یافته های نوین کشاورزی
سال دهم- شماره۳- بهار ۱۳۹۵

تأثیر پیش تیمار های هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی در بذر اسپرس

مجتبی یوسفی‌راد*، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
محمد شریف مقدسی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
ابوالفضل معصومی زواریان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ساوه، ایران
محسن اصغری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
ماهرخ نجاتی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران

چکیده

به منظور مطالعه‌ی برهم‌کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. عامل اول در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین بود و عامل دوم نیز در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی‌اتیلن گلیکول بود. بر اساس نتایج تحقیق، پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر، فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز و میزان پروتئین شد. در نتایج مقایسه میانگین دیده شد تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین بیشترین تاثیر را داشت. همچنین نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول بهترین تأثیر را بر صفات اندازه گیری شده داشت، و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و میزان پروتئین شد. به طور کلی مشاهده شد که پیش تیمار بذور اسپرس با ۱۰۰ میلی-گرم در لیتر جیبرلین همراه با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول بیشترین تأثیر را در افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمایی آن داشت.

واژه های کلیدی: بنیه بذر، فعالیت آنزیمی، پروتئین، جیبرلین، درصد جوانه‌زنی

* نویسنده مسئول: E-mail: m.yousefirad@iau-saveh.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۵/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۱۲

مقدمه

جوانه‌زنی از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان به شمار می‌رود (٤٢). یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذور کشت شده است. به طور طبیعی هرچه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرهای جوانه‌زده در مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصرغذایی بهتر خواهد بود (٢٦).

پیش تیمار بذر به اعمال تیمارهای رطوبتی قبل از کاشت بر روی بذور به منظور ارتقاء صفاتی چون سبز شدن، استقرار اولیه و غیره اطلاق می‌شود (۵). بذور پرایم شده آمادگی سبز شدن و استقرار را پیش از قرار گرفتن در بستر خود کسب می‌کنند، به طوری که به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره در وضعیت زیستی مناسب‌تری در مقایسه با بذور پرایم نشده قرار می‌گیرند (۲۵). گزارش‌های مختلفی حاکی از آن است که پیش تیمار باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر می‌گردد (۱۵ و ٣٤). همچنین گزارش شده است که این تکنیک باعث افزایش سبز شدن بذور در دامنه‌ای از شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل تنش شوری و خشکی می‌شود (۸ و ۹).

جیبرلین‌ها شامل گروهی از هورمون‌ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در تنظیم و تسهیل جوانه‌زنی بذر دارند. افزایش ساخت و آزادسازی هورمون اسید جیبرلیک در بذر موجب شکسته شدن نشاسته بذر و تبدیل آن به مواد قابل استفاده جنین شده و جوانه‌زنی شروع می‌شود. اسید جیبرلیک باعث فعال‌سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم رشد سلولی شده و همچنین در تنظیم فرایندهایی مانند رشد ساقه‌چه و جوانه‌زنی نقش به سزایی دارد (۳۹). نقش اصلی این هورمون که توسط جنین بذر ترشح می‌شود فعال نمودن ژن کدکننده آنزیم‌های دخیل در جوانه‌زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است که این عمل را از طریق افزایش mRNA کدکننده این آنزیم انجام می‌دهد (۳۱). اثر پیش تیمار بذر با جیبرلین بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر چاودار کوهی نشان داد که تیمار بذر با جیبرلین سبب افزایش در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه می‌شود (۱۳).

پلی اتیلن گلیکول از رایج‌ترین مواد برای اجرای تیمار اسموپرایمینگ محسوب می‌شود. در این تیمار بذرها در معرض پلی اتیلن گلیکول آب مورد نیاز برای شروع فرآیندهای جوانه‌زنی را جذب می‌کنند. اما پتانسیل اسمز محلول از ظهور ریشه‌چه جلوگیری می‌کند (۱۸). پلی اتیلن گلیکول علاوه بر اینکه قابل دسترس می‌باشد، هیچ‌گونه واکنش فیزیولوژیکی با بذر ندارد (۷). اسموپرایمینگ بذور با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع جوانه‌زنی و سبز شدن می‌شود (٢٦). تحقیقات نشان داد که اسموپرایمینگ بذر ذرت با پلی اتیلن گلیکول، در پتانسیل اسمزی ۰/۵- مگاپاسکال، ظهور گیاهچه را در مقایسه با دیگر تیمارها و تیمار شاهد بهبود بخشید (۲۷).

اسپرس (Onobrychis viciifolia Scop.) یکی از گیاهان چندساله خانواده بقولات می‌باشد که به دلیل ویژگی‌های مطلوب نظیر ارزش غذایی بالا، عدم ایجاد نفخ در دام و حفظ حاصلخیزی خاک مورد توجه کشاورزان و به‌نژادگران گیاهی قرار گرفته است (۲۲). این گیاه تحمل بالایی به تنش‌های غیر زیستی به ویژه خشکی دارد و از این رو می‌تواند برای تولید علوفه در مناطق خشک مورد استفاده قرار گیرد (۲۱). هدف از انجام این تحقیق تعیین روش پیش تیمار برای رقم خوانسار و بررسی اثر آن بر روی برخی از صفات مربوط به حوانه‌زنی و بیوشیمیایی در بذور اسپرس بود تا این‌که بتوان بهترین ترکیب تیماری را جهت پیش تیمار بذور اسپرس تعیین کرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه در اردیبهشت ۱۳۹٤ به مرحله اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی در آزمایش شامل جیبرلین در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پلی اتیلن گلیکول در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، ۵ و ۱۰٪ بود. بذر مورد استفاده در این آزمایش رقم خوانسار بود که از مؤسسه ماهان بذر در اصفهان تهیه گردید. بذور مورد نظر به مدت ۵ دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ ضدعفونی گردید و ۳ مرتبه با آب مقطر آبشویی شد. بذور ضدعفونی‌شده به مدت ۲٤ ساعت درون محلول‌های پیش تیمار قرار گرفتند. بعد از ۲٤ ساعت بذور از ظروف مخصوص تیماردهی خارج شدند و پس از خشک شدن، تعداد ۲۰ بذر در هر پتری‌دیش قرار گرفته شد. سپس پتری‌دیش‌ها به ژرمیناتور انتقال داده شدند تا عمل جوانه‌زنی در دمای ۲۵±۱°C به مدت ۱۰ روز صورت گیرد. معیار جوانه‌زنی بذور خروج ۲ میلی‌متری ریشه‌چه در نظر گرفته شد.

سرعت جوانه زنی بر اساس فرمول ماگویر محاسبه گردید، این شاخص یکی از قدیمی‌ترین مفاهیم بنیه بذر است و روشی جهت تعیین سرعت جوانه‌زنی است که در آن S تعداد بذور جوانه‌زده،T تعداد کل بذور و Ni تعداد بذور جوانه زده در روز Di می‌باشد (۳۳).

سرعت جوانه‌زنی = N1/D1+N2/D2+…+Ni/Di

شاخص بنیه بذر از رابطه زیر محاسبه شد، که در این رابطه Gr درصد جوانه زنی و MSH طول گیاهچه می‌باشد (۱۰).

$$SVI = \frac{Gr\% * MSH}{100}$$

برای اندازه‌گیری طول گیاهچه از خط‌کش میلی‌متری استفاده شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها، پس از خارج نمودن نمونه‌ها از پتری‌دیش، درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار گرفتند و در انتها به وسیله ترازوی دقیق دیجیتال اندازه‌گیری شدند. برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش نیکل و کونینگام (۱۹٦۹)، سنجش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز از روش ژیاو و همکاران (۲۰۰٦) و میزان پروتئین از روش برادفورد (۱۹۷٦) استفاده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SASو مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت. همچنین اثر پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه‌زنی و در سطح احتمال پنج درصد بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد. بر اساس نتایج اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد، به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی در کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین به دست آمد که با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در یک گروه آماری قرار داشت. همینطور بیشترین سرعت جوانه-زنی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با افزایش ۳۹/۸٤ درصدی نسبت به شاهد حاصل شد. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین درصد جوانه‌زنی در اثر کاربرد پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰ درصد آن بود که افزایش ۱۵/٦٤ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۵٪ پلی اتیلن گلیکول (۱۸/۷٦٪ افزایش نسبت به شاهد) مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با عدم مصرف و مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با کاربرد ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول بود (جدول ۳).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

در این پژوهش رشد ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد و رشد ساقه‌چه در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفتند (جدول۱). بر اساس مقایسه میانگین (جدول۲) پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد، همچنین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در یک گروه آماری قرار داشتند. پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول بر رشد ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد و بر رشد ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. در پیش تیمار بذور اسپرس با بین شاهد و ۵۰٪ پلی اتیلن گلیکول در طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش ۱۷/۹۷٪ طول ریشه‌چه شد. همچنین در طول ساقه‌چه سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش ۱۲/۰۹ درصدی و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش ۱٤/٤۲ درصدی طول ساقه-چه نسبت به شاهد گردید (جدول ۲). همچنین اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار شد، به طوری که بیشترین رشد ریشه‌چه مربوط به عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول در حضور جیبرلین بود، همچنین بیشترین رشد ساقه‌چه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به خود اختصاص داد (جدول ۳).

وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر

جیبرلین در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر تأثیر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). همان‌طور که از نتایج مقایسه میانگین مشهود است پیش تیمار بذور با جیبرلین تأثیر مثبت بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر گذاشت، به نحوی که بیشترین تأثیر بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر را تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین نشان داد که موجب افزایش ٤٦/۳۸ درصدی وزن خشک گیاهچه و ٤۸/۰٤ درصدی شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد شد. همچنین در شاخص بنیه بذر بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس مبین آن بود که پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک گیاهچه و در سطح احتمال یک درصد بر شاخص بنیه بذر تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که بین شاهد و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول تفاوت آماری وجود نداشت ولی سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول سبب افزایش ۲۰/۵ درصدی وزن خشک گیاهچه و ۱۱/۱۱ درصدی شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد شد (جدول ۲). نتایج بیانگر آن بود که اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر معنی‌دار بود. به طور کلی بیشترین وزن خشک گیاهچه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ۰/۲۳۲ گرم و بیشترین شاخص بنیه بذر را تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول نشان داد (جدول ۳).

فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز

فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین حاکی از افزایش فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در اثر پیش تیمار بذور با جیبرلین بود، به طوری که بیشترین تأثیر در افزایش فعالیت آن‌ها در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که بیانگر افزایش ۳۲/۹۹ درصدی فعالیت آنزیم آلفا امیلاز و ۷۰/٤٤ درصدی پراکسیداز نسبت به شاهد بود (جدول ۲). مشخص شد که پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و در سطح احتمال پنج درصد بر پراکسیداز تأثیر معنی‌دار داشت و مجوب افزایش فعالیت آن‌ها شد، همچنین مشاهده شده که سطوح ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مبین آن بود که بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین توأم با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در شرایط عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول و مصرف ۵٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین در شرایط حضور ۵٪ پلی اتیلن گلیکول حاصل گردید (جدول ۳).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تأثیر پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز	پراکسیداز	پروتئین
جیبرلین	۲	٤۰۳/۸ **	٥٦/٤٦ **	۰/٦۷ **	۰/۳۹ *	۰/۰۰۹ **	٤/٤ **	۲/۱ **	٤/٦٥ **	۲/٤٥ *
پلی اتیلن گلیکول	۲	۳۰٤/۲۲ **	۱٥/٤٦ *	۰/٥ *	۰/۷۳ **	۰/۰۰٤ *	۰/٦۹ **	۱/۹٤ **	۱/۱۷ *	۲/۲ *
اثر متقابل	٤	۱۱٤/٥٦ *	۰/٦٥ ns	۰/٥ **	۰/۳٤ **	۰/۰۰۳ *	۰/٦۲ **	۲/٥٥ **	۰/۹٦ *	۰/۱٤ ns
خطا	۱۸	۳۸/٦۱	۳/۹۹	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/٥٥
ضریب تغییرات (٪)		۷/۷٥	۱۳/۲	۱۳/۱۸	۱۲/۳۱	۱۷/۸	۹/۷۲	۱۳/٤	۲۰/۱٤	۲۲/۳۷

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۲: مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس

تیمار		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن خشک گیاهچه (g)	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز ($nM\ g^{-1}\ min^{-1}$)	پراکسیداز ($ODmin^{-1}g^{-1}FW$)	پروتئین ($mg.g\ DW^{-1}$)
جیبرلین ($mg.Lit^{-1}$)	۰	۷۲/۷ b	۱۲/۵ c	۲/۰۷ b	۱/۸۹ b	۰/۱۳۸ c	۲/۸ c	۲/۹٤ c	۲/۰۳ c	۲/۷۷ b
	۱۰۰	۸۵/۷ a	۱۷/۸ a	۲/٦۲ a	۲/۲٤ a	۰/۲۰۲ a	٤/۲ a	۳/٤۳ b	۲/٦۸ b	۳/۸۱ a
	۲۰۰	۸۲/۰ a	۱۵/٤ b	۲/۳۸ a	۲/۲۷ a	۰/۱۷۲ b	۳/۸ b	۳/۹۱ a	۳/٤٦ a	۲/۳٦ ab
پلی اتیلن گلیکول (٪)	۰	۷٤/۳ b	۱۳/۷ b	۲/٥٦ a	۲/۱۵ b	۰/۱٦ b	۳/۵ b	۲/۹ b	۲/۳۱ b	۳/۳۸ ab
	۵	۸۰/۲ ab	۱٦/۲ a	۲/٤ a	۲/٤۱ a	۰/۱۹ a	۳/۹ a	۳/٦ a	۲/۹٦ a	۳/۷۷ a
	۱۰	۸۵/۹ a	۱۵/ ab	۲/۱ b	۱/۸٤ c	۰/۱٦ b	۳/۷ b	۳/۷۸ a	۲/۹ a	۲/۷۹ b

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر بر هم‌کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس

جیبرلین ($mg.Lit^{-1}$)	پلی اتیلن گلیکول (٪)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه(cm)	طول ساقه‌چه(cm)	وزن خشک گیاهچه(g)	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز ($nM\ g^{-1}\ min^{-1}$)	پراکسیداز ($ODmin^{-1}g^{-1}FW$)	پروتئین ($mg.g\ DW^{-1}$)
۰	۰	٦۵/۷۱ c	۱۱/۵٦d	۲/۵٤ ab	۲/۱٦cd	۰/۱٦۵ bcd	۳/۰۸d	۲/٤۲cd	۱/۷e	۲/۸۸b
۰	۵	۷۱/۲۲ bc	۱۳/۷ bcd	۲/۲٤ b	۱/۷۵d	۰/۱۳۹ de	۲/۸٤ de	۲/۵٦cd	۲/۰۵ de	۳/۰٦b
۰	۱۰	۸۱/۲۷ ab	۱۲/۲۳ cd	۱/٤۳c	۱/۷۷cd	۰/۱۰۹e	۲/۵۳e	۳/۸۵ ab	۲/۳۳ cde	۲/۳۷b
۱۰۰	۰	۸۵/۷۳ a	۱۵/۸۱ abc	۳a	۲/۰۱ cd	۰/۱٦۸ bcd	٤/۳a	۲/۱۵d	۲/۲۲ de	۳/۷۱ ab
۱۰۰	۵	۸۷/۵۸ a	۱۸/۵۷a	۲/۳۷b	۲/۸۱a	۰/۲۳٤ a	٤/۵٤ ab	۳/۸۲ ab	۳/۵۷ ab	٤/۵٤ a
۱۰۰	۱۰	۸۳/۸۷ a	۱۸/۰٦a	۲/٤۸ ab	۱/۸۹ cd	۰/۲۰۵ abc	۳/٦۵c	٤/۳۱ a	۲/۲۵ cde	۳/۱۹ ab
۲۰۰	۰	۷۱/٤۹ bc	۱۳/۷۳ bcd	۲/۱٤b	۲/۲۷bc	۰/۱۵ cde	۳/۱٦d	٤/۱٤ a	۳ bcd	۳/۵۵ ab
۲۰۰	۵	۸۲/۰۲ ab	۱٦/۵٤ ab	۲/٦۱ ab	۲/٦۸ ab	۰/۲۱ ab	٤/۳۳ ab	٤/٤۳ a	۳/۲۷ abc	۳/۷۲ ab
۲۰۰	۱۰	۹۲/٦٦ a	۱٦/۰۳ ab	۲/۳۹b	۱/۸٦cd	۰/۱۵٤ cde	۳/۹۳bc	۳/۱۷bc	٤/۱۱ a	۲/۸۱b

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

پروتئین

همان‌طور که از جدول (۱) مشخص است اثر جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر پروتئین تأثیر معنی‌دار داشت، ولی اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول بر پروتئین معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که جیبرلین موجب افزایش میزان پروتئین شد، به گونه‌ای که

بیشترین مقدار پروتئین در پیش تیمار بذور با جیبرلین، در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین (۳۷/۵۵٪ افزایش نسبت به شاهد) رخ داد، همچنین مشاهده شد که سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول با افزایش ۱۱/٥٤ درصدی و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول با کاهش ۱۷/٤٦ درصدی میزان پروتئین همراه بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین در اثر هم‌زمان جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ٤/٥٤ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به دست آمد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد جوانه‌زنی شد. جیبرلین باعث سنتز آنزیم‌های هیدرولیزکننده در بذر و در نتیجه تجزیه نشاسته و سایر مواد غذایی می‌شود و در نهایت باعث انتقال این مواد به جنین در حال رشد می‌شود. جیبرلین‌ها همچنین فعالیت آنزیم کاکتول اکسیداز را افزایش می‌دهند و موجب کاهش میزان مواد فنولی بذر و در نتیجه تحریک جوانه‌زنی می‌شوند (٤). تیمار بذور با هورمون جیبرلین بر سرعت جوانه‌زنی مؤثر بود. به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن سرعت جوانه‌زنی در خصوص آزادسازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر باشد (١٦). می‌توان چنین استنباط کرد که پیش‌تیمار بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه‌زنی می‌شود (٣٦)، همچنین در طی پیش تیمار بذر سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و بر بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تأثیرگذار می‌باشد (١٩).

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که جیبرلین موجب افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گردید. در یک بررسی، نقش مثبت جیبرلین در فیزیولوژی جوانه‌زنی را افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و همچنین اسیدی کردن محیط آندوسپرم برای افزایش فعالیت سایر آنزیم‌های هیدرولیزی دانسته‌اند (٢٤). گزارش شده است که جیبرلین باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هنگام جوانه‌زنی جهت تجزیه نشاسته گردیده و این مسأله موجب تقویت بنیه بذر می‌شود که نتیجه آن، درصد سبز یکنواخت‌تر خواهد بود (٣٢). نقش اصلی جیبرلین در تحریک جوانه‌زنی فعال نمودن سنتزmRNA کدکننده آنزیم‌های دخالت کننده در جوانه‌زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است. لایه آلرون مسئول تولید آنزیم آلفا آمیلاز در پاسخ به جیبرلین می‌باشد (٤٠). بر اساس نتایج تحقیق پیش‌تیمار بذور با جیبرلین سبب افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه شد. اثرات مفید پیش تیمار با غلظت بهینه جیبرلین ممکن است به واسطه نقش بهینه آن در تسریع و یهبود سبز شدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (٢٥). جیبرلین‌ها با افزایش کشش دیواره سلولی یعنی انبساط دیواره از طریق هیدرولیز نشاسته به قند که کاهش پتانسیل آب سلول را به دنبال دارد سبب ورود آب به درون سلول و طویل شدن سلول می‌شود (٦). برخی مطالعات نشان داده است که جیبرلین از طریق تحریک رشد رویشی موجب افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد (٢٨). جیبرلین از طریق تحریک سنتز آنزیم‌های

کاتالاز و پراکسیداز موجب تحریک رشد رویشی گیاهان گردید (۱۱). نتایج مشابهی توسط پرمون و همکاران (۱۳۹۲) در افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز با پیش تیمار جیبرلین گزارش شده است. بطور کلی جیبرلین با تحت تأثیر قرار دادن فرایندهای سلولی از جمله تحریک تقیسم سلولی و طویل شدن سلول‌ها سبب افزاش رشد رویشی می‌گردد (۳۸). افزایش خصوصیات جوانه‌زنی ممکن است به دلیل آمادگی برای تقسیم و افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی باشد (۲۹). نتایج حاکی از آن بود که کاربرد جیبربین به عنوان پیش تیمار بذور با افزایش میزان پروتئین همراه بود. جیبرلین احتمالاً سطح پروتئین را از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های درگیر در کاتابولیسمmRNA مانند ریبونوکلئاز افزایش می‌دهد و منجز به افزایش سنتز پروتئین می‌شود (۳۸). جیبرلین با تقویت و تشدید متابولیسم نشاسته و فعالیت آمیلاز باعث رشد بهتر گیاهچه‌ها می‌شود (۳).

اعلام شده است که پیش‌تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع و یکنواختی و همچنین سبب افزایش سبز شدن جوانه‌ها می‌شود (۲۳). محققان پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول را مناسب دانستند و علت آن را تسریع و یکنواختی سرعت و درصد جوانه‌زنی در بذور پرایم شده اعلام کردند (۳۰). گزارش شده است که پیش تیمار بذر در محلول اسمزی باعث افزایش مقدار آب جذب شده توسط بذر می‌شود و در نهایت درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را افزایش می‌دهد (۳۵). افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی شد، که حاکی از آن است که افزایش غلظت آن باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر شد (۲). به رغم همه مزایایی که اسموپرایمینگ در افزایش کارایی بذور دارد، اعمال این تیمار ممکن است یک سر ی محدودیت‌هایی هم داشته باشد. مثلاً بعضی از مواد استفاده شده در اسموپرایمینگ ممکن است جذب بذر شده و ایجاد سمیت کند (١٤) و یا این که ماده شیمیایی پلی اتیلن گلیکول که در سطح وسیعی هم در اسموپرایمینگ استفاده می‌شود، در غلظت‌های بالا مانع جذب اکسیژن توسط بذر می‌شود، از سویی دیگر در هنگام جدا کردن این مواد که توسط شستشو با آب معمولی انجام می‌شود ممکن است آب بیشتری جذب بذرها شود (٤١). احتمالاً غلظت‌های بیشتر سبب مسمومیت یا تولید مواد سمی در بذر می‌شوند (۱۷).

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، پیش تیمار بذور اسپرس با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود و افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی اسپرس شد. به نظر حضور فاکتورهای پیش تیمار با افزایش فعالیت آلفا آمیلاز سبب بهبود جوانه‌زنی و با افزایش میزان پروتئین سبب بهبود رشد گیاهچه گردید، همچنین مشاهده شد که با افزایش غلظت پلی اتیلن گلیوکل از ۵٪ به ۱۰٪ رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه و میزان پروتئین نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد.

منابع

۱- **پرمون، ق.، عبادی، ع.، قوی‌عزم، ع. و میری، م. ۱۳۹۲.** اثر پیش‌تیمار بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بابونه در شرایط شوری. نشریه تولید گیاهان زراعی. ٦ (۳): ١٦٤-.١٤٥

۲- **رضایی سوخت آبندانی، ر.، محسنی، ا.، رمضانی، م. و مبصر، ح. ر. ۱۳۸۸.** تأثیر پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر ذرت K.SC 640. یافته‌های نوین کشاورزی. سال چهارم. ۱: ٦١-.٤٩

۳- **زارع، م.، مهرابی اولادی، ع. ا. و شرف‌زاده، ش. ۱۳۸۵.** بررسی اثرات اسید جیبرلیک و کینتین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم تحت تنش شوری. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲ (٤): ٨٦٥-.٨٥٥

٤- **عموآقایی، ر. ۱۳۸۳.** تأثیر برخی تنظیم‌کنندگان رشد در تحریک جوانه‌زنی بذر کما (Ferula ovina). مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان. ٢٤ (٢): ٥٠-.٣٩

۵- **عیسوند، ح. ر.، آذرنیا، م.، نظریان فیروزآبادی، ف. و شرفی، ر. ۱۳۹۰.** بررسی اثر جیبرلین و اسید آبسزیک بر سبز شدن و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی بذر و گیاهچه نخود در شرایط دیم و آبی.مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤٢ (٤): ٧٨٩-.٧٩٧

٦- **فتحی، ق. و اسماعیل‌پور، ب. ۱۳۷۹.** مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی اصول و کاربرد (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۷- **مسرت، ن.، سیادت، ع.، شرفی‌زاده، م. و حبیبی‌خانیانی، ب. ۱۳۹۲.** تأثیر هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر جوانه-زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه ذرت رقم هیبرید SC704 تحت تنش شوری و خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۹: ۵۹-.٤٩

۸- **معصومی زواریان، ا.، یوسفی راد، م. و اصغری، م. ١٣٩٤.** اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی ماریتیغال (Silybum marianum L.) در شرایط تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر، سال پنجم. ۲: ٤٨-.٤٠

۹- **یداللهی نوش‌آبادی، س. ج. و شریف‌زاده، ف. ١٣٩٤.** اثر پیش تیمار بذور با جیبرلیک اسید بر شاخص‌های جوانه-زنی علف گندمی تحت تنش خشکی. صلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی. ۱۱ (۱): ۸۲-.۷۵

10- Abdul- Baki, A. and Anderson, J. D. 1973. Vigor determination in Soybean seed by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

11- Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Basalah, M. O., Al- Whaibi, M. H., Sakran, A. M. and Al-Amri, A. 2012. Effect of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of Hibiscus sabdariffa L. African Journal of Biotechnology 11: 800-804.

12- Al-Rumaih M. M., Rushdy, S. S. and Warsym, A. S. 2002. Alteration in the protein Electrophoretic patterns of Cowpea, (Vigina unguiculata L.) Treated with Cadmium in the Presence or Absence of Gibberellic Acid. Saudi J. of Biol. Sci. 9: 47-56.

13- Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F. and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (Secale Montanum) as affected by drought stress. Cercetări Agronomice în Moldova. 2(150): 43-48.

14- Artola, A., Carrillo-Castaneda, G. and Santos, G. D. L. 2003. Hydro priming: a strategy to increase Lotus corniculatus L. seed vigor. Seed Science and Technology 31: 455-463.

15- Asghari, M., Eradatmand Asli, D., Yosefirad, M. and Ghandian, M. 2013. The effect of pyridoxine and its duration application on bioactive compounds and biochemical activities of germinated wheat. Ann. Biol. Res. 4 (3): 31-36.

16- Ashraf, M., Athar, H. R., Harris, P. J. C. and Kwon, T. R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advanced in Agron. 97: 45-92.

17- Basra, S. M. A., Pannu, I. A. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprimed wheat (Triticum aestivum L.) seeds. Int. Agri. Biol. 5: 121-123.

18- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition. Horticultural Science, 21, 1105-1112.

19- Bradford, K. J. 1995. Water relation in seed ge rmination. In: J. Kigel and G. Galili (eds), Seed development and germination. Marcel Dekker. Pp: 351- 396.
20- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annu. Rev. Biochem.72:248-254.
21- Dadkhah, M., Majidi, M. M. and Mirlohi, A. 2011. Multivariate analysis of relationships among different characters in Iranian Sainfoin populations (Onobrichis viciifolia Scop.). Iranian Journal of Field Crop Science, 42:349-357.
22- Delgado, I., Salvia, J., Buil, I. and Andres, C. 2008. The agronomic variability of a collection of sainfoin accessions. Spanish J Agric Res, 3, 401-407.
23- Demir, I. and Ellis, R. 1994. The effects of priming on germination and longevity of harvested pepper seed lots. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 18: 213-217.
24- Dominguez, F. and Cejudo, F. J. 1999. Patterns of starchy endosperm acidification and protease gene expression in wheat grains following germination. Plant Physiology, 119, 81-88.
25- Eisvand, H. R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Madah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S. M. 2008. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (Agropyron elongatum Host) seeds by hormonal priming for control and drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 1(39), 53-65. (In Farsi)
26- Ghana S. G. and Schillinger, W. F. 2003. Seed priming winter wheat for germination emergence, and yield, Crop Science. 43:2135-2141.
27- Ghiyasi, M., Pouryousef Myandoab, M., Tajbakhsh, M., Salehzade, H. and Meshkat, M. V. 2008. Influence of different osmopriming treatments on emergency and yield of Maize (Zea mays L.). Research Journal of Biological Sciences, 3, 1452-1455.
28- Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S. A. M. and Allahdadi, I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science 5: 726-734.
29- Girolamo, G. D. and Barbanti, L. 2012. Treatment conditions and biochemical processes.
30- Haigh, A. M. and Barlow, E. W. R. 1986. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci.111:660-665.
31- Heidari Sharif Abad, H. and Dorry, M. A. 2003. Research institute of forest and rangelands. Forage Grasses Journal (in Persian with English abstract) 2: 311-320.
32- Jamil, M. and Rha, E. S. 2007. Gibberllic acid (GA3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 654-658.
33- Maguire, J. D. 1962. Speed of Germination-Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. Crop Sci. 2: 176-177.
34- Masoumi Zavariyan, A., Yousefi Rad, M. and Asghari, M. 2015. Effect of seed priming by potassium nitrate on germination and biochemical indices in Silybum marianum L. under salinity stress. Int. J. Life Sci. 9(1): 23-29.
35- Michel, B. E. and Kaufmann, M. R. 1973. Theosmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.
36- Nelson, C. P. 2000. Water potential: The key to successful seed priming. Decagon Devices, Inc. AN4101-10.
37- Nickel, R. S. and Cunningham, B. A. 1969. Improved peroxidase assay method using leuco 2,3,6-trichloroindophenol and application to comparative measurements of peroxidase catalysis. Anal. Biochem. 27:292–299.
38- Paraoussi G., Voyiatzis P.G., Paroussis, E. and Drogoudi, P. D. 2002. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. Scientia Horticulturae. 96: 103-113.
39- Permon, G. 2014. Effect of seed priming on chamomile germination and seedling growth at salinity conditions. Journal of crop production 6: 145-164.
40- Richards, D. E., King, K. E., Ait-ali, T. and Harberd, N. P. 2001. How gibberellin regulates plant growth and development: A molecular genetic analysis of gibberellin signaling. Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Molcular Biology, 52: 67–88.
41- Tylkowska, K. and Van den Bulk, R. W. 2001. Effects of osmo and hydro priming on fungal infestation levels and germination of carrot (Daucus carota L.) seeds contaminated with Alternaria spp. Seed Science and Technology29: 365-375.
42- Windauer, L., Altuna, A. and Benech-Arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of Lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments. Industrial Crops and Products, 25: 70–74.
43- Xiao. Z., Storms, R. and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities. Analytical Biochemistry 351: 146-148.