزن تر ساقه‌چه در ۱۲ ساعت پرایمینگ بیشتر از ۲۴ ساعت بود که این امر از مطلوب بودن زمان کمتر برای پرایمینگ بذور گشنیز حکایت دارد، همچنین بر اساس نتایج جدول ۴ پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش معنی‌دار وزن تر ساقه‌چه می‌شود، وزن تر گیاهچه نیز به شدت تحت تاثیر زمان و پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی قرار گرفت (جدول ۴)، به طوری که با پرایمینگ بذور گشنیز میزان وزن تر گیاهچه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، بیشترین وزن تر گیاهچه در تیمار ۳ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی با مقدار ۰/۲۰۶ گرم در بوته مشاهده شد و کمترین میزان برای وزن تر گیاهچه در تیمار پرایمینگ با آب تنها ۰/۰۲۳ گرم در بوته بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر ویژگی‌های گیاهچه گشنیز (گرم در بوته)

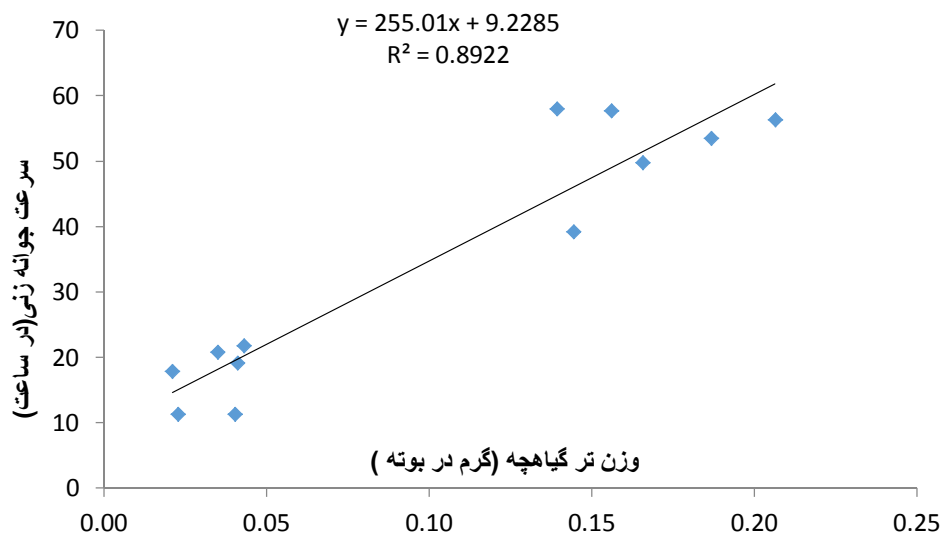
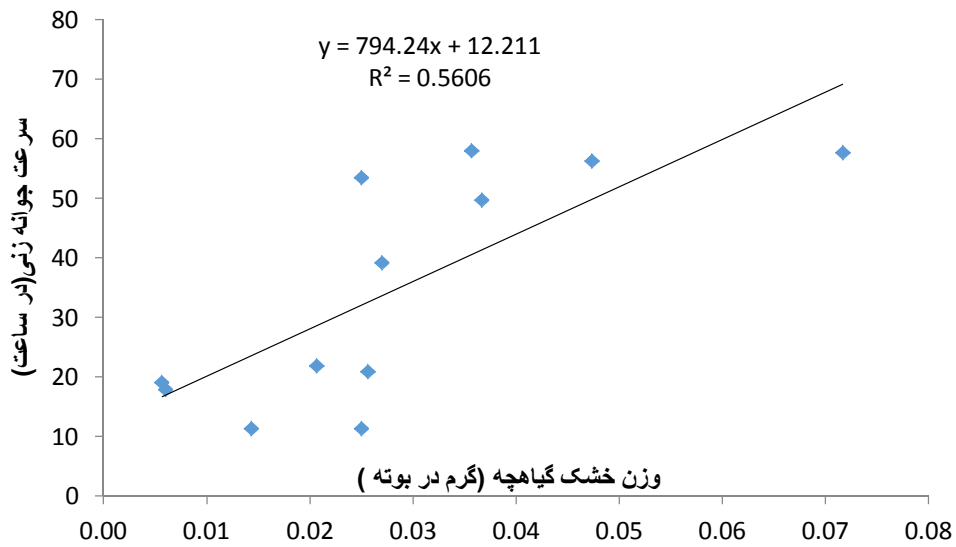
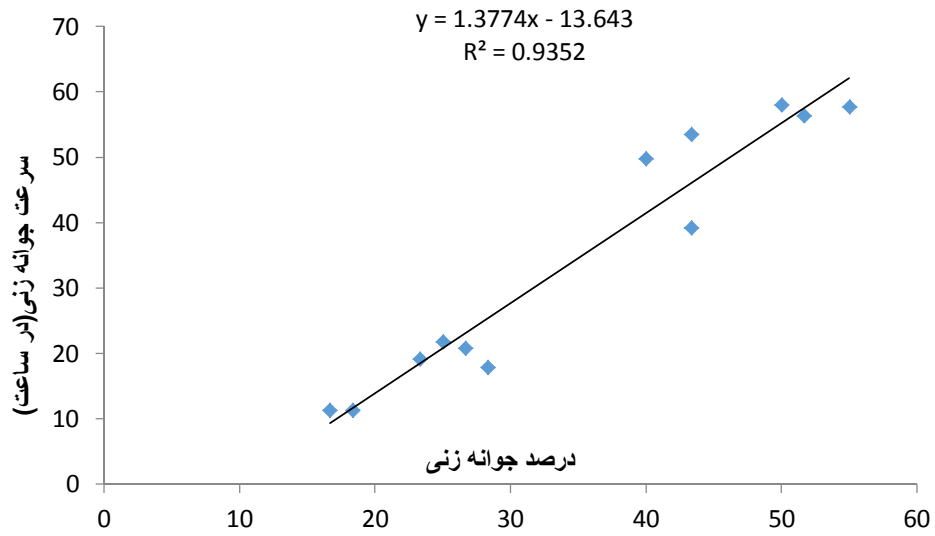
زمان	پرایمینگ (میلی‌لیتر در لیتر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)
12	شاهد 0	0.016e	0.014efg	0.040f	0.006e	0.002d	0.008g
	شاهد 1	0.020e	0.014efg	0.035gf	0.012d	0.011c	0.023ed
	1	0.072d	0.084b	0.187b	0.036a	0.034a	0.072a
	2	0.102ab	0.048d	0.150d	0.030b	0.015d	0.036c
	3	0.102ab	0.104a	0.206a	0.025c	0.027b	0.052b
24	4	0.110a	0.071c	0.156dc	0.021c	0.004d	0.025ed
	شاهد 0	0.020e	0.013efg	0.041f	0.003e	0.002d	0.005g
	شاهد 1	0.017e	0.006fg	0.023gh	0.004e	0.002d	0.006f
	1	0.041e	0.063c	0.104d	0.012d	0.002d	0.014g
	2	0.026e	0.017ef	0.043f	0.011d	0.013c	0.021e
4	3	0.091bc	0.064c	0.166c	0.011d	0.026b	0.037c
	4	0.080dc	0.062c	0.144de	0.015d	0.012c	0.027d

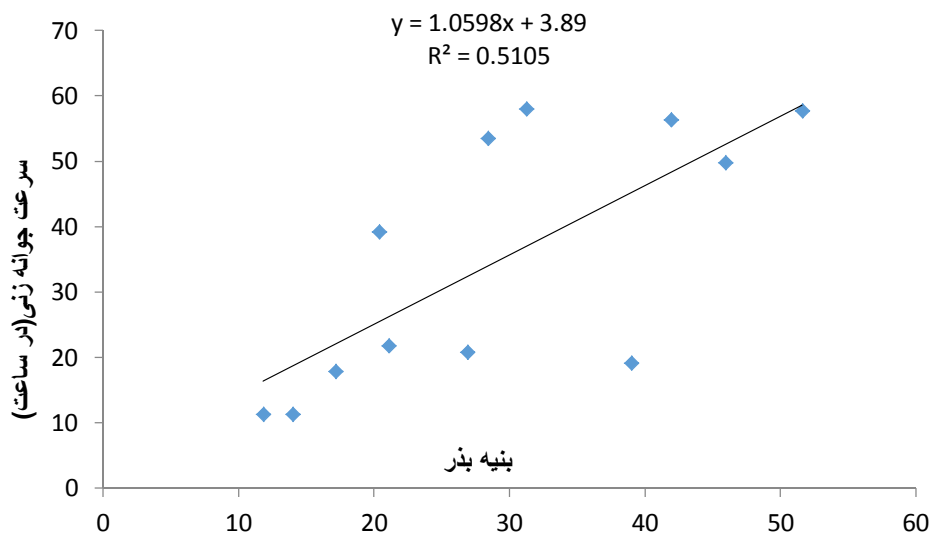
وزن خشک ریشه‌چه در بذور گشنیز تحت تاثیر پرایمینگ قرار گرفت و در هر دو شرایط ۱۲ و ۲۴ ساعت با پرایمینگ بذور گشنیز وزن خشک ریشه بیشتر از عدم پرایمینگ یا پرایمینگ با آب تنها بود، نکته مهم در رابطه با وزن خشک گیاهچه این است که ۱۲ ساعت پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش بسیار زیاد در وزن خشک گیاهچه در تمام سطوح پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی شد که این امر نشان‌دهنده اهمیت رعایت زمان مطلوب برای پرایمینگ بذور گشنیز می‌باشد، در میان تیمارهای مورد مطالعه عدم پرایمینگ به شدت باعث کاهش در وزن خشک ریشه‌چه شد که نسبت به سایر تیمارها تا بیش از ۸۰ درصد نیز می‌رسید (جدول ۴)، در رابطه با وزن خشک ساقه‌چه نیز ۲۴ ساعت پرایمینگ باعث کاهش وزن خشک ساقه‌چه نسبت به ۱۲ ساعت پرایمینگ شد، همچنین در بین سطوح مختلف پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی پرایمینگ با ۱ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی در ۱۲ ساعت و پرایمینگ با ۳ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی در ۲۴ ساعت دارای بیشترین وزن خشک ساقه‌چه بودند، این امر نشان‌دهنده آن است که در هر کدام از زمان‌های پرایمینگ مقدار غلظت عصاره جلبک دریایی برای افزایش در وزن خشک ساقه‌چه متفاوت می‌باشد که باید بر اساس زمان پرایمینگ مقدار عصاره جلبک دریایی رعایت شود (جدول ۴). وزن خشک گیاهچه در هر دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت تحت تاثیر پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی قرار گرفت به طوری که با پرایمینگ میزان وزن خشک گیاهچه نیز افزایش پیدا کرد و به این ترتیب بیشترین وزن خشک گیاهچه در هر دو زمان ۱۲ و ۲۴ ساعت در هنگام پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی مشاهده شد که بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمار ۱ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۲ ساعت پرایمینگ مشاهده شد که برابر ۰/۰۷۲ گرم بود در ۲۴ ساعت پرایمینگ نیز بیشترین وزن خشک گیاهچه در ۳ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد و برابر ۰/۰۳۷ گرم بود، عدم پرایمینگ یا پرایمینگ با آب تنها باعث کاهش شدید در وزن خشک گیاهچه شد به طوری که کمترین وزن خشک گیاهچه با وزن ۰/۰۰۵ گرم در بوته در تیمار ۲۴ ساعت و عدم پرایمینگ مشاهده شد (جدول ۴).

بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد پرایمینگ با عصاره جلبک دریایی باعث افزایش در وزن تر و وزن خشک گیاهچه گشنیز شد که محققان بیان کردند این امر به دلیلی خصوصیات عصاره جلبک دریایی می‌باشد، جلبک دریایی به‌ویژه جلبک‌های دریایی قهوه‌ای غنی از ترکیبات تیمولیکی هستند تیمولیک‌ها متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که در شرایط تنش سنتز شده‌اند که از اجزای سلولی و سلول حفاظت می‌کنند، نقش مهم ترکیبات تیمولیکی شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مهار رادیکال‌های آزاد مانند اکسیژن تکی، سوپراکسید هیدروکسیل، آلکوکسیل و رادیکال‌های پروکسی می‌باشد (Zodape et al., 2011). استفاده از عصاره مایع جلبک دریایی ۲۰ درصد روی گندم منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، رشد و عملکرد تعداد دانه و وزن خشک بذر در گندم گردید (Kumar et al., 2011). کودهای جلبک دریایی نه تنها به‌دلیل نیتروژن، فسفر و پتاس خود، بلکه به‌دلیل داشتن عناصر کمیاب و متابولیت‌های ثانویه مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه هستند (Karthick et al., 2013). از این رو بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد که عصاره جلبک دریایی به دلیلی وجود هورمون‌های محرک رشد مثل اکسین و جیبرلیک باعث افزایش رشد در گیاهچه گشنیز شده و در نهایت وزن خشک و تر آن افزایش پیدا می‌کند (جدول ۴). در این راستا بیان شده است وجود برخی از ترکیبات محرک رشد در برخی از گیاهان مانند جلبک‌ها باعث شده است تا از عصاره این گیاهان برای تولید کودهایی که باعث افزایش میزان رشد و تولید گیاهان زراعی می‌گردند، استفاده شود (Sheteawi et al., 2017).

در مطالعه‌ای که بر روی خیارصورت گرفت، اثر چند عصاره جلبک دریایی (دو نوع جلبک قرمز و یک جلبک سبز) بررسی شد، نتایج نشان داد که استفاده از عصاره جلبک دریایی سبز و قرمز و عصاره‌های تجاری جلبک دریایی با کمپوست، رشد رویشی و عملکرد خیار را بهبود بخشید (Ahmed et al., 2012)، در جلبک دریایی سطح بالایی از هورمون‌های آبسزیک اسید، سیتوکینین و اکسین مشاهده شده است و دارای مقدار قابل توجهی از اسیدآمین‌های متیونین، لیزین، ایزولوسین، تربیتوفان و سیستین است و همچنین دارای پروتئین بالا، فیبر غذایی محلول، انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی به ویژه آهن است. افزودن کودهای جلبکی به خاک باعث بهبود وضعیت میکروارگانیسم‌هایی در خاک می‌شود که فعالیت آن‌ها موجب تسهیل جذب برخی عناصر غذایی و در نهایت افزایش رشد، گسترش اندام‌ها و بهبود عملکرد گیاهان می‌شود (Thirumaran, 2009). تحقیقات نشان داده است که استفاده از عصاره این جلبک، باعث افزایش غلظت کلروفیل در برگ‌های گیاه شده و سطح آنزیم آمیلاز را در اندام‌های گیاهی بالا می‌برد و از این طریق، باعث شکسته شدن قندهای غیرقابل استفاده در گیاه می‌گردد (Pickering, 2006). کاربرد عصاره جلبک باعث افزایش رشد گیاه، تعداد برگ، تحریک رشد ریشه، تسریع زمان گلدهی، افزایش تشکیل میوه، تاخیر در پیری برگ و بهبود مقاومت به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت و افزایش کمیت و کیفیت میوه می‌شود (Shokouhi Far, 2016; Sunarpi et al., 2010)، همچنین گزارش شده است کودهای حاوی این جلبک غنی از عنصر پتاسیم هستند که می‌توانند در زمان جوانه‌زنی باعث بهبود دیواره سلولی شوند (Rayorath et al., 2008). جلبک‌ها دارای انواع اسیدهای چرب، آمینواسیدها، پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها، مونوساکاریدها، مواد معدنی و ویتامین‌ها هستند همچنین دارای ترکیبات زیستی با اثرات آنتی بیوتیکی، ضد ویروسی، ضدقارچی و ضدسرطانی هستند، همچنین کود مایع جلبک دریایی بر شاخص سطح برگ تاج خروس باعث افزایش سطح برگ در این گیاه شد (Sridhar et al., 2011).

در شکل ۱ رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و خصوصیات اندازه‌گیری شده نشان داده شده است، بر اساس نتایج شکل ۱ افزایش بنیه بذر باعث افزایش در سرعت جوانه‌زنی بذور گشنیز شده است که این افزایش برابر $1/05$ واحد به ازای یک واحدی در بنیه بذر می‌باشد، همچنین نتایج شکل ۱ نشان داد افزایش درصد جوانه‌زنی سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد، به طوری که با افزایش یک درصدی در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی به اندازه $1/37$ واحد افزایش پیدا کرد (شکل ۱)، وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه نیز با سرعت جوانه‌زنی رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند، به عبارت دیگر افزایش در وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه باعث افزایش در سرعت جوانه‌زنی می‌شود، به طوری که با افزایش یک صدم گرمی در وزن خشک گیاهچه باعث افزایش $7/9$ واحدی سرعت جوانه‌زنی می‌شود و در رابطه با وزن تر نیز افزایش یک صدم گرمی در وزن خشک گیاهچه بذر گشنیز سرعت جوانه‌زنی به مقدار $2/5$ واحد افزایش پیدا کرد (شکل ۱).





شکل ۱: رابطه بین سرعت جوانه‌زنی و سایر صفات اندازه‌گیری شده آزمایش

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش اثر پرایمینگ، زمان و اثر متقابل پرایمینگ و زمان بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، زمان تا ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص بینه گیاهچه و بینه بذر معنی‌دار بود همچنین بر اساس نتایج این آزمایش اثر پرایمینگ، زمان و اثر متقابل پرایمینگ و زمان صفات گیاهچه‌ای از جمله وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این آزمایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی با پرایمینگ بذرها بهبود پیدا کرد به طوری که با پرایمینگ بذرها با عصاره جلبک سرعت و درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد، در بین سطوح مختلف پرایمینگ بذر بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در ۲ و ۱ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک دریایی مشاهده شد، بر اساس نتایج این آزمایش حتی پرایمینگ بذر با آب تنها نیز باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها شد. نتایج این آزمایش نشان داد ۱۲ ساعت پرایمینگ برای بذرها گشنیز مناسب تر از ۲۴ ساعت بود. در واقع با افزایش زمان پرایمینگ ویژگی‌های جوانه‌زنی بهبود پیدا نکرد. در مورد ویژگی‌های گیاهچه نیز پرایمینگ باعث بهبود وزن خشک و تر گیاهچه شد، پرایمینگ بذر با ۲ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر باعث بیشترین وزن خشک و تر گیاهچه شد و ۱۲ ساعت پرایمینگ باعث وزن خشک و تر بیشتری در گیاهچه گشنیز شد. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد پرایمینگ بذر گشنیز با عصاره جلبک دریایی باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و گیاهچه گشنیز می‌شود و این امر نشان دهنده اهمیت پرایمینگ بذر می‌باشد، از طرفی بر اساس نتایج این آزمایش برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی باید غلظت پرایمینگ و زمان مناسب آن رعایت شود.

References

- Ahmed, Y.M. and Shalaby, E.A. 2012.** Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*. 4(3): 235-240.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005.** Pre-sowing seed treatment—a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in agronomy*, 88: 223-271.
- Ashraf, M. and Rauf, H. 2001.** Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiol. Plant*. 23: 407- 414.
- Ashraf, M.Y., Khan, M.A. and Naqvi, S.S.M. 1991.** Effect of salinity on seedling growth and solute accumulation in two wheat genotypes. *Rachis*, 10: 30- 31.
- 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 Science Tecnol.* 32: 765 -774.
- Chen, S.Y., Chou, S.H., Tsai, C.C., Hsu, W.Y., Baskin, C.C., Baskin, J.M. and Kuo-Huang, L.L. 2015.** Effects of moist cold stratification on germination, plant growth regulators, metabolites and embryo ultrastructure in seeds of *Acer morrisonense* (Sapindaceae). *Plant Physiology and Biochemistry*. 94: 165-173.
- Craigie, J.S. 2011.** Seaweed extract stimulation in plant science and agriculture. – *J. Appl. Phycol.* 23: 371-393.
- Demir Kaya, M., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y. and Kolsarici, O. 2006.** Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agronomy*. 24: 291-295.
- Eshraghi-Nejad, M., Bakhshandeh, A., Gharineh, M.H. and Soltani, A. 2015.** Quantification of Barley Emergence to Temperature. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 3:1318-1321.
- Farooq, M.S., Basra, M.A., Tabassum, R. and Afzal, I. 2006.** Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant. Prod. Sci.* 4: 446-456.
- Fujikura, Y., Kraak, H.L., Basra, A.S. and Karsen, C.M. 1993.** Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Sci and Technol.* 21: 693-642.
- Gandhimaniyan, K., Jeyachandran, S., Manoharan, C. and Vijayakumar, S. 2010.** Studies on effect of *Gracilaria verrucosa* extract as liquid fertilizer on *Sesamum indicum* L. *Seaweed Research and Utilization*. 32 (1 and 2): 63-68.
- Geshnizjani, N., Ghaderi-Far, F., Willems, L.A., Hilhorst, H.W. and Ligterink, W. 2018.** Characterization of and genetic variation for tomato seed thermo-inhibition and thermodormancy. *BMC Plant Biology*. 18, 229.
- Gupta, A.B. 2016.** Algal flora and its importance in the economy of rice fields. *Hydrobiologia*. 28(2): 213-222.
- Gupta, S. 2010.** Moisture, dry weight and lipid composition as influenced by capsule position in developing seeds of sesame (*sesamum indicum* L.). *Journal of Oil Seeds Research* 7: 10-15.
- Haider, M.W., Ayyub, C.M., Pervez, M.A., Asad, H.U., Manan, A., Raza, S.A. and Ashraf, I. 2012.** Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil and Environment*. 31(2): 157-162.
- Halmer, P. 2000.** Commercial seed treatment technology. In: Black, M. and Bewley, J. D (Eds.) *Seed technology and its biological basis*. – Sheffield Academic Press, Sheffield, p257-286.
- Hernandez-Herrera, R.M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-Lopez, A., Norrie, J. and Hernandez-Carmona, G. 2013.** Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Applied Phycology*. 26(1): 619-628.

- Isvand, H., Ahmadi, A., Akbar Shah Nejat Bushehri, A., Postini, K.V., Jahansuz, M.R. 2005.** The effect of drought stress and nitrogen fertilizer application schedule on nitrogen remobilization, bakery quality and strip pattern of wheat grain storage proteins. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. Volume 36, Number 6:1497-1489.
- Judy, M., Ahmadi, A., Postini, K., Sharifzadeh, F. 2006.** The effect of leaf removal on photosynthetic activity of flag leaf and grain growth in bread wheat. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 1: (3).
- Karthick, N., Selvakumars, S. and Umamaheswari, S. 2013.** Effect of three different seaweed liquid fertilizers and a chemical liquid fertilizer on the growth and histopathological parameters of *Eudrilus eugeniae* (Haplotaxida: Eudrilidae Global). *Journal of Bio-Science and Biotechnology*. 2(2): 253-259.
- Koyro, H.W. 2006.** Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of potential cash crop halophyte (*Plantago coronopus* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 56: 136-149.
- Kumar, G. and Sahoo, D. 2011.** Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. pusa gold. *Journal of Applied Phycology*. 23(2): 251-255.
- Kumar, G. and Sahoo, D. 2011.** Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. – *J. Appl. Phyco*. 23: 251-255.
- Mahadik, B.B. and Jadhav, M.J. 2015.** Effect of extracts of green alga *Spirogyra jugalis* Kützing on seed germination of tomato. *Global Journal of Research Analysis*. 4(1): 227-8160.
- McDonald, M.B. 1999.** Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol.* 27:177-237.
- 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. Res.* 74: 161- 168.
- Pickering, T. 2006.** Advances in seaweed aquaculture among Pacific Island countries. *Journal of Applied Phycology*. 18(3-5): 227-234.
- Popescu, G.C. and Popescu, M. 2014.** Effect of the brown alga *Ascophyllum nodosum* as biofertilizer on vegetative growth in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Cur. Trends Nat. Sci.*, 3(6): 61-67.
- Raja, K. and Geetha, R. 2015.** Effect of algal and herbal application on seed yield in blackgram (*Vigna mungo* L.). *Seaweed Research. Utiln.* 37(1): 33-36.
- Rao, G.M.N. and Chatterjee, R. 2014.** Effect of seaweed liquid fertilizer from *Gracilaria textorii* and *Hypnea musciformis* on seed germination and productivity of some vegetable crops. *Universal Journal of Plant Science*. 2(7): 115-120.
- Rayorath, P., Khan, W., Palanisamy, R., Mackinon, S.L., Stefanova, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T. and Prithiviraj, B. 2008.** Extracts of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*) in duce gibberellic acid (GA3) in dependent amylase activity in barley. *Journal of Plant Growth Regulator*. 27: 370-379.
- Sheteawi, S.A. and Tawfik, K.M. 2017.** Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mungbean (*Vigna radiata*) growth and yield. *Journal of Applied Sciences Research*. 3(3): 251-262.
- Shokouhi Far, Y. 2016.** Application of algae in agriculture. Second International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, Iran (Tabriz), 2325 Feb: 3-4.
- Soltani, E., Ghaderi-Far, F., Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 2016.** Problems with using mean germination time to calculate rate of seed germination. *Australian Journal of Botany*. 63: 631-635.
- Sridhar, S. and Rengasamy, R. 2011.** Effect of seaweed liquid fertilizer on growth, pigment concentration and yield of *Amaranthus rosburghinus* and *Amaranthus tricolor* under field trial. *Journal of Current Research* 3: 131-134.

- Sunarpi, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N.I. and Nikmatullah, A. 2010.** Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Nusantara Bioscience*. 2(2): 73-77.
- Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R. and Anantharaman, P. 2009.** Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* medikus. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2: 57-66.
- Zhang, X.E. and Ervin, H. 2008.** Impact of seaweed extract based cytokinins and zeatin-riboside on creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Sci.* 48: 364-370.
- Zhang, X.Z. and Ervin, E.H. 2004.** Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Sci.* 44: 1737-1745.
- Zodape, S.T., Gupta, A., Bhandari, S.C., Rawat, U.S., Chaudhary, D.R. and Eswaran, K. 2011.** Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). NISCAIR-CSIR, India. pp: 215-219.

Evaluation the effect of priming with seaweed extract on germination and growth of coriander seedling (*Coriandrum sativum* L.) at different times

A. Shafipour^{1*}, K. Mashayekhi²

¹M.Sc. Student in Horticultural Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

²Associate Professor, Department of Horticultural and Land scape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Coriander is one of the most important medicinal plants used both fresh and dried and has many medicinal properties. One of the great biological resources is seaweed, which is full of materials needed for plant growth. Therefore this experiment was performed to investigate the effect of priming with seaweed extract on germination and growth of coriander seedlings (*Coriandrum sativum* L.) at different times. Factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in the Laboratory of Faculty of Agriculture, University of Birjand, in 2020. The experimental factors were priming time at two levels (12 and 24 hours) and the concentration of seaweed extract at 6 levels (1,2,3,4 ml per liters and distilled water and dry seed treatment). Results showed that algae extract priming, significantly increased germination rate and percentage. In general, priming of coriander seeds in 12 hours with 2 ml of seaweed extract improved germination and seedling characteristics of coriander.

Keywords: Germination, Germination rate, Medicinal plant, Seaweed extract.

* Corresponding author: aliyeshafipour@gmail.com

اثر بستر کاشت بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه عنصل (*Drimia maritima* L.)

مختار حیدری^{۱*}، سمانه کیانی^۲

^۱دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی

^۲دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی

و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۳

چکیده

عنصل (*Drimia maritima* L.) یک گیاه پیازدار چندساله است که در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه در بخش‌های جنوبی ایران رویش می‌یابد، ولی تاکنون در مورد تکثیر این گیاه با استفاده از بذر در ایران گزارشی منتشر نشده است. در آزمایش حاضر اثر بسترهای کاشت خاک، پومیس، خاک/پومیس، کوکوپیت، کوکوپیت/پرلیت، پرلیت ریز، پرلیت درشت، ماسه، شن و کمپوست ضایعات نیشکر بر جوانه‌زنی بذر و برخی شاخص‌های رشد گیاهچه عنصل بررسی شد. نتایج نشان داد درصد و شاخص جوانه زنی، شاخص جوانه‌زنی تیمسون، روند شاخص جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر عنصل در بسترهای خاک، ماسه و خاک/پومیس کمتر از بسترهای دیگر بود. کمترین طول ریشه و بخش هوایی در بستر خاک مشاهده شد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه، بخش هوایی و وزن خشک کل گیاهچه و هم‌چنین شاخص رشد شاخساره مربوط به بستر خاک/پومیس بود. بستر کاشت بر درصد جوانه‌زنی بذر و شاخص‌های جوانه زنی و هم‌چنین شاخص‌های رشد گیاهچه عنصل اثر معنی‌داری داشت. با توجه به نتایج این پژوهش برای تکثیر گیاه عنصل با بذر، استفاده از بسترهای کشت بدون خاک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بذر، تکثیر، خاک، عنصل (*Drimia maritima* L.)، کشت بدون خاک، وزن خشک،

مقدمه

عنصل (*Drimia maritima* Syn. *Urginea maritima*) گیاه پیازدار چندساله از خانواده آسپاراگاسه^۲ می‌باشد که بومی ناحیه مدیترانه بوده و در زمین‌های سنگلاخی خشک و سنی رویش می‌یابد. دامنه گسترش این گیاه از پرتغال در اروپا و جزایر قناری تا سواحل شمال آفریقا، سوریه، فلسطین اشغالی و جنوب ایران می‌باشد. بیشتر رویشگاه‌های این گیاه تا ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد ولی در ایتالیا رویش این گیاه در ارتفاع ۶۸۰ و ۹۰۰ متر از سطح دریا هم گزارش شده است (Tobyn et al., 2000).

این گیاه که با نام‌های مختلف مانند اسقبل، اسقیل، پیاز دشتی و پیاز موش و در منطقه ایذه خوزستان به نام سی سنبل شناخته می‌شود از دیرباز در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه در مورد خواص برگ، بذر و پیاز آن مطالبی وجود دارد ولی در مورد استفاده از پیاز آن مطالب بیشتری وجود دارد که به فرم‌های مختلف خوراکی استفاده می‌شود که رایج‌ترین روش آن تهیه عصاره بخش داخلی پیاز با جوشاندن در سرکه و یا قرار دادن آن به مدت

*نویسنده مسئول: mkheidari@asnruk.ac.ir

طولانی (بین ۴۰ روز تا ۶ ماه) در سرکه می‌باشد (Amin, 2015).

در مورد اثرات دارویی و ترکیبات بیوشیمیایی گیاه عنصل گزارش‌هایی منتشر گردیده است. ماده ارگیناگلسیرید^۱ یک ترکیب جدید مونواسیل‌گلیسرول^۲ است که از پیاز این گیاه جداسازی شده است (Mohammad et al., 2014). در مورد خاصیت ضد سرطانی عصاره ریشه (نصری و همکاران، ۱۳۹۸)، فعالیت آنتی‌اکسیدانتی برگ و پیاز (Mammadov et al., 2010) و هم‌چنین سمیت ترکیبات موجود در پیاز عنصل (Tunok et al., 1995) گزارش‌های نیز منتشر گردیده است.

در مورد تکثیر این گیاه گزارش‌های محدودی منتشر گردیده است. تکثیر این گیاه به روش غیرجنسی با استفاده از تقسیم پیاز به ۱۰ تا ۱۲ قسمت و کاشت هر قسمت همراه با کمی ریشه قابل انجام است و در قسمت تحتانی هر قسمت برش یافته، پیازچه‌های جوان تولید می‌شود. هم‌چنین به جای تقسیم پیاز به قطعات بزرگ، می‌توان فلس‌های برش‌یافته را به صورت جداگانه کشت نمود ولی در این روش پیازچه‌های جوان تشکیل شده کوچکتر بوده و رشد کندتری دارند (Gentry et al., 1978).

قطر پیاز این گیاه به حدود ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد. گلدهی پیازهای عنصل از سن شش سالگی به بعد شروع می‌شود. گلدهی و تولید بذر این گیاه در پاییز انجام می‌شود. میوه گیاه کپسول است و بذرها دارای رنگ تیره می‌باشند (Tobyn et al., 2000). بذرها عنصل سبک بوده و حالت چروکیده دارند. در پوسته بذر سلول‌های بزرگ توخالی وجود دارد که حالت اسفنجی داشته و موجب می‌شود بذرها توسط باد یا جریان آب (ناشی از بارندگی) به راحتی جابجا شوند (Cloudsley-Thompson, 1993). تکثیر گیاه عنصل با کاشت بذر نیز قابل انجام است ولی گزارش گردیده گیاهچه‌های تولیدشده از بذر رشد کندی دارند (Van Horn and Domingo, 1950). بررسی جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل در رویشگاه طبیعی در ناحیه مدیترانه در پاییز مشخص نموده‌است جوانه‌زنی بذر سریع و در کمتر از هفت روز انجام می‌شود و بیشترین جوانه‌زنی در دمای ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد و عامل بازدارنده جوانه‌زنی در بذر تشخیص داده نشد. هم‌چنین جوانه‌زنی بذر در تاریکی بهتر از نور انجام می‌شود. طول عمر بذر این گونه کوتاه (کمتر از یکسال) می‌باشد به همین دلیل در طبیعت، بذرها رها شده توسط گیاهان بالغ که در خاک ذخیره شده‌اند، نقش کمی در زادآوری و سیکل زندگی این گیاه دارند (Marques and Draper, 2010).

گیاه عنصل در بخش‌های جنوبی ایران از جمله استان خوزستان و گاهی در جنگل‌های بلوط غرب ایران رویش می‌یابد. برداشت بی‌رویه پیاز عنصل از رویشگاه‌های طبیعی جهت فروش پیاز در عطاری و یا تهیه فرآورده‌های دارویی مورد استفاده در طب سنتی، یکی از مواردی است که این گیاه را تهدید می‌نماید. رشد کند گیاه و طولانی بودن زمان گلدهی و تولید بذر نیز زادآوری این گیاه را با محدودیت مواجه نموده است. هم‌چنین با توجه به اینکه ساقه گلدهنده گیاه عنصل بلند بوده و گل این گیاه بسیار زیبا بوده و قابلیت استفاده به عنوان گل بریده را دارد، امکان کشت تجاری این گیاه وجود دارد ولی باید در زمینه تکثیر در محیط‌های کنترل‌شده اقدام نمود. با توجه به رشد کند گیاهان جوان عنصل و به منظور یافتن یک روش برای تکثیر انبوه این گیاه، در آزمایش حاضر اثر بسترهای کاشت بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌های عنصل مورد بررسی قرار گرفت.

1. Urgineaglyceride
2. Monoacylglycerol

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذرهای گیاه عنصل از نمونه‌های رویش‌یافته در خزانه گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز) انجام شد. گلدهی گیاهان عنصل از اواخر مهرماه ۱۳۹۸ شروع شد. در اواخر آبان‌ماه، ساقه‌های گل‌دهنده با میوه‌های کیسول خشک، قطع شده و پس از انتقال به آزمایشگاه به مدت سه روز در دمای معمولی قرار داده شد تا رطوبت کاهش یابد. سپس جداسازی کیسول از ساقه گلدهنده و جداسازی بذرها از کیسول با دست انجام شد. بذرها تا زمان انجام آزمایش در پاکت کاغذی و سپس درون پاکت پلاستیکی در دمای ۲۰ درجه سلیسیوس نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش، برای اطمینان از زنده بودن بذرها، آزمون جوانه‌زنی با استفاده از تعیین میانگین جوانه زنی ۵۰ بذر روی کاغذصافی در پتری دیش، با چهار تکرار انجام شد و پس از حصول اطمینان از قوه‌نامه با بیش از ۷۵ درصد جوانه‌زنی اقدام به انجام آزمایش کشت در سینی نشا شد.



تصویر ۱: از راست به چپ: مراحل شروع گلدهی، گرده افشانی، تشکیل بذر و جمع‌آوری بذر گیاه عنصل (سی سنبل) - عکس از نویسندگان

طرح آماری آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با ده تیمار و چهار تکرار (هر تکرار چهار سینی کشت) انجام شد. تیمارهای بستر کشت شامل موارد زیر بود: خاک گلدان (یک قسمت خاک زراعی، یک قسمت خاکبرگ پوسیده، یک قسمت شن)، پرلیت ریز، پرلیت درشت، کوکوپیت، کوکوپیت+پرلیت درشت (نسبت ۸:۲)، باگاس نیشکر، پومیس، پومیس+خاک (نسبت ۱:۱)، ماسه، شن.

شن مورد استفاده از شن دوبار شسته شده از یک معدن شن در شوشتر (۹۱ کیلومتری شمال اهواز) تهیه گردید که دارای ابعاد تقریبی بین ۱-۰/۵ میلی متر بود. پومیس از شرکت پومیس ایران در استان اصفهان تهیه گردید. معدن پومیس این شرکت در استان آذربایجان شرقی قرار دارد. پومیس سنگ اسفنجی متخلخل است که در ترکیب آن مقدار زیادی گاز و بخار آب وجود دارد، لذا وزن مخصوص این ماده بسیار کم و حجم آن زیاد است (وزن مخصوص کمتر از یک می باشد). پومیس به رنگ‌های مختلفی وجود دارد که در این آزمایش از رنگ سیاه آن استفاده شد. کمپوست ضایعات فورفورال از کارخانه تولید فورفورال از ضایعات باگاس نیشکر واقع در کشت و صنعت کارون (۱۵ کیلومتری شوشتر، استان خوزستان) تهیه شد.

آزمایش جوانه‌زنی بذر عنصل در بسترهای کشت در هفته دوم آبان ماه ۱۳۹۸ انجام شد. بذور عنصل در سینی‌های نشا حاوی بسترهای مورد نظر کشت شدند. برای هر تکرار یک سینی کشت ۷۲ سلولی در نظر گرفته شد. بذور در دمای ۲۰ درجه سلیسیوس، رطوبت نسبی ۴۲ درصد و در شرایط نور طبیعی نگهداری شدند. آبیاری به صورت یک روز در میان با استفاده از آب مقطر انجام شد. یک هفته پس از شروع جوانه‌زنی، جوانه‌زنی و سبز شدن به مدت ۴ روز به صورت روزانه یادداشت برداری شد. پس از دو هفته از شروع جوانه‌زنی، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه اندازه‌گیری شد.

درصد جوانه‌زنی با تعیین نسبت تعداد بذرهای جوانه‌زده به تعداد کل بذرهای کاشته شده در هر تکرار محاسبه شده و بر اساس درصد ارائه گردید.

شاخص جوانه‌زنی^۱ (GI) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (AOSA, 1983):

$$GI=(N/DF)+(N/DL)$$

N تعداد بذر جوانه‌زده، DF = تعداد روز پس از کاشت تا اولین شمارش بذور جوانه‌زده، DL = تعداد روز پس از کاشت تا آخرین شمارش بذور جوانه‌زده،

شاخص جوانه‌زنی تیمسون^۲ (TGI) بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (Ajmal Khan and Ungar, 1998):

$$TGI = \Sigma G/T \quad G = \text{درصد جوانه‌زنی بذر در هر روز،} \quad T = \text{طول دوره جوانه‌زنی}$$

شاخص روند جوانه‌زنی^۳ (GIR) بر اساس مجموع تعداد بذر جوانه‌زده تقسیم بر تعداد روز سپری شده از شروع آزمایش محاسبه گردید (Al-Mudaris, 1998):

$GRI = G1/1 + G2/2 + \dots + Gi/i$ به ترتیب جوانه‌زنی در روز اول، جوانه‌زنی در روز دوم و به همین ترتیب تا جوانه‌زنی در روز آخر برای محاسبه ضریب سرعت جوانه‌زنی^۴ (CVG) از تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز (N) و تعداد روزها پس از شروع آزمایش تا جوانه‌زنی تعداد بذر مشخص (N) استفاده شد (Al-Ansari and Ksiksi, 2015).

$$CVG = N1 + N2 + \dots + Ni / 100 \times N1T1 + \dots + NiTi;$$

وزن تر ریشه‌چه و بخش‌هوایی گیاهچه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت $\pm 0/001$ گرم اندازه‌گیری شده و نسبت وزن تر ریشه به بخش‌هوایی تعیین شد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌های ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های هر تکرار درون پاکت کاغذی قرار داده شده و به

1. Germination Index
2. Timson germination index
3. Germination rate index
4. Coefficient of velocity of germination

مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلیسیوس نگهداری شد. وزن خشک ریشه‌چه و بخش هوایی با ترازو اندازه‌گیری شد. شاخص رشد شاخساره با تقسیم وزن خشک بخش هوایی بر طول ساقه‌چه تعیین شد. شاخص قدرت رشد گیاهچه^۱ (SVI) بر اساس رابطه زیر تعیین شد (Mahender et al., 2015):

$$SVI = \text{میانگین درصد جوانه زنی} \times \text{میانگین طول ریشه چه}$$

نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۲ با نرم افزار Minitab-16 و واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی بذر: بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر جوانه‌زنی بذر عنصل (جدول ۱) نشان داد اثر تیمار بستر کاشت بر درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، زمان لازم برای جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود.

درصد جوانه زنی: بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای بستر کاشت بر جوانه زنی بذر عنصل (جدول ۲) نشان داد کاربرد خاک به عنوان بستر کاشت موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل شد. کمترین درصد جوانه‌زنی در بستر خاک بود (۲۳/۸ درصد) که با درصد جوانه‌زنی در بستر ماسه (۲۸/۵۷ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از جوانه‌زنی بذر در سایر تیمارهای بستر کاشت بود (جدول ۲). همچنین درصد جوانه‌زنی بذر در بستر کاشت ماسه و پومیس/خاک تفاوت معنی‌داری نداشتند (به ترتیب ۲۸/۵۷ و ۴۸/۲۱ درصد) ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از درصد جوانه‌زنی بذر در سایر تیمارها بود. درصد جوانه‌زنی بذر در تیمارهای پومیس، شن، کوکوپیت، کوکوپیت/پرلیت، پرلیت ریز، پرلیت درشت و کمپوست ضایعات فورفورال تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از جوانه‌زنی بذر در بسترهای خاک، خاک/پومیس و ماسه بود.

شاخص جوانه‌زنی: کمترین شاخص جوانه‌زنی بذر در بستر خاک بود (۰/۳۶) که با این شاخص در بستر خاک/پومیس و یا ماسه (به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۵۴) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص جوانه‌زنی در سایر تیمارها بود. بیشترین شاخص جوانه‌زنی بذر در بستر پرلیت درشت بود (۱/۸۹) که به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در بسترهای خاک، خاک/پومیس، ماسه و یا پرلیت ریز بود ولی با شاخص جوانه‌زنی بذر در سایر تیمارهای بسترکاشت تفاوت معنی‌داری نداشت.

شاخص جوانه‌زنی تیمسون: بررسی نتایج نشان داد شاخص جوانه‌زنی تیمسون در بسترهای خاک یا ماسه (به ترتیب ۴/۹۳ و ۱۰/۲۰) با این شاخص در بستر خاک/پومیس (۱۴/۶۶) تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص جوانه‌زنی تیمسون در سایر تیمارها بودند. شاخص جوانه‌زنی تیمسون در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند.

روند شاخص جوانه‌زنی: بررسی نتایج نشان داد کمترین روند شاخص جوانه‌زنی (GIR) در بسترهای خاک و یا ماسه بود (به ترتیب ۵/۵۲ و ۱۲/۴) که با این شاخص در بستر خاک/پومیس تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی به‌طور

1. Seedling vigor index
2. Kolmogorov- Smirnov

معنی‌داری کمتر از روند شاخص جوانه‌زنی در سایر تیمارها بود. روند شاخص جوانه‌زنی در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت.

ضریب سرعت جوانه‌زنی: ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) در بسترهای خاک و ماسه با بستر خاک/پومیس تفاوت معنی‌داری نداشت (به ترتیب ۴/۷۳، ۱۱/۷۷ و ۲۴/۲۴ درصد) ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر عنصل در سایر بسترهای کاشت بود. ضریب سرعت جوانه‌زنی در سایر بسترهای کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت.

شاخص قدرت گیاهچه (SVI): بیشترین شاخص قدرت گیاهچه در بستر کوکوپیت بود (۹۴۲/۱) که با این شاخص در تیمارهای شن و یا کوکوپیت/پرلیت (به ترتیب ۸۶۲/۳ و ۸۳۵/۵) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص قدرت گیاهچه در سایر تیمارها بود. کمترین شاخص قدرت گیاهچه در بستر خاک بود (۱۲۹/۴) که با این شاخص در بستر ماسه (۲۶۲/۵) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص قدرت گیاهچه در سایر تیمارها بود.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عنصل

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	میانگین مربعات			ضریب ضریب	میانگین زمان لازم برای جوانه‌زنی	روند جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی تیمسون
				روند جوانه‌زنی	روند جوانه‌زنی	ضریب ضریب				
بستر کاشت	۸	۲۴۴۰/۷۷**	۰/۹۶۱**	۳۸۷/۴۲**	۵۸۳/۶**	۴۷۱۹/۷**	۲/۶۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۳۰۵۸۱۴/۰۳**	
اشتباه آزمایشی	۳۱	۲۱۸/۲	۰/۲۱۳	۷۹/۲۳	۱۳۹/۵	۹۷۲/۵	۱/۶۲	۰/۰۰۰۱	۱۷۴۱۵/۰۳	
ضریب تغییرات		۲۱/۷۷	۳۹/۵۵	۳۸/۱۲	۴۱/۸	۵۰/۸۲	۱۲/۱۹	۱۱/۸۹	۲۱/۲۸	

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

شاخص‌های رشد گیاهچه: بررسی نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر شاخص‌های رشد گیاهچه عنصل (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد اثر بستر کاشت بر طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول کل گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک گیاهچه و هم‌چنین شاخص رشد شاخساره (وزن خشک شاخساره تقسیم بر طول شاخساره) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر نسبت وزن تر ریشه‌چه به وزن تر ساقه‌چه اثر معنی‌داری نداشت.

شاخص‌های طول گیاهچه: بیشترین طول ریشه‌چه دانه‌های عنصل در بستر کوکوپیت/پرلیت و یا پرلیت ریز بود (۲/۷ سانتی متر) که با طول ریشه‌چه در بسترهای کاشت خاک+پومیس (۲/۰۱ سانتی متر)، ماسه (۱/۹۵ سانتی متر)، پرلیت درشت (۲/۱۸ سانتی متر) و یا شن (۲/۱۶ سانتی متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری بیشتر از طول ریشه‌چه در سایر تیمارهای بستر کاشت بود (جدول ۵). کمترین طول ریشه‌چه در بستر کاشت خاک بود (۱/۴ سانتی متر) که با طول ریشه‌چه در بسترهای کاشت پومیس، ماسه و یا کمپوست ضایعات فورفورال (به ترتیب ۱/۸۲،

۱/۹۵ و ۱/۷ سانتی متر) تفاوت معنی داری نداشت ولی به طور معنی داری کمتر از طول ریشه چه در سایر تیمارها بود.

جدول ۲: اثر بستر کاشت بر شاخص های جوانه زنی بذر عنصل

شاخص						
شاخص قدرت گیاهچه	ضریب سرعت جوانه زنی (%)	روند شاخص جوانه زنی (day ⁻¹)	شاخص جوانه زنی تیمسون (درصد/روز)	شاخص جوانه زنی (بذر/روز)	درصد جوانه زنی (%)	بستر کاشت
۱۲۹/۴ e	۴/۷۳ c	۵/۵۲ c	۴/۹۳ c	۰/۳۶ e	۲۳/۸ c	خاک
۳۶۶/۶ d	۲۴/۲۴ bc	۱۷/۶۵ bc	۱۴/۶۶ bc	۰/۷۱۰ cde	۴۸/۲۱ b	خاک+پومیس
۶۴۶/۲ bc	۸۲/۰۷ a	۳۳/۹ ab	۲۸/۴۴ ab	۱/۲ abcd	۸۳/۹۲ a	پومیس
۲۶۲/۵ de	۱۱/۷۷ c	۱۲/۴ c	۱۰/۲۰ c	۰/۵۴ de	۲۸/۵۷ bc	ماسه
۸۶۲/۳ a	۸۶/۸۰ a	۳۶/۴ ab	۳۰/۴۴ a	۱/۵۸ ab	۸۵/۷۱ a	شن
۹۴۲/۱ a	۸۸/۵۸ a	۳۹/۱ a	۳۱/۸۸ a	۱/۵۱ ab	۸۵/۷۱ a	کوکوپیت
۸۳۵/۵ ab	۷۱/۴۶ ab	۳۱/۴ ab	۲۶/۱۴ ab	۱/۴۱ abc	۷۸/۵۷ a	کوکوپیت+پرلیت
۶۱۳/۵ c	۷۲/۳۷ ab	۳۱/۶ ab	۲۶/۱۹ ab	۱/۰۹ bcd	۷۶/۱۹ a	پرلیت ریز
۷۷۳/۷ b	۹۸/۸۶ a	۴۱/۵ a	۳۳/۶۷ a	۱/۸۹ a	۸۷/۵ a	پرلیت درشت
۷۶۸/۵ b	۷۲/۷۰ ab	۳۲/۵ ab	۲۶/۹۱ ab	۱/۳۳ abc	۸۰/۳۵ a	کمپوست فورفورال

* در هر ردیف، میانگین های دارای حرف (حروف) مشترک در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

طول ساقه چه در بسترهای کاشت کوکوپیت، کوکوپیت/ پرلیت و یا بستر شن (به ترتیب ۸/۵، ۸/۰۲ و ۷/۹۶ سانتی متر) به طول ساقه چه در بستر کاشت کمپوست ضایعات فورفورال (۷/۸۷ سانتی متر) تفاوت معنی داری نداشتند ولی به طور معنی داری بیشتر از طول ساقه چه در سایر تیمارها بودند (جدول ۴). کمترین طول ساقه چه در بستر کاشت خاک بود (۴/۲۸ سانتی متر) که به طور معنی داری کمتر از طول ساقه چه در سایر تیمارها بود.

بیشترین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در بستر پرلیت ریز بود (۰/۵) که به طور معنی داری بیشتر از نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در سایر تیمارها بود. کمترین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در بستر کاشت کمپوست ضایعات فورفورال بود (۰/۲۱) که به طور معنی داری کمتر از این نسبت در بسترهای خاک/ پومیس، کوکوپیت/ پرلیت، پرلیت، پرلیت و پرلیت درشت بود (به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۳۴، ۰/۵۰ و ۰/۳۲) ولی با نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت.

شاخص های وزن گیاهچه: بیشترین وزن تر ریشه چه و وزن تر ساقه چه در گیاهچه های عنصل در بستر کاشت خاک/ پومیس بود (به ترتیب ۰/۰۷۴ و ۰/۵۳۶ گرم) که با وزن تر ریشه چه یا وزن تر ساقه چه گیاهچه های عنصل در سایر تیمارهای بستر کاشت تفاوت معنی داری داشتند. وزن تر ریشه چه و یا وزن تر ساقه چه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشتند. بیشترین وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه در بستر کاشت خاک/ پومیس بود (به ترتیب ۰/۶ و ۰/۱۲۶ گرم) که با وزن تر گیاهچه و یا وزن خشک گیاهچه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشتند. وزن تر گیاهچه یا وزن خشک گیاهچه در سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشتند.

اثر بستر کاشت بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه عنصل....

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عنصل

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول ریشه به ساقه
بسترکاشت	۹	۰/۷۳۱**	۷/۷۸**	۰/۰۲۲**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۲۲۵	۰/۳۲۲	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات		۲۲/۴۶	۸/۴۲	۲۰/۷۲
طول کل گیاهچه				۱۰/۵۶**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، NS عدم معنی‌دار

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس اثر بستر کاشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر عنصل

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص رشد شاخساره
بسترکاشت	۹	۰/۰۰۱**	۰/۰۸۴**	۰/۱۰۷**	۰/۳۹۲ ^{NS}	۰/۰۰۴**	۷۸/۱۰**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲	۰/۴	۰/۰۰۰۱	۱/۶۲
ضریب تغییرات		۱۱۱/۷	۱۱۱/۰۴	۸۰/۸۶	۱۷۶/۹۴	۴۹/۳۹	۳۸/۴

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد، NS عدم معنی‌دار

جدول ۵: اثر بستر کاشت بر شاخص‌های رشد گیاهچه عنصل

بستر کاشت	شاخص									
	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	به ساقه	طول ریشه (سانتی متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن گیاهچه (گرم)	شاخصاره (میلی گرم)	شاخص رشد
خاک	۱/۴ d	۴/۲۸ e	۰/۳۲bc	۵/۶۸ f	۰/۰۰۹ b	۰/۰۶۵ b	۰/۰۷۴ b	۰/۰۱۸ b	۱/۳۸ b	
خاک+پومیس	۲/۰۱abc	۵/۷۲ d	۰/۳۴ b	۷/۸۳ e	۰/۰۷۴ a	۰/۰۵۲۶ a	۰/۰۶ a	۰/۱۲۴ a	۱۵/۷۶ a	
پومیس	۱/۸۲bcd	۵/۸۲ d	۰/۳۱bc	۷/۶۵ e	۰/۰۱۰۷ b	۰/۰۶۲ b	۰/۰۷۲ b	۰/۰۱۳ b	۱/۷۱ bc	
ماسه	۱/۹۵bcd	۷/۰۷ bc	۰/۲۸bc	۹/۰۲ cd	۰/۰۱۲ b	۰/۰۶۷ b	۰/۰۸ b	۰/۰۱۴ b	۱/۵۶ bc	
شن	۲/۱۶ abc	۷/۹۶ a	۰/۲۷bc	۱۰/۱۳abc	۰/۰۱۲ b	۰/۰۶۵ b	۰/۰۷۷ b	۰/۰۱۹ b	۱/۹ bc	
کوکوپیت	۲/۵ ab	۸/۵ a	۰/۲۹bc	۱۱ a	۰/۰۲۴ b	۰/۱۱۰ b	۰/۱۳۵ b	۰/۰۲۶ b	۲/۴۲ bc	
کوکوپیت/پرلیت	۲/۷ a	۸/۰۲a	۰/۳۴ b	۱۰/۸۲ ab	۰/۰۱۴ b	۰/۰۸۱ b	۰/۰۹۶ b	۰/۰۱۷ b	۱/۶۶ bc	
پرلیت ریز	۲/۷ a	۵/۳۶d	۰/۵۰ a	۸/۰۶ de	۰/۰۱۷ b	۰/۰۵۵ b	۰/۰۷۲ b	۰/۰۱۲ b	۱/۵۱ bc	
پرلیت درشت	۲/۱۸abc	۶/۷ c	۰/۳۲ b	۸/۹۱ cde	۰/۰۱۴ b	۰/۰۴۲ b	۰/۰۵۶ b	۰/۰۱۰ b	۱/۰۹ c	
کمپوست فورفورال	۱/۷ cd	۷/۸۷ ab	۰/۲۱ c	۹/۵۷ bc	۰/۰۰۹ b	۰/۰۹۹ b	۰/۱۰۹ b	۰/۰۲۰ b	۲/۱۱ bc	

* در هر ردیف، میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند

بیشترین طول گیاهچه عنصل در بستر کاشت کوکوپیت بود (۱۱ سانتی‌متر) که با طول کل گیاهچه عنصل در بستر کاشت کوکوپیت/پرلیت و یا شن (به ترتیب ۱۰/۷۲ و ۱۰/۱۳ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به طور

معنی‌داری بیشتر از طول کل گیاهچه در سایر بسترها بود. کمترین طول گیاهچه در بستر کاشت خاک بود (۵/۶۸ سانتی‌متر) که به‌طور معنی‌داری کمتر از طول گیاهچه عنصل در سایر تیمارها بود. شاخص رشد شاخساره (وزن خشک شاخساره تقسیم بر طول شاخساره) در بستر کاشت خاک/پومیس به‌طور معنی‌داری بیشتر از این شاخص در سایر تیمارها بود. هم‌چنین شاخص رشد شاخساره در بستر پرلیت درشت (۱/۰۹) به‌طور معنی‌داری کمتر از شاخص رشد شاخساره در سایر تیمارها بود (جدول ۵).

بحث

در این آزمایش اثر بسترهای کاشت بر جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد درصد جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل در بسترهای کاشت خاک، خاک/پومیس و یا ماسه به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر بسترهای کاشت بود (جدول ۲). اثر بستر کاشت بر جوانه‌زنی گیاه *Pometia pinnata* (Santosa et al., 2019)، گیاه خربزه درختی (Bhardwaj, 2014)، نیز گزارش گردیده است. با توجه به اینکه گزارش گردیده است بذر عنصل دارای رکود نیست و براحتی جوانه می‌زند و بازدارنده جوانه‌زنی در آن تشخیص داده نشده است (Marques and Draper, 2010)، بنابراین مشخص می‌شود عوامل محیطی اثر زیادی بر جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل دارند. درصد جوانه‌زنی بذر عنصل و برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر مانند روند شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی تیمسون و هم‌چنین شاخص جوانه‌زنی در تیمارهای دارای مواد آلی مانند کوکوپیت، کوکوپیت/پرلیت، کمپوست ضایعات باگاس و یا پرلیت و شن بیشتر از بستر خاک و یا خاک/پومیس و یا ماسه بود می‌توان نتیجه‌گیری نمود خصوصیات فیزیکی بستر کاشت مانند تهویه و رطوبت بستر در حد مناسب از عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر عنصل می‌باشد.

با توجه به نتایج این آزمایش در مورد کاهش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی گیاهچه‌های عنصل در تیمارهای خاک، خاک/پومیس، ماسه و هم‌چنین بسترهای پرلیت ریز و درشت می‌توان به این نتیجه احتمالی رسید که علاوه بر رطوبت و تهویه، میزان عناصر غذایی بستر نیز بر رشد گیاهچه‌های عنصل موثر است زیرا پرلیت ریز و درشت فاقد مواد آلی و عناصر غذایی می‌باشند. بر اساس نتایج مطالعات قبلی نیز پیشنهاد گردیده است مواد آلی می‌توانند علاوه بر تامین عناصر ضروری رشد گیاه، موجب افزایش اثرات فیزیکی و قابلیت نگهداری آب توسط بستر کاشت شوند (Bhardwaj, 2014). در روند جوانه‌زنی، ریشه‌چه زودتر از سایر اندام‌های گیاهچه شروع به رشد می‌نماید و اگر مانع فیزیکی در بستر وجود داشته باشد، رشد اولیه ریشه‌چه کاهش خواهد یافت و به‌همین دلیل باید بستر کاشت وضعیت فیزیکی مناسبی داشته باشد (Santosa et al., 2019). بنابراین کاهش معنی‌دار رشد ریشه‌چه در بستر خاک، خاک/پومیس، ماسه و یا کمپوست ضایعات نیشکر می‌تواند با اثر مکانیکی این بسترها و ممانعت از نفوذ ریشه‌چه به قسمت‌های عمقی‌تر بستر ارتباط داشته باشد. بایستی توجه داشت بذرهای عنصل سبک بوده و حالت چروکیده دارند (Cloudsley-Thompson, 1993) و با توجه به اینکه بذر گیاه عنصل ذخیره مواد غذایی محدودی دارد، سرعت نفوذ ریشه‌چه در بستر کاشت در رشد اولیه گیاهچه و استقرار آن اهمیت زیادی دارد. نتایج آزمایش حاضر در مورد افزایش معنی‌دار قدرت رشد گیاهچه عنصل در بسترهای کاشت کوکوپیت، کوکوپیت/پرلیت و شن نسبت به سایر بسترها (جدول ۲) نیز احتمالاً با نفوذ ریشه‌چه به درون این بسترهای کاشت و دریافت بهتر آب و عناصر غذایی و تاثیر آن بر رشد گیاهچه ارتباط دارد.

نتیجه‌گیری کلی

جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌های عنصل تحت تاثیر بستر کاشت قرار گرفت و احتمالاً این تفاوت در رشد گیاهچه با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کاشت ارتباط دارد. بر اساس نتایج آزمایش حاضر خاک و یا بستر مخلوط پومیس/ خاک برای جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاه چه عنصل بستر کاشت مناسبی نبودند. با توجه به عدم وجود رکود در بذر گیاه عنصل و هم چنین اطلاعات محدود در مورد جوانه‌زنی بذر این گیاه لازم است پژوهش‌های بیشتری در مورد اثر عوامل موثر بر جوانه‌زنی بذر گیاه عنصل صورت گیرد. وجود این اطلاعات می‌تواند در معرفی روش کشت انبوه گیاه عنصل و جلوگیری از برداشت بی رویه پیاز این گیاه از عرصه‌های طبیعی موثر باشد.

Reference

- Ajmal Khan, M. and Ungar, I. 1998.** Germination of the salt tolerant shrub *Suaeda fruticosa* from Pakistan: salinity and temperature responses. *Seed Science and Technology*, 26: 657-67.
- Al-Ansari, F. and Ksiksi, T. 2015.** Quantitative Assessment of Germination Parameters: the Case of *Crotalaria Persica* and *Tephrosia Apollinea*. *The Open Ecology Journal*. 9:13-21.
- Al-Mударis, M. 1998.** Notes on various parameters recording the speed of seed germination. *Der Tropenlandwirt*, 99: 147-54.
- Amin, G., Bozorgi, M., Khatamsaz, M., Zolfaghari, B., Rahimi, R., Raesdana, A. 2016.** *Onsol. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine*. 7 (2): 233-237.
- AOAC. 1983.** Seed vigour testing handbook contribution No. 32 to handbook on seed testing. Association of official seed Analysis.
- Bhardwaj, R.L. 2014.** Effect of growing media on seed germination and seedling growth of papaya cv. Red lady. *African Journal of Plant Science*. 8(4): 178-184.
- Cloudsley-Thompson, J.L. 1993.** *Adaptations of Desert Organisms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 261 p.
- Gentry, H.S., Verbiscar A.J., Banigan, T.F. 1987.** Red squill (*Urginea maritima*, Liliaceae). *Economic Botany* 41:267-282.
- Mahender, A., Anandan, A. and Pradhan, S.K. 2015.** Early seedling vigour; an imperative trait for direct-seeded rice: An overview on physio-morphological parameters and molecular Markers. *Planta*, 241: 1027-1050.
- Mammadov, R., Makasci- Afacan, A. and Uysal- Demir, D. 2014.** Determination of Antioxidant Activities of Different *Urginea maritima* (L.) Baker Plant Extracts. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.* 29 (3): 47-53.
- Marques, I. and Draper, D. 2012.** Seed germination and longevity of autumn-flowering and autumn-seed producing Mediterranean geophytes. *Seed Science Research*. 22: 299-309.
- Mohameda, G.A., Ibrahim, S.R.M., Shaala, L.A., Alshalie, Kh.Z. and Youssef, D.T.A. 2014.** Urgineaglyceride A: a new monoacylglycerol from the Egyptian *Drimia maritima* bulbs. *Natural Product Research*. 28 (19): 1583-1590.
- Nasri, S., Amin, G., Sedghi Azad, Z., Borbor, M. and Shahmohammadi, F. 2019.** Anticancer property of ethanolic extract of *Urginea maritima* root on Hela cancer cells in cell culture. *Experimental Animal Biology*. 8 (2 (30)): 45-50.
- Santosa, S., Priosambodo, D. and Santosa, R.A.P. 2019.** Physical Structure of Growing Media, Seed Germination, and Growth of *Pometia pinnata* Forst Seedlings. *International Conference on Biology and Applied Science (ICOBAS)*. AIP Conf. Proc.; <https://doi.org/10.1063/1.5115607>.
- Tobyn, G., Denham, A. and Whitelegg, M. 2000.** *Drimia maritima*, Squill. In: *The Western Herbal Tradition*. pp. 155-164.
- Tuncok, Y., Kozan, O., Cavdar, C., Guven, H. and Fowler, J. 1995.** *Urginea maritima* (Squill) toxicity. *Clinical Toxicology*. 33(1): 83-86.
- Van Horn, D.L. and Domingo, W.E. 1950.** Comparison of seed and vegetative propagation methods for red squill. *Econ. Bot.* 4: 350-353.

**Effect of seed bed on germination and seedling growth of Sea Squill
(*Drimia maritima* L.)**

Mokhtar Heydari^{1*}, Samaneh Kiani²

¹Associate Professor, Department of Horticultural Science and Engineering, Khuzestan
University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Molasani

²PhD in Crop Physiology, Department of Horticultural Science and Engineering,
University of Agricultural Sciences

Abstract

The sea squill (*Drimia maritima* L.) is a perennial bulbous plant used in traditional medicine. This plant grows in the southern parts of Iran, but there is no information about the propagation of this plant using seeds. In the present experiment, the effects of soil, pumice, soil/pumice, coco peat, coco peat/perlite, fine perlite, coarse perlite, sand, fine sand and compost of sugarcane waste on seed germination and some seedling growth indices were investigated. The results showed that seed germination percentage, germination index, Thomson germination index, germination index rate and seed germination rate in soil, sand and soil/pumice were lower than other seed bed. Minimum length of roots and aerial parts was in the soil culture. The highest fresh and dry weight of roots, shoots and total dry weight of seedlings as well as shoot growth index were observed in soil/pumice growing media. In general, seed bed had significant effect on seed germination percentage and germination indices as well as seedling growth indices. To propagate the sea squill by seed, it is recommended to use soilless culture.

Keywords: Dry matter, propagation, Sea squill (*Drimia maritima* L.), Seed, Soilless culture.

*Corresponding author; mkheidari@asnrukh.ac.ir

تأثیر پیش تیمارهای سرمادهی مرطوب و اسیدجیبرلیک بر بهبود جوانه‌زنی بذر دو رقم گیاه دارویی علف طلائی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.)

سپیده پارسا^۱، قاسم اقلیما^۲، محمدحسین میرجلیلی^۳، صمد نژاد ابراهیمی^۴، جوادهادیان^{۵*}

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

^۲ دکتری فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

^۳ دانشیار، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

^۴ دانشیار، گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

^۵ دانشیار، گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۵

چکیده

علف طلائی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.) از گیاهان ارزشمند دارویی است که دارای اثرات ضد التهاب، ضد میکروبی، ضد اسپاسم، مدر و مسکن می‌باشد. داروهای حاوی این گیاه برای پیشگیری از تشکیل سنگ کلیه و کمک به دفع سنگ‌های ادراری بصورت ایمن و بی‌خطر مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به اهمیت تکثیر ساده گیاهان دارویی و نقش بذر در تولید و پرورش این گیاهان، آزمایشی به منظور تعیین بهترین روش تیمار بذر گیاه علف طلائی اروپایی و بهبود جوانه‌زنی آن در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول دو ژنوتیپ بذری شامل رقم اصلاح شده "فزا بی‌تایپ" و یک توده بومی ایران و فاکتور دوم شامل جیبرلیک اسید (با غلظت‌های ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) سرمادهی مرطوب (به مدت یک و دو هفته) در نظر گرفته شد. در این آزمایش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که در هر دو گونه اصلاح شده و بومی علف طلائی اروپایی با افزایش مدت زمان سرمادهی و افزایش غلظت جیبرلیک اسید، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و قدرت جوانه‌زنی بذر بهبود یافت و نسبت به شاهد تفاوت معنی داری پیدا کردند. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۸ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲۴/۵ بذر در روز)، قدرت جوانه‌زنی (۱/۳۶) برای رقم اصلاح شده "فزا بی‌تایپ" تحت تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب و کمترین آن در شاهد مشاهده شد. نتایج حاصل از تیمارها نشان داد که بذرها هر دو گونه اصلاح شده و بومی دارای خواب فیزیولوژیک سطحی هستند که بهترین تیمار برای از بین بردن خواب آن دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد بود.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، سرمادهی مرطوب، علف طلائی اروپایی، فزا بی‌تایپ

مقدمه

علف طلائی اروپایی (*Solidago virgaurea* L.) گیاهی چند ساله ریزوم‌دار به ارتفاع ۱۰۰-۲۵ سانتیمتر متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae)، از جمله گیاهان با ارزش دارویی است. پراکندگی جهانی این گیاه در سراسر اروپا، نواحی معتدله آسیا، شمال غرب آفریقا بوده و در ایران نیز دامنه انتشار محدود در نواحی جنگلی و باز مرتعی استان‌های گلستان، مازندران و گیلان دارد (Mozaffarian, 2012). داروهای گیاهی حاوی علف طلائی اروپایی طی

*نویسنده مسئول: javadhadain@gmail.com

قرن‌ها برای درمان بیماری‌های دستگاه ادراری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این داروها دارای اثرات ضد التهاب، ضد میکروبی، مدر، ضد اسپاسم و مسکن می‌باشند و برای درمان التهاب، عفونت، پیشگیری از تشکیل سنگ کلیه و کمک به دفع سنگ‌های ادراری بصورت ایمن و بی‌خطر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثرات فارماکولوژیک این گیاه عمدتاً به خاطر وجود ترکیبات شیمیایی ساپونین‌ها، فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها و به خصوص لئوکارپوزاید می‌باشند (Yaneva et al., 2020). جوانه‌زنی به عنوان اولین و حساس‌ترین مرحله نمو در چرخه رشدی هر گیاه و فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه‌ها به شمار می‌آید که نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه دارد (Bahadori et al., 2014). یکی از مشکلات عمده و مهم در تولید گیاهان دارویی، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها می‌باشد. زیرا بذر اغلب گونه‌های دارویی، برخلاف گیاهان زراعی از جوانه‌زنی ناهماهنگ و ضعیفی برخوردار هستند (Hashemi et al., 2010). بنابراین، به‌کار بردن تکنیک‌هایی که بتواند جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه را در این گیاهان بهبود بخشد، از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از روش‌های حصول جوانه‌زنی مطلوب، استفاده از پیش تیمار بذر (Seed Priming) می‌باشد که یک تکنیک اقتصادی، ساده و قابل توصیه به کشاورزان برای بهبود جوانه‌زنی، سبز شدن، استقرار گیاهچه‌ها و عملکرد است (Mahmoudi et al., 2019). هر تیمار بذری که در آن مرطوب کردن بذور تا نقطه‌ای که فرایندهای متابولیکی جوانه‌زنی انجام گیرد، بدون اینکه ریشه‌چه از بذر خارج شود را پیش تیمار بذر می‌گویند (Sivasubramaniam et al., 2011). خیس کردن بذر در آب، محلول نمک غیرآلی، محلول‌های آلی مختلف اسمزی، تیمار بذور در دماهای بالا و پائین، مرطوب کردن با استفاده از ترکیبات بیولوژیکی، تیمار با ماده جامد ماتریکی و استفاده از هورمون‌ها به عنوان روش‌های مهم پیش تیمار بذر شناخته شده‌اند (Ghiyasi et al., 2008).

پیش تیمار بذر یکی از روش‌هایی است که عملکرد بذر را بهبود بخشیده و منجر به جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت می‌گردد (Patade et al., 2009). پیش تیمار بذر باعث بهبود جوانه‌زنی، افزایش بنیه بذر و افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در می‌شود (Koochki and Hosseini, 2007). دلایل تسریع جوانه‌زنی در بذرها می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفا آمیلاز، افزایش تولید ATP، افزایش سنتز RNA، DNA و افزایش عملکرد میتوکندری باشد (Mosavi et al., 2020). تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد، باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شود (Sneider et al., 2015). از تنظیم کننده‌های رشدی که برای پیش تیمار بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، کیتین‌ها، آبسزیزیک اسید، سالیسیلیک اسید، آسکوربیک اسید و اتیلن اشاره کرد (Anousheh Pirasteh and Emam, 2019). اسید جیبرلیک یکی دیگر از هورمون‌های مهم رشد گیاهی است که از طریق فعالسازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم و رشد سلولی موجب جوانه‌زنی بذور می‌شود (Ghasemi Pir Balouti, 2007).

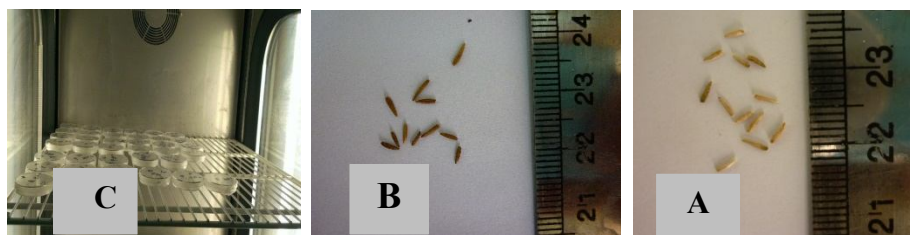
پیش تیمار بذر از طریق کاهش مدت لازم برای جذب آب، موجب کاهش زمان جوانه‌زنی و خروج سریع تر ریشه‌چه شده که در نهایت بهبود فرایند جوانه‌زنی و ظهور بهتر پیش تیمار گیاهچه‌ها را سبب می‌شود (Armin et al., 2010). بذر باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در بذور می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپیدی را در طی جوانه زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه زنی می‌شوند (Patade et al., 2009). پیش تیمار بذر می‌تواند تغییرات تخریبی همانند کاهش سنتز پروتئین‌ها، اسید و تغییر فعالیت آنزیم‌های DNA نوکلوتیک، خسارت به هیدرولیز کننده را تا حدودی ترمیم و طول عمر بذور را افزایش دهد. مطالعات نشان داده که ترمیم DNA، RNA، پروتئین، غشای سلولی و آنزیم‌ها در نتیجه پیش تیمار بذر اتفاق می‌افتد (Mosavi et al., 2019).

2021). بنابراین، پیش‌تیمار بذر از طریق کاهش موانع رشد جنین و افزایش قدرت بذر، باعث یکنواختی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ها شده که این امر منجر به تولید گیاهچه‌های قویتری می‌گردد (Omidi et al., 2005).
 سودمندی پیش‌تیمار بذر بر جوانه‌زنی و رشد سریع و مطلوب گیاهچه‌ها در گیاهان دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) (Zinati, 2000)، خار مقدس (*Cnicus benedictus*)، کاسنی (*Cichorium intybus*) (Kafi et al., 2009)، بومادران (*Achillea millefolium*) (Sharifi et al., 2003) سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (Moosavi et al., 2009) و همیشه بهار (*Calendula officinalis*) (Ahmadpour Dehkordi and Baluchi, 2014) نشان داده شده است. از آنجایی که گیاهان دارویی معمولاً از جوانه‌زنی ضعیف و غیریکنواخت‌تری برخوردار هستند (Shekari et al., 2010)، بنابراین استفاده از روش‌های بهبود دهنده جوانه‌زنی می‌تواند روی بهبود تولیدات این گیاهان تاثیر مثبت داشته باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر پیش‌تیمارهای سرمادهی مرطوب و جیبرلیک اسید بر خصوصیات فیزیولوژی جوانه‌زنی بذر و تعیین بهترین روش تیمار بذر برای شکستن خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر گیاه علف طلایی اروپایی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در آزمایشگاه اکوفیزیولوژی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی در سال ۱۳۹۸ به اجرا درآمد. فاکتور اول دو ژنوتیپ بذری به نام "فزا بی‌تایپ" (Phasa B type) از کشور آلمان تهیه و دیگری از جمعیت طبیعی این گیاه در منطقه سنگده واقع در استان مازندران جمع‌آوری گردید. فاکتور دوم تیمارهای مختلف، جهت بهبود جوانه‌زنی بذر شامل: خیساندن در غلظت‌های مختلف ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ هفته بود. جیبرلیک اسید از شرکت مرک (Merk) آلمان تهیه گردید. پس از جداسازی بذر سالم از بذر نارس و آسیب دیده، به منظور ضد عفونی، بذرهای در محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور گردیدند و پس از چندین بار شستشو با آب مقطر استریل برای اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند. از هر توده بذری تعداد ۱۵۰ بذر برای هر تیمار به طور تصادفی انتخاب شد. جهت اعمال تیمار سرمادهی مرطوب، تعداد کافی بذر در وسط دو لایه کاغذ صافی درون پتری دیش‌های یکبار مصرف با آب مقطر به اندازه کافی خیس و در دمای یخچال نگهداری شدند و برای اعمال تیمار جیبرلیک اسید تعداد کافی بذر در وسط دو لایه کاغذ صافی درون پتری دیش‌های یکبار مصرف با هر یک از غلظت‌های تهیه شده از جیبرلیک اسید به مدت ۴۸ ساعت در شرایط آزمایشگاه تیمار شدند.

پس از اعمال تیمارها و قبل از انتقال به ژرمیناتور برای هر تیمار بذرهای بر روی کاغذ صافی استریل درون پتری دیش (هر تیمار ۳ پتری و هر پتری ۵۰ بذر) قرار داده شدند و با ۵ سی‌سی آب مقطر مرطوب شده و در ژرمیناتور قرار گرفتند. در این پژوهش به منظور افزایش جوانه‌زنی بذرهای تناوب نوری و دمایی ۱۶ ساعت نور و دمایی ۲۲ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت تاریکی و دمایی ۱۶ درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش بصورت روزانه در ساعت ۱۲ ظهر انجام گرفت. بذرهایی که ریشه چه آنها قابل رویت بود (یعنی طولی در حدود ۲ میلی‌متر داشت)، به عنوان بذر جوانه زده شمارش و نتایج یادداشت شد.



شکل ۱: A: فزا بی تایپ، B: جمعیت سنگه، C: بذور تیمار شده در ژرمیناتور

در روز آخر آزمایش برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، از هر پتری دیش به‌طور تصادفی ۳ نمونه برداشت شد و بعد قسمت هوایی و ریشه‌چه از هم جدا شدند و طول آنها با خط‌کش بر حسب میلی‌متر تعیین شد. در نهایت شاخص‌های جوانه‌زنی مطابق جدول ۱ محاسبه گردیدند.

جدول ۱: روش محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی

شاخص	رابطه	منابع
درصد جوانه زنی	$GP = n/N \times 100$	Panwar and Bhardwaj, 2000
سرعت جوانه زنی	$GR = \sum n_i / t_i$	Kulkarni et al., 2007
میانگین مدت جوانه زنی	$MGT = \sum (t_i \times n_i) / \sum n_i$	Kulkarni et al., 2007
قدرت جوانه زنی	$GV = GR \times \text{Mean}(PL+RL) / 100$	ISTA, 2009

n = کل بذرهای جوانه‌زده طی دوره، n_i = تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i ، t_i = تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی، N = تعداد بذرهای کاشته شده، PL = طول ساقه‌چه، RL = طول ریشه‌چه

در پایان کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصل از این آزمایش، پس از اطمینان از نرمال بودن آنها، با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

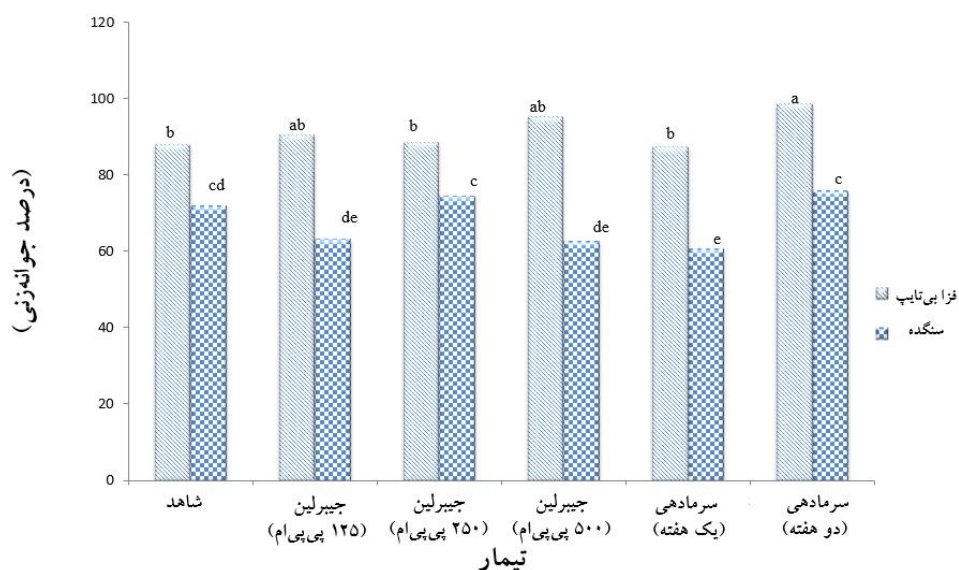
با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در علف طلایی اروپایی (جدول ۲) مشخص شد که بین دو ژنوتیپ از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد وجود دارد. تیمارهای مختلف نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشتند. نتایج برهم‌کنش تیمار و ژنوتیپ نشان داد که در همه صفات به جز درصد جوانه‌زنی، اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد وجود دارد. این نتایج بیان می‌دارد که هر کدام از روش‌های تیمار در ژنوتیپ خاص، تأثیر مثبت بر مولفه‌های جوانه‌زنی نسبت به شاهد داشته‌اند. بنابراین می‌توان با انجام مقایسه میانگین، برهم‌کنش بهترین روش تیمار و ژنوتیپ را برای بذر این گیاه تعیین و از آن جهت کشت بخصوص در شرایط مزرعه‌ای و محیط نامطلوب و تنش‌زا استفاده نمود.

جدول ۲: میانگین مربعات صفات مرتبط با مولفه‌های جوانه‌زنی بذر علف طلایی اروپایی در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین جوانه‌زنی
ژنوتیپ	۱	۴۸۵۳/۴۴**	۹۴۹/۱۵**	۳۲۰/۰۲**
تیمار	۵	۱۲۲/۸۶*	۷۲/۷۱**	۲۲/۱۶**
ژنوتیپ × تیمار	۵	۷۶۶۴ ^{ns}	۱۶/۵۵**	۸/۵۶**
خطا	۲۴	۳۵	۲/۱۶	۰/۷۲
ضریب تغییرات	-	۷/۴۱	۱۵/۱۵	۱۴/۰۹

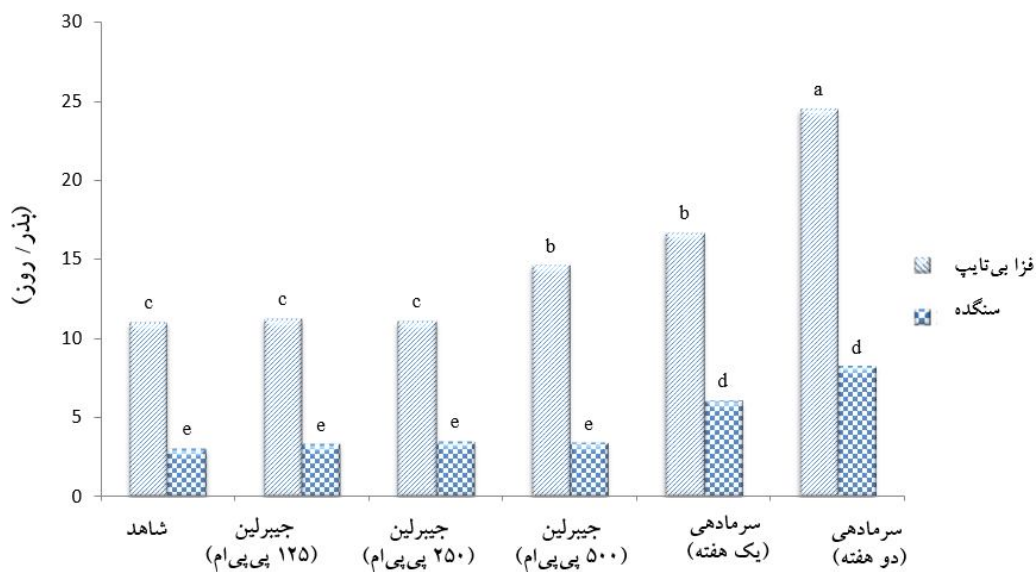
** و * معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

تجزیه واریانس دو طرفه روشن ساخت که اثر غلظت‌های مختلف جبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب بر روی صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزار بی‌تایپ درصد جوانه‌زنی بیشتری (۸۸ درصد) نسبت به توده بومی سنگده (۷۲ درصد) داشت. بین تیمارهای مختلف بیشترین درصد جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ (۹۸/۶۶ درصد) و توده بومی سنگده (۷۶ درصد) در تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بدست آمد (شکل ۲).



شکل ۲: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر درصد جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

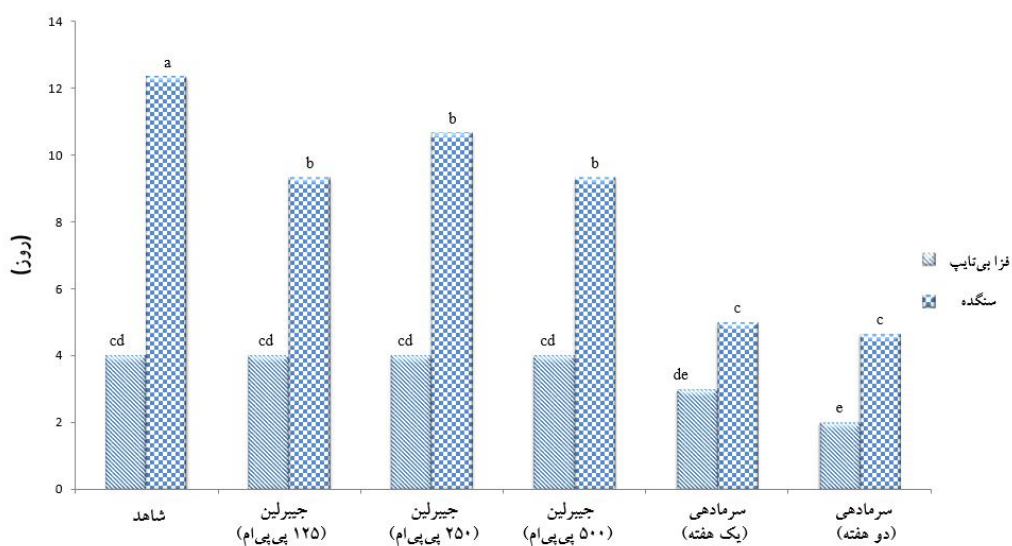
با توجه به نتایج به‌دست آمده، اثر تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای علف طلایی اروپایی بسیار متفاوت بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ فزا بی‌تایپ سرعت جوانه‌زنی بیشتری (۱۱ بذر در روز) نسبت به توده بومی سنگده (۳/۰۴ بذر در روز) داشت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ (۲۴/۵ بذر در روز) و توده بومی سنگده (۸/۲ بذر در روز) مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب و کمترین سرعت جوانه‌زنی در شاهد مشاهده شد (شکل ۳).



تیمار

شکل ۳: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر سرعت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی تایپ و توده بومی سنگده

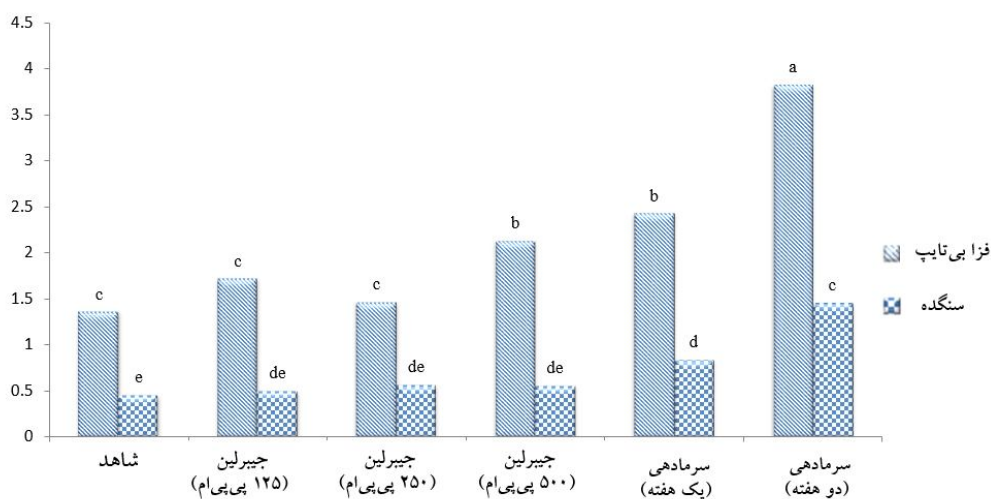
نتایج حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه داده‌های با توجه به عوامل جمعیت، مدت زمان سرمادهی و غلظت جبرلیک اسید، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی ایجاد می‌کند (جدول ۲). مقایسه میانگین مدت جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزا بی تایپ به طور میانگین مدت زمان کمتری (۴ روز) برای جوانه‌زنی نسبت به توده بومی سنگده (۱۲/۳۳ روز) داشت. همچنین بین تیمارهای مختلف کمترین میانگین مدت جوانه‌زنی در رقم فزا بی تایپ ۲ روز و در توده بومی ۴/۶۶ روز مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بود (شکل ۴).



تیمار

شکل ۴: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر میانگین مدت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی تایپ و توده بومی سنگده

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر سرمادهی مرطوب و جبرلیک اسید بر قدرت جوانه‌زنی بذر علف طلاایی اروپایی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین قدرت جوانه‌زنی نشان داد که ژنوتیپ فزا بی‌تایپ قدرت جوانه‌زنی بیشتری (۱/۳۶) نسبت به توده بومی سنگده (۰/۴۶) داشت. همچنین بین تیمارهای مختلف بیشترین قدرت جوانه‌زنی در رقم فزا بی‌تایپ ۳/۸۳ و در توده بومی ۱/۴۶ مربوط به تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب بود. در همه صفات مورد مطالعه ژنوتیپ بذری فزا بی‌تایپ از توده بذر جمع‌آوری شده از منطقه سنگده بهتر بوده است (شکل ۵). مقایسه میانگین‌ها در هر دو ژنوتیپ بذری نشان داد که از بین تیمارهای اعمال شده، تیمار ۲ هفته سرمادهی مرطوب بیشترین تاثیر را روی همه صفات مورد بررسی داشت و با کاهش مدت زمان سرمادهی میزان درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی کاهش یافت، که این امر نشان دهنده وجود ارتباط مستقیم بین مدت زمان سرمادهی با صفات مورد بررسی است همچنین اثر سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته بیشتر از سطوح هورمونی بوده است.



تیمار

شکل ۵: اثر متقابل ژنوتیپ و تیمار بر قدرت جوانه‌زنی بذر رقم اصلاح شده فزا بی‌تایپ و توده بومی سنگده

نتایج حاصل از تیمار سرمادهی مرطوب در این تحقیق با گزارشات متعدد مبنی بر نقش مثبت این تیمار بر جوانه‌زنی بذر بسیاری از گونه‌های گیاهی مطابقت دارد که از آن جمله می‌توان به گزارش Amooghai (۲۰۰۵)، Sharma و همکاران (۲۰۰۶)، Moravcova و همکاران (۲۰۰۷)، Brusa و همکاران (۲۰۰۷)، Greipsson (۲۰۰۱)، Rawat و همکاران (۲۰۰۸) و Qu و همکاران (۲۰۰۸) اشاره داشت.

مکانیسم واقعی رفع خفتگی در اثر سرما هنوز به درستی شناخته نشده است، اما در این رابطه فرضیاتی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به تأثیر سرما در تغییر شکل تجهیزات آنزیمی یا در متابولیسم اسید نوکلئیک‌ها و یا در ساختار کلوییدی بذر با افزایش آبدوستی، کاهش یا حذف بازدارنده‌های جوانه زنی درون بذر مثلاً کاهش میزان اسید آبسزیک و یا فعال کردن و سنتز جبرلین اشاره داشت (Mahmoudi et al., 2019). سرمادهی موجب افزایش بیان ژن GA3ox1 (آنزیم تولید کننده شکل فعال GA3) در ریشه چه و لایه آلورن بذر می‌شود (Amooghai, 2005). مدت زمان مورد نیاز برای سرمادهی به عمق خواب بستگی دارد. گونه‌هایی که به مدت زمان طولانی‌تر سرما نیاز دارند، دوره خواب رویانی عمیق‌تر و دسته‌ای که به زمان سرمادهی کوتاه‌تری نیاز دارند، دوره خواب کم عمقی دارند، مدت زمان

سرمادهی لازم برای افزایش قوه نامیه در بذرهای گیاهان مختلف بستگی به تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی بذر، شرایط محیطی و اقلیمی نمو بذر و نیز شرایط سرمادهی دارد (Mahmoudi et al., 2019). طول مدت سرمادهی مورد نیاز برای جوانه زنی بذر جمعیت‌های گیاهی که از ارتفاعات مختلف هستند فرق می‌کند بطوریکه با افزایش ارتفاع، نیاز سرمایی افزایش می‌یابد (Cavieres and Arroyo, 2000). همچنین در گزارشات آمده است که سن بذر هم در میزان نیاز سرمایی آن برای برطرف شدن خواب تأثیر دارد. با افزایش سن بذر، شدت خواب کاهش می‌یابد، ولی سرعت شکسته شدن خواب در میان گونه‌های مختلف تفاوت دارد (Mahmoudi et al., 2019). سرمادهی مرطوب می‌تواند شرایط نوری و دمایی لازم برای جوانه زنی را وسعت بخشد (Qu et al., 2008). اثر مثبت تیمار اسیدجبرلیک بر جوانه‌زنی بذر در بسیاری از گونه‌های گیاهی گزارش شده است (Chauhan et al., 2006; Nadjafi et al., 2006; Al Menaie et al., 2007; Rawat et al., 2008).

جبریلین‌ها عمده ترین نقش تحریک کنندگی را در تنظیم خواب بذر دارند. جبریلین می‌تواند جایگزین نیاز نور، دما و سرما برای جوانه زنی بذر شود (Sivasubramaniam et al., 2011). جبریلین باعث سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده در بذر و در نتیجه تجزیه نشاسته و سایر موادغذایی می‌شود و در نهایت باعث انتقال این مواد به جنین در حال رشد می‌شود. جبریلین‌ها همچنین فعالیت آنزیم کاتکول اکسیداز را افزایش می‌دهند و موجب کاهش میزان مواد فنولی بذر و در نتیجه تحریک جوانه زنی می‌شوند. اسید جبریلیک و اتیلن مسیرهای انتقال سیگنال ویژه ای را فعال می‌کنند که باعث می‌شود میزان اکسین‌ها و سایتوکینین‌های بذور آراییدوپسیس به حد مناسبی جهت القای شکست خواب ارتقا یابد (Mahmoudi et al., 2019). اسید جبریلیک، خواب ناشی از جنین و پوشش بذر را برطرف می‌کند و اثرات بازدارنده اسید آبسزیک را مستقیم یا غیرمستقیم مهار می‌کند (Pirasteh Anousheh and Emam, 2019). بر اساس نتایج لوک (Lück, 2001) مشخص شد که جوانه‌زنی بذر علف طلایی اروپایی شدیداً بسته به منشاء، کیفیت و تیمار بذر متغیر است. دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ثابت بستر کشت و شرایط روشنایی برای جوانه‌زنی بذور این گیاه مناسب می‌باشد. ضمناً با ذخیره سازی بذر بیش از یکسال درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در این تحقیق مشخص شد که بذور این گیاه دارای خواب فیزیولوژیکی سطحی هستند که بهترین تیمار برای از بین بردن خواب آن دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد این نتیجه مطابق با شرایط رویشگاهی این گونه است، زیرا رویشگاه‌های این گونه دارای دمای پایین طی پائیز و زمستان می‌باشد که گزارشات زیاد مبنی بر اثر مثبت سرمادهی مرطوب بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذور دارای خواب فیزیولوژیکی وجود دارد که با نتیجه حاصل از این پژوهش همسو است (Necajeva and Ievinsh, 2013; Karam and Al-Salem, 2001; Rutherford and Ali, 1977).

نتیجه گیری

به‌طورکلی نتیجه این پژوهش نشان داد که پرایمینگ و پیش سرمادهی مرطوب و اسید جبریلیک باعث بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد بهتر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی می‌شود، اعمال تیمارهای پرایمینگ قبل از کاشت می‌تواند باعث بهبود و سرعت جوانه‌زنی در ابتدای دوره زیستی شود و باعث استقرار هر چه بهتر اولیه گیاهچه می‌شود و نسبت به تیمار شاهد سرعت و درصد جوانه‌زنی بالایی دارد. براساس نتایج کسب شده در پژوهش حاضر تیمار دو هفته سرمادهی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بهترین تیمار برای شکست خواب بذرهای گیاه دارویی علف طلایی اروپایی پیشنهاد می‌شود. از آن‌جا که جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی علف طلایی اروپایی،

به شدت تحت تاثیر تیمارهای سرمادهی و هورمون جیبرلیک اسید قرار گرفت. می-توان چنین نتیجه گیری کرد که خواب بذر این گیاه نیز همانند سایر گیاهان این خانواده، از نوع فیزیولوژیک است. آگاهی از نوع خواب و عوامل موثر بر آن، در شناخت بهتر زیست شناسی جوانه زنی و پیش بینی الگوی رویش گیاه دارویی علف طلائی اروپایی در سطح مزرعه کمک می کند.

Reference

- Ahmadpour Dehkordi, S. and Baluchi, H. 2014.** Effect of seed priming on antioxidant enzymes and peroxidation of cell membrane lipids under salinity stress of *Nigella sativa* L. Electronic Journal of Crop Production. 5: 63-85. (In Persian).
- Al Menaie, H.S., Bhat, N.R., El-Nil, M.A., Al-Dosery, S.M., Al-Shatti, A.A., Gamalin, P. and Suresh, N. 2007.** Seed germination of argan (*Argania spinosa* L.). American –Eurasian Journal of Scientific Research. 2 (1): 1-4.
- Amoghahi, R. 2005.** Effect of seed soaking, duration and wet pre-cold temperature on failure of seed dormancy (*Ferula ovina* Boiss). Journal of Biology. 18 (4): 350-359.
- Armin, M., Asgharipour, M. and Razavi-Omrani, M. 2010.** The effect of seed priming on germination and seedling growth of watermelon (*Citrullus Lanatus*). Advances in Environmental Biology. 4: 501-505.
- Bahadori, S., Ismailpour, B., Heidari, M., Khorram Del, S. and Sheikhzadeh Mossadegh, P. 2014.** The effect of time and different concentrations of pretreatment of seed collection of salicylic acid in seed pretreatment on germination indices of okra (*Abelmoschus esculentus*) cultivar Basanti. Proceedings of the 3rd National Congress of Organic and Conventional Agriculture, Ardabil, Iran. (In Persian).
- Brusa, G., Ceriani, R. and Cerabolini, B. 2007.** Seed germination in a narrow endemic species (*Telekia speciosissima*, Asteraceae): Implications for ex situ conservation. Plant Biosystems. 141 (1): 56-61.
- Cavieres, L.A. and Arroyo, M.T.K. 2000.** Seed germination response to cold stratification period and thermal regime in *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae). Plant Ecology. 149: 1-8.
- Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006.** Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricornutum*) in Australia. Weed Science. 54: 471-477.
- Ciraka, C., Kevseroglua, K. and Ayan, A.K. 2007.** Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic Hypericum species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* by light and some pre-soaking treatments. Journal of Arid Environments. 68(1): 159-164.
- Dewir, Y.H., El-Mahrouk, M.E. and Naidoo, Y. 2011.** Effects of some mechanical and chemical treatments on seed germination of Sabal palmetto and *Thrinax morrisii* palms. Australian Journal of Crop Science. 5(3): 245-250.
- Ghasemi Pir Balouti, A., Golparvar, A., Riahi Dehkordi, M. and Navid, A. 2007.** Investigation of the effect of different treatments on breaking dormancy and stimulating seed germination of five species of medicinal plants in Chaharmahal and Bakhtiari region. Research and Construction. 74: 185-192. (In Persian).
- Ghiyasi, M., Pouryousef- Myandoab, M. and Tajbakhsh, M. 2008.** Influence of osmopriming treatment on emergency and yield of maize (*Zea mays* L.). Research Journal Biological sciences, 3: 1452-1455.
- Greipsson, S. 2001.** Effects of stratification and GA3 on seed germination of a sand stabilizing grass *Leymus arenarius* used in reclamation. Seed Science & Technology. 29: 1-10.
- Hashemi, Sh., Asrar, Z. and Poursidi, Sh. 2010.** Effects of seed pre-treatment by salicylic acid on growth and some physiological and biochemical indicators in watercress. Iranian Journal of Plant Biology. 2: 1-10. (In Persian).
- Hosseini, A. and Koocheki, A. 2007.** Effect of different seed priming on germination percentage and rate of sugar beet. Iranian Journal of Field Crops and Research. 1: 69 76. (In Persian).

- Kafi, M., Borzoi, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, J. 2010.** Physiology of environmental stresses in plants, Mashhad University Jihad Publications. (In Persian).
- Karam, N.S. and Al-Salem, M.M. 2001.** Breaking dormancy in *Arbutus andrachne* L. seeds by stratification and gibberellic acid. Seed science and technology. 29(1): 51-56.
- Koornneff, M., Bentsink, L. and Hilhorst, H. 2002.** Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology. 5: 33-36.
- Kulkarni, M.G., Street, R.A. and Staden, J.V. 2007.** Germination and seedling growth requirements for propagation of *Dioscorea dregeana* (Kunth) Dur. and Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany. 33: 131-137.
- Lück, L. 2001.** Intraspezifische Variabilität und Einflüsse von Anbaumaßnahmen auf den Inhaltsstoffgehalt und Ertrag von *Solidago virgaurea* L. Ph.D. Thesis. University of Humboldt-Universität Berlin.
- Mahmoudi, F., Sheikhzadeh Mosaddegh, P., Zare, N. and Esmalipour, B. 2019.** The effect of hormone and hydro priming on seed germination, growth and biochemical properties of borage seedling (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Process and Function. 7 (27):165-180.
- Moosavi, A., Tavakkol Afshari, R., Sharif-Zadeh, F. and Aynehband, A. 2009.** Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenol oxidase and peroxidase activities of four amaranth cultivars. Journal of Food Agriculture and Environment. 7: 353 – 358.
- Moravcova, L., Pysek, P., Krinke, L., Pergl, J., Perglova, I. and Thompson, K. 2007.** Seed germination, dispersal and seed bank in *Heracleum mantegazzianum*. CAB International. 74-91.
- Mosavi, S.E., Omid, H. and Latifi, S.A. 2021** Effect of seed pretreatment with auxin on germination, growth and pigmentation indices of radish seedling (*Raphanus sativus*) under salinity stress. Journal of Seed Research. 37(4): 1-9.
- Mozaffarian, V. 2012.** Identification of Medicinal and Aromatic Plants of Iran, Farhang Moaser Publishers. 274-275.
- Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2006.** Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environments. 64: 542-547.
- Necajeva, J. and Ievinsh, G. 2013.** Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). Estonian Journal of Ecology. 62(2): 150-163.
- Omid, H., Soroush-zadeh, A., Salehi, A. and Ghezeli, F. 2005.** Evaluation of priming pretreatments on germination rapeseed. Agricultural Science and Technology. 19: 1-10.
- Panwar, P. and Bhardwaj, S.D. 2005.** Handbook of practical forestry. Agrobios (INDIA), 191.
- Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009.** Halo-priming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134(1): 24-28.
- Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009.** Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 24-28.
- Pirasteh Anousheh, H. and Emam, Y. 2019.** The role of plant growth regulators in enhancing crop yield under saline conditions: from theory to practice. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 21(3): 188-209. (In Persian)
- Pratt, R.G. 2005.** Variation in occurrence of dematiaceous hyphomycetes on forage bermudagrass over years, sampling times, and locations. Phytopathology. 95(10): 1183-1190.
- Qu, X., Baskin, J.M., Wang, L. and Huang, Z. 2008.** Effects of cold stratification, temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the desert halophyte shrub, *Kalidium caspicum* (chenopodiaceae). Plant Growth Regular. 54: 241-248.
- Rawat, B.S., Khanduri, V.P. and Sharma, Ch.M. 2008.** Beneficial effects of cold-moist stratification on seed germination behaviors of *Abies pindrow* and *Picea smithiana*. Journal of Forestry Research. 19 (2): 125-130.

- Rutherford, P.P. and Ali, N.A. 1977.** Sugar and enzymes changes during cold storage of Rhubarb. *Annals of Applied Biology*. 85 (1): 159-160.
- Shariati, M., Asmaneh, T. and Modarres Hashemi, M. 2003.** The effect of different treatments on seed dormancy Yarrow (*Achillea millefolium*). *Journal of Construction Research*. 56 (2): 28-34.
- Sharma R.K., Sharma Sh. and Sharma Sh.S. 2006.** Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. *Current Science*. 90 (8): 1113-1118.
- Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K. and Shekari, F. 2010.** The effect of salicylic acid priming on the characteristics of borage seedling (*Borago officinalis*). *Journal of Modern Agricultural Knowledge*. 4: 47-53. (In Persian).
- Sivasubramaniam, K., Geetha, R., Sujatha, K., Raja, K., Sripunitha, A. and Selvarani, R. 2011.** Seed priming: triumphs and tribulations. *Madras Agriculture Journal*. 98: 197-209.
- Sneider, L.C., Gavvasi, M.A., Campos, M.L., D-Amico-Damiao, V. and Garvalho, R.F. 2015.** Effect of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 87(3): 1847-1852.
- Yaneva, Z.L., Simeonov, E.B. and Ivanova, D.G. 2020.** In vitro Ultraviolet-B radiation mediated antioxidant response of Bulgarian Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) extract. *Bulgarian Chemical Communications*. 52: 33-40.
- Zinati, G.M., Bryan, H.H. and Li, Y. 2000.** Stratification enhances germination of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*) and st. Johns wort (*Hypericum perforatum*) seeds. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 113:172-174.

Effect of pre-chilling and gibberellic acid on seed germination of two cultivars of European Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.)

S. Parsafar¹, Gh. Eghlima², M.H. Mirjalili³, S. Nejad Ebrahimi⁴, J. Hadian^{5*}

¹M.Sc. Student of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

²Ph.D. Graduate of Physiology and Plant Breeding of medicinal plants, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Zanjan University, Zanjan, Iran

³Associate Professor, Department of Agriculture, Institute of Medicinal Plants and Raw Materials, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁴Assistant Professor, Department of Phytochemistry, Institute of Medicinal Plants and Raw Materials, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁵Associate Professor, Department of Agriculture, Institute of Medicinal Plants and Raw Material, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

European Goldenrod (*Solidago virgaurea* L.) is a valuable medicinal plant with anti-inflammatory, antibacterial, antispasmodic, diuretic and sedative properties. Herbal medicines including this species can prevent formation of kidney stones and help excretion of urinary stones. Due to the importance of simple propagation of medicinal plants and the role of seeds in the production and cultivation of these plants, an experiment was conducted to determine the best method of seed treatment of European Goldenrod in factorial based on completely randomized design with two factors and three replications. The first factor of two seed genotypes including modified cultivar "Phasa B type" and a native species of Iran and the second factor including gibberellic acid (250, 125 and 500 ppm) and moist-chilling (one and two weeks). Germination and growth indices were evaluated. The results showed that in both modified and native species of European Goldenrod with increasing cooling time and gibberellic acid, germination percentage, germination rate and seed germination improved and had significant difference compared to control. The highest germination percentage (88%), germination rate (24.5 seed.day⁻¹), germination vigor (1.36) were in modified cultivar "Phasa B type" under two weeks of moist-chilling and the lowest ones in control. In general, the results showed that the best treatment to break dormancy was two weeks of moist-chilling at 4°C.

Keywords: Germination percentage, germination rate, pre-chilling, European Goldenrod, Phasa B type.

*Corresponding author; javadhadian@gmail.com

تأثیر پیش تیمار اسمزی بذور کرفس (*Apium graveolens*) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تنش شوری

شهناز فتحی^۱، اعظم سیدی^{۲*}

^۱استادیار، گروه گیاهان دارویی و معطر، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندواب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
^۲استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۴

چکیده

شوری یکی از اصلی‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که رشد و تولید گیاهان را از طریق تغییر در تعادل یونی و اسمزی محدود می‌کند. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار اسمزی بذور کرفس بر شاخص‌های جوانه‌زنی کرفس تحت تنش شوری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور پیش تیمار اسمزی شامل، نیترات پتاسیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و سولفات کلسیم یک درصد و شاهد (بدون پیش تیمار) و فاکتور شوری در چهار سطح شامل غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش، برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی مانند: سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه و ساقه‌چه، ضریب کوتوسکی، شاخص تحمل شوری، ضریب آلومتري و شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد در شرایط بدون تنش پیش تیمار اسمزی تأثیر مثبتی روی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی نداشت. با افزایش تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری‌که هیچگونه جوانه‌زنی در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری مشاهده نشد. تأثیر مثبت پیش تیمارهای اسمزی روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر کاملاً مشهود و معنی‌دار بود. در شرایط بدون تنش تیمار کلرید کلسیم شاخص مهم مقاومت به شوری را صد درصد و در تنش ۵۰ میلی‌مولار صد و پنجاه درصد افزایش داد ولی در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نیترات پتاسیم تأثیر بهتری نسبت به سایر تیمارها داشت و این شاخص را نسبت به شاهد پنجاه درصد افزایش داد. در بین تمام شاخص‌های جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: چتریان، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، مقاومت به شوری، کلرید کلسیم

مقدمه

عوامل زنده و غیر زنده متعددی بر جوانه‌زنی بذر تأثیر دارند. جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه دو مرحله بحرانی استقرار گیاهان به شمار می‌روند و حساس‌ترین مراحل در برابر تنش‌های غیرزنده محسوب می‌شوند (Yousefi et al., 2021; Ewelina et al., 2020). تحقیقات نشان داده است که شوری به دلیل ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی و تنش اکسیداتیو اثر نامطلوبی بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه داشته و با تاخیر در شروع جوانه‌زنی سبب افزایش طول دوره جوانه‌زنی نیز می‌شود (Acosta-Motos et al., 2017; Ibrahim, 2016). بنابراین سطوح بالای شوری مانع جذب آب توسط بذر شده و جوانه‌زنی بذر غیرممکن می‌گردد در حالی که سطوح پایین‌تر شوری ممکن است موجب خواب

*نویسنده مسئول: sh.fathi@urmia.ac.ir

بذر گردد (Ibrahim, 2016). پرایمینگ بذر یکی از راهکارهای مورد استفاده برای بهبود جوانه‌زنی بذر و کاهش اثرات نامطلوب ناشی از تنش شوری و روشی بحرانی و حیاتی برای افزایش تحمل به تنش از طریق پیش تیمار با عوامل تحریک کننده در نظر گرفته می‌شود تا بذرها را با مقاومت بیشتری نسبت به عوامل نامطلوب بعدی مواجه سازد. با استفاده از تکنیک‌های مختلفی مانند نمک (Halo priming) یا مواد اسمزی (Osmo priming)، دما (Thermo priming)، آب (Hydro priming)، مواد جامد (Solid matrix priming) و زیستی (Bio priming) می‌توان بذر گیاهان را پیش تیمار نمود (Paparella et al., 2015; Adnan et al., 2020). استفاده از محلول‌های نمکی و یا آب به عنوان مناسب‌ترین، کارآمدترین و اقتصادی‌ترین روش برای افزایش میزان یکنواختی جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش شوری می‌باشد (Matias et al., 2018; Oliveira et al., 2019). اسموپرایمینگ متداول‌ترین روش آماده‌سازی بذرها برای جوانه‌زنی است که بذرها در محلول‌های اسمزی که معمولاً حاوی نمک‌های نیترات پتاسیم، فسفات پتاسیم، کلرید پتاسیم یا پلی اتیلن گلیکول (PEG) هستند با پتانسیل‌های مختلف آب و مدت زمان‌های متفاوت خیسانده می‌شوند. بذره‌ای پرایم شده را قبل از ظهور ریشه‌چه از محلول اسمزی خارج می‌کنند (Paparella et al., 2015; Yousefi et al., 2020). اثرات بهبوددهندگی اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلفی از جمله گوجه‌فرنگی و سورگوم (Moazz Ali et al., 2020; Chen et al., 2021) در شرایط شوری گزارش شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که ترکیبات حاوی نیترات مانند نیترات پتاسیم (KNO_3) اثر مفیدی بر جوانه‌زنی و سرعت رشد بسیاری از گیاهان تحت تنش شوری داشته است. پتاسیم به دلیل نقشی که در تنظیم فرآیندهای رشد گیاه مانند پتانسیل غشا، سنتز پروتئین، فعال‌سازی آنزیم، فتوسنتز و تنظیم روزه دارد به‌عنوان یک عنصر مغذی از اهمیت اساسی فیزیولوژیکی برخوردار است (Adams and shin, 2014; Gattward et al., 2012) و به دلیل نقش مستقیم یا غیرمستقیم آن در تنظیم اسمزی، سبب مقاومت در برابر خشکی می‌شود. نیتروژن نیز یک عنصر مغذی کلیدی است که مانند پتاسیم نقش مهمی در تنظیم اسمزی و حفظ یکپارچگی غشای سلولی در شرایط کمبود آب و تحمل به خشکی دارد (Zhang and Li, 2007; Zhang et al., 2014; Villar-Salvador et al., 2012). بنابراین، استفاده از هر دو ماده مغذی می‌تواند به طور بالقوه در شرایط محدود کننده آب مفید باشد. تأثیر مثبت نیترات پتاسیم بر درصد جوانه‌زنی بذر ذرت تا ۹۳ درصد افزایش داده است (Vazirimehra et al., 2014). بذرها حاوی کلیه عناصر معدنی ضروری گیاه هستند اما در اثر تنش‌هایی مانند سرما، خشکی و شوری مانع قابلیت دسترسی به آنها می‌شود. گزارش شده است که کلسیم از جذب Na^+ جلوگیری کرده و در نتیجه اثر سو آن بر جوانه‌زنی بذر را کاهش و رشد گیاه را افزایش می‌دهد (Nayyar, 2012; Zehra, 2012; Tang et al., 2006; Hirschi, 2004; Bonilla et al., 2004). احتمالاً ممانعت ورود یون Na از طریق حامل‌هایی صورت می‌گیرد (Kronzucker and Britto, 2011). کلسیم اثرات سمی Na^+ و Mg^{+2} را در جوانه‌زنی کالیدیوم کپسیکوم کاهش می‌دهد (Tobe et al., 2001).

کرفس با نام علمی *Apium graveolence* متعلق به خانواده چترسانان (Apiaceae) و یکی از سبزیجات پرطرفدار سالادی و طعم دهنده در دنیا است که بذره‌ای آن نیز به‌عنوان طعم دهنده در پیش‌غذا استفاده می‌شوند (yang et al., 2019). همچنین بذرها و سایر بخش‌های گیاه جنبه دارویی دارد. وجود ترکیباتی مانند لیمونین، سلینین، فروکومارین گلیکوزید، فلاونوئیدها، آکالوئیدها، استروئیدها و ویتامین‌های آ و ث در کرفس سبب شده که این گیاه کاربرد دارویی گسترده‌ای داشته باشد (Kooti et al., 2014; Kooti and Daraei, 2017). مصرف کرفس گلوکز، چربی خون و فشار خون را کاهش می‌دهد. به علاوه کرفس دارای خواص ضد قارچی و ضد التهابی است و اسانس آن اثرات ضد

باکتریایی دارد و دانه‌های آن اثرات درمانی متعددی دارد (Kooti and Daraei, 2017). بنابراین امروزه تولید این گیاه بیش از پیش رو به افزایش است. کرفس گیاهی است که از طریق کشت بذور تولید می‌شود. جوانه‌زنی بذور کرفس در دماهای ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل وجود خواب حرارتی با مشکل مواجه شده و منجر به استقرار ضعیف نشا در خزانه می‌شود. به علاوه جوانه‌زنی بذورهای کرفس به دلیل پوشش سخت بذور، اندازه کوچک و ذخایر غذایی کم حتی در شرایط مطلوب نیز کند است و شروع جوانه‌زنی حدود ۱۵ روز طول می‌کشد (Brar et al., 2020).

بذورهای کرفس نسبت به شوری از گونه‌هایی نظیر زیره، شوید، جعفری و رازیانه حساسیت بیشتری دارند (Wagdi, 2014). در خانواده چتریان اگرچه آزمایش‌هایی برای بررسی تأثیر پیش تیمار بذرها بر جوانه‌زنی بذور محصولات مهم تجاری انجام شده است، اما تلاش کمتری به استفاده از پرایمینگ بذور برای کشت گیاهان دارویی به ویژه کرفس در شرایط تنش شوری انجام شده است. مطالعه حاضر برای ارزیابی نتایج حاصل از محلول‌های اسمزی ۱٪ نترات پتاسیم (KNO_3)، کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$) و سولفات کلسیم ($CaSO_4$) به‌عنوان معرف‌های اسموپرایمینگ و همچنین شاهد (بدون استفاده از معرف‌های اسموپرایمینگ) در برابر غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بر جوانه‌زنی بذور کرفس انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه گیاهان دارویی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب اجرا گردید. پیش تیمارها شامل محلول‌های نمکی نترات پتاسیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و سولفات کلسیم ۱٪ و شاهد بدون پیش تیمار و تنش شوری شامل ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (به ترتیب ۰، ۵، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر) بود که روی بذور کرفس (توده بومی منطقه میاندوآب) اعمال شد.

برای اعمال پیش تیمار، بذور به مدت چهار ساعت در محلول‌های مورد نظر قرار گرفتند. پس از پایان دوره پیش تیمار، بذرها با آب مقطر شستشو شده و در دمای محیط خشک شدند. از هر ترکیب تیماری ۲۵ عدد بذور به صورت تصادفی انتخاب و در پتری‌دیش‌هایی که در دمای ۱۲۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت دو ساعت اتوکلاو شده بودند بر روی کاغذ صافی قرار داده شد و سپس ۵ میلی‌لیتر نمک کلرید سدیم در غلظت‌های مشخص به ظروف پتری اضافه شد و یک کاغذ صافی نیز بر روی بذور قرار گرفت و پس از بستن درب پتری دیش‌ها، در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. ظهور ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به عنوان شروع جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. در پایان روز پانزدهم، بذورهای جوانه‌زده در هر تیمار شمارش و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری از ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم استفاده شد. همچنین شاخص‌های جوانه‌زنی که در ذیل بیان شده‌اند از طریق رابطه‌های مربوطه اندازه‌گیری شده‌اند.

سرعت جوانه‌زنی بذور از رابطه (۱) محاسبه گردید (Shamsaddin Saied, 2007).

$$\Sigma GR = (ni/ti) \quad (1) \text{ رابطه}$$

که در این رابطه GR^1 : سرعت جوانه‌زنی بذور، ni : تعداد بذورهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i و ti : تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی است.

1. Germination Rate

درصد جوانه‌زنی بذر از رابطه (۲) محاسبه گردید (Shamsaddin Saied, 2007).

$$GP = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه GP^1 : درصد جوانه‌زنی بذر، n : تعداد بذرهای جوانه‌زده و N : تعداد بذرهای کشت شده می‌باشند. شاخص آلومتری طبق رابطه (۳) از نسبت طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه به دست آمد (Ebrahimiet al., 2012).

$$AC = PL/RL \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در این رابطه AC^2 : ضریب آلومتری، PL^3 : طول ساقه‌چه و RL : طول ریشه‌چه می‌باشد. شاخص بنیه طولی بذر تابعی از درصد جوانه‌زنی و مجموع میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (طول گیاهچه) می‌باشد که از رابطه (۴) محاسبه گردید (Motamednezhadet al., 2016).

$$SLVI = GP \times (PL+RL) \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در این رابطه $SLVI^4$: شاخص بنیه طولی بذر، GP : درصد جوانه‌زنی و PL^5 : طول ساقه‌چه و RL^6 : طول ریشه‌چه می‌باشد.

ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر یا شاخص کوتوسکی از رابطه ۵ حاصل گردید (Kotowski, 1926).

$$KCV = \frac{\sum n}{\sum (t \times n)} \times 100 \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در این رابطه KCV^7 : ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر یا شاخص کوتوسکی، n : تعداد بذرهایی است که در زمان t (روز بعد از کاشت) جوانه زده‌اند.

شاخص تحمل به شوری: برای محاسبه شاخص تحمل به شوری طبق رابطه (۶) عمل گردید (Sopha et al., 1991).

$$STI (\%) = \frac{TWSS}{TWSC} \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در این رابطه STI^8 : شاخص تحمل به شوری است و به درصد بیان می‌شود. $TWSS$ و $TWSC$ به ترتیب عبارتند از وزن خشک ساقه‌چه‌های تحت تنش و شاهد. تجزیه واریانس داده‌ها و رسم نمودارها با نرم افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح احتمال ۰.۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

از آنجائی که در این آزمایش هیچگونه جوانه‌زنی در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار شوری مشاهده نشد لذا این تیمار در تجزیه آماری قرار نگرفت و تجزیه آماری با سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار شوری و پنج سطح پیش‌تیمار اسمزی انجام گردید.

سرعت و درصد جوانه‌زنی: در این آزمایش اثرات ساده سطوح مختلف شوری، پیش‌تیمار اسمزی و اثرات متقابل آنها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). بین این دو صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0.900^{**}$) وجود داشت (جدول ۲). در شرایط نرمال تیمارهای اسمزی سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش دادند (شکل

1. Germination Percent
2. Allometry Coefficient
3. Plumule length
4. Seed length vigor index
5. Plumule length
6. Radicle length
7. Kotowski Coefficient of Velocity
8. Stress Tolerance Index

۱a) ولی در شرایط تنش ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار تأثیر مثبت پیش تیمار اسمزی روی سرعت جوانه‌زنی کاملاً مشهود بود. سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار، تا ۸۰ درصد توسط پیش تیمار کلرید کلسیم و در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار تا ۱۷۰ درصد توسط پیش تیمار سولفات کلسیم نسبت به شاهد در همان شرایط افزایش یافت (شکل ۱ a). در شرایط نرمال تیمارهای نیترات پتاسیم و سولفات کلسیم درصد جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش دادند و تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی بذور تیمار شده با کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و شاهد وجود نداشت. بنابراین نوع نمک اسمزی انتخابی برای درصد جوانه‌زنی مهم است. البته درصد بالای جوانه‌زنی ملاک خوبی برای گزینش نمی‌باشد زیرا در شرایط نامساعد محیطی مهمتر از درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌باشد (Ashraf and Humera, 2001)

جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی کرفس در سطوح مختلف تنش شوری و پیش تیمار اسمزی

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
شوری	۲	۱۸۹۰/۱۹**	۳۰۳/۶۱**	۸۴۸/۴**	۱/۳۱**	۱/۰۸**
پیش تیمار اسمزی	۴	۱۹۸/۵۷**	۵۳۷۶**	۲۰۲/۱۳**	۰/۵۳*	۰/۱۷**
شوری × پیش تیمار اسمزی	۸	۷۲۷/۵۱**	۱۱/۴۵**	۴۴/۲۴**	۰/۴۸**	۰/۰۶**
خطا	۳۰	۱/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۵۴۲	۰/۰۰۹	۰/۹۴
ضریب تغییرات (%)	-	4.07	3.43	9.97	13.09	6.20

** و * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

ادامه جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی کرفس در سطوح مختلف تنش شوری و پیش تیمار اسمزی

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه‌چه	ضریب آلومتري	شاخص بنیه بذر	ضریب کوتوسکی	شاخص تحمل شوری
شوری	۲	۰/۰۴**	۷۷/۱**	۵۱۷/۸**	۱۵۱۶۷/۹**	۳/۴۹**
پیش تیمار اسمزی	۴	۰/۱**	۳۱/۱**	۳۶۲**	۱۸۶۷/۷۵**	۱/۰۶**
شوری × پیش تیمار اسمزی	۸	۰/۰۰**	۵/۶۲**	۱۹/۸**	۲۱۰۶/۵۶**	۰/۱۹**
خطا	۳۰	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۱/۷۴۷	۱۰/۸۵	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۹/۵۴	۴/۰۷	۳/۴۳	۹/۹۷	۱۳/۰۹

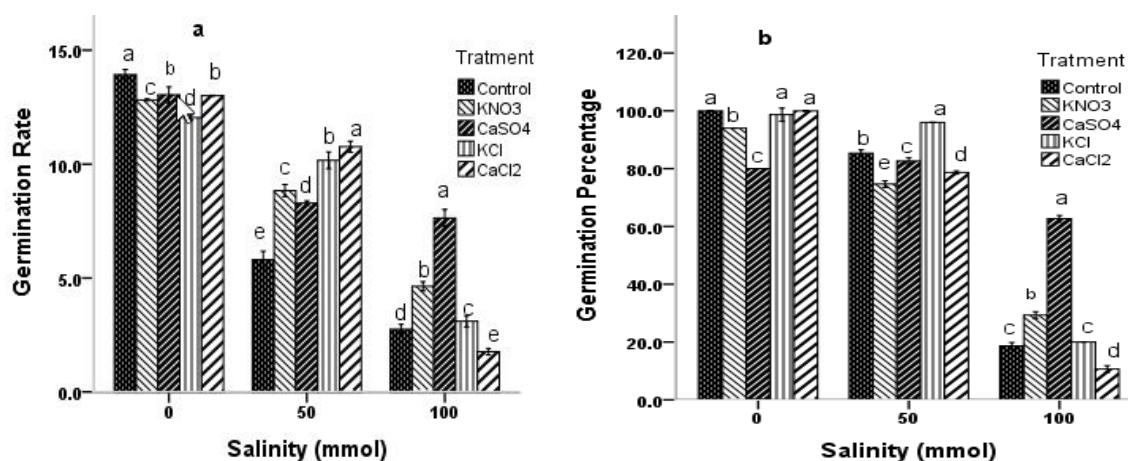
** و * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد

با افزایش سطح شوری تفاوت زیادی بین تیمارهای اسمزی و شاهد مشاهده شد. برای مثال در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار، پیش تیمار کلرید پتاسیم تا ۱۲ درصد و در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار پیش تیمار سولفات کلسیم ۲۳۵ درصد، میزان جوانه‌زنی را نسبت به شاهد در همان شرایط افزایش دادند (شکل ۱ b). با افزایش سطح شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافت. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری در بسیاری از گیاهان از جمله ماش سبز (Ghanbari et al., 2020)، برنج (Brooks et al., 2020)، زیره سیاه (Saeedi Goraghani et al., 2017)، مرزنجوش (Ali et al., 2007) و لوبیا (Kaya et al., 2007) گزارش شده است. اثر سمی یون‌های کلر و سدیم سبب جلوگیری از جذب آب کافی توسط بذور (Ghars et al., 2009) و تجمع هورمون اسید آبسزیک در بذور

(Mokhtari et al., 2008) شده که در نتیجه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذر می‌شود. همچنین در این مطالعه پیش‌تیمار اسمزی بذور کرفس باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی تحت تنش شوری نسبت شاهد شد که با نتایج مطالعات پیشین (Mirmazloum et al., 2020; Manuela et al., 2016, Brooks et al., 2020; Malekzade et al., 2017) مطابقت دارد. به طور کلی علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پیش‌تیمار شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده آلفا آمیلاز، افزایش انرژی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز DNA و RNA، افزایش تعداد میتوکندری‌ها و ارتقای عملکرد آنها باشد (Afzal et al., 2002). پیش‌تیمار بذور با ترکیبات اسمزی کلسیم و پتاسیم‌دار به دلیل دارا بودن کاتیون‌های کلسیم و پتاسیم توانسته است اثرات مضر نمک را کاهش داده و منجر به افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی شود (Ashraf and Humera, 2001).

پیش‌تیمار بذور توسط محلول‌های اسمزی کلرید کلسیم و نیترات پتاسیم نیز سبب کاهش پتانسیل اسمزی اطراف بذور در زمان تیمار شده و در نتیجه سرعت فرآیند جذب آب افزایش یافته و جوانه‌زنی بذور تسهیل را نموده است (Mokhtarian Najafabadi and Gholami, 2013). پرک و رید (Preece and Read, 1993) بیان کردند که نیترات در سنتز آنزیم و رونویسی DNA و RNA نقش اساسی ایفا می‌کند و پتاسیم قابلیت نفوذ دیواره سلولی را افزایش می‌دهد که در نتیجه درصد و سرعت جوانه زنی بهبود می‌یابد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: سطوح مختلف شوری، پیش‌تیمار اسمزی و اثرات متقابل آنها به طور معنی‌داری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). بین این دو صفت و سایر صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).



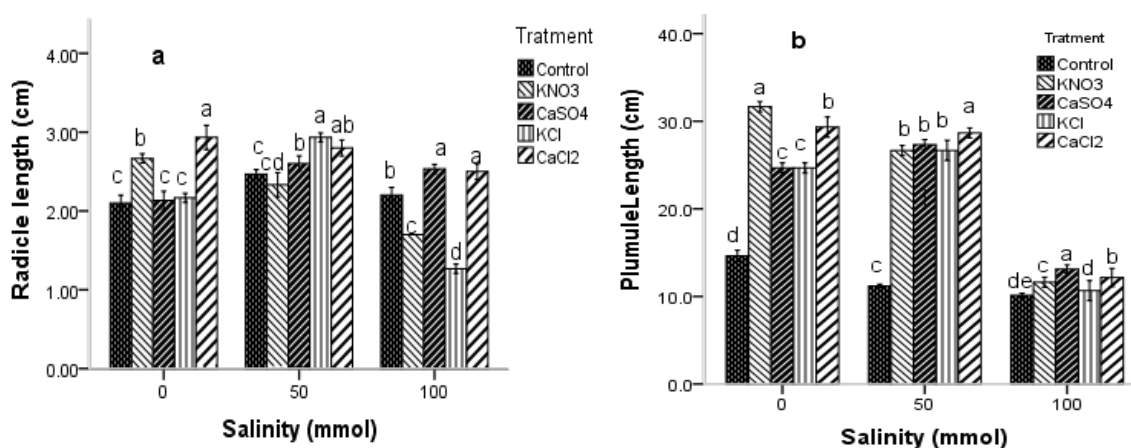
شکل ۱: مقایسه میانگین اثرات متقابل پیش‌تیمار اسمزی و شوری بر سرعت جوانه‌زنی

(شکل a) و درصد جوانه‌زنی (شکل b) بذور کرفس

در شرایط نرمال بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به پیش‌تیمار بذور با کلرید کلسیم بود که تا ۳۹ درصد طول ریشه‌چه را نسبت به شاهد افزایش داد در حالی که در شرایط تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار، طول ریشه‌چه بذور پیش‌تیمار شده با کلرید پتاسیم بیشتر از سایر تیمارها بود. در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نیز، بیشترین طول ریشه‌چه در بذوری که با کلرید کلسیم و سولفات کلسیم پیش‌تیمار شده بودند مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری از نظر آماری با یکدیگر نداشتند. پیش‌تیمار اسمزی بذور کرفس با نیترات پتاسیم در شرایط بدون تنش، طول ساقه‌چه را تا

۱۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۲b). طول ساقه‌چه در شرایط تنش ۵۰ میلی مولار، تا ۱۵۵ درصد توسط پیش تیمار کلرید کلسیم و در تنش ۱۰۰ میلی مولار، ۲۹ درصد توسط سولفات کلسیم نسبت به شاهد افزایش یافت که نشان دهنده نقش مهم یون کلسیم در افزایش طول ساقه‌چه کرفس تحت شرایط تنش است. به طور کلی پیش تیمار کلرید کلسیم نقش بیشتری در افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط نرمال و تنش داشت. با افزایش تنش شوری ناشی از کلرید سدیم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت (شکل ۲a و ۲b). زیرا با افزایش سطح شوری جذب آب کم شده و در نتیجه طول گیاهچه کاهش می‌یابد (Jamil et al., 2006). افزایش طول ریشه‌چه تأثیر به سزایی در افزایش مقاومت گیاهچه به شرایط تنش خواهد داشت. پیش تیمار اسمزی در شرایط تنش، استقرار سریع گیاهچه‌های جوان را از طریق افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بهبود داد تا جذب مواد غذایی از ریشه افزایش یافته و با خروج سریع‌تر گیاهچه فتوسنتز سریع‌تر شروع شده و گیاهچه‌هایی با بنیه قوی‌تر حاصل شوند.

غلظت زیاد سدیم تحت تنش شوری ناشی از نمک کلرید سدیم برای بیشتر گونه‌های گیاهی سمی است. یکی از عوامل مهم تحمل شوری در گیاهان حضور یون کلسیم است. زیرا در شرایط تنش شوری حاصل از NaCl کمبود یون کلسیم به واسطه رقابت با یون سدیم موجب عدم فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز گشته و در نتیجه منجر به کاهش هیدرولیز نشاسته به گلوکز و کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد (Ghanbari et al., 2019). کلسیم در حفظ ساختار و عملکرد غشای سیتوپلاسمی سلول‌های گیاهی نقش اساسی دارد و همچنین در انتقال یون‌ها، کنترل تبادل یونی و فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی موثر است به علاوه در شرایط تنش نیز یون کلسیم در فرایند پیام‌رسانی و بیان ژن نقش ایفا می‌نماید (Abbasi Bidli et al., 2017). بنابراین کاربرد کلسیم در محیط جوانه‌زنی مانع جذب سدیم و تأثیر منفی آن بر گیاهچه می‌شود که در این پژوهش نیز تأثیر مثبت ترکیبات کلسیم و پتاسیم بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و سایر صفات مشخص شد. محققان پیشین نیز گزارش کرده‌اند که پیش تیمار بذور ماش (Abbasi Bidli, 2017) با کربنات کلسیم و سیاه‌دانه (Malekzade, 2017) با نیترات پتاسیم نیز سبب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شده است.



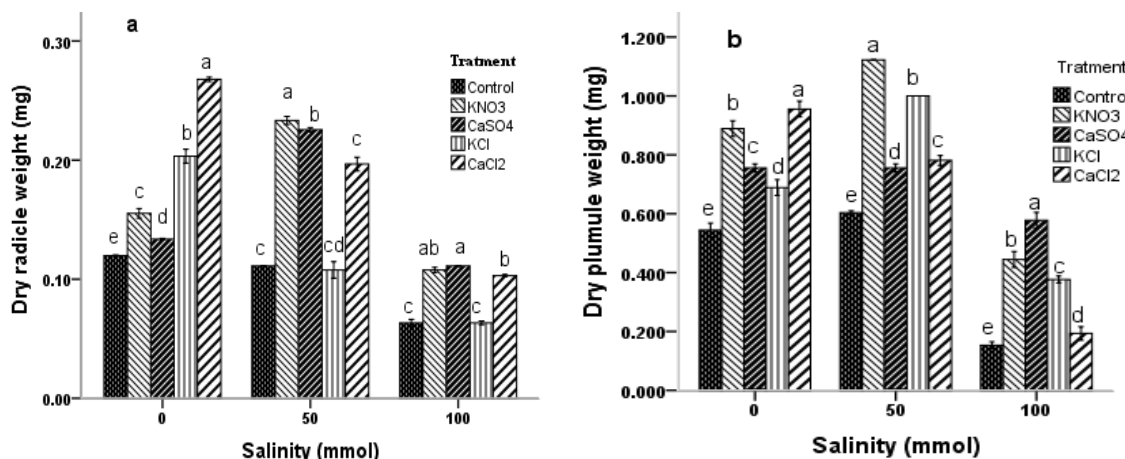
شکل ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل پیش تیمار و شوری بر طول ریشه‌چه

(شکل a) و طول ساقه‌چه (شکل b)

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده سطوح مختلف شوری، پیش‌ تیمار اسمزی و اثرات متقابل شوری و پیش‌ تیمار اسمزی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). بین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و سایر صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر پیش‌ تیمار اسمزی بذر قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش شوری وزن خشک ریشه‌چه کاهش یافت. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در شرایط نرمال مربوط به پیش‌ تیمار کلرید کلسیم بود که وزن خشک ریشه‌چه را تا ۱۲۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۳). همچنین پیش‌ تیمار بذور اثر منفی شوری را تعدیل کرد (شکل ۳). بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در تنش ۵۰ میلی مولار و پیش‌ تیمار بذور با نیترات پتاسیم به دست آمد. کمترین مقدار آن در تنش ۱۰۰ میلی مولار و مربوط به تیمار شاهد بود.

با افزایش سطح شوری تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- درون بافت گیاهی افزایش یافته (García Legaz et al., 2005) و باعث آسیب به گیاه می‌گردد. در شوری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش می‌یابد که در نتیجه کاهش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه را به دنبال دارد (Tavili et al., 2015). در تیمار بذرها عروسک پشت پرده (*Physalis angulate*)، تنش شوری و پیش‌ تیمار اسمزی منجر به افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد (Manuela et al., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که وزن خشک ریشه‌چه در تنش شوری ۵۰ میلی مولار و تیمار نیترات پتاسیم و سولفات کلسیم نسبت به همان تیمارها در شرایط نرمال افزایش یافت ولی در تنش صد میلی مولار کاهش یافت همچنین وزن خشک ساقه‌چه در تنش ۵۰ میلی مولار در همه تیمارها غیر از کلرید کلسیم اندکی افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر سطح شوری کاهش یافت.

شاخص آلومتری و شاخص بنیه بذر: با افزایش شوری شاخص آلومتری (نسبت طول ساقه‌چه / ریشه‌چه) کاهش یافت که دلیل آن کاهش شدید طول گیاهچه و تأثیر کمتر روی ریشه‌چه در گیاه کرفس می‌باشد.

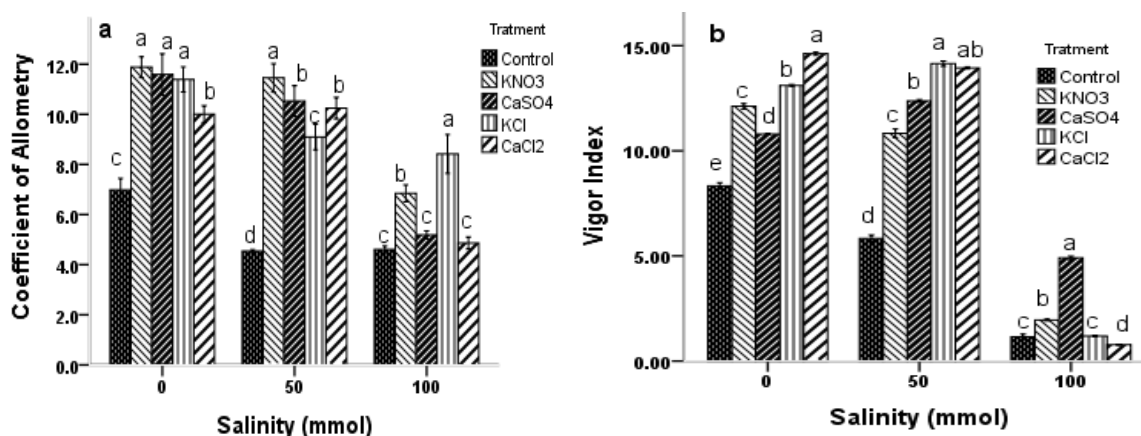


شکل ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل پیش‌ تیمار اسمزی و شوری بر وزن خشک ریشه‌چه (شکل a) و ساقه‌چه (شکل b)

بیشترین شاخص آلومتری در شرایط نرمال و با پیش‌ تیمار نیترات پتاسیم حاصل شد که افزایش ۱/۷ برابری نسبت به شاهد داشت البته از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با اثر تیمارهای سولفات کلسیم و کلرید پتاسیم در شرایط نرمال و نیترات پتاسیم در تنش شوری ۵۰ میلی مولار نداشت (شکل ۳ a). در همه شرایط میزان شاخص آلومتری کلرید کلسیم کمتر از سایر تیمارها بود که علت آن به تأثیر بیشتر این تیمار بر طول ریشه در سه سطح تنش شوری بود.

کمترین شاخص آلومتری مربوط به تیمار شاهد در تنش ۱۰۰ میلی مولار بود که البته با تیمارهای کلرید کلسیم و نترات پتاسیم در تنش ۱۰۰ و تیمار شاهد در تنش ۵۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نبود. نتایج این آزمایش نشان داد که در شوری بالا میانگین طول ریشه‌چه نسبت به طول ساقه‌چه کاهش کمتری داشته است و همچنین تأثیر مثبت پیش تیمار اسمزی بر افزایش طول ساقه‌چه نسبت به طول ریشه‌چه نیز بیشتر بوده است. ماتریس ضرایب همبستگی صفات (جدول ۲) نشان داد که شاخص آلومتری با همه صفات رابطه مثبت دارد. این شاخص کمترین همبستگی را با وزن تر ساقه‌چه داشت زیرا زمانی که مواد غذایی ذخیره بیشتر صرف افزایش وزن تر گیاهچه می‌شود مواد کمتری صرف افزایش طول گیاهچه می‌گردد.

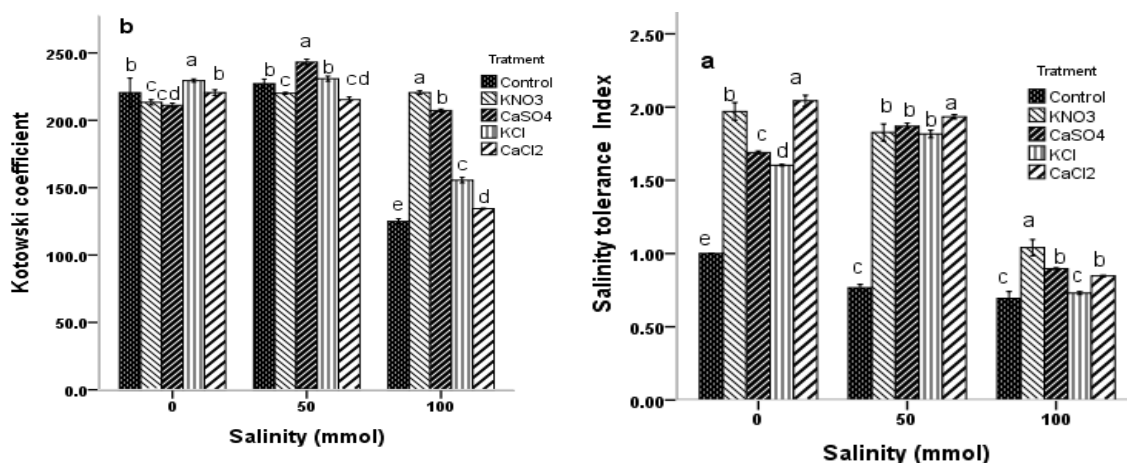
با افزایش سطح شوری شاخص آلومتری و شاخص بنیه بذر کاهش یافت شاخص بنیه بذر (شاخص ویگور) تابعی از درصد جوانه‌زنی و مجموع میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه (طول گیاهچه) می‌باشد. شاخص بنیه بذر دارای ارزش بیشتری در مطالعات جوانه‌زنی است و شاید بیش از صفاتی چون وزن یا طول گیاهچه به تنهایی بیانگر شرایط توده بذری باشد. پیش تیمار بذور در همه سطوح تنش شوری سبب بهبود شاخص بنیه بذر شد با وجود آنکه در شرایط نرمال در اثر پیش تیمار اسمزی با نترات پتاسیم و سولفات کلسیم درصد جوانه‌زنی کاهش یافت اما به دلیل تأثیر این ترکیبات در افزایش طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر تحت این دو تیمار در شرایط نرمال نیز افزایش یافت. نتایج نشان داد که با افزایش سطح تنش شوری شاخص بنیه بذر کرفس کاهش یافت. تنش شوری با کاهش (یا عدم انتقال) مواد غذایی به نقاط رشد جنین مانع تقسیم سلولی و سنتز پروتئین می‌شود و در نتیجه با ایجاد تغییر در تعادل هورمونی، سبب کاهش رشد گیاهچه و کاهش شاخص بنیه بذر می‌گردد. بیشترین شاخص بنیه بذر مربوط به پیش تیمار بذور با کلرید کلسیم در شرایط بدون تنش بود که ۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. همچنین پیش تیمار بذور با کلرید کلسیم و پتاسیم در تنش شوری ۵۰ میلی مولار، شاخص بنیه بذر را ۱۴۰ درصد و در تنش شوری ۱۰۰ میلی مولار پیش تیمار بذور با سولفات کلسیم شاخص بنیه بذر را ۳۲۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. ماتریس ضرایب همبستگی صفات (جدول ۲) نشان می‌دهد که شاخص بنیه بذر با تمام صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی داری دارد. پیش تیمار اسمزی بذرها سبب کنترل جذب آب، بهبود غشای پلاسمایی، کاهش خروج الکترولیت‌ها و افزایش بنیه بذر می‌شود (Koocheki and Sarmadnia, 2007). نتایج این تحقیق با پیش تیمار اسمزی در برنج (Brooks et al., 2020) کلزا (Saber et al., 2012) و سیاه‌دانه (Malekzade, 2017) که سبب افزایش شاخص بنیه بذر گیاهچه شد مطابقت دارد.



شکل ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل پیش تیمار اسمزی و شوری بر شاخص آلومتری (شکل a) و شاخص بنیه بذر (شکل b) کرفس

ضریب سرعت جوانه‌زنی (ضریب کوتوسکی) و شاخص مقاومت به شوری: ضریب کوتوسکی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تنش شوری و پرایمینگ بذر فرار گرفت (جدول ۱) و همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با همه شاخص‌های جوانه‌زنی داشت (جدول ۲). با افزایش تنش شوری تا ۵۰ میلی‌مولار ضریب کوتوسکی افزایش مختصری داشت ولی با افزایش بیشتر تنش (۱۰۰ میلی‌مولار شوری) کاهش یافت. بیشترین میزان ضریب سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار سولفات کلسیم در شوری ۵۰ میلی‌مولار بود و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد تحت شرایط ۱۰۰ میلی‌مولار بود. همچنین ضریب کوتوسکی با سایر صفات جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

سطوح مختلف شوری، پیش‌تیمار اسمزی و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌دار بر شاخص مقاومت به شوری داشت (جدول ۱). بین این دو صفت و سایر صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و بیشترین همبستگی را با ضریب آلومتری (نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه) و سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۲) زیرا هر چه ضریب سرعت جوانه‌زنی بیشتر و طول ساقه‌چه بیشتر باشد گیاهچه سریعتر از خاک خارج شده، زودتر استقرار می‌یابد و سریعتر به آب و عناصر غذایی دسترسی می‌یابد و در نتیجه شاخص مقاومت به شوری بیشتر می‌شود. بیشترین مقدار شاخص مقاومت به شوری در شرایط نرمال مربوط به پیش‌تیمار کلرید کلسیم (۲/۰۴) بود. کمترین مقدار آن در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و بدون پیش‌تیمار (۰/۶۹) حاصل گردید (شکل ۵b).



شکل ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل پیش‌تیمار اسمزی بذر و شوری بر ضریب کوتوسکی

(شکل a) و شاخص مقاومت به شوری (شکل b) کرفس

نتیجه‌گیری کلی

تنش شوری بر بیشتر صفات مورد مطالعه تأثیر منفی داشت در حالی که تیمار اسمزی هم در شرایط تنش شوری و هم در شرایط بدون تنش تأثیر مثبتی بر صفاتی نظیر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه و ساقه‌چه، ضریب کوتوسکی، شاخص تحمل شوری، ضریب آلومتری و شاخص بینه بذر داشت. بهبود این ویژگی‌ها در گیاهان می‌تواند از طریق استقرار سریع‌تر گیاهچه و افزایش میزان دسترسی به آب و عناصر غذایی سبب تقویت رشد گیاه شود. تأثیر تیمارها بر صفات مورد مطالعه به یک میزان نبوده و به طور کلی در صفات مهمی همچون شاخص مقاومت به شوری و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کلرید کلسیم اثرات مثبت بیشتری به همراه داشت. به طور کلی پیش‌تیمار اسمزی بذر

کرفس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر را بهبود بخشید و تحمل گیاهچه را نسبت به تنش شوری افزایش داد. بنابراین استفاده از این تیمارهای اسمزی جهت افزایش بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کرفس به ویژه در شرایط تحت تنش شوری پیشنهاد می‌شود.

References

- Abbasi, Bidli M. and A. Abdali Mashhadi. 2017.** Effect of priming on germination characteristics and growth of the *Vigna radiata* (Shushtar ecotype) seeding under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Research. 4(1): 75-88.
- Acosta-Motos J. R., M. F. Ortuño, A. Bernal-Vicente, P. Diaz-Vivancos, M. J. Sanchez-Blanco and J.A. Hernandez. 2017.** Plant responses to salt stress: Adaptive Mechanisms. Agronomy. 7(1): 18-57.
- Adams E. and R. Shin. 2014.** Transport, signaling, and homeostasis of potassium and sodium in plants. Journal of Integrative Plant Biology. 56: 231-249
- Adnan M., H. Abd-ur-Rahman, M. Asif, M. Hussain, H. Muhammad Bilal, M. Adnan, F. Ur-Rehman S. Ahmad and M. Khalid. 2020.** Seed priming; an effective way to improve plant growth. EC Agriculture. 1-5
- Afzal, I., S. M. A. Basra, R. Ahmad, and A. Iqbal. 2002.** Effect of different seed vigor enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pakistan Journal Agricultural Science. 39: 109-112.
- Ali, R.M., H.M. Abbas, and R.K. Kamal. 2007.** The effects of treatment with polyamines on dry matter, oil and flavonoid contents in salinity stressed chamomile and sweet marjoram. Plant, Soil and Environment. 53: 529-543.
- Ashraf, M. and R. Humera. 2001.** Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: Growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiologiae Plantarum. 23(4): 407-414.
- Bonilla, I., A. El-Hamdaoui, and L. Bolanos. 2004.** Boron and calcium increase *Pisum sativum* seed germination and seedling development under salt stress. Plant and Soil. 267: 97-107.
- Brar, A.S., P.K. Srav and B. S. Dhillon 2020.** Impact of paddy straw mulch on germination and growth of celery (*Apium graveolens* L.) seedlings and associated weeds in nursery. Journal of Spices and Aromatic Crops. 29 (2): 148-152.
- Brooks S., D. Athinuwat, P. Na Chiangmai. 2020.** Enhancing germination and seedling vigor of upland rice seed under salinity and water stresses by osmopriming. Science and Technology Asia. 25 (2): 63-74
- Chen X., R. Zhang, Y. Xing, B. Jiang, B. Li, X. Xu and Y. Zhou. 2021.** The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress. Plos One. 16(1): e0245505.
- Ebrahimi, M., K. Akbari, K. Abasi, and B. Samadi Firoozabadi. 2012.** Effect of sowing date on seed yield and its components of canola cultivars in Varamin region in Iran. Seed and Plant Journal. 28 (1): 69-80.
- Ewelina A. Klupezyńska and Tomasz A. Pawłowski. 2021.** Regulation of Seed Dormancy and Germination Mechanisms in a Changing Environment. International Journal of Molecular Science. 22(3):1357.
- Fallah-Shamsi, S.R., M. Pirdashti, A. Ebadi, M. Esfahani, and M. Raeini. 2017.** Effect of drought stress at reproductive stage on seed germination characteristics of local and improved rice (*Oryza sativa*) genotypes. Iranian Seed Research. 4(1): 75-87. [In Persian with English Summary].
- Fazlali R, D.E Asli and P. Moradi. 2013.** The effect of seed priming by ascorbic acid on bioactive compounds of naked seed pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca) under salinity stress. International Journal of Farming and Allied Sciences. 2: 587-90.

- García-Legaz, M.F., López-Gómez E., Mataix Beneyto J., Torrecillas A. and Sánchez-Blanco M.J. 2005.** Effects of salinity and rootstock on growth, water relations, nutrition and gas exchange of loquat. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*. 80: 199-203.
- Gattward, J.N., A.A. Almeida, J.O. Souza, F.P. Gomes and H.J. Kronzucker. 2012.** Sodium-potassium synergism in *Theobroma cacao*: Stimulation of photosynthesis, water use efficiency and mineral nutrition. *Physiology Plant*. 146: 350-362.
- Ghanbari, M., A. Mokhtassi-Bidgoli, K. Mansour Ghanaei-Pashaki and S.Karamniya. 2020.** Germination Characteristics and Enzyme Activity of Mung Bean (*Vigna radiata*) in Response to Methyl Jasmonate and Salinity Treatments. *Iranian Journal of Seed Research*. 7(1): 83-97.
- Ghanbari, M., A. Mokhtassi-Bidgoli, P. Talebi-Siah Saran and H. Pirani. 2019.** Effect of deterioration on germination and enzymes activity in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), under salinity stress condition. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 12 (2): 585-594. [In Persian with English Summary].
- Ghars, M.A., A. Debez and C. Abdelly. 2009.** Interaction between salinity and original habitat during germination of the annual seashore halophyte *Cakile Maritima*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40: 3170-3180.
- Hirschi, K.D. 2004.** The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiology*. 136: 2438-2442.
- Ibrahim, E.A. 2016.** Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*. 192: 38-46
- Kaya, M., M. Atak, K.M. Khawar, C.Y. Çiftçi and S. Ozcan. 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 and Biology*. 7: 875-878.
- Jamil, M., Lee, D.B., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.H. and Rha, E.S. 2006.** Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*. 7(2): 273-282.
- Koocheki, A. and G. Sarmadnia. 2007.** *Physiology of crop plants (translate)*. Mashhad University Jihad Publication. Thirteenth Printing. 400 p. [In Persian].
- Kooti, W, S. Ali-Akbari, M. Asadi-Samani, H. Ghadery and D. Ashtary Larky. 2014.** A review on medicinal plant of *Apium graveolens*. *Advanced Herbal Medicine*. 1: 48-59.
- Kooti, W. and N. Daraei. 2017.** A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L.). *Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 22(4): 1029-1034.
- Kotowski, F. 1962.** Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 23: 176-177.
- Kronzucker, H.J. and D.T. Britto. 2011.** Sodium transport in plant: a critical review. *The New Phytologist*. 189: 54-81.
- Mirmazloun, I., Kiss A., Erdélyi E., Ladányi M., Zámboriné Németh E. and Radácsi P. 2020.** The effect of osmopriming on seed germination and early seedling characteristics of *Carum carvi* L. *Agriculture*. 10-494:1-10.
- Moaaz A., Javed M., J., Mauro R. P., Shabbir R., Afzal I. and Yousef A.F. 2020.** Effect of seed priming with potassium nitrate on the performance of tomato. *Agriculture*. 10-498:1-10.
- Motamednezhad M., Eslami S. V., Sayyari M. H. and Mahmoodi S. 2016.** The effect of enrichment with bio-fertilizers and three nutrients of iron, zinc and manganese on germination characteristics of ajowan (*Carum copticum* L.). *Journal of Horticultural Science*, 29 (4): 564-571. [In Persian with English summary].
- Manuela O. D S., Claudinéia R. P., Leo A.J. W., Renato D. D. C., Henk W.M. H and Wilco L. 2016.** Effect of osmopriming on germination and initial growth of *Physalis angulata* L. under salt stress and on expression of associated genes, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 1-14.

- Malekzade, S., Fallah S., and Azari A. 2017.** The role of zinc sulfate and potassium nitrate on seed germination parameters improvement of black cumin (*Nigella sativa*) medicinal plant. *Plant Production Technology*. 16(2): 139-151.
- Matias, J. R., Torres S. B., Leal C. C. P., Leite M. S. and Carvalho S. M. C. 2018.** Hydropriming as inducer of salinity tolerance in sunflower seeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 22 (4): 255-260.
- Miceli, A., Moncada A. and D'Anna F. 2003.** Effect of water salinity on seeds germination of *Ocimum basilicum* L., *Eruca sativa* L. and *Petroselinum hortense* Hoffm. *Acta Horticulturae*. 609: 365–370.
- Mirmazloum I., Kiss A., Erdélyi É., Ladányi M., Zámboriné Németh É. and Radácsi P. 2020.** The effect of osmopriming on seed germination and early seedling characteristics of *Carum carvi* L. *Agriculture*. 10 (94): 1-11.
- Mokhtarian Najafabadi F. and Gholami M. 2013.** Investigation of the effect of different seed priming treatments on black seed variability under salinity stress condition. 8th Iranian Horticultural Science Congress. Bu-Ali Sina University. Hamedan. pp. 2936- 2932.
- Nayyar, H. 2003.** Calcium as environmental sensor in plants. *Current Science*. 84: 7–10
- Oliveira C. E. S., Steiner F., Zuffo A. M., Alves T. Z. C. Z. and Aguiar V. C. B. 2019.** Seed priming improves the germination and growth rate of melon seedlings under saline stress. *Crop production*. 49 (7): 1-11.
- Paparella, S., Araújo S.S., Rossi G., Wijayasinghe M., Carbonera D. and Balestrazzi A. 2015.** Seed priming: State of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*. 34: 1281–1293.
- Saber, Z., Pirdashti H. and Heidarzade A. 2012.** Osmopriming and hydropriming effects on seed and seedling parameter of two rape seed (*Brassica napus* L.) cultivars. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2 (5): 547-554.
- Saeedi Goraghani H. R., Ranjbar Fordoei A., Soleimani Sardo M. and Mahdavi M. J. 2017.** Effect of salinity and drought stresses on germination stage and growth of black cumin (*Bunium Persicum* Boiss). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 45 (15): 1-7.
- Shamsaddin S., Farahbakhsh M. and Maghsoodi Mude H. 2007.** Effects of salt stress on germination, vegetative growth and some of physiological characteristics of canola. *Journal of Water and Soil Science*. 11(41): 191-203.
- Sharma A.D., Thakur M., Rana M. and Singh K. 2004.** Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench seeds. *African Journal of Biotechnology*. 3: 308-312.
- Sopha V. T., Savage E., Anacle A. O. and Beyl C. A. 1991.** Vertical differences of wheat and triticale to water stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 167: 23-28.
- Tang, D., Dean W.L., Borchman D., and Paterson C.A. 2006.** The influence of membrane lipid structure on plasma membrane Ca^{+2} ATPase activity. *Cell Calcium Journal*. 39: 209–216.
- Tavili, A., Ghanbari N., and Yazdanshenas H. 2015.** The effect of drought and salinity stress on seed germination characteristic and seedling growth of *Salsola crassa* under laboratory and greenhouse conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 2: 15-25. [In Persian with English Summary].
- Tobe, K., Zhang L., Qui G.Y., Shimizu H., Omasa K. 2001.** Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *Journal of Arid Environment*. 47: 191–201.
- Vazirimehra, M., Ganjali, Khashayar R., Rigi H. and Keshtehgar A. 2014.** Effect of seed priming on quantitative traits corn. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 4(2): 134-140.
- Villar-Salvador P., Puértolas J., Cuesta B., Peñuelas-Rubira J., Uscola M., Heredia-Guerrero N., Rey-Benayas. 2012.** Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in mediterranean plantations J.M. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival. *Biology New Forests*. 43: 755-770.

- Wagdi Saber S., Abdel-Haleem A. H. El-Sh. 2014.** Effect of saline water on germination and early growth stage of five Apiaceae species. African Journal of Agricultural Research. 9(7): 713-719
- Yang L., Liu B., Lu y., Lu F., Wu X., You W. and Hung B. 2019.** Bioavailability of cadmium to celery (*Apium graveolence*) grown in acidic and Cd-contaminated greenhouse soil as affected by application of hydroxyapatite with different particle sizes. Chemosphere, 240: 341-347.
- Yousefi AR., Rashidi S., Moradi and Mastinu A. 2020.** Germination and Seedling Growth Responses of *Zygophyllum fabago*, *Salsola kali* L. and *Atriplex canescens* to PEG-Induced Drought Stress, Environments, 7(12), 107.
- Zehra, A., Gul B., Ansari R. and Khan A. 2012.** Role of calcium in alleviating effect of salinity on germination of *Phragmites karka* seeds. South African Journal of Botany. 78: 122-128.
- Zhang, L.X. and Li S.X. 2007.** Effects of application of N and K on nitrogen metabolism of two genotype varieties of maize under water-stressed condition. Plant Nutrition and Fertilizer Science.13: 554-560.
- Zhang, L.X., Li S.X., Liangab Z.S and Li S.Q. 2009.** Effect of foliar nitrogen application on nitrogen metabolism, water status, and plant growth in two maize cultivars under short-term moderate stress. Journal of Plant Nutrition. 32: 1-21.
- Zhang, L.X., Ruan Z., Tian L., Lai J., Zheng P., Liang Z. and Alva A.K. 2014.** Foliar-applied urea modulates nitric oxide synthesis metabolism and glycinebetaine accumulation in drought-stressed maize. Pakistan Journal of Botany. 46: 1159-1164

Effect of celery (*Apium graveolence*) seed osmo-priming on germination indices and physiological characteristics of seedlings under salinity stress

Sh. Fathi¹, A. Seyedi^{2*}

¹Assistant Professor, Department of Medicinal Plants, Shahid Bakeri Higher Education Center, Urmia University, Urmia, Iran.

²Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Jiroft University, Jiroft, Iran.

Abstract

Salinity is one of the main abiotic stress limits plant growth and production by changing ionic and osmotic balance. This study was conducted to investigate the effect of osmotic pre-treatment on germination indices of celery seeds under salinity stress as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. Osmotic pre-treatment factors were: osmotic solution (1%) of KNO₃, KCl, CaCl₂ and CaSO₄ and control (without pre-treatment) and salinity factor at four levels including concentrations of 0, 50, 100 and 150 mmol NaCl. Seed germination rate, seed germination percentage, radicle and plumule length, radicle and plumule dry weight, Kutowski-coefficient, salinity tolerance index, allometric coefficient and seed vigor index were measured. Results showed that under normal conditions, osmotic pre-treatment had no positive effect on germination percentage and germination rate. Germination indices significantly decreased with increasing salinity stress, so that no germination observed in the 150 mM salinity treatment. The positive effect of osmotic pre-treatments on seed germination indices was significant. In non-stress conditions, calcium chloride treatment increased salinity resistance by 100% and in 50 mM stress by 150%, but at 100 mM salinity, potassium nitrate had a better effect than other treatments. There was a positive and significant correlation between all germination indices. In general, under salinity stress pretreatment of celery seeds can be used as a beneficial solution.

Keywords: Apiaceae, calcium chloride, germination rate, seed vigor index, stress tolerance index

*Corresponding author; sh.fathi@urmia.ac.ir

Contents

Effect of seed aging on germination and seedling growth of Karim heat cultivar in vitro M. Namani, H. Ajam Norouzi, M.R. Dadashi	8
Effect of salicylic acid on germination and some seed characteristics of borage (<i>Borago officinalis</i> L.) under salinity stress A. Lolaei, A. Khalili, H. Mohammadi	21
Study the effect of priming and salinity on germination of sesame (<i>Sesamum indica</i> L.) T. Karimi Jalilavandi, T. Sanjari Majaz	30
Evaluation the effect of priming with seaweed extract on germination and growth of coriander seedling (<i>Coriandrum sativum</i> L.) at different times A. Shafipour, K. Mashayekhi	45
Effect of seed bed on germination and seedling growth of Sea Squill (<i>Drimia maritima</i> L.) Mokhtar Heydari, Samaneh Kiani	56
Effect of pre-chilling and gibberellic acid on seed germination of two cultivars of European Goldenrod (<i>Solidago virgaurea</i> L.) S. Parsafar, Gh. Eghlima, M.H. Mirjalili, S. Nejad Ebrahimi, J. Hadian	68
Effect of celery (<i>Apium graveolence</i>) seed osmo-priming on germination indices and physiological characteristics of seedlings under salinity stress Sh. Fathi, A. Seyedi	83