

تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی خصوصیات رشدی گیاهچه گاوزبان (*Borago officinalis*)

فرید شکاری^{*}، رامین بالجانی^۲، جلال صبا^۱، کامران افصحی^۱ و فریبرز شکاری^۳

چکیده

مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها از مراحل عمده در چرخه زندگی گیاهان است که تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف قرار می‌گیرد. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ بذور روی برخی از خصوصیات گیاه گاوزبان در مراحل اولیه رشد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پرایمینگ با چهار سطح سالیسیلیک اسید (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ میکرومول)، بذور تیمار شده با آب مقطر و تیمار شاهد یا بذور خشک بود. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام گردید. پرایمینگ با اسید سالیسیلیک باعث بهبود سرعت و درصد سبز کردن و رشد گیاهچه گاوزبان شد. نتایج نشان داد که تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر درصد سبز کردن، میانگین تعداد روزهای سبز کردن، وزن خشک کل گیاهچه، وزن تر، سطح برگ و سطح ویژه برگ معنی‌دار بود. بالاترین درصد و شاخص سبز کردن و کمترین میانگین تعداد روزهای جوانه‌زنی و سطح ویژه برگ مربوط به غلظت ۵۰۰ میکرومول، و بالاترین وزن خشک گیاهچه، وزن تر و سطح برگ گیاهچه مربوط به بذور پرایم شده با غلظت ۲۰۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید بود. هم‌چنین کمترین مقادیر درصد سبز کردن و صفات رشد گیاهچه در تیمار بذور شاهد و پس از آن در بذور تیمار شده با آب مقطر مشاهده گردید. با افزایش سرعت و شاخص سبز گیاهچه‌ها میزان تولید ماده خشک افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: گاو زبان، پرایمینگ، سالیسیلیک اسید، خصوصیات رشدی گیاهچه، شاخص سبز کردن، سطح ویژه برگ

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۴

۱- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و پژوهشکده فیزیولوژی و بیوتکنولوژی دانشگاه زنجان.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه زنجان

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه مراغه

* نویسنده مسئول faridshekari@yahoo.com

شکاری، ف. تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی خصوصیات رشدی گیاهچه...

مقدمه و بررسی منابع

گاوزبان^۱ گیاهی از خانواده بوراژیناسه بوده و حاوی مواد موسیلاژی، تانن و ترکیبات فنولی و نیز مقدار کمی آلکالوئید است به طوری که به عنوان یکی از منابع اصلی اسیدهای چرب به شمار می‌رود و از آن به عنوان غنی‌ترین منبع شناخته شده برای گاما لینولئیک اسید یاد می‌شود (۲۲). تحقیقات جدید نشان داده که عصاره آبی گاوزبان دارویی مؤثر و بی‌خطر برای درمان بیماران مبتلا به اختلال وسواسی اجباری باشد (۱۰).

یکی از مشکلات تولید گیاهان زراعی، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های آن‌ها می‌باشد. این مسئله به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا بذور این گیاهان با درجات متفاوتی دارای خواب هستند و هم‌چنین به دلیل کارهای اهلی‌سازی کمتری که روی آن‌ها انجام شده، سبز شدن و استقرار گیاهچه‌های این گیاهان معمولاً به کندی انجام می‌شود. استفاده از تکنیک پرایمینگ بذر یکی از روش‌های مؤثر برای غلبه بر این مشکل می‌باشد (۶).

پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پس از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیک محیطی، به لحاظ فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. این مسئله می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیک متعددی در بذر پرایم شده و گیاهان حاصل از آن گردد، به نحوی که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (۲). پرایمینگ از طریق افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی موجب افزایش کارایی بذر می‌گردد. این اثرات مثبت، بهبود سرعت رشد گیاه، تسریع در تاریخ رسیدگی، افزایش در کمیت و کیفیت عملکرد را موجب می‌گردد (۱۵).

مکی‌زاده^۲ (۲۰۰۶) گزارش کرد که در بذور گاوزبان اسموپرایمینگ شده با محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول، پتانسیل اسمزی محلول تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی بذور داشته و بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطح ۸- بار به دست آمد. افزایش دوام سطح برگ که از ظهور اولیه سریع‌تر ناشی از عمل پرایمینگ حاصل می‌شود، می‌تواند باعث بهره‌گیری بیشتر

کانوپی از نور شده که این امر می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد (۱۲). هم‌چنین مشخص گردیده است که پرایمینگ می‌تواند موجب آبشویی مواد بازدارنده جوانه‌زنی بذور گردد. به بیان دیگر، رفع باز دارنده‌های جوانه‌زنی از سایر دلایل سودمندی عمل پرایمینگ می‌باشد (۱۶).

سالیسیلیک اسید از ترکیبات فنولی است که در گیاهان تولید می‌شود. این گروه از ترکیبات می‌توانند به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد عمل کنند. کاربرد سالیسیلیک اسید ممکن است روی بسیاری از فرایندهای گیاهان مانند جوانه‌زنی بذور (۵)، بسته شدن روزنه‌ها (۱۶) و تبادل و انتقال یون‌ها (۱۲)، نفوذ پذیری غشاها (۳)، فتوسنتز و سرعت رشد (۱۴) اثر داشته باشد.

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر دو روش هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی ویگور و سبز شدن گیاهچه‌های گاوزبان و مقایسه آن با بذور شاهد یا تیمار نشده انجام شد تا روش مناسب پرایمینگ و غلظت مؤثرتر سالیسیلیک اسید برای رشد گیاهچه‌های گاوزبان مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل پرایمینگ با سالیسیلیک اسید در چهار سطح (۲۰۰۰، ۱۵۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰ میکرو مول) و بذر شاهد و بذر تیمار شده با آب مقطر بود. برای این منظور ابتدا بذور گاوزبان برای ضدعفونی به مدت ۳ دقیقه در داخل محلول هیپوکلریت ۰.۵٪ قرار گرفتند و بلافاصله ۲-۳ مرتبه با آب مقطر شسته شدند. بعد از تهیه غلظت‌های مورد نظر از سالیسیلیک اسید، بذور به مدت ۲۴ ساعت در محلول مربوطه قرار گرفتند. همین روش برای تیمار بذور با آب مقطر (هیدروپرایمینگ) نیز انجام گردید. سپس بذور در دمای اتاق به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و پس از تیمار شدن با قارچ کش، جهت کشت به مزرعه منتقل شدند. قبل از کاشت، مزرعه با علف‌کش تری فلورالین تیمار و بلافاصله زمین دیسک زده شد. قبل از کاشت از کود فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به مقدار توصیه شده توسط آزمون خاک استفاده گردید. کشت به‌صورت جوی و پشته انجام گردید و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. روز بعد از کاشت، مزرعه آبیاری شد و پس از آن

1. *Borago officinalis*
2. Makizadeh

افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی شده و به همین دلیل بهبود سرعت رشد گیاه، تسریع در تاریخ رسیدگی و افزایش کمیت و کیفیت عملکرد را موجب می‌گردد. پرایمینگ بذریه با غلظت‌های مختلف هورمون‌های گیاهی موجب افزایش قابل ملاحظه جوانه‌زنی، رشد و عملکرد محصول در گونه‌های مختلف گیاهان زراعی تحت شرایط نرمال و تنش گردیده است (۱۷، ۱۳).

جدول همبستگی بین صفات (جدول ۳) نشان داد که بین درصد سبز کردن با صفاتی نظیر درصد سبز ($r=0/834$) و وزن خشک کل گیاهچه ($r=0/515$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد و بیانگر این مطلب است که بالا بودن سرعت سبز کردن می‌تواند بر تولید ماده خشک گیاهچه تأثیرگذار باشد. همچنین خروج سریع‌تر گیاهچه از خاک باعث می‌شود تا گیاهچه‌ها سریع‌تر از شرایط نامطلوب خاک فرار کرده و در بالای سطح خاک قرار گیرند که در نتیجه احتمال تولید گیاهچه‌های زنده بیشتر خواهد بود، به طوری که سرعت سبز کردن با درصد سبز نیز همبستگی بالایی نشان داد.

میانگین تعداد روزهای سبز کردن و شاخص سبز کردن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میانگین تعداد روزهای سبز کردن و شاخص سبز کردن بذرهای گاوزبان اثر معنی‌داری دارد (جدول ۱). در بین تیمارها، بذور تیمار شاهد بیشترین میانگین تعداد روزهای سبز کردن (۹۳/۱۵ روز) و کمترین شاخص سبز کردن را داشتند. کمترین میانگین تعداد روزهای سبز کردن و بیشترین شاخص سبز کردن مربوط به بذور پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). شاخص سبز کردن به عنوان معیاری از سرعت سبز کردن بوده و به عنوان شاخصی مناسب از ویگور و توان گیاهچه در نظر گرفته می‌شود. بزرگ‌تر بودن کمیت عددی این صفت نشان دهنده حالت مناسب‌تر از نمود یا کارکرد گیاهچه در شرایط مرزعه می‌باشد. هر دو روش پرایمینگ موجب افزایش کمیت شاخص سبز کردن نسبت به تیمار شاهد گردید. تنها در تیمار ۲۰۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار شاهد مشاهده نشد. با این حال در همین تیمار نیز میانگین روزهای سبز کردن با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت.

مزرعه به صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفت و تعداد بذور سبز شده ثبت گردید. سبز شدن ۷ روز پس از کاشت اتفاق افتاد، بنابراین روز هفتم بعد از کاشت به عنوان اولین روز سبز شدن در نظر گرفته شد. پس از این که تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر کرت ثابت باقی ماند، عمل شمارش بذور سبز شده خاتمه یافته تلقی گردید و روز مربوطه به عنوان آخرین روز در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی صفات گیاهچه‌ای، تعداد ۸ گیاهچه به صورت تصادفی در هر کرت انتخاب و وزن تر، وزن خشک و سطح برگ در گیاهچه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. میانگین تعداد روزهای جوانه‌زنی (MTG) از روی رابطه زیر محاسبه گردید (۸):

$$MTG = \frac{\sum(nd)}{\sum n}$$

که در این رابطه: n ، تعداد بذور جوانه‌زده در طی d روز، d تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی و $\sum n$ ، کل تعداد بذور جوانه‌زده می‌باشد. همچنین شاخص سبز کردن (EI) طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$EI = (E_1 * d_{n-1}) + (E_2 * d_{n-2}) + \dots + (E_n * d_1)$$

در رابطه فوق E تعداد گیاهچه‌های سبز کرده در روز مربوطه،

d به عنوان روز و n اندیس روز مربوطه می‌باشند.

سطح ویژه برگ (SLA) نیز از تقسیم سطح برگ بر وزن خشک برگ (LA/LDW) به دست آمد.

برای تست نرمال بودن داده‌ها و تبدیل داده‌های درصد سبز شدن به Arc sin از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد سبز کردن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر درصد سبز کردن بذرهای گاوزبان اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). بذور تیمار شده با غلظت ۵۰۰ میکرومول با بیشترین میزان سرعت سبز کردن اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد (۷۴/۶۰ درصد) و بقیه تیمارها از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). به گزارش یون^۱ (۱۹۹۷) پرایمینگ باعث

شکاری، ف. تأثیر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی خصوصیات رشدی گیاهچه...

۲۰۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید بیشترین وزن خشک گیاهچه (۰/۳۲۰۰ گرم) را دارا بودند که به جز با بذور پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به این که در مرحله گیاهچه، گاوزبان ساقه‌ای نداشته و عمده بخش هوایی را برگ‌ها به خود اختصاص می‌دهند، لذا وزن خشک بیشتر بیانگر برگ‌های سنگین‌تر می‌باشد. سیوری‌تپ^۱ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که تأثیر پرایمینگ در افزایش وزن خشک گیاهچه خربزه در سطوح بالاتر تنش بیشتر از سطوح شاهد می‌باشد.

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی (جدول ۲) نشان داد که سطح و وزن تر برگ در گیاهچه با وزن خشک کل گیاهچه همبستگی مثبتی دارند. هم‌چنین سطح ویژه برگ دارای همبستگی منفی معنی‌داری با وزن خشک کل گیاهچه بوده و به عبارت دیگر با کاهش سطح ویژه برگ، وزن خشک کل گیاهچه افزایش یافته است.

علی‌رغم سبز کردن سریع‌تر بذور پرایم شده با دز ۵۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید، بیشترین وزن تر و خشک گیاهچه در تیمار ۲۰۰۰ میکرومول مشاهده گردید. این مطلب نشان می‌دهد که برای تولید گیاهچه‌هایی با وزن خشک بالاتر، تنها سرعت سبز کردن بالاتر کافی نبوده و عوامل دیگری نیز در این مورد می‌توانند اثر گذار باشند. فریدودین^۱ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که فعالیت کربونیک آنهیدراز و سرعت فتوسنتزی در گیاهان خردل تیمار شده با سالیسیلیک اسید افزایش یافت.

بالاتر بودن وزن تر گیاهچه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید یا با آب مقطر در مقایسه با بذور شاهد بیانگر این مطلب می‌باشد که جذب آب توسط سیستم ریشه‌ای کارآمد یا کنترل روزنه‌ای مناسب در رابطه با تعرق آب از گیاه و یا هر دو مکانیسم دخیل می‌باشند. با توجه به افزایش شدت تعرق در بذور پرایم شده با سالیسیلیک اسید در مقایسه با بذور شاهد (داده‌های مربوط در این مقاله ارائه نشده‌اند)، به احتمال زیاد توسعه بیشتر ریشه و جذب کارآمدتر آب از لایه‌های خاک می‌تواند عامل افزایش وزن تر باشد.

جوانه‌زنی بذور که اولین مرحله از رشد و نمو گیاه است، ممکن است با عوامل محدود کننده محیطی مواجه گردد. این امر موجب انجام تحقیقات برای مناطقی گردیده که در آنها وجود بستر خشک برای جوانه‌زنی بذور و رشد اولیه گیاهچه یک مشکل عام و فراگیر می‌باشد (۱۵). اگر بذور یک رقم زراعی بتواند در شرایط نامطلوب نظیر کمبود رطوبت، فعالیت آنزیمی را شروع کرده و با جوانه‌زنی در زمین استقرار یابد، می‌تواند تراکم بوته مطلوبی را ایجاد کرده و در نهایت عملکرد خوبی تولید نماید (۱). سرعت و شاخص سبز کردن دارای همبستگی مثبت با وزن خشک کل گیاهچه بودند، به طوری که با افزایش سرعت و شاخص سبز کردن بذور گیاهچه‌هایی با وزن خشک کل بالا تولید شده و در نهایت عملکرد کل بالایی حاصل گردید (جدول ۳).

تأثیر پرایمینگ در افزایش سرعت جوانه‌زنی تعدادی از گیاهان گزارش شده است. تحقیقات نشان داده که گیاهچه‌های حاصل از بذورهای تیمار شده این گیاهان با سرعت بیشتری استقرار می‌یابند (۴، ۱۱، ۱۴). دوهال و برادفورد^۱ (۱۹۹۰) گزارش کردند که اثر اصلی پرایمینگ بر روی بذور گوجه‌فرنگی از طریق کوتاه کردن فرصت زمان لازم جهت بیدار شدن (فعال شدن) نهایی اندوسپرم و افزایش توانایی جنین در جذب آب صورت می‌گیرد. هم‌چنین هورلی^۲ و همکاران (۱۹۹۱) اعلام کردند که پرایمینگ سبب ایجاد برخی تغییرات فیزیولوژیکی از قبیل تغییر در مقدار قند و ترکیبات آلی و یون‌های تجمع یافته در بذور، ریشه و حتی برگ‌های گیاه می‌شود که باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و مقاومت بیشتر آن به شرایط نامساعد می‌گردد.

خصوصیات گیاهچه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ با سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری روی وزن تر، وزن خشک کل، سطح برگ و سطح ویژه برگ گیاهچه دارد (جدول ۱). بذور پرایم شده با سالیسیلیک اسید گیاهچه‌هایی را تولید کردند که برگ‌هایی ضخیم با وزن بالا داشتند. بذور پرایم شده با غلظت ۲۰۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید بیشترین وزن تر گیاهچه (۳/۷۰۰ گرم) را تولید کردند که با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار بودند. هم‌چنین بذور پرایم شده با غلظت

1. Sivritepe
2. Fariduddin

1. Duhal and Bradford
2. Hurly

جدول ۱- میانگین مربعات صفات زراعی ارزیابی شده در مرحله گیاهچه‌های گاوزبان

FW/DW	میانگین مربعات										منابع تغییر
	سطح ویژه برگ	سطح برگ گیاهچه	وزن خشک کل گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن سبز کردن	درصد سبز کردن	شاخص سبز کردن	میانگین تعداد روزهای سبز کردن	درجه آزادی	میانگین تعداد روزهای سبز کردن	
۲۹۸۲۱۷/۱۳۵	۰/۰۰۴	۱۰۴/۸۱۰	۰/۰۰۵	۰/۲۵۰	۴۴۷/۸۸۰	۲۵۶۴۴۰/۱۱۱	۰/۵۳۳	۳	۰/۵۳۳	۳	بلوک
۹۳۷۰۹۴/۴۴۵ ^{ns}	۰/۰۲۳*	۱۰۷۱/۴۷۶**	۰/۰۲۳**	۰/۲۳۰*	۴۳۳/۸۱۰*	۲۴۹۱۱۰۹/۹۰۰**	۹/۰۵۵**	۵	۹/۰۵۵**	۵	سالیسیلیک اسید
۱۰۸۸۷۷/۵۳۸	۰/۰۰۸	۱۷۱/۱۵۷	۰/۰۰۲	۰/۶۸۸	۱۱۱/۴۸۹	۵۱۲۱۶۴/۶۷۸	۱/۱۸۴	۱۵	۱/۱۸۴	۱۵	اشتباه آزمایشی
۱۲/۷۹	۲۵/۰۳	۲۱/۰۹	۱۷/۸۵	۵۱/۳۷	۲۰/۰۱	۲۷/۶۴	۷/۸۷	۷/۸۷	ضریب تغییرات (C)

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: غیر معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای سالیسیلیک اسید در مرحله گیاهچه‌های گاوزبان

سطح ویژه برگ (cm ² /g)	سطح برگ گیاهچه (cm ²)	وزن خشک کل گیاهچه (g)	وزن تر گیاهچه (g)	درصد سبز کردن	شاخص سبز کردن (EI)	میانگین تعداد روزهای سبز کردن	تیمار
۰/۴۳۷۰ ab	۵۱/۵۵b	۰/۱۵۰۰d	۰/۸۵۰۰b	۴۸۷۷b	۱۵۰۰c	۱۵/۹۳a	شاهد
۰/۴۶۳۲ a	۴۴/۸۰b	۰/۱۷۰۰cd	۰/۷۵۰۰b	۴۹/۶۰b	۲۴۶۶bc	۱۴/۹۴ ab	آب مقطر
۰/۲۸۳۶ c	۶۱/۷۲b	۰/۲۹۰۰ab	۱/۶۲۰b	۷۴/۶۰a	۵۲۵۰a	۱۱/۵۷ c	۵۰۰
۰/۳۳۷۷ bc	۵۷/۳۸b	۰/۲۲۰۰bc	۱/۶۵۰b	۴۵/۸۹b	۳۰۹۲b	۱۳/۳۶ b	۱۰۰۰
۰/۳۵۱۰ bc	۴۷/۴۰b	۰/۲۹۰۰ab	۰/۹۵۰۰b	۴۸/۸۱b	۳۰۶۸b	۱۳/۲۴ b	۱۵۰۰
۰/۲۸۸۰ c	۱۰/۱۶a	۰/۳۲۰۰a	۳/۷۰۰a	۴۸/۹۷b	۱۵۷۲ c	۱۳/۹۵ b	۲۰۰۰

میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک ستون بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهچه‌های گاوزبان

وزن خشک کل	شاخص سبز شدن	میانگین تعداد روزهای جوانه‌زنی	درصد سبز شدن	سطح ویژه برگ	سطح برگ	وزن تر
وزن خشک کل	۱					
شاخص سبز شدن	۰/۵۱۵**	۱				
میانگین تعداد روزهای جوانه‌زنی	-۰/۴۳۵*	-۰/۴۰۷*	۱			
درصد سبز شدن	۰/۴۷۰*	۰/۸۳۴**	-۰/۳۲۷	۱		
سطح ویژه برگ	-۰/۶۱۱**	-۰/۲۸۸	۰/۳۶۳	-۰/۱۰۰	۱	
سطح برگ	۰/۸۰۹**	۰/۲۲۰	-۰/۲۵۹	۰/۱۳۳	-۰/۷۱۱**	۱
وزن تر	۰/۸۰۹**	۰/۱۹۶	-۰/۲۳۳	۰/۰۹۵	-۰/۷۶۲**	۰/۹۵۱**

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

مختلف بذور پرایم شده به صورتی بوده که این نسبت تغییر معنی‌داری را نشان نداد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث بهبود سرعت و درصد سبز کردن و رشد گیاهچه گاوزبان گردید. جوانه‌زنی بذره‌های پرایم شده نسبت به بذره‌های شاهد زودتر آغاز شده و در نتیجه این بذرها سریع‌تر از خاک خارج می‌شوند و زودتر استقرار می‌یابند و این امر باعث می‌شود مدت زمان کمتری در معرض آفات و پاتوژن‌های خاکزی قرار گیرند. با توجه به این که بذره‌های پرایمینگ شده سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به شاهد داشتند، در نتیجه در یک زمان معین، ماده خشک بیشتری نسبت به بذره‌های شاهد تولید کردند و از سویی سطح ویژه برگ کمتری داشتند که بیانگر ضخیم‌تر بودن برگ‌ها بود. به عبارت دیگر استفاده از پرایمینگ باعث افزایش تعداد سلول‌های مزوفیل، غلظت کلروپلاست و مقدار کلروفیل شده و لذا هدر رفت نوری (نوری که از آن عبور می‌کند) کاهش یافته و بنابراین توان فتوسنتزی برگ بیشتر می‌گردد که این مطلب باعث تولید ماده خشک بیشتر گیاهچه‌های حاصله می‌شود.

بیشترین سطح برگ (۱۰۱/۶ سانتی‌متر مربع) مربوط به بذور تیمار شده با غلظت ۲۰۰۰ سالیسیلیک اسید با کمترین سطح ویژه برگ (۰/۲۸۸۰) بود که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با غلظت ۵۰۰ میکرومول سالیسیلیک اسید نداشتند. بیشترین سطح ویژه برگ مربوط به بذور پرایم شده با آب مقطر بود (۰/۴۶۳۲) که همراه با بذور تیمار شاهد با بذور پرایم شده با سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). وجود بیشترین سطح برگ در کنار مقادیر پایین سطح ویژه برگ بیانگر این مطلب است که برگ‌های به‌وجود آمده از بذور پرایم شده با سالیسیلیک اسید سنگین‌تر بوده‌اند. به عبارت دیگر این برگ‌ها هم دارای سطوح بزرگ‌تر و هم لایه‌های مزوفیلی بیشتری بوده و می‌توانند فتوسنتز بیشتری انجام دهند. گزارش شده است که تولید ماده خشک در گیاه وابستگی زیادی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در تمام فصل رشد بالا نگهداشته شود (۲۱). مارتین مکز^۱ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در گیاه زیتنی بنفشه آفریقایی، سالیسیلیک اسید تعداد برگ‌های تشکیل شده را افزایش داد، به نحوی که سطح برگ گیاهان تیمار شده ۱۰٪ بیشتر از گیاهان شاهد بود.

نتایج نشان داد که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید روی نسبت وزن تر به وزن خشک تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). احتمالاً تغییرات این دو صفت در گیاهچه‌های حاصل از سطوح

1. Martin-Mex

منابع

1. Asgari, E. and Tagvayi, M. 1998. Classification of durum wheat cultivars for drought resistance. Proceedings of 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. pp: 253-254.
2. Baalbaki, R. Z., Blek, R. A. and Tahouk, S. N. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Science Technology 27: 291-302.
3. Barkosky, R. R. and Einhellig, F. A. 1993. Effects of salicylic acid on plant water relationship. Journal of Chemistry Ecology 19: 237-247.
4. Capron, I., Corbineau, F. F., Dacher, C., Come, J. and Job, D. 2000. Sugar beet seed priming: Effect of priming conditions on germination, solubilization, f1 I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Science Research 10: 243-254
5. Cutt, J. R. and Klessig, D. F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. Pharmaceutical Technology 16: 25-34.
6. Demir Kaya, M., Okcu, G., Atak, M. A. and Kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. European Journal of Agronomy 24:291-295.
7. Duhal, P. and Bradford, K. J. 1990. Effects of priming and endosperm integrity on germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. Seed Science Research Journal of Experimental Botology 41: 1441-1453.
8. Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science Technology 9:373-409.
9. Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284
10. Fooladvand, A. 2007. Encyclopedia of medical and healer plants. Yaran Publisher, Tabriz, Iran. 329 Pp.. [In Persian with English Abstract].
11. Foti, S., Cosention, S. L., Basra, A. S. and Karssen, G. M. 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, under low temperatures. Seed Science Technology 30: 521-533.
12. Harper, J. P. and Balke, N. E. 1981. Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. Plant Physiology 68: 1349-1353.
13. Hurly, R. F., Van Staden, J. and Smith, M. T. 1991. Improved germination in seeds of guayule (*Parthenium argentatum*) following polyethylene glycol and gibberellic acid pretreatments. Annual Applied Biology 118:175-184
14. Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology 160: 485-492.
15. Kyungjin, C., Ongseok, L., Dong, K. S. and Eunhi, H. 1996. Dry matter production and seed yield of soybean cultivars as affected by excessive water stress at vegetative growth and flowering stages, RDA. Journal of Agricultural Science. Upland Industry. Crop Science 38: 2. 117-122 .
16. Larque-Saaveda, A. 1979. Stomatal closure in response to salicylic acid treatment. Plant physiology 93: 371-375.
17. Lee, S. S., Kim, J. H., Hong, S. B., Yuu, S. H. and Park, E. H. 1998. Priming effect of rice seeds on seedling establishment under adverse soil conditions. Korean Journal of Crop Science 43: 194-198.
18. Makizadeh Tafti, M. 2006. Effects of osmopriming on seed germination of borago plant seeds. Second Congress of Medical Plants. Tehran, Iran. P. 143. [In Persian with English Abstract].
19. Martin-Mex, R., Villanueva-Couoh, E. and Herra-Campos, T. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African Violet. Scintia Horticulturae 103:499-502.
20. Sivritepe, N., Sivritepe, H. O. and Eris, A. 2003. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Holticuraa 97: 229-237.
21. Tadashi, H. and Theodore, C. 1999. Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at midday in maize growing in the field. Field Crops Research 62: 53-62.
22. Tavakoli, M. and Sedagati, M. 1993. Medical plants. Rozbehan Publisher, Tehran, Iran. 120 Pp. [In Persian with English Abstract].
23. Yoon, B. Y. H., Lang, H. J. and Greg Cobb, B. 1997. Priming with salt solutions improves germination of pansy seeds at high temperatures. Horticulture Science 32: 248-250.