بررسی تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بالنگو شهری (*Lallemantia iberica* F and C.M.) تحت تنش خشکی

زهرا مرادیان*[۱]، حشمت امیدی[۲]، طاهره کریمی[۳]، فرشته آزادبخت[۴]، رحیم بازمکانی[۵]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد،گروه تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۲]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۵]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بالنگوی شهری تحت تنش خشکی، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل آزمایش شامل: پیش تیمار با جیبرلین (صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، آبسیزیک اسید (صفر و ۵ میکرومولار) و تنش خشکی (صفر، ۳-، ۶-، ۹-، ۱۲- و ۱۵- بار) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پیش تیمار بر طول ساقه‌چه، جوانه غیر نرمال، ضریب آلومتریک و درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد، بر طول گیاهچه و جوانه نرمال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تنش خشکی بر تمامی صفات مذکور بغیر از جوانه نرمال و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل پیش تیمار و تنش خشکی بر طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، ضریب آلومتریک، درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی بر بقیه صفات غیر معنی‌دار بود. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به پیش تیمار جیبرلین (۹۱ درصد) بود که افزایش ۱/۴۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت. هم‌چنین بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار عدم تنش خشکی (۹۲/۵ درصد) بود که افزایش۴/۷۲ درصدی را نسبت به تیمار تنش خشکی ۱۵- بار نشان داد. کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۲/۰۲ روز) با پیش تیمار آبسیزیک اسید ۵ میکرومولار و عدم تنش خشکی بدست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با جیبرلین باعث افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بالنگو می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بالنگو شهری، پیش تیمار بذر، تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی بذر

*نویسنده مسئول: zahra.moradian23@gmail.com

مقدمه

شرایط اکولوژیک، تنوع اقلیمی بی‌نظیر کشور به همراه پدیده‌های اکولوژی و جغرافیایی موجب شده است که ایران از غنای چشمگیری گیاهی برخوردار باشد، بیش از یک چهارم ۸۰۰۰ گونه گیاهی موجود در کشور را گونه‌های دارویی و معطر تشکیل می‌دهند (Babaee et al., 2010). بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica*) که به تیره نعناع تعلق دارد، گیاهی‌ست یک ساله، تقریباً بدون کرک، به ارتفاع ۲۰- ٤٠ سانتی‌متر (Emad, 1999). در حال حاضر این گیاه جهت تولید دانه، روغن و موسیلاژ کشت می‌شود (Kazmi et al., 2011). از موسیلاژ آن در درمان اختلالات گوناگون نظیر برخی اختلالات عصبی، کبدی و بیماری‌های کلیوی و نیز بیمارهای گوارشی مثل رفلاکس و از روغن آن در صنایع غذایی، روشنایی، روغن جلا، روغن نقاشی و روغن گریس استفاده می‌شود (Amanzadeh et al., 2011). گیاهان در طول دوره رشد خود در معرض تنش‌های گوناگونی قرار دارند. در این میان کمبود آب بزرگ‌ترین چالش در تولید محصول خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران می‌باشد (Munns, 2006).

شناسایی زمان بحرانی و زمان‌بندی آبیاری بر مبنای یک برنامه دقیق و اساسی برای گیاه، نقش کلیدی جهت نگهداری آب و بهبود عملیات آبیاری و قابلیت تحمل گیاه به کمبود آب در کشاورزی دارد (Babaee et al., 2010). علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب، یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو عامل است که بر اثر آن میزان تلفات آب ناشی از تعرق از میزان جذب آن توسط ریشه‌ها بیش‌تر بوده و میزان تنش افزایش می‌یابد (Hajebi and Heidari Sharif Abad, 2005). گونه‌های فعال اکسیژن[1] تولید شده از تنش خشکی ممکن است باعث ایجاد صدماتی مثل اکسید شدن لیپیدها، تغییر ساختمان پروتئین‌ها، غیر فعال شدن آنزیم‌ها، از بین رفتن ترکیبات رنگیزه‌ای مثل کلروفیل و آسیب به DNA شوند (Habibi et al., 2004). جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل زیستی و تعیین کننده در چرخه رشدی گونه‌های گیاهی است زیرا تضمین کننده استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن است (Zara et al., 2006). در مرحله جوانه‌زنی بذر، محیط خاک اغلب برای جوانه‌زنی و رشد سریع گیاهچه مناسب نیست. تنش‌های زنده و غیر زنده ازجمله غرقاب، تنش خشکی و شوری می‌توانند سرعت جوانه‌زنی و رشد را کاهش داده و یا به طور کامل از جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه جلوگیری نمایند (Ashasf and Foolad, 2005). پیش‌تیمار بذر یکی از روش‌های بهبود جوانه‌زنی و رشد در شرایط تنش محیطی می‌باشد. تیمار بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذرها پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. علت تسریع جوانه‌زنی در این بذرها می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفا آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و ارتقا عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Afzal et al., 2006). جیبرلین‌ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند که از واحدهای ایزوپرن ساخته شده‌اند. از اثرات فیزیولوژیکی جیبرلین‌ها می‌توان به افزایش رشد طولی، تقسیم سلولی، تغییرات در جوانی، جنسیت گل‌ها، تحریک رسیدن میوه، رشد میوه و جوانه زدن دانه اشاره کرد. جیبرلین‌ها توسعه پذیری سلول‌های گیاهی را افزایش می‌دهند. آبسیزیک اسید نقش مهمی در انتقال سیگنال برای تولید مواد محلولی از قبیل پرولین، گلیسین، بتائین و چند ترکیب دیگر دارد که سبب تنظیم فشار اسمزی درون سلول‌ها می‌شود. در گیاهان دارویی، اهلی کردن و کشت زراعی آن‌ها، شناسایی و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و مطالعه عکس‌العمل آن‌ها در برابر خشکی و شناخت ویژگی‌های مربوط به هر کدام از عوامل موثر در رشد برای درک

1. Reactive Oxygen Species

مکانیسم‌های مقاومت به خشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بالنگو شهری تحت تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بالنگوی شهری تحت تنش خشکی، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد اجرا شد. بذرهای بالنگوی شهری 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 ۲٤ ساعت در دمای آزمایشگاه (Parmoon et al., 2013) در دمای ٤- ۱۰ درجه سلسیوس (Yadollahi nooshabadi and shariefzadeh, 2015) به‌طور جداگانه در هر یک از پیش تیمار با جیبرلین در دو سطح (صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و پیش تیمار با آبسیزیک اسید در دو سطح (صفر و ۵ میکرومولار) غوطه‌ور شدند. در پایان این مدت بذور را از محلول خارج کرده و سه بار با آب معمولی و یک بار با آب مقطر شستشو داده (Al-Karaki, 1998) و سپس به مدت ۲٤ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک شدند. در مرحله دوم پتانسیل مختلف سطوح خشکی با فرمول میشل و کافمن و با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۱۲۲۲ استفاده گردید (Michel and Kaufmann, 1973). ۲۵ عدد بذر در داخل هر پتری‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر روی کاغذ صافی (واتمن شماره ۲) قرار داده شد. به منظور کاهش تبخیر آب ظروف پتری با پارافیلم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱٤ روز نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه زده از روز دوم به‌صورت روزانه در ساعتی معین انجام گردید. به هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده، تلقی شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها حداقل دو میلی‌متر بود (ISTA, 2009). پس از ۱٤ روز 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 آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲٤ ساعت اندازه‌گیری شد (Turan et al., 2010).

درصد جوانه‌زنی (Alizadehm and Isvand, 2004)، متوسط زمان جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1987) و ضریب آلومتریک (Hussain, 1989) بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شد.

تعداد بذر / (۱۰۰× تعداد بذر جوانه زده تا روز n ام) = درصد جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی/ یک = میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)

میانگین وزن خشک ریشه‌چه/ میانگین وزن خشک ساقه‌چه = ضریب آلومتریک

شاخص وزنی بنیه بذر نیز از حاصل درصد جوانه‌زنی نهایی در وزن گیاهچه به دست آمد (Abdual-baki and Anderson, 1973):

وزن گیاهچه × درصد جوانه‌زنی= شاخص بنیه 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

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پیش تیمار بر صفات طول ساقه‌چه، جوانه غیر نرمال، ضریب آلومتریک و درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد و بر طول گیاهچه و جوانه نرمال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر صفات طول ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه و متوسط زمان جوانه‌زنی غیر معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تنش خشکی بر تمامی صفات مذکور بغیر از جوانه نرمال و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل پیش تیمار و تنش خشکی بر طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، ضریب آلومتریک، درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی بر طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، تعداد جوانه نرمال و تعداد جوانه غیر نرمال غیر معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه بالنگو شهری تحت تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)								
		طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	جوانه نرمال	جوانه غیر نرمال	ضریب آلومتریک	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی
پیش تیمار	۳	۹/۱۰۱ ^{ns}	۲/۳۵ **	۲۲/۵۱ *	۰/۰۰۰۰۰۵ ^{ns}	۱۲/۵۷ *	۱٤/۲٤ **	۰/٤۱۲ **	۲٦/۵۲ **	۰/۳ ^{ns}
تنش خشکی	۵	۳۰/۵٦ **	۰/۱۹ **	٤٦/٦۱ **	۰/۰۰۰۰۱ **	۱/۵۷ ^{ns}	٤/۸۷ **	۰/٦٤۵ **	۳۳/۷۹ **	۰/۳۹ ^{ns}
تنش‌خشکی× پیش تیمار	۱۵	٤/۷ ^{ns}	۰/٤۸ **	۱۳/۲٤ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵ **	٤/۱۵ ^{ns}	۱/۳۵ ^{ns}	۱٦/۸۲۵ **	۲۷/۱۹ **	۰/٦۵ **
خطا	۲٤	٤/۱	۰/۱۰	۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۳/۳۵	۱/۱۸	۰/۰۱	۲	۰/۲۲
ضریب‌تغییرات	–	۲٦/۷۲	۹/۵۲	۲۷/٤۸	۲۸	۱۰/۸۳	۱۹/۷۳	۱۹/٤۱	۱/٤۵	۱۷

ns، * و **به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

طول ساقه‌چه: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پیش تیمار و تنش خشکی بر طول ساقه‌چه نشان داد که بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۷/٤ سانتی متر) مربوط به پیش تیمار جیبرلین و عدم تنش خشکی می‌باشد (جدول ٤).

جدول ۲: نتایج مقایسه میانگین تأثیر پیش تیمار هورمونی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بالنگوی شهری

سطوح پیش‌تیمار	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	جوانه نرمال	جوانه غیرنرمال	ضریب آلومتری	درصد جوانه‌زنی
شاهد	۲/۱۳b	۸/٦۰b	۱۵/٤۱b	۷a	۰/۳٦b	۸۹/٦٦a
جیبرلین (۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)	۳/۲۵a	۱۱/۱٤a	۱۷/۰۸۳a	۵/٦٦b	۰/٦۹a	۹۱a
آبسیزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/۷٤c	۸/۰٦c	۱۷/۷۵a	٤/۸۳۳bc	۰/۳۰b	۸۸/۳۳b

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

طول ریشه‌چه: نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر طول ریشه‌چه نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه‌چه مربوط به تنش خشکی ۳- بار (۹/۱٤ سانتی‌متر) بود که البته از لحاظ آماری با تیمار تنش خشکی ٦-، ۹- و ۱۲- اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمار تنش خشکی ۱۵- بار (۳/۸۳ سانتی‌متر) بود (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج مقایسه میانگین تأثیر **تنش خشکی بر** شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه **بالنگوی شهری**

سطوح تنش خشکی (بار)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	جوانه غیر نرمال	ضریب آلومتری	درصد جوانه‌زنی
شاهد	٦/٤٥ b	۳/۸۷a	۱۰/۷۵ abc	٦/۳۷a	۱a	۹۲/۵۰a
-۳	۹/۱٤ a	۲/٦٤ab	۱۰/۸۷ab	۵/۲۵bcd	۰/۳۲b	۹۰b
-٦	۹/۰۳ a	۲/۳۳ab	۱۳/۰۲a	٦/۲۵ab	۰/۳۰b	۸۹b
-۹	۸/۱۰ ab	۱/۸۱ c	۸/۹۲ bc	۵cd	۰/۲۹cb	۸۸/۳۳b
-۱۲	۷/۲۳ab	۱/٦۸c	۸/۰۳cd	٤/۳۷d	۰/۲٦cb	۸۸/۵۰b
-۱۵	۳/۸۳c	۱/٦۲ c	٦/۱۷d	۵/۸۷abc	۰/۲ c	۸۸/۳۳b

جدول ٤: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پیش تیمار هورمونی و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بالنگوی شهری

سطوح تنش خشکی (بار)	سطوح پیش تیمار	طول ساقه چه (سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	ضریب آلومتریک	درصد جوانه زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)
شاهد	شاهد	۵/۳ b	۰/۰۰۲ ef	۰/۷۳ a	۹٦ ab	۲/٦ cdefg
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	۷/٤ a	۰/۰۰۲ ef	۲/٦۲ a	۱۰۰a	۲/۰۲ g
	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/٦٤ c	۰/۰۰۱ f	۰/۳۰۵ de	۸۲ b	۲/۷۲ bcdefg
تنش خشکی ۳- بار	شاهد	۱/۸٦ c	۰/۰۰۵۵ abcd	۰/۲ e	۸٤ ab	۲/۳٦ efg
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	٤/۸۵ b	۰/۰۰۸ ab	۰/۱۵ e	۱۰۰ a	۲/۰۷ efg
	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۲/۰۷ c	۰/۰۰۷ abc	۰/۲۹۵ de	۹٦ ab	۲/۲٤ efg
تنش خشکی ٦- بار	شاهد	۱/۳۵ c	۰/۰۰٤ cdef	۰/۳۵cde	۹۲ ab	۳/۱۲ bcde
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	۱/۹٤ c	۰/۰۰۵ bcde	۰/۲۵e	۹۰ ab	۲/۵ defg
	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/۸٤ c	۰/۰۰۷ abc	۰/۲۳ e	۹٤ ab	٤/۲۳ a
تنش خشکی ۹- بار	شاهد	۱/۵۳ c	۰/۰۰۷ abc	۰/۲ e	۸۸ ab	۳/۰٦ bcde
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	۱/۷٤ c	۰/۰۰۵ bcde	۰/٦۱bcd	۸۸ ab	۲/۵۵ cdefg

	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/۵۷ c	۰/۰۰۳۵ fde	۰/۳۳۵cde	۹۲ ab	۳/۳٤ abcd
تنش خشکی ۱۲- بار	شاهد	۱/۵۲ c	۰/۰۰۸۵ a	۰/۲۳۵ e	۸٦ ab	۳ bcdef
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	۱/٦٦ c	۰/۰۰٦ abcd	۰/۲٦۰ e	۸٦ ab	۲/۲۵ efg
	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/٦۰ c	۰/۰۰۳۵ fde	۰/٤٤۵bcde	۸٦ ab	۳/٦۸ ab
تنش خشکی ۱۵- بار	شاهد	۱/۲۲ c	۰/۰۰۷ abc	۰/٦۲۵ cb	۸۰ b	۲/۷۵ bcdefg
	جیبرلین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر	۱/۹۲ c	۰/۰۰٦abcd	۰/۲٦ e	۹٦ ab	۲/٦ cdefg
	آبسزیک اسید ۵ میکرومولار	۱/۷۵ c	۰/۰۰٦abcd	۰/۲٤ e	۹۲ ab	۳/۵۲ abc

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

طول گیاهچه: نتایج مقایسه میانگین اثر پیش تیمار بر طول گیاهچه نشان داد که بیش‌ترین طول گیاهچه مربوط به پیش تیمار جیبرلین (۱۱/۱٤ سانتی‌متر) بود که افزایش ۲۳/۵۳ درصدی را نسبت به عدم پیش تیمار جیبرلین نشان داد (جدول۲). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر طول گیاهچه نشان داد که بیش‌ترین طول گیاهچه مربوط به تیمار تنش خشکی ٦- بار (۱۳/۰۲سانتی‌متر) بود که البته از لحاظ آماری با تیمار تنش خشکی ۳- بار و شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین مربوط به تیمار تنش خشکی ۱۵- بار (٦/۱۷ سانتی‌متر) بود که البته از لحاظ آماری با تیمار تنش خشکی ۱۲- بار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

درصد جوانه‌زنی: هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پیش تیمار و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به پیش تیمار جیبرلین و عدم تنش خشکی (۱۰۰) و کم‌ترین آن مربوط به تیمار عدم جیبرلین تحت تنش خشکی ۱۵- بار (۸۰) بود که البته از لحاظ آماری با تیمارهای عدم پیش تیمار آبسیزیک اسید و تنش خشکی ۱۲- بار و نیز پیش تیمار آبسیزیک اسید و عدم تنش خشکی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

متوسط زمان جوانه‌زنی: نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پیش تیمار و تنش خشکی بر متوسط زمان جوانه‌زنی نشان داد که کم‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۲/۰۲ روز) آن مربوط به عدم تنش خشکی و پیش تیمار آبسیزیک اسید بود (جدول ٤).

بحث

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات گیاهی را کاهش می‌دهد. با این وجود، برخی گونه‌های گیاهی قادرند با اتخاذ برخی راهبردها، موجب افزایش سازگاری با شرایط خشکی و نیز افزایش قدرت جذب آب از طریق ریشه‌ها شوند. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تنش خشکی تا ۱۲- بار طول ریشه‌چه افزایش یافت اما در تنش خشکی ۱۵- بار از طول ریشه‌چه کاسته شد. با توجه به این که کم‌ترین طول ریشه‌چه در تیمار شاهد بدست آمد، می‌توان به این نتیجه رسید که تنش خشکی باعث تحریک رشد طولی ریشه‌چه شده است. که

با گزارش Bandurska و Stroinski (2005) مطابقت داشت. گزارش این محققین حاکی از آن بود که افزایش طول ریشه در شرایط تنش خشکی در تعدادی گونه‌ها رخ داده است.

یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش، جذب بیش‌تر آب جهت جوانه‌زنی است که این امر خود باعث افزایش فعالیت‌های متابولیکی در داخل بذر جهت جوانه‌زنی می‌شود (El-Sharkawi et al., 1989). آزمایش‌های مختلف نشان‌دهنده افزایش طول ریشه‌چه در تنش‌های ملایم است و هم‌چنین اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی، افزایش رشد ریشه‌چه به منظور جذب حداکثر رطوبت گزارش شده است (Marchner, 1995). Khalesro و Aghaalikhani (2007) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی از ۰/٤ مگاپاسکال، طول ریشه‌چه بذرهای سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. هم‌چنین Macar et al. (2009) در بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود (*Cicer arietinum*) دریافتند که با افزایش پتانسیل، رشد ریشه‌چه بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتایج پژوهش حاضر در تضاد بود. در این پژوهش پیش تیمار آبسیزیک اسید و جبیرلین اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه بذور بالنگوی شهری نداشته است. گزارش‌ها حاکی از آن است که پیش تیمار جیبرلین باعث افزایش درصد سبز شدن، ویگور، وزن خشک گیاهچه و طول ریشه‌چه بذور *Bromus inermis* شد (Eisvand, 2010) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت. زیرا غلظت درونی اسید جیبرلیک در بذر آن‌ها برای آغاز فرایند جوانه‌زنی کم است (Yamauchi et al., 2004). گزارش شده است که پیش تیمار بذر با تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی و پروتئین‌های بذر در ارتباط می‌باشد که با افزایش در مصرف مواد ذخیره‌ای سبب بهبود در شاخص‌های جوانه‌زنی تحت شرایط تنش می‌شود (Ansari et al., 2013). هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تنش خشکی از رشد طولی ساقه‌چه گیاهچه بالنگو شهری کاسته شد. Macar et al. (2009) با بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود (*Cicer arietinum*) گزارش کردند که با افزایش پتانسیل، رشد ساقه‌چه بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت. یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین است (Kafi et al., 2005). هم‌چنین پیش تیمار جیبرلین باعث تحریک رشد طولی ساقه‌چه ولی پیش تیمار آبسیزیک اسید بازدارنده رشد طولی ساقه‌چه بالنگو شهری بود که با نتایج Eisvand (2010) مطابقت داشت. این محقق گزارش کرد که پیش تیمار جیبرلین باعث افزایش طول ساقه‌چه بذور *Bromus inermis* شد. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذور بالنگوی شهری شده است. که با گزارش‌های زیر مطابقت داشت. Kafi et al. (2005) بیان کرده است که با کاهش پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت که با گزارش Salehifar (2010) مطابقت داشت. هم‌چنین گزارش‌ها حاکی از آن است که در شرایط تنش خشکی کاهش جذب آب توسط بذر، باعث کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر، کاهش ترشح هورمون‌ها، کاهش فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه شده است (Boydak et al., 2003) که با گزارش Murillo-Amador et al. (2002) مطابقت داشت. با توجه به اینکه درصد جوانه‌زنی بذور شاهد از لحاظ آماری با تیمارهای پیش تیمار جیبرلین اختلاف معنی‌داری نداشته است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بذور بالنگوی شهری مشکل خواب و عدم جوانه‌زنی نداشته است. که با گزارش Ansari et al. (2012) و Ansari and Sharif-Zadeh(2012) هم‌خوانی نداشت. آنان گزارش کردند که تیمار بذر چاودار کوهی با جیبرلین سبب افزایش در درصد جوانه‌زنی تحت شرایط تنش می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که پیش تیمار با جیبرلین و آبسیزیک اسید به ترتیب اثر تحریک کننده و بازدارنده بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور بالنگوی شهری دارد. برای دستیابی به درصد جوانه‌زنی مطلوب تحت شرایط تنش خشکی بهتر است از پیش تیمار جیبرلین با غلظت‌های بیش‌تر استفاده شود. تنش خشکی حتی به میزان جزیی اثر منفی بر درصد جوانه‌زنی بالنگو دارد.

Reference

Afzal A., Aslam N., Mahmood F., Hameed A., Irfan S. and Ahmad G. 2006. Enhan cement of germination and emergence of canola seeds by different priming Techniques. Garden depesquisa Bio. 16(1):19- 34.

Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P. and Jabbari, F. 2004. An Introduction to Plant Physiology (translated). The first volume. Tehran University Press. P 653.

Alizadeh, 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.

Al-Karaki, G.N. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. Journal of Agronomy and Crop Science 181: 229-235.

Amanzadeh, Y., Khosravi Dehaghi, N., Gohari, A.R., Monsef-Esfehani, H.R. and Sadat Ebrahimi, S.E. 2011. Antioxidant activity of essential oil of *Lallemantia iberica* in flowering stage and post-flowering stage. Tehran University of Medical Sciences. Research Journal of Biological Sciences. 6(3): 114-117.

Ansari, O. and Sharif-Zadeh, F. 2012. Does Gibberelic acid (GA), Salicylic acid (SA) and Ascorbic acid (ASc) improve Mountain Rye (*Secale montanum*) seeds germination and seedlings growth under cold stress?. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3(8): 1651-1657.

Ansari, O., Azadi, M.S., Sharif-Zadeh, F. and Younesi, E. 2013. Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress conditions. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 9(3): 61-71.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre sowing seed treatment – Ashotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-265.

Boydak M., Dirik H., Tilki F. and Calikoglu M. 2003. Effects of water stress on germination in six provenances of Pinus brutiaseeds from different bioclimatic zones in Turkey. Turk, Journal of Agricultural. 27: 91-97.

Babaee, K., Dehaghi, M.A., Sanavi, S.A.M.M. and Jabbari, R. 2010. "Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.)," Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26: 239–251. (In Persian).

Bandurska, H. and Stroinski, A. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiologiae Plantarum, 27(3): 379-386.

Eisvand, H.R., Alizadeh M.A. and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and nonaged seeds of Bromgrass affects seedling physiological characters. Journal of New seed. 11: 52-64.

El-Sharkawi, H.M., Farghali, K.A. and Sayed, S.A. 1989. Interactive Effects of Water Stress, Temperature and Nutrients in Seed Germination of Tree Desert Plants. Academic Press of Egypt.

Ellis, R.A. and Roberts. E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409.

Emad, M. 1999. Identify plants and industrial forest and pasture and use of them, Vol. III, p 0.152 Research Institute Kariz. P 152.

Habibi, D., Mashdi Akbar Boojar, M., Mahmoudi, A., Ardakani, M.R. and Taleghani, D. 2004. Antioxidative enzyme in sunflower subjected to drought stress. 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September-10 October pp. 1-4.

Hajebi, A.H. and Heidari Sharif Abad, H. 2005. Investigation of effect of drought on growth and nodulation of three species of clover. Pajouhesh & Sazandegi, 66: 22-13.

Hussain, F. 1989. Field and laboratory manual of plant ecology. University Grants Commission, Islamabad.

Kafi, M. Nezami, A., Hosaini, H. and Masomi, A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. Iranian Agricultural Research. 3: 69-79.

Kazemi, A., Clark, H., James, A. and Kraus, G. 2011. Advanced oil crop bio refineries (RSC Green Chemistry). Royal Society of Chemistry (Nov 25, 2011). RSC Publishing.

Khalesro, S.H. and Aghaalikhani, M. 2007. Effect of salinity and water Deficit stress on seed germination of sorghum and pearl millet Lvfh¬Ay. Pajouhesh & Sazandegi, 77: 153-163.

growth of cowpea // Journal of Agronomy. Crop. Sciences. 188 (235 – 247).

Macar, T.K., Turan, O. and Ekmekci, Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. G.U. Journal of Science, 22: 5-14.

Marchner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

Munns, R. 2006. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ.36:239-250.

Murillo-Amador, B., Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J. and Flores-Hernandez, A. 2002. Comparative effects of NaCl and polyethy-lene glycol on germination, emergence and seedling

Salehi far, D. 2010. Comparison of the effects of drought stress on germination and seedling growth of 8 Genetic beans. Crop Science Congress of Iran, Shahid Beheshti University.

Yamauchi, Y., Ogawa, M., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. Plant Cell. 16: 367-378.

Zare, M., Mehrabi oladi, A.A. and Sharaf zadeh, Sh., 2006. Investigation of GA3 and Kinetin Effects on Seed Germination and Seedling Growth of Wheat under Salinity Stress. Journal of Agricultural Sciences 12(4), 855-865.