

تأثیر پیش تیمار های هورمونی و اسمزی بر شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی در بذر اسپرس

مجتبی یوسفی راد*، 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 برهم کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص های جوانه زنی 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 میلی گرم در لیتر جیبرلین بود و عامل دوم نیز در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول بود. بر اساس نتایج تحقیق، پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر، فعالیت آنزیم های آلفا آمیلاز و پراکسیداز و میزان پروتئین شد. در نتایج مقایسه میانگین دیده شد تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین بیشترین تاثیر را داشت. همچنین نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول بهترین تاثیر را بر صفات اندازه گیری شده داشت، و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش طول ریشه چه و ساقه چه 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 تاثیر را در افزایش شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی آن داشت.

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

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

مقدمه

جوانه زنی از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان به شمار می رود (۴۲). یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح درصد و سرعت جوانه زنی بذرها و استقرار گیاهچه های حاصل از بذور کشت شده است. به طور طبیعی هرچه سرعت جوانه زنی و درصد بذرها ی جوانه زده در مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی بهتر خواهد بود (۲۶).

پیش تیمار بذر به اعمال تیمارهای رطوبتی قبل از کاشت بر روی بذر به منظور ارتقاء صفاتی چون سبز شدن، استقرار اولیه و غیره اطلاق می شود (۵). بذر پرآیم شده آمادگی سبز شدن و استقرار را پیش از قرار گرفتن در بستر خود کسب می کنند، به طوری که به لحاظ متابولیکی، بیوشیمیایی، ساختار سلولی و غیره در وضعیت زیستی مناسب تری در مقایسه با بذر پرآیم نشده قرار می گیرند (۲۵). گزارش های مختلفی حاکی از آن است که پیش تیمار باعث افزایش درصد و سرعت جوانه زنی بذر می گردد (۱۵ و ۳۴). همچنین گزارش شده است که این تکنیک باعث افزایش سبز شدن بذر در دامنه ای از شرایط محیطی تنش زا از قبیل تنش شوری و خشکی می شود (۸ و ۹).

جیبرلین ها شامل گروهی از هورمون ها هستند که بیشترین دخالت مستقیم را در تنظیم و تسهیل جوانه زنی 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 جوانه زنی شروع می شود. اسید جیبرلیک باعث فعال سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره ای و انتقال به جنین، تقسیم رشد سلولی شده و همچنین در تنظیم فرایندهایی مانند رشد ساقچه و جوانه زنی نقش به سزایی دارد (۳۹). نقش اصلی این هورمون که توسط جنین بذر ترشح می شود فعال نمودن ژن کدکننده آنزیم های دخیل در جوانه زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است که این عمل را از طریق افزایش mRNA کدکننده این آنزیم انجام می دهد (۳۱). اثر پیش تیمار بذر با جیبرلین بر روی جوانه زنی و رشد گیاهچه بذر چاودار کوهی نشان داد که تیمار بذر با جیبرلین سبب افزایش در درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول گیاهچه می شود (۱۳).

پلی اتیلن گلیکول از رایج ترین مواد برای اجرای تیمار اسموپرایمینگ محسوب می شود. در این تیمار بذرها در معرض پلی اتیلن گلیکول آب مورد نیاز برای شروع فرآیندهای جوانه زنی را جذب می کنند. اما پتانسیل اسمز محلول از ظهور ریشه چه جلوگیری می کند (۱۸). پلی اتیلن گلیکول علاوه بر اینکه قابل دسترس می باشد، هیچ گونه واکنش فیزیولوژیکی با بذر ندارد (۷). اسموپرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع جوانه زنی و سبز شدن می شود (۲۶). 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 می باشد که به دلیل ویژگی های 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 تنش های غیر زیستی به ویژه خشکی دارد و از این رو می تواند 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 حوانه زنی و بیوشیمیایی در بذور اسپرس بود تا این که بتوان بهترین ترکیب تیماری را جهت پیش تیمار بذور اسپرس تعیین کرد.

مواد و روش ها

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 ۱۳۹۴ به مرحله اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی در آزمایش شامل جیبرلین در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم 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 ضدعفونی شده به مدت ۲۴ ساعت درون محلول های پیش تیمار قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت بذور از ظروف مخصوص تیماردهی خارج شدند و پس از خشک شدن، تعداد ۲۰ بذر در هر پتری دیش قرار گرفته شد. سپس پتری دیش ها به ژرمیناتور انتقال داده شدند تا عمل جوانه زنی در دمای $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ به مدت ۱۰ روز صورت گیرد. معیار جوانه زنی بذور خروج ۲ میلی متری ریشه چه در نظر گرفته شد. سرعت جوانه زنی بر اساس فرمول ماگویر محاسبه گردید، این شاخص یکی از قدیمی ترین مفاهیم بنیه بذر است و روشی جهت تعیین سرعت جوانه زنی است که در آن S تعداد بذور جوانه زده، T تعداد کل بذور و Ni تعداد بذور جوانه زده در روز Di می باشد (۳۳).

$$\text{سرعت جوانه زنی} = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Ni/Di$$

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

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

برای اندازه گیری طول گیاهچه از خط کش میلی متری استفاده شد و برای اندازه گیری وزن خشک نمونه ها، پس از خارج نمودن نمونه ها از پتری دیش، درون آن با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و در انتها به وسیله ترازوی دقیق دیجیتال اندازه گیری شدند. برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش نیکل و کونینگام (۱۹۶۹)، سنجش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز از روش ژیاو و همکاران (۲۰۰۶) و میزان پروتئین از روش برادفورد (۱۹۷۶) استفاده شد. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۰.۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و سرعت جوانه زنی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت. همچنین اثر پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه زنی و در سطح احتمال پنج درصد بر سرعت جوانه زنی معنی دار شد. بر اساس نتایج اثر متقابل جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال پنج درصد بر درصد جوانه زنی تأثیر معنی دار داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی شد، به طوری که بیشترین درصد جوانه زنی در کاربرد ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین به دست آمد که با تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در یک گروه آماری قرار داشت. همینطور بیشترین سرعت جوانه زنی در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین با افزایش ۳۹/۸۴ درصدی نسبت به شاهد حاصل شد. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین درصد جوانه زنی در اثر کاربرد پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰ درصد آن بود که افزایش ۱۵/۶۴ درصدی را نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین سرعت جوانه زنی در تیمار ۰.۵٪ پلی اتیلن گلیکول (۱۸/۷۶٪ افزایش نسبت به شاهد) مشاهده گردید (جدول ۲). نتایج برهم کنش جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به کاربرد ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین همراه با عدم مصرف و مصرف ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین سرعت جوانه زنی مربوط به ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین همراه با کاربرد ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول بود (جدول ۳).

طول ریشه چه و ساقه چه

در این پژوهش رشد ریشه چه در سطح احتمال یک درصد و رشد ساقه چه در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفتند (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین (جدول ۲) پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش طول ریشه چه و ساقه چه شد، همچنین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین در یک گروه آماری قرار داشتند. پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول بر رشد ریشه چه در سطح احتمال پنج درصد و بر رشد ساقه چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در پیش تیمار بذور اسپرس با بین شاهد و ۵۰٪ پلی اتیلن گلیکول در طول ریشه چه اختلاف معنی دار مشاهده نشد و سطح ۱۰٪ آن موجب کاهش ۱۷/۹۷٪ طول ریشه چه شد. همچنین در طول ساقه چه سطح ۵٪ پلی اتیلن گلیکول باعث افزایش ۱۲/۰۹ درصدی و سطح ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش ۱۴/۴۲ 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 ریشه چه و ساقه چه معنی دار شد، به طوری که بیشترین رشد ریشه چه مربوط به عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول در حضور جیبرلین بود، همچنین بیشترین رشد ساقه چه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی گرم 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 معنی داری را نشان داد (جدول ۱). همان طور 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 میلی گرم در لیتر جیبرلین نشان داد که موجب افزایش ۶۷/۳۸ درصدی وزن خشک گیاهچه و ۴۸/۰۴ درصدی شاخص بنیه بذر نسبت به شاهد شد. همچنین در شاخص بنیه بذر بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین تفاوت معنی داری 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 معنی دار 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 معنی دار بود. به طور کلی بیشترین وزن خشک گیاهچه را تیمار ترکیبی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین با ۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ۰/۲۳۲ گرم و بیشترین شاخص بنیه بذر را تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول نشان داد (جدول ۳).

فعالیت آنزیم های آلفا آمیلاز و پراکسیداز

فعالیت آنزیم های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر جیبرلین قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین حاکی از افزایش فعالیت آنزیم های آلفا آمیلاز و پراکسیداز در اثر پیش تیمار بذور با جیبرلین بود، به طوری که بیشترین تأثیر در افزایش فعالیت آن ها در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل شد که بیانگر افزایش ۳۲/۹۹ درصدی فعالیت آنزیم آلفا امیلاز و ۷۰/۴۴ 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 معنی دار داشت و موجب افزایش فعالیت آن ها شد، همچنین مشاهده شده که سطوح ۵ و ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم کنش جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مبین آن بود که بیشترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین توأم با ۱۰٪ پلی اتیلن گلیکول و تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین در شرایط عدم مصرف پلی اتیلن گلیکول و مصرف ۵٪ پلی اتیلن گلیکول و بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ۲۰۰ میلی گرم 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 شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی اسپرس

منابع تغییر	د.ف.ا	میانگین مربعات						
		درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه - چه	طول ساقه - چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه بذر	آلفا آمیلاز
جیبرلین	۲	۴۰۳/۸**	۵۶/۴۶**	۰/۶۷**	۰/۳۹*	۰/۰۰۹**	۴/۴**	۲/۱**
پلی اتیلن گلیکول	۲	۳۰۴/۲۲**	۱۵/۴۶*	۰/۵*	۰/۷۳**	۰/۰۰۴*	۰/۶۹**	۱/۹۴**
اثر متقابل	۴	۱۱۴/۵۶*	۰/۶۵ ^{ns}	۰/۵**	۰/۳۴**	۰/۰۰۳*	۰/۶۲**	۲/۵۵**
خطا	۱۸	۳۸/۶۱	۳/۹۹	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۲۱
ضریب تغییرات (%)		۷/۷۵	۱۳/۲	۱۳/۱۸	۱۲/۳۱	۱۷/۸	۹/۷۲	۱۳/۴
پروتئین		۴/۶۵**	۲/۴۵*	۲/۲*	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۵۵	۰/۳۱	۲۰/۱۴
پراکسیداز		۲/۴۵*	۲/۲*	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۵۵	۰/۳۱	۲۰/۱۴	۲۲/۳۷

**، * و ^{ns}: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

جدول ۲: مقایسه میانگین های سطوح مختلف پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی اسپرس

تیمار	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (cm)	طول ساقچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (g)	شاخص بنه بندر	آلفا آمیلاز (mM g ⁻¹ min ⁻¹)	پراکسیداز (ODmin ⁻¹ g ⁻¹ FW)	پروتئین (mg.g DW ⁻¹)
جیبرلین (mg.Lit ⁻¹) ^۱	۰	۷۲/۷ b	۱۲/۵ c	۲/۰۷ b	۱/۸۹ b	۰/۱۳۸ c	۲/۸ c	۲/۰۳ c	۲/۷۷ b
	۱۰۰	۸۵/۷ a	۱۷/۸ a	۲/۶۲ a	۲/۲۴ a	۰/۲۰۲ a	۴/۲ a	۲/۶۸ b	۳/۸۱ a
	۲۰۰	۸۲/۰ a	۱۵/۴ b	۲/۳۸ a	۲/۲۷ a	۰/۱۷۲ b	۳/۸ b	۳/۴۳ b	۲/۳۶ ab
پلی اتیلن گلیکول (%)	۰	۷۴/۳ b	۱۳/۷ b	۲/۵۶ a	۲/۱۵ b	۰/۱۶ b	۳/۵ b	۲/۳۱ b	۳/۳۸ ab
	۵	۸۰/۲ ab	۱۶/۲ a	۲/۴ a	۲/۴۱ a	۰/۱۹ a	۳/۹ a	۲/۹۶ a	۳/۷۷ a
	۱۰	۸۵/۹ a	۱۵/ab	۲/۱ b	۱/۸۴ c	۰/۱۶ b	۳/۷ b	۲/۹ a	۲/۷۹ b

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

جدول ۳: مقایسه میانگین های اثر بر هم کنش پیش تیمار هورمونی و اسمزی بر شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی

اسپرس

جیبرلین (mg.Lit ⁻¹)	پلی اتیلن گلیکول (%)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (cm)	طول ساقچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (g)	شاخص بنه بندر	آلفا آمیلاز (mM g ⁻¹ min ⁻¹)	پراکسیداز (ODmin ⁻¹ g ⁻¹ FW)	پروتئین (mg.g DW ⁻¹)
۰	۰	۶۵/۷۱ c	۱۱/۵۶ d	۲/۵۴ ab	۲/۱۶ cd	۰/۱۶۵ bcd	۳/۰۸ d	۲/۴۲ cd	۱/۷ e	۲/۸۸ b
۰	۵	۷۱/۲۲ bc	۱۳/۷ bcd	۲/۲۴ b	۱/۷۵ d	۰/۱۳۹ de	۲/۸۴ de	۲/۵۶ cd	۲/۰۵ de	۳/۰۶ b
۰	۱۰	۸۱/۲۷ ab	۱۲/۲۳ cd	۱/۴۳ c	۱/۷۷ cd	۰/۱۰۹ e	۲/۵۳ e	۳/۸۵ ab	۲/۳۳ cde	۲/۳۷ b
۱۰۰	۰	۸۵/۷۳ a	۱۵/۸۱ abc	۳ a	۲/۰۱ cd	۰/۱۶۸ bcd	۴/۳ a	۲/۱۵ d	۲/۲۲ de	۳/۷۱ ab
۱۰۰	۵	۸۷/۵۸ a	۱۸/۵۷ a	۲/۳۷ b	۲/۸۱ a	۰/۲۳۴ a	۴/۵۴ ab	۳/۸۲ ab	۳/۵۷ ab	۴/۵۴ a
۱۰۰	۱۰	۸۳/۸۷ a	۱۸/۰۶ a	۲/۴۸ ab	۱/۸۹ cd	۰/۲۰۵ abc	۳/۶۵ c	۴/۳۱ a	۲/۲۵ cde	۳/۱۹ ab
۲۰۰	۰	۷۱/۴۹ bc	۱۳/۷۳ bcd	۲/۱۴ b	۲/۲۷ bc	۰/۱۵ cde	۳/۱۶ d	۴/۱۴ a	۳ bcd	۳/۵۵ ab
۲۰۰	۵	۸۲/۰۲ ab	۱۶/۵۴ ab	۲/۶۱ ab	۲/۶۸ ab	۰/۲۱ ab	۴/۳۳ ab	۴/۴۳ a	۳/۲۷ abc	۳/۷۲ ab
۲۰۰	۱۰	۹۲/۶۶ a	۱۶/۰۳ ab	۲/۳۹ b	۱/۸۶ cd	۰/۱۵۴ cde	۳/۹۳ bc	۳/۱۷ bc	۴/۱۱ a	۲/۸۱ b

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

پروتئین

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

بیشترین مقدار پروتئین در پیش تیمار بذور با جیبرلین، در تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین (۳۷/۵۵٪ افزایش نسبت به شاهد) رخ داد، همچنین مشاهده شد که سطح ۰.۵٪ پلی اتیلن گلیکول با افزایش ۱۱/۵۴ درصدی و سطح ۱.۰٪ پلی اتیلن گلیکول با کاهش ۱۷/۴۶ درصدی میزان پروتئین همراه بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین در اثر هم زمان جیبرلین با پلی اتیلن گلیکول مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین با ۰.۵٪ پلی اتیلن گلیکول به مقدار ۴/۵۴ میلی گرم در گرم وزن خشک به دست آمد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که پیش تیمار بذور با جیبرلین موجب افزایش درصد جوانه زنی شد. جیبرلین باعث سنتز آنزیم های هیدرولیزکننده در بذر و در نتیجه تجزیه نشاسته و سایر مواد غذایی می شود و در نهایت باعث انتقال این مواد به جنین در حال رشد می شود. جیبرلین ها همچنین فعالیت آنزیم کاکتول اکسیداز را افزایش می دهند و موجب کاهش میزان مواد فنولی بذر و در نتیجه تحریک جوانه زنی می شوند (۴). تیمار بذور با هورمون جیبرلین بر سرعت جوانه زنی مؤثر بود. به نظر می رسد دلیل بالا بودن سرعت جوانه زنی در خصوص آزادسازی آنزیم های تجزیه کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر باشد (۱۶). می توان چنین استنباط کرد که پیش تیمار بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه زنی می شود (۳۶)، همچنین در طی پیش تیمار بذر سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و بر بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تأثیرگذار می باشد (۱۹).

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 جوانه زنی را افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و همچنین اسیدی کردن محیط آندوسپرم برای افزایش فعالیت سایر آنزیم های هیدرولیزی دانسته اند (۲۴). گزارش شده است که جیبرلین باعث افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در هنگام جوانه زنی جهت تجزیه نشاسته گردیده و این مسأله موجب تقویت بنیه بذر می شود که نتیجه آن، درصد سبز یکنواخت تر خواهد بود (۳۲). نقش اصلی جیبرلین در تحریک جوانه زنی فعال نمودن سنتز mRNA کدکننده آنزیم های دخالت کننده در جوانه زنی بذر به ویژه آنزیم آلفا آمیلاز است. لایه آلرون مسئول تولید آنزیم آلفا آمیلاز در پاسخ به جیبرلین می باشد (۴۰). بر اساس نتایج تحقیق پیش تیمار بذور با جیبرلین سبب افزایش طول ساقچه و ریشه چه و وزن خشک گیاهچه شد. اثرات مفید پیش تیمار با غلظت بهینه جیبرلین ممکن است به واسطه نقش بهینه آن در تسریع و یهپود سبز شدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (۲۵). جیبرلین ها 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 می شود (۶). برخی مطالعات نشان داده است که جیبرلین از طریق تحریک رشد رویشی موجب افزایش وزن خشک گیاه می گردد (۲۸). جیبرلین از طریق تحریک سنتز آنزیم های

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 تقسیم سلولی و طولیل شدن سلولها سبب افزایش رشد رویشی می گردد (۳۸). افزایش خصوصیات جوانه زنی ممکن است به دلیل آمادگی برای تقسیم و افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی باشد (۲۹). نتایج حاکی از آن بود که کاربرد جیبرلین به عنوان پیش تیمار بذور با افزایش میزان پروتئین همراه بود. جیبرلین احتمالاً سطح پروتئین را از طریق کاهش فعالیت آنزیمهای درگیر در کاتابولیسم mRNA مانند ریبونوکلاز افزایش می دهد و منجر به افزایش سنتز پروتئین می شود (۳۸). جیبرلین با تقویت و تشدید متابولیسم نشاسته و فعالیت آمیلاز باعث رشد بهتر گیاهچه ها می شود (۳).

اعلام شده است که پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول باعث تسریع و یکنواختی و همچنین سبب افزایش سبز شدن جوانه ها می شود (۲۳). محققان پیش تیمار بذور با پلی اتیلن گلیکول را مناسب دانستند و علت آن را تسریع و یکنواختی سرعت و درصد جوانه زنی 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 می شود و در نهایت درصد و سرعت جوانه زنی و رشد ریشه چه و ساقه چه را افزایش می دهد (۳۵). افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول منجر به کاهش سرعت جوانه زنی شد، که حاکی از آن است که افزایش غلظت آن باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر شد (۲). به رغم مزایایی که اسموپرایمینگ در افزایش کارایی بذور دارد، اعمال این تیمار ممکن است یک سری محدودیت هایی هم داشته باشد. مثلاً بعضی از مواد استفاده شده در اسموپرایمینگ ممکن است جذب بذر شده و ایجاد سمیت کند (۱۴) و یا این که ماده شیمیایی پلی اتیلن گلیکول که در سطح وسیعی هم در اسموپرایمینگ استفاده می شود، در غلظت های بالا مانع جذب اکسیژن توسط بذر می شود، از سویی دیگر در هنگام جدا کردن این مواد که توسط شستشو با آب معمولی انجام می شود ممکن است آب بیشتری جذب بذرها شود (۴۱). احتمالاً غلظت های بیشتر سبب مسمومیت یا تولید مواد سمی در بذر می شوند (۱۷).

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، پیش تیمار بذور اسپرس با جیبرلین و پلی اتیلن گلیکول سبب بهبود و افزایش شاخص های جوانه زنی و بیوشیمیایی اسپرس شد. به نظر حضور فاکتورهای پیش تیمار با افزایش فعالیت آلفا آمیلاز سبب بهبود جوانه زنی و با افزایش میزان پروتئین سبب بهبود رشد گیاهچه گردید، همچنین مشاهده شد که با افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول از ۰.۵٪ به ۱.۰٪ رشد ریشه چه و ساقه چه و میزان پروتئین نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد.

منابع

- ۱- پرمون، ق.، عبادی، ع.، قوی عزم، ع. و میری، م. ۱۳۹۲. اثر پیش تیمار بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه بایبونه در شرایط شوری. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۶ (۳): ۱۶۴-۱۴۵.
- ۲- رضایی سوخت آبدانی، ر.، محسنی، ا.، رمضان، م. و مبصر، ح. ر. ۱۳۸۸. تأثیر پرایمینگ بر صفات جوانه زنی بذر ذرت K.SC 640. یافته های نوین کشاورزی. سال چهارم. ۱: ۶۱-۴۹.
- ۳- زارع، م.، مهرابی اولادی، ع. ا. و شرفزاده، ش. ۱۳۸۵. بررسی اثرات اسید جیبرلیک و کیتین بر جوانه زنی و رشد گیاهچه های گندم تحت تنش شوری. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲ (۴): ۸۶۵-۸۵۵.
- ۴- عمواقی، ر. ۱۳۸۳. تأثیر برخی تنظیم کنندگان رشد در تحریک جوانه زنی بذر کما (*Ferula ovina*). مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان. ۲۴ (۲): ۵۰-۳۹.
- ۵- عیسوند، ح. ر.، آذرینا، 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. ۴۲ (۴): ۷۸۹-۷۹۷.
- ۶- فتحی، ق. و اسماعیل پور، ب. ۱۳۷۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی اصول و کاربرد (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۷- مسرت، ن.، سیادت، ع.، شرفی زاده، م. و حبیبی خانیانی، 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: ۵۹-۴۹.
- ۸- معصومی زواریان، ا.، یوسفی راد، م. و اصغری، م. ۱۳۹۴. اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر ویژگی های جوانه زنی و بیوشیمیایی ماریتیغال (*Silybum marianum L.*) در شرایط تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر، سال پنجم. ۲: ۴۸-۴۰.
- ۹- یداللهی نوش آبادی، س. ج. و شریف زاده، ف. ۱۳۹۴. اثر پیش تیمار بذور با جیبرلیک اسید بر شاخص های جوانه زنی علف گندمی تحت تنش خشکی. فصلنامه بوم شناسی 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, (*Vigna 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 germination. 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 starch 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.** Gibberlic 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.** The osmotic 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 Molecular 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 Technology* 29: 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.