تأثیر پیش‌تیمار با ایندول بوتیریک اسید بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر لوبیا چیتی در تنش شوری

نیلوفرآقایی‌پور[۱]، محسن زواره[۱*] و محمد رضا خالدیان[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۸)

چکیده

به منظور بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با ایندول بوتیریک اسید بر ویژگی‌های جوانه‌زنی لوبیا در تنش شوری، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در آزمایشگاه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش، سه سطح پیش‌تیمار (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید) و پنج سطح شوری ناشی از NaCl (صفر، ۱، ۲، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان از اثر معنی‌دار ایندول بوتیریک اسید بر طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ضریب آلومتری داشت. شوری‌های مختلف هم اثرهای متفاوت و معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر و ضریب آلومتری داشتند. با این حال، برهمکنش تنش شوری و ایندول بوتیریک اسید تنها در مورد ضریب آلومتری معنی‌دار بود. در این آزمایش، سرعت و درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید باعث افزایش طول ساقه‌چه (از ۱/۹ به ۲/۱ سانتی‌متر)، وزن خشک ریشه‌چه (از ۰/۰۳ به ۰/۰۵ گرم) و ضریب آلومتری (از ۰/۷۱ به ۱/۰۶) شده و افزایش شوری بستر باعث کاهش جوانه‌زنی طول ریشه‌چه (از ۲/۶ به ۲ سانتی‌متر)، شاخص بنیه بذر (از ۲۰۲/۸ به ۱۴۷/۷) و ضریب آلومتری (از ۱/۱ به ۰/۷۸) شد. افزایش شوری در ابتدا سبب افزایش طول ساقه‌چه و سپس کاهش آن شد. بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از ایندول بوتیریک اسید در پیش‌تیمار کردن بذرها بتواند از راه افزایش طول ریشه‌چه استقرار بهتری را برای گیاهچه‌ها در شرایط شور ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: ضریب آلومتری، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، گیاهچه

۱. گروه زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. گروه آبیاری، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mzavareh@guilan.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]

مقدمه

لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* L.، گیاهی دیپلوئید (۲n=۲۲)، سه کربنه، یکساله، خودگشن و گرمادوست از خانواده بقولات (Fabaceae)، زیرخانواده پروانه‌آسا (Papilionoideae) است. این گیاه تأمین‌کننده پروتئین، انرژی، ویتامین و مواد معدنی در غذای بسیاری از مردم جهان می‌باشد.

شوری، که عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق جهان است، حدود ۳۲۰ میلیون هکتار از زمین‌های دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده و تهدید جدی برای تأمین پایدار غذای انسان‌ها محسوب می‌شود. شوری می‌تواند به‌طور گسترده بر همه مراحل رشد و نمو گیاهان، از جمله گل‌دهی و تشکیل میوه، اثر گذاشته و در کنار کاهش عملکرد اقتصادی، سبب افت کیفی تولید هم شود (۳).

در چرخه زندگی گیاهان رشد محدود، جوانه‌زنی بذر از آن جهت که بر استقرار بوته‌ها اثر می‌گذارد، نقش کلیدی در بازده پایانی ایفا می‌کند و چنانچه خسارتی در این مرحله روی دهد، به هیچ وجه قابل جبران نیست. در رابطه با جوانه‌زنی بذرها، سرعت و درصد جوانه‌زنی دو عامل کیفی مهم تلقی می‌شوند که می‌توانند تحت تأثیر کیفیت بذر و شرایط محیطی، از جمله شوری بستر کاشت، قرار گیرند. جمیل و همکاران (۱۸) بیان نمودند که تنش شوری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. این کاهش می‌تواند نتیجه کاهش جذب آب توسط بذر و یا سمیت یون‌ها باشد.

در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای بهبود جوانه‌زنی و قدرت رویش بذر و گیاهچه در محیط‌های ویژه انجام شده است که پیشرفته‌ترین آنها استفاده از روش پیش‌آبگیری (هیدروپرایمینگ) بذر است. در این روش، به بذر اجازه داده می‌شود تا پیش از کاشت به‌صورت کنترل شده آب جذب کرده و فعالیت‌های جوانه زنی خود را آغاز کند. این کار تا پیش از خروج ریشه‌چه از بذر ادامه یافته و پس از آن بذرهای آب‌گرفته خشک شده و تا زمان کاشت نگهداری می‌شوند (۸). هریس و همکاران (۱۶) در آزمایش خود بذرهای ذرت، برنج آپلند و نخود را در مدت زمان‌های مختلف در آب خیس نمودند و به این نتیجه دست یافتند که پیش‌تیمار بذرها روش مناسبی برای افزایش سرعت جوانه‌زنی آنها می‌باشد. دل-آکیلا و همکاران (۱۰) و ال-کاراکی (۲۰)، اثر معنی‌دار پیش‌تیمار بذرها با پلی‌اتیلن گلیگول را بر افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه مشاهده نمودند. گوبکین (۱۴) هم در آزمایش خود به اختلاف معنی‌دار جوانه‌زنی بذرهای پیش‌تیمار شده و پیش‌تیمار نشده پی برد.

اکسین‌ها اولین گروه هورمون‌های گیاهی هستند که پس از کشف به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد و طویل کردن سلول استفاده شدند. بارزترین ویژگی اکسین‌ها، اثر بر رشد طولی سلول‌های ساقه، کلئوپتیل و ریشه است. با این حال، در تشکیل ریشه‌های جانبی و ریشه‌های نابجا، تقسیم سلولی در کشت بافت و در بیوسنتز پروتئین و RNA هم نقش دارند. اعتقاد بر این است که اکسین با تغییراتی در بیان ژن موجب فعالیت‌های مذکور می‌شود. ایندول بوتیریک اسید که در گروه ایندول‌ها جای دارد، از نظر ساختمانی، هم‌خانواده اسید آمینه تریپتوفان و پیش‌ماده تریپتوفان است (۱۴).

در شرایط تنش (خشکی و شوری)، سیستم ریشه‌ای خوب و گسترده می‌تواند تأثیر بسیاری را در گیاه داشته باشد (۵ و ۳۲). بهبود سیستم ریشه‌ای گیاه (افزایش طول و تعداد ریشه اولیه) نه تنها منجر به افزایش عملکرد گیاه در شرایط طبیعی می‌شود، بلکه توانایی تحمل گیاه به شوری و خشکی را افزایش می‌دهد (۲۱). بهبود سیستم ریشه‌ای گیاه می‌تواند با رهیافت‌هایی مانند به‌نژادی، افزایش دسترسی به مواد غذایی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد انجام شود (۴). گزارش شده که کاربرد توأم کندکننده‌های رشد به همراه IBA، توانایی ریشه‌دهی و زنده‌مانی گونه‌های مختلف گیاهی را افزایش داده است (۹ و ۲۷). تیمارهای فیزیولوژیک (۱) و پیش‌تیمار کردن بذرهای گیاهان مختلف زراعی در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با تنش شوری، استقرار بهتر گیاهچه و یا عملکرد بیشتری را در پی داشته است (۶ و ۷). موریس و آرتور (۲۳) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]

هچ و گلازیو (۱۷) مشاهده نمودند که محدوده وسیعی از اکسین‌های مصنوعی می‌توانند موجب افزایش طویل شدن سلول‌ها و فعالیت اسید اینورتاز در ساقه‌های لوبیا شوند. آنها بین گسترش رشد و فعالیت اسید اینورتاز در ساقه‌های گونه‌های مختلف لوبیا، همبستگی مثبت مشاهده کردند. در محیط‌های شور هم به‌کارگیری یک یا مخلوطی از تنظیم‌کننده‌های رشد، از قبیل ایندول استیک اسید، ایندول بوتیریک اسید، نفتالین استیک اسید و ۴،۲- دی کلروفنوکسی استیک اسید، به‌صورت برگ‌پاشی و یا تیمار با بذر در القا و افزایش توان ریشه‌دهی و در نتیجه افزایش رشد گیاه آثار معنی‌داری در پی داشته است (۱۵ و ۲۴).

هدف از اجرای این آزمایش، بررسی تغییر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر رقم صدری لوبیا چیتی در اثر پیش‌تیمار با ایندول بوتیریک اسید در شوری‌های متفاوت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید) و پنج سطح آبیاری با آب شور ناشی از NaCl (هدایت الکتریکی صفر، ۱، ۲، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) بود. رقم لوبیای مورد استفاده در این آزمایش رقم صدری بود که از مرکز تحقیقات لوبیای ایران در اراک تهیه شد. برای پیش‌تیمار بذرها، آنها را به‌مدت ۱۰ ساعت در محلول ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید در دمای اتاق قرار داده و سپس در شرایط آزمایشگاه و در سایه خشک شدند. برای تیمار شاهد، بذرها به‌مدت ۱۰ ساعت در آب مقطر قرار داده شده (۱۱) و پس از آن خشک شدند. آزمایش با ۲۰ عدد از بذرهای تیمار شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و به‌مدت ۹ روز براساس استانداردهای ISTA انجام شد. در این آزمایش، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ضریب آلومتری، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری و یا محاسبه شدند. اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با دقت یک میلی‌متر انجام شد. با قرار دادن نمونه‌ها در آونی با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت و سپس وزن کردن آنها، وزن خشک به‌دست آمد. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۱ استفاده شد:

$$GR = \sum_{i=1}^{n} S_i / D_i \qquad [۱]$$

که در آن، GR سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه زده در روز)، S_i تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش، D_i تعداد روز تا شمارش n ام و n تعداد دفعات شمارش است (۲۲).

درصد جوانه‌زنی از رابطه ۲ به‌دست آمد:

$$GP = ۱۰۰(N'/N) \qquad [۲]$$

که در آن، GP درصد جوانه‌زنی، N' تعداد بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذر می‌باشد (۳۶). برای محاسبه شاخص بنیه بذر (VI) از رابطه ۳ استفاده شد (۲):

$$VI = \frac{(R+S)۱۰۰}{GP} \qquad [۳]$$

که در آن، R میانگین طول ریشه‌چه (میلی‌متر) و S میانگین طول ساقه‌چه (میلی‌متر) است.

ضریب آلومتری از تقسیم وزن خشک ریشه چه به وزن خشک ساقه‌چه (رابطه ۴) محاسبه شد:

$$CA = W_r / W_s \qquad [۴]$$

که در آن، CA ضریب آلومتری و W_r و W_s به‌ترتیب وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌باشند.

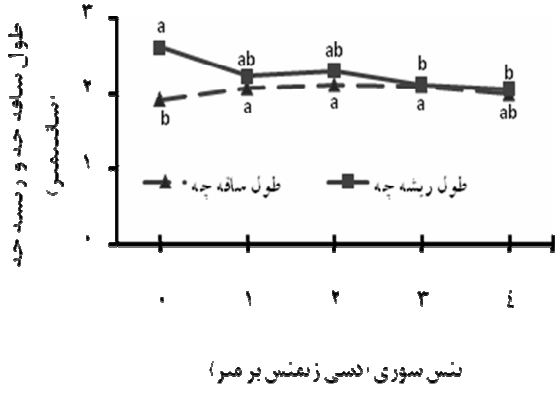
تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2007 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ایندول بوتیریک اسید و شوری‌های مختلف و هم‌چنین برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی نداشته است (جدول ۱). تجزیه و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]



شکل ۱. اثر تنش شوری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه لوبیا (میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر صفت، از نظر آماری بر مبنای آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪، تفاوت معنی‌داری ندارند)

تحلیل داده‌های طول ریشه‌چه، معنی‌داری اثر ساده تنش شوری را نشان دادند؛ در حالی‌که ایندول بوتیریک اسید و برهمکنش ایندول بوتیریک اسید و تنش شوری بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری، طول ریشه‌چه کاهش یافت (شکل ۱) که مطابق با یافته‌های جمیل و همکاران (۱۸) و قدرت و همکاران (۱۱) بود. رشد ریشه‌چه در اثر تقسیم سلولی به وقوع می‌پیوندد؛ تنش شوری تأثیر بیشتری بر تقسیم سلولی در مقایسه با طویل شدن سلول دارد (۳۰).

اثر ایندول بوتیریک اسید و تنش شوری بر طول ساقه‌چه معنی‌دار و برهمکنش این دو عامل غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر تنش شوری نشان داد که افزایش سطوح تنش شوری، طول ساقه‌چه را افزایش داد. تا این‌که به یک مقدار حداکثر رسیده و پس از آن یک روند کاهشی را نشان داد (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید، طول ساقه‌چه افزایش یافت (شکل ۲). معنی‌داری اثر ایندول بوتیریک اسید بر طول ساقه‌چه با یافته‌های موریس و آرتور (۲۳) و هچ و گلازیو (۱۹) و معنی‌داری شوری بر این صفت با یافته‌های جمیل و همکاران (۱۸) و قدرت و همکاران (۱۱) مطابقت داشت. براساس یافته‌های جنسن (۱۹)، با پیش‌تیمار نمودن می‌توان به افزایش طول گیاهچه دست یافت که در نتیجه استقرار بهتر گیاه را در پی دارد (۳۰). علت اصلی افزایش طول ساقه‌چه را احتمالاً می‌توان به افزایش فعالیت اسید اینورتاز و تجمع قندهای شش کربنه نسبت داد (۱۷ و ۲۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های وزن خشک ریشه‌چه فقط معنی‌داری ایندول بوتیریک اسید را در این صفت نشان داد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید، وزن خشک ریشه‌چه افزایش یافت (شکل ۳) که با نتایج گوستا و همکاران (۱۵) هماهنگی داشت.

تنش شوری بر وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود که غلامی و همکاران (۱۲) هم در تحقیق خود به این نتیجه رسیده بودند. اما اثر ایندول بوتیریک اسید و برهمکنش شوری و ایندول بوتیریک اسید غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱). تنش شوری همواره افزایش وزن خشک ساقه‌چه را نشان داد (شکل۴- ب). تولید ریشه‌های جوان و مرگ ریشه‌های پیر را می‌توان سازوکار احتمالی تحمل این گیاه به تنش و دلیلی برای افزایش وزن خشک ساقه‌چه عنوان نمود.

در بررسی صفت شاخص بنیه بذر، تنها معنی‌داری اثر تنش شوری مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری، شاخص بنیه بذر (شکل۴- الف) کاهش یافت که با نتایج غلامی و همکاران (۱۲) مطابقت داشت.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

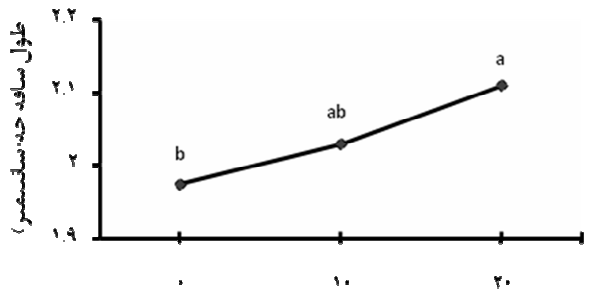
[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

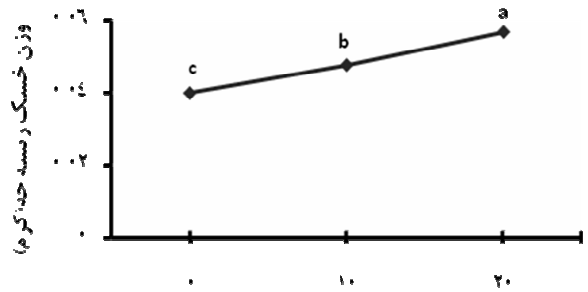
جدول۱. نتایج تجزیه واریانس مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذرهای لوبیای پرایمینگ شده در سطوح مختلف تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات مورد بررسی							
		سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	ضریب آلومتری
ایندول بوتیریک اسید(A)	۲	۰/۱۶^{ns}	۷/۲۲^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۴/۰۹*	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۹۴/۹^{ns}	۰/۴۲**
تنش شوری(B)	۴	۱/۱۴^{ns}	۲۵^{ns}	۴۰/۸۷**	۳/۱۶*	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱**	۳۶۶۰**	۰/۲۱**
A×B	۸	۱/۳۸^{ns}	۱۸/۳۳^{ns}	۴/۵۳^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۶^{ns}	۵۰۰/۶^{ns}	۰/۰۲*
خطا	۳۰	۱/۰۹	۱۷/۲۲	۳/۳۳	۰/۸۳	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۸	۵۰۳/۹	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۹۹	۰/۹۶	۱۲/۵۳	۵/۰۹	۱۴/۹	۱۵/۵	۱۲/۲	۱۰/۴

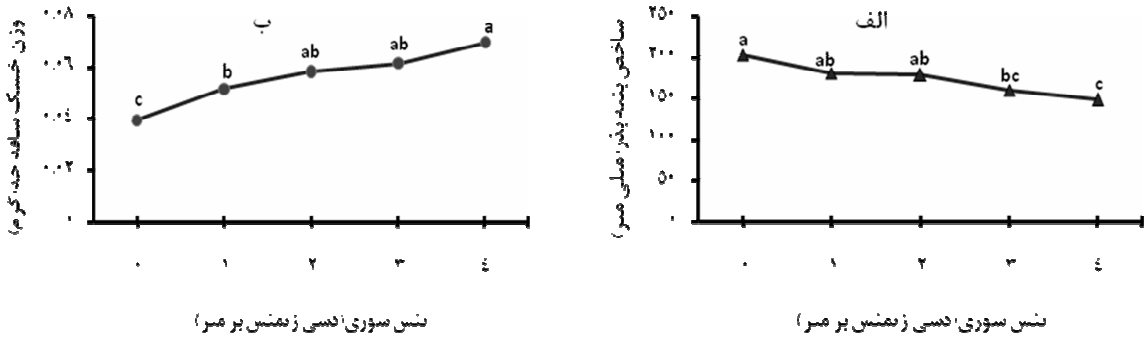
**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار



شکل ۲. اثر ایندول بوتیریک اسید بر طول ساقه‌چه لوبیا (میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر صفت، از نظر آماری بر مبنای آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪، تفاوت معنی‌داری ندارند)



شکل ۳. اثر ایندول بوتیریک اسید بر وزن خشک ریشه‌چه لوبیا (میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر صفت، از نظر آماری بر مبنای آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪، تفاوت معنی‌داری ندارند)



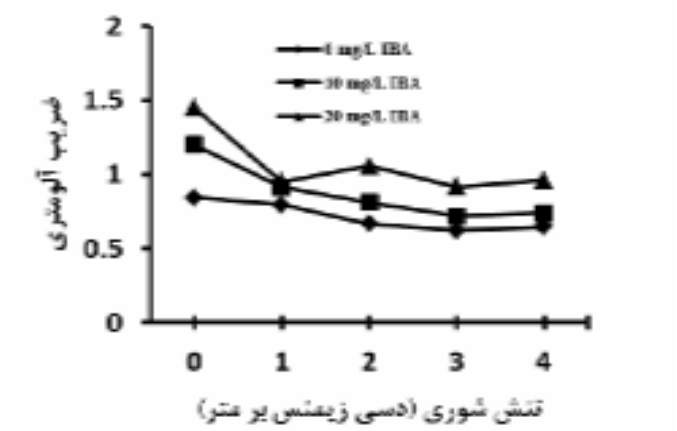
شکل ۴. اثر تنش شوری بر (الف) شاخص بنیه بذر و (ب) وزن خشک ساقه‌چه لوبیا (میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر صفت، از نظر آماری بر مبنای آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪، تفاوت معنی‌داری ندارند)

ضریب آلومتری تنها صفتی بود که اثر معنی‌داری بـه واکـنش ساده ایندول بوتیریک اسید و تنش شوری و بـرهمکنش ایـن دو عامل نشان داد (جـدول ۱). مقایـسه میـانگین بـرهمکنش ایندول بوتیریک اسید و تنش شوری نشان داد که با افـزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید، ضریب آلومتری افزایش یافتـه و تأثیر منفی تنش شوری کاهش یافت (شکل ۵). به‌طورکلی، روش پیش تیمار کردن منجر به یکسری تغییرات در بذرهای گیاهان مختلف مـی‌شـود کـه افـزایش پتانـسیل جوانـه‌زنـی، سـرعت و یکنـواختی جوانـه‌زنـی و توانـایی بـذر را جهـت مواجهه با موانع جوانه‌زنی افزایش می‌دهد (۲۸). با پیش‌تیمار نمودن می‌توان ویژگی‌های جوانه‌زنی لوبیـا را بهبـود بخـشید که صابری و طویلی (۲۹) در گیاه مرتعی از خـانواده غـلات، هریس و همکاران (۱۷) در ذرت، برنج و نخـود، صـالحی و همکاران (۳۰) در کلزا، ریاضی و شـریف زاده (۲۸) در ارزن علوفه‌ای، غلامـی و همکـاران (۱۲) در ماشـک گرمـسیری و قدرت و همکاران (۱۱) در گندم هـم بـه ایـن نتیجـه دسـت یافته‌اند.

بررسی روابط همبستگی بین تیمارهای آزمایـشی نـشان داد کـه بـین درصـد جوانـه‌زنـی و سـرعت جوانـه‌زنـی، وزن خـشک ساقه‌چه و طول ساقه‌چه، وزن خشک ساقه‌چـه بـا وزن خـشک ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر با طول ریشه‌چه، ضریب آلومتری بـا طول ریـشه‌چـه و وزن خـشک ریـشه‌چـه همبـستگی مثبـت و معنی‌داری وجود داشـته اسـت. در حـالی‌کـه بـین وزن خـشک ساقه‌چه با طول ریشه‌چـه، شـاخص بنیـه بـذر بـا وزن خـشک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]



شکل ۵. برهمکنش تنش شوری و ایندول بوتیریک اسید بر ضریب آلومتری لوبیا

جدول ۲. ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی

صفت	۱[a]	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	۱/۰۰۰							
۲	۰/۹۱۵***	۱/۰۰۰						
۳	۰/۰۵۴ns	−۰/۰۰۱ns	۱/۰۰۰					
۴	۰/۰۷۹ns	۰/۰۶۴ns	−۰/۱۵۱ns	۱/۰۰۰				
۵	−۰/۱۶۱ns	−۰/۰۹۷ns	−۰/۰۱۶ns	−۰/۱۹۱ns	۱/۰۰۰			
۶	−۰/۱۵۲ns	−۰/۱۷۲ns	−۰/۴۵۱**	۰/۳۹۸**	۰/۴۷۸**	۱/۰۰۰		
۷	۰/۲۹۵ns	۰/۲۶۴ns	۰/۸۸۶***	۰/۲۵۴ns	−۰/۱۱۰ns	−۰/۳۱۱*	۱/۰۰۰	
۸	۰/۰۶۷ns	۰/۱۳۳ns	۰/۴۷۸***	−۰/۵۸۵***	۰/۴۱۱***	−۰/۵۶۷***	۰/۲۵۹ns	۱/۰۰۰

[a]۱) سرعت جوانه‌زنی، ۲) درصد جوانه‌زنی، ۳) طول ریشه‌چه، ۴) طول ساقه‌چه، ۵) وزن خشک ریشه‌چه، ۶) وزن خشک ساقه‌چه، ۷) شاخص بنیه بذر و ۸) ضریب آلومتری

ساقه‌چه، ضریب آلومتری با طول و وزن خشک ساقه‌چه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، استفاده از ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش طول ساقه‌چه‌ها شد، که می‌تواند به‌دلیل کمک به بهبود استقرار گیاه در شرایط تنش مفید باشد. استفاده از ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش وزن خشک ریشه‌چه شد که می‌تواند به تولید بیشتر ریشه‌های مویین و جذب بهتر آب در شرایط تنش کمک کند. زیرا این ریشه‌ها می‌توانند در شرایط مزرعه گسترده وسیع‌تری از خاک را در بر گرفته و از راه جذب بیشتر آب با کم‌آبی مقابله نمایند. معنی‌دار شدن اثر برهمکنش ایندول بوتیریک اسید و تنش شوری بر ضریب آلومتری (نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه) هم گواه آن است.

منابع مورد استفاده

1. Afzal, I., S. Rauf, S. M. A. Basra and G. Murtaza. 2008. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. *Plant, Soil and Environment* 54(9): 382-388.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]

2. Alizadeh, M. A. 1997. Loss of vigor and disease resistance in wheat seeds stored in Iranian climate. PhD Dissertation, Salford University, Salford, UK.
3. Ashraf, M. and P. J. C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166: 3-16.
4. Azam, F. 1992. Uptake of soil and labeled fertilizer N different varieties of wheat. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 13: 107-115.
5. Azam, F., M. Ashraf, A. Lodhi and M. I. Sajjad. 1992. Fate and interaction with native soil N of ammonium N applied to wetland rice (*Oryza sativa* L.) grown under saline and non-saline conditions. *Biology and Fertility of Soils* 13: 102-107.
6. Basra, S. M. A., I. Afzal, S. Anwar, M. Shafique, A. Haq and K. Majeed. 2005. Effect of different seed invigoration techniques on wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds sown under saline and non-saline conditions. *Journal of Seed Technology* 28: 135-141.
7. Bose, B. and T. Mishra. 1999. Influence of pre-sowing soaking treatment in *Brassica juncea* seeds with Mg-salts on growth, nitrate reductase activity, total protein content and yield responses. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 5: 83-88.
8. Bourgene, S., C. Job and D. Job. 2000. Sugar beet seed priming: Solubilization of the basic subunit of 11-S globulin in individual seeds. *Seed Science Research* 10: 153-161.
9. Davis, T. D., N. Sankhla, R. H. Waker and A. Upadhyaya. 1985. Promotion of adventitious root formation on cuttings by paclobutrazol. *HortScience* 20: 883-884.
10. Dell'Aquila, A., D. Pignone and G. Carella. 1984. Polyethylene glycol 6000 priming effects on germination of aged wheat seed lots. *Biologia Plantarum* 26: 166-173.
11. Ghodrat, V., M. J. Roosta and M. S. Tadaion. 2010. Effect of priming with Indole-butyric acid (IBA) on germination and growth of wheat under saline conditions. Proceeding of 11th Iranian Crop Science Congress, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, pp. 433. (In Farsi).
12. Gholami, P., J. Ghorbani, Sh. Ghaderi, F. Salarian and A. Karimzadeh. 2010. Assessment of germination indices for *Vicia monantha* under salinity and drought. *Rangeland* 4: 1-11. (In Farsi).
13. Goobkin, V. N. 1989. Methods of vegetable seed germination improvement. *Acta Horticulturae* 253: 213-216.
14. Guilfoyle, T., G. Hagen, T. Ulmasov and J. Murfett. 1998. How does auxin turn on genes? *Plant Physiology* 118: 341-347.
15. Gusta, L. V., B. J. O'Connor, G. P. Lafond and H. M. Austenson. 1994. The effect of fungicides and plant growth regulators applied as seed treatment on the freezing tolerance of winter wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 74: 63-69.
16. Harris, D., A. K. Pathan, P. Gothakar, A. Joshi, W. Chivasa and P. Nyamudeza. 1999. On-farm seed priming: Using participatory methods to review and refine a key technology. *Agricultural Systems* 69: 151-164.
17. Hatch, M. D. and K. T. Glasziou. 1963. Sugar accumulation cycle in sugarcane. II. Relationship of invertase activity to sugar content and growth rate in storage tissue of plants growth in controlled environments. *Plant Physiology* 38: 344-348.
18. Jamil, M., B. L. Deog, Y. J. Kwang, M. Ashraf, C. L. Sheong and R. Euishik. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Central European Agriculture* 7(2): 273-282.
19. Jensen, M. 2002. Seed vigour testing for predicting field seedling emergence in *Fagus sylvatica* L. *Denderobiology* 47: 47-54.
20. Al-Karaki, G. N. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potentials. *Journal of Agronomy and Crop Science* 181: 229-235.
21. Ludlow, M. M. and R. C. Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yield in water-limited environments. *Advances in Agronomy* 43: 107-153.
22. Maguire, J. D. 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
23. Morris, D. A. and E. D. Arthur. 1984. Invertase and auxin-induced elongation in intermodal segments *Phaseolus vulgaris*. *Phytochemistry* 23(10): 2163-2167.
24. Nabati, D. A., R. E. Schmidt and D. J. Parrish. 1994. Alleviation of salinity stress in Kentucky bluegrass by plant growth regulators and iron. *Crop Science* 34: 198-202.
25. Nanda, K. K., A. N. Purohit and A. Bala. 1967. Effect of photoperiod, auxins and gibberrellic acid on rooting of stem cuttings of *Bryophyllum tubiflorum* Harv. *Physiologia Plantarum* 20: 1096-1102.
26. Nanda, K. K. and V. K. Anand. 1970. Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. *Physiologia Plantarum* 23: 99-107.
27. Pan, R. and Z. Zhao. 1994. Synergistic effects of plant growth retardants and IBA on the formation of adventitious roots in hypocotyl cuttings of mungbean. *Plant Growth Regulation* 14: 15-19.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]

28. Riazi, A., F. Sharif-Zadeh and A. Ahmadi. 2008. Effect of osmopriming on seeds germination of forage millet. *Pajouhesh & Sazandegi* 77: 72-82. (In Farsi).
29. Saberi, M. and A. Tavili. 2010. Evaluation of different priming treatments influence on *Puccinellia distans* germination characteristics. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 17(1): 51-60. (In Farsi).
30. Salehi, M., F. Tamaskani, M. Ehsani and M. Arefi. 2010. Priming effect on germination and seedling growth of canola in comparison to nanosilver treatment under salinity stress. *Journal on Plant Science Researches* 16(4): 52-57. (In Farsi).
31. Shakirova, F. M., A. R. Sakhabutdinova, M. V. Bezrukova, R. V. Bezrukova and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164: 317-322.
32. White, J. W. and J. A. Castillo. 1989. Relative effect of root and shoot genotypes on yield of common bean under drought stress. *Crop Science* 29: 360-362.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.8.9]