نشریه تحقیقات بذر، سال دهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹

اثر پیش‌تیمار بذر با اکسین بر شاخص‌های جوانه زنی، رشدی و رنگیزه گیاهچه تربچه (*Raphanus sativus*) تحت تنش شوری

سیداسماعیل موسوی[۱]، حشمت امیدی[۲*]، سیدعلی لطیفی[۳]

[۱و۳] کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

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

تاریخ دریافت: ۹۹/۵/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۲۸

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر پیش‌تیمار بذر با اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه تربچه تحت تنش شوری، آزمایشی در سال ۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شاهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح اکسین (صفر (شاهد)، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر) و چهار سطح شوری (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلسیم‌کلرید) بودند. در این آزمایش شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که اثر متقابل اکسین و شوری بر همه شاخص‌ها به‌جز کلروفیل a معنی‌دار بود. کمترین میانگین مربوط به شاخص مدت زمان جوانه‌زنی (۱/۵۹ روز) در بالاترین سطح شوری توام با تیمار اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که نسبت به شاهد ۳۲ درصد کاهش نشان داد. بالاترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۷۵) در تیمار اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر و شوری ۴۰ میلی‌مولار به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۷۰ درصد افزایش نشان داد. ریشه‌چه در این گیاه، تحت تنش شوری، رشد بیشتری را نسبت به ساقه‌چه نشان داد که نشان دهنده حساسیت بیشتر ساقه نسبت به ریشه بوده است. بیشترین میانگین کاروتنوئید (۱۹/۷۳ میکرومول بر میلی‌لیتر) در اکسین ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر و شوری صفرحاصل شد که نسبت به شاهد ۱۲۳ درصد افزایش نشان داد. به‌طور کلی در این آزمایش شوری باعث کاهش شاخص‌های مورد مطالعه شد اما استفاده از اکسین به‌ویژه در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر توانست شاخص‌های جوانه‌زنی و در غلظت ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر رنگیزه‌های گیاهی را بهبود دهد.

واژه‌های کلیدی: سدیم‌کلرید، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، کاروتنوئید، کلروفیل.

مقدمه

تربچه با نام علمی *Raphanus sativus* متعلق به خانواده *Brassicaceae* و از جمله سبزی‌های حساس به شوری بوده و جوانه‌زنی یکی از بحرانی‌ترین مرحله رشدی در این گیاه به‌شمار می‌رود. تنش‌های غیرزنده محیطی ازجمله تنش شوری از عوامل اصلی کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در سراسر جهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک بوده و قابلیت باروری گیاهان این نواحی را کاهش می‌دهند(Jamil et al., 2007). تنش شوری می‌تواند در همه مراحل رشد گیاه رخ بدهد اما با توجه به اینکه استقرار اولیه در میزان عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد، تنش شوری می‌تواند در مرحله اولیه برای گیاه بسیار مضر باشد (Rauf et al, 2007). اثر بازدارنده تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا سمیت یونی است (Tobe and Omasa, 2004). خاک‌های شور ایران حدود ۱۵ درصد از کل اراضی کشاورزی که معادل ۲۴ میلیون هکتار است را تشکیل می‌دهند (Bandani and Abdolzadeh,

*نویسنده مسئول: omidi@shahed.ac.ir

2006). تحت تنش شوری، برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های مولد شوری سبب اختلال در جذب سایر عناصر غذایی می‌شوند (FAO, 2005). از عوامل کاهش محصول در تنش شوری، کاهش جوانه زنی و صدمه به گیاه در مرحله ظهور گیاهچه می باشد که باعث کاهش تعداد بوته در واحد سطح و در نهایت کاهش محصول نهایی می‌شود. از این رو شناسایی گیاهانی با ویژگی تحمل به شوری در این مرحله از رشد حائز اهمیت می باشد. در مراحل اولیه رشد، تنش شوری سبب ایجاد تنش اسمزی از طریق برهم زدن تعادل اسمزی به علت دفع آب توسط گیاهان می‌شود. پدیده اسمز اثر بازدارندگی قوی بر آبگیری جنین، لپه و آندوسپرم دارد (Jafarzadeh and Aliasgarzad, 2007). هر گیاهی که بتواند در مرحله جوانه زنی مقاومت بیشتری نشان دهد می‌تواند دوره اول رویش را با موفقیت طی کند. از این رو محققان به دنبال افزایش استقرار گیاهچه ها در شرایط تنش هستند (El-Tayeb, 2005). یکی از روش‌هایی که امروزه توجه ویژه‌ای به آن شده، تکنیک پیش‌تیمار بذر است.

پیش‌تیمار بذر یکی از روش‌هایی است که عملکرد بذر را بهبود بخشیده و منجر به جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت می‌گردد (Patade et al., 2009). پیش‌تیمار بذر باعث بهبود جوانه‌زنی، افزایش بنیه بذر و افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا مانند تنش شوری می‌شود (Hosseini and Koocheki, 2007). دلایل تسریع جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نظیر آلفا آمیلاز، افزایش تولید ATP، افزایش سنتز RNA، DNA و افزایش عملکرد میتوکندری باشد (Afzal et al., 2002). تیمار بذر با تنظیم کننده‌های رشد، باعث بهبود جوانه‌زنی می‌شود (Sneider et al., 2015). از تنظیم کننده‌های رشدی که برای پیش‌تیمار بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، کینتین‌ها، آبسیزیک‌اسید، سالیسیلیک‌اسید، آسکوربیک‌اسید و اتیلن اشاره کرد (Pirasteh Anousheh and Emam, 2019). اکسین نقش موثر و مفیدی در فرآیند جوانه‌زنی ایفا می‌کند و قادر است با اثر بر فعالیت آنزیم گلی‌اکسالاز (Hentrich et al., 2013) افزایش متابولیسم نوکلئیک‌اسیدها و سنتز پروتئین‌ها (Maku et al., 2014) جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار دهد. از آنجایی‌که مرحله جوانه‌زنی از مهمترین و حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه بوده و شوری نیز از عوامل محدود کننده رشد می‌باشد، این آزمایش با هدف ارزیابی اثر پیش‌تیمار بذر با اکسین بر شاخص‌های جوانه زنی و رشدی گیاهچه تربچه‌سیاه تحت تنش شوری انجام گرفت. برخی منابع اثر اکسین را بر جوانه‌زنی ناچیز می‌دانند، اما برخی دیگر معتقدند اکسین نیز می‌تواند در تحریک جوانه‌زنی بذرها نقش داشته باشد (Singh, 1990). به‌نظر می‌رسد اکسین نقش مهم‌تر را در جنین زایی ایفا نماید. اکسین بیان کاتالاز را در اسکوتلوم دانه‌های ذرت تنظیم می‌کند (Guan and Scandalios, 2002)، به‌صورتی که افزایش اکسین آزاد قبل از شروع رشد ریشه بوده و همزمان با شروع تورم و طی جذب آب می‌باشد. این آزمایش با هدف اثر پیش‌تیمار بذر با اکسین بر شاخص‌های جوانه زنی، رشدی و رنگیزه گیاهچه تربچه تحت تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر پیش‌تیمار بذر با اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه تربچه واریته Cherrybell تحت تنش شوری، آزمایشی در سال ۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شاهد اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح اکسین (صفر (شاهد)، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر) و چهار سطح شوری (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلسیم‌کلرید) بودند. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده و قبل از تیمار، با هیپوکلریدسدیم ۰/۵ درصد به مدت چهار دقیقه ضدعفونی شدند. پس از انجام این فرآیند، بذرها برای اعمال

پیش‌تیمار، به مدت ۱۲ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در غلظت‌های مختلف اکسین قرار گرفتند. بذور پس از تیمار به تعداد ۵۰ عدد در پتری‌دیش (با ابعاد ۱۰× ۱/۵ سانتی‌متر)روی کاغذ صافی قرار داده شدند. تنش شوری با چهار غلظت شوری به میزان ۵ سی‌سی در هر پتری دیش اعمال شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ده روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و در پایان هر ۲۴ ساعت بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. با ثابت شدن جوانه‌زنی، صفات مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند. بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها از ۲ میلی‌متر بیشتر بود. پس از اتمام شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده، از هر پتری‌دیش بیست عدد گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش مدرج اندازه‌گیری شد. شاخص‌های جوانه‌زنی براساس روابط زیر محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981).

رابطه ۱: $MGT= \sum (ni \times di)/ \sum ni$

MGT میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، di تعداد روز تا شمارش.

سرعت جوانه‌زنی طبق رابطه ۲ محاسبه شد (Pagter et al., 2005).

رابطه ۲: $RG=\sum_{i=1}^{n} \frac{ni}{di}$

ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش، di تعداد روز تا شمارش

ضریب جوانه‌زنی (GC) نیز از رابطه ۳ بدست آمد (Scott et al., 1984).

رابطه ۳: $GC= (1/MGT) \times 100$

در این رابطه MGT، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی می‌باشد.

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید گیاهچه‌های ایجاد شده پس از تکمیل مرحله جوانه‌زنی به روش آرنون (Arnon, 1967) با استفاده از استون ۸۰ درصد و قرائت میزان جذب نمونه‌ها در سه طول موج ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ صورت گرفت و در نهایت با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر نمونه به دست آمد (روابط ۴ تا ۷).

رابطه ۴: $\text{Chlorophyll a} = \frac{(19.3*A663-0.86*A645)V}{100W}$

رابطه ۵: $\text{Chlorophyll b} = \frac{(19.3*A645-3.6*A663)V}{100W}$

رابطه ۶: $\text{Chlorophyll Total} = \text{Chlorophyll a} + \text{Chlorophyll b}$

رابطه ۷: $\text{Carotenoides} = 100(A470) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227$

V= حجم محلول صاف‌شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، A جذب نور در طول‌موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر، W وزن‌تر نمونه برحسب گرم. در نهایت تجزیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه‌ی میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری، اکسین و برهم‌کنش شوری در اکسین بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) با افزایش سطح شوری بر مدت زمان جوانه‌زنی افزوده شد که این رویداد نشان می‌دهد با افزایش شوری، بذرها در مدت زمان زیادی جوانه زده‌اند. هر غلظتی از اکسین که بتواند در بالاترین سطح شوری، این شاخص را کاهش دهد می‌تواند موثر باشد. در بین غلظت‌های مختلف اکسین، کمترین میانگین این شاخص (۱/۵۹) در بالاترین

سطح شوری در تیمار اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که نسبت به شاهد ۳۲ درصد کاهش نشان داد. کمتر بودن مقدار میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، یعنی این‌که بذرها در مدت زمان کمتری جوانه زده‌اند. در شرایط تنش، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده و یا جذب به‌کندی صورت می‌گیرد. در چنین حالتی فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به‌آرامی انجام می‌شود و درنتیجه مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (De and Kar, 1995). بذوری که پرایم می‌شوند، یک سری تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی در آن‌ها رخ می‌دهد که برای جوانه‌زنی مفید واقع می‌شوند. به‌عنوان مثال در این بذرها بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند (Harris, 2001). این مساله می‌تواند عاملی برای تسریع جوانه‌زنی و کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی باشد.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و رنگیزه‌های گیاهچه تربچه سیاه تحت تنش شوری

		میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	ضریب جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	طول گیاهچه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید
شوری	۳	۰/۰۶**	۴۰/۲۲*	۰/۰۰۴*	۳۰/۶۵**	۹/۱۲**	۴۷/۳۵**	۸۲۶/۲۹^{ns}	۱/۸۵**	۳۵/۳۲**	۵۲**
اکسین	۳	۱/۹۱**	۱۶۷۹/۸۹**	۰/۱۶**	۱۵۹/۲۸**	/۹۲** ۳۱۸	/۸۹** ۸۶۹	۹۲۶/۷۹^{ns}	۱۸/۲۴**	۴۳۳/۴۱**	۶۱۶/۳۸**
شوری×اکسین	۹	۰/۰۷**	۸۶/۷۲**	۰/۰۰۸**	۷/۱۲**	۱۴/۳۷**	۲۸/۸۵**	۲۵۵/۴۴^{ns}	۳/۱۱**	۵۱/۷۶**	۶۴/۳۰**
خطا	۴۸	۰/۰۱	۱۲/۱۴	۰/۰۰۱	۱/۳۳	۰/۷۸	۳/۲۸	۳۴۷/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
ضریب‌تغییرات(درصد)		۶/۳۹	۷/۴۰	۶/۴۸	۳/۱۱	۱۷/۳۸	۱۸/۰۵	۸/۱۱	۲/۳۲	۳/۴۰	۷/۵۰

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ضریب جوانه‌زنی: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری، اکسین و برهم‌کنش شوری در اکسین بر ضریب جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). از آنجا که ضریب جوانه‌زنی عکس میانگین مدت زمان جوانه‌زنی می‌باشد، تغییرات این شاخص نیز با افزایش سطح شوری برخلاف میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کاهش یافت. بیشترین ضریب جوانه‌زنی (۷۵/۵۰) در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر اکسین و شوری ۴۰ میلی‌مولار حاصل شد که نسبت به شاهد ۷۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش اکسین و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و رنگیزه‌های تریچه سیاه

سطوح اکسین (میلی گرم در لیتر)	سطوح شوری (میلی‌مولار)	میانگین مدت زمان جوانه-زنی (روز)	ضریب جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	کلروفیل b (میکرو مول بر میلی‌لیتر)	کلروفیل کل (میکرو مول بر میلی‌لیتر)	کاروتنوئید (میکرو مول بر میلی‌لیتر)
شاهد (صفر)	۰	۲/۲۶ ab	۴۴/۵۰ f	۰/۴۲ f	۴/۵۰ c	۷ c	۱۱/۵۰ d	۱/۷۰ f	۷/۲۸ g	۸/۸۴ g
	۴۰	۲/۳۰ ab	۴۳ ef	۰/۴۴ ef	۷ a	۱۱ b	۱۸ ab	۱/۴۴ k	۷/۱۲ h	۸/۷۰ h
	۸۰	۲/۳۱ ab	۴۳/۵۰ ef	۰/۴۳ ef	۵/۵۰ bc	۷ c	۱۲/۵۰ cd	۱/۵۶ h	۶/۹۸ i	۸/۴۱ i
	۱۲۰	۲/۳۷ a	۴۲ f	۰/۴۳ ef	۴/۵۰ c	۵/۵۰ d	۱۰ de	۱/۵۸ g	۱/۸۰ l	۳/۵۰ l
۰/۲	۰	۱/۷۷ b	۵۶/۵۰ cd	۰/۴۷ e	۲/۵۰ ef	۷/۵ c	۱۰ de	۱/۴۹ j	۹/۰۶ d	۱۱/۱۰ d
	۴۰	۱/۹۲ c	۵۲ d	۰/۵۶ cd	۶ b	۱۲/۵۰ a	۱۸/۵۰ a	۳/۳۶ c	۷/۹۰ e	۹/۳۸ e
	۸۰	۲/۱۴ b	۴۷ e	۰/۵۲ d	۴ cd	۱۲ ab	۱۶ b	۲/۰۴ d	۹/۱۹ f	
	۱۲۰	۲/۱۸ b	۴۶ ef	۰/۴۶ ef	۴ cd	۸ c	۱۲ d	۱/۷۹ e	۴/۶۳ j	۳/۰۵ l
	۰	۱/۶۰ def	۶۲/۵۰ b	۰/۵۲ d	۲/۵۰ ef	۲/۵۰ ef	۵ g	۳/۶۳ a	۱۶/۲۱ a	۱۹/۷۳ a
۰/۴	۴۰	۱/۷۴ cde	۵۷/۵۰ c	۰/۶۲ b	۲ f	۳/۵۰ e	۵/۵۰ g	۱/۵۰ i	۱۵/۷۵ b	۱۹/۳۹ ab
	۸۰	۱/۸۲ c	۵۵ cd	۰/۵۷ c	۱ g	۲/۵۰ ef	۳/۵۰ hi	۳/۵۲ b	۱۵/۱۳ c	۱۶/۶۳ c
	۱۲۰	۱/۹۱ c	۵۲/۵۰ d	۰/۵۵ cd	۰/۷۵ g	۱/۵۰ g	۲/۲۵ j	۰/۷۴ l	۳/۵۶ k	۴/۳۰ k
	۰	۱/۵۰ fg	۶۷ b	۰/۶۷ b	۱ g	۱/۵۰ g	۲/۵۰ j	۰/۱۵m	۰/۳۵ m	۰/۷۵ m
۰/۶	۴۰	۱/۳۳ g	۷۵/۵۰ a	۰/۷۵ a	۰/۲۵ i	۰/۱۵ j	۰/۴۰ l	۰/۱۵ m	۰/۳۵ m	۰/۶۵ m
	۸۰	۱/۵۶ ef	۶۴ b	۰/۶۴ b	۰/۱۵ i	۰/۳۵ i	۰/۵۰ l	۰/۰۹ m	۰/۲ m	۰/۶۰ m
	۱۲۰	۱/۵۹ def	۶۳ b	۰/۶۳ b	۰/۱۵ i	۰/۲۵ i	۰/۵۰ l	۰/۰۹m	۰/۲ m	۰/۵۸ m

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد با روش LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

سرعت جوانه‌زنی: براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری، اکسین و برهم‌کنش شوری در اکسین بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) با افزایش سطح شوری تا ۴۰ میلی‌مولار، سرعت جوانه‌زنی افزایش و با افزایش بیشتر غلظت شوری، از سرعت جوانه‌زنی کاسته شد. بالاترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۷۵ بذر در روز) در تیمار اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر و شوری ۴۰ میلی‌مولار به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۷۰ درصد افزایش نشان داد و به‌طور کلی میانگین‌های به‌دست آمده در این سطح اکسین و همه سطوح شوری نسبت به تیمارهای دیگر بالاترین مقدار را دارا بودند. بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس بذر اختلال ایجاد نموده و موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود. پیش‌تیمار بذر می‌تواند تاثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر در محیط‌های شور داشته و باعث شود بذر کمتر تحت تاثیر سمیت نمک و کمبود آب قرار گرفته و از این طریق باعث بهبودی سرعت جوانه‌زنی تحت تنش شوری گردد (Ashraf and Foolad, 2005). تنظیم کننده‌های گیاهی از جمله اکسین احتمالا از راه‌هایی که منجر به کنترل عملکرد اسیدهای نوکلئیک می‌شود، در تحریک جوانه‌زنی نقش دارند (Makkizadeh Tafti et al., 2006). بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که اکسین اثر تحریک کنندگی کمی بر جوانه‌زنی بذر دارد اما برخی دیگر از محققان بیان می‌نمایند که اکسین از طریق جنین‌زایی و انتقال مواد هیدرولیز شده به محور جنینی در تحریک جوانه‌زنی نقش دارد (Allahdadi and Armand Pisheh, 2003). اکسین با دخالت در طویل شدن کلئوپتیل و کلئوریز می‌تواند رشد رویان و در نهایت جوانه‌زنی را تنظیم نماید.

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و طول گیاهچه: اثر شوری، اکسین و اثر متقابل این دو عامل بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و طول گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، با افزایش سطح شوری تا ۴۰ میلی‌مولار طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و طول گیاهچه افزایش و با بالاتر رفتن غلظت شوری، این شاخص‌ها سیر نزولی را طی کردند. ریشه در این گیاه، تحت تنش شوری، رشد بیشتری را نسبت به ساقه نشان داد که نشان می‌دهد حساسیت ساقه نسبت به ریشه بیشتر بوده است. همچنین می‌توان بیان داشت تحت تنش، رشد بیشتر ریشه نسبت به ساقه می‌تواند یک عامل موثری برای افزایش سطح جذب گیاه باشد. بیشترین رشد ریشه‌چه (۱۲/۵۰ سانتی‌متر) در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر اکسین و شوری ۴۰ میلی‌مولار حاصل شد. به‌طور کلی کمترین میانگین مربوط به این شاخص‌ها در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر اکسین به‌دست آمد که می‌توان بیان داشت این غلظت به‌صورت بازدارنده عمل نموده است. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش شوری باعث کاهش ترشح تنظیم کننده‌های رشد، فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه می‌گردد. احتشام‌نیا (Ehteshamnia, 2006) با مطالعه بر روی ۱۰ گیاه دارویی گزارش کرد که تنش شوری بر طول گیاهچه اثر منفی دارد و در پژوهشی روی خرفه، با افزایش غلظت شوری طول اندام هوایی کاهش یافت که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (Talei et al., 2018). کاهش سطح فتوسنتز کننده و مصرف بیشتر انرژی جهت کنترل و کاهش اثر شوری برای برقراری تعادل اسمزی به‌منظور حفظ آماس سلولی، می‌تواند از عوامل کاهش رشد گیاه در بسیاری از گیاهان باشد (Kabiri et al., 2012). از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش اسمزی، تجزیه آهسته‌تر مواد آندوسپرم و در نتیجه کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر شده است. گزارش شده است که غلظت پایین اکسین موجب تحریک رشد ریشه می‌شود، در حالیکه غلظت‌های بالاتر، از رشد ریشه جلوگیری می‌کند و بنابراین ممکن است ریشه‌ها به غلظت‌های پایین اکسین برای رشد نیازمند باشند اما رشد آن با افزایش غلظت اکسین تا مقادیری که موجب

افزایش رشد ساقه و کلئوپتیل می‌شود، به شدت کاهش می‌یابد. دلیل بازدارندگی رشد ریشه با افزایش غلظت اکسین احتمالا به‌دلیل این‌است که اکسین موجب القای تولید اتیلن می‌شود و اتیلن تیز از رشد ریشه جلوگیری می‌کند (Cleland, 1995).

کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل: اثر شوری، اکسین و برهم‌کنش این دو عامل بر کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر هیچ کدام بر کلروفیل a معنی‌دار نشد (جدول ۱). با افزایش غلظت شوری، روند تغییرات کلروفیل b و کلروفیل کل به‌صورت کاهشی بود، به‌طوری‌که در همه سطوح اکسین بیشترین میانگین این شاخص‌ها در شوری صفر و کمترین آن در بالاترین سطح شوری حاصل گردید. بیشترین میانگین کلروفیل b (۳/۶۳ میکرو مول بر میلی‌لیتر) و کلروفیل کل (۱۶/۲۱ میکرو مول بر میلی‌لیتر) در تیمار اکسین ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر و شوری صفر به‌دست آمدند که به‌ترتیب نسبت به شاهد ۱۱۳ و ۱۲۲ درصد افزایش نشان دادند. میانگین های به‌دست آمده مربوط به این شاخص‌ها در اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان را نسبت به سطوح دیگر اکسین دارا بودند که این رخداد نشان می‌دهد بالاترین سطح اکسین در این آزمایش بر کلروفیل بازدارنده بوده است (جدول ۲). یکی از اثرات منفی شوری روی گیاه این است که باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی در گیاه می‌شود و آن نیز موجب کاهش مقدار کلروفیل و کاهش جذب دی‌اکسیدکربن و ظرفیت فتوسنتزی می‌گردد. چاام و کیردمانی (Cha-Um and Kirdmanee, 2009) گزارش کردند که شوری در گیاه ذرت غلظت کلروفیل کل را کاهش داد. اولین آنزیم بیوسنتز کلروفیل، گلوتامات لیگاز می‌باشد که نمک از فعالیت آن ممانعت به عمل می‌آورد. بنابراین در شرایط شور تولید کلروفیل به دلیل کاهش فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز کاهش می‌یابد (Mehrinfar et al., 2014).

کاروتنوئید: اثر شوری، اکسین و برهم‌کنش این دو عامل بر کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) با افزایش سطح شوری، از میزان رنگیزه کاروتنوئید کاسته شد. بیشترین میانگین این شاخص (۱۹/۷۳ میکرو مول بر میلی‌لیتر) در اکسین ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر و شوری صفر حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد اکسین و در همین سطح شوری، ۱۲۳ درصد افزایش نشان داد. همچنین میانگین‌های بدست آمده این شاخص در همه سطوح شوری تیمار اکسین ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر نسبت به میانگین‌های بدست آمده در سایر تیمارهای اکسین کمترین مقدار را داشتند که این رویداد نشان از تاثیر منفی این غلظت از اکسین بر رنگیزه کاروتنوئید بوده است.

علیرغم اینکه میزان تحمل به شوری در گیاهان متفاوت می‌باشد، اما در نهایت شوری باعث می‌شود رشد آنها کاهش یابد و این کاهش به‌طور عمده در ارتباط با ظرفیت فتوسنتزی بوده که خود می‌تواند معلول کاهش در محتوای کلروفیل باشد و مهمترین دلیل این موضوع به‌خصوص در شرایط تنش شدید، کاهش فعالیت آنزیم‌های موثر در سنتز کلروفیل و تولید آن می‌باشد (Viera Santos, 2004).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن بود که افزایش شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید و غلظت ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر اکسین در این سطح از شوری موثرترین تیمار بود و همچنین این غلظت اکسین تاثیر مثبتی بر مدت زمان جوانه‌زنی داشت به‌طوری‌که در این غلظت اکسین، در بالاترین سطح شوری میانگین مربوط به شاخص مدت زمان جوانه‌زنی کمترین مقدار را دارا بود. طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و طول گیاهچه نیز با افزایش

شوری تا ۴۰ میلی‌مولار افزایش و سپس کاهش یافتند و میانگین مربوط به این شاخص‌ها در شوری ۴۰ میلی‌مولار و اکسین ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر بالاترین مقدار بود. رنگیزه‌ها نیز با افزایش سطح شوری، شیب کاهشی را نشان دادند و بالاترین میانگین آنها در اکسین ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر و شوری صفر حاصل شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت در این تحقیق، استفاده از اکسین در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر توانست شاخص‌های جوانه‌زنی، در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر شاخص‌های رشدی و در غلظت ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر نیز میزان رنگیزه‌ها را بهبود بخشد.

References

Afzal, I., Ahmad, N., Basra, S.M.A., Ahmad, R. and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigor enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). Pakistan Journal of Agriculture Science. 39: 109-112.

Allahdadi, A. and Armand Pisheh, A. 2003. Crop Physiology. Avaye Noor Press. 327 p. [In Persian]

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Four pre-sowing seed treatment an approach to improve germination, growth and crop yield under saline and none saline condition. Advances in Agronomy. 88: 223-271.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.

Bandani, M. and Abdolzadeh, A. 2006. The effect of silicone nutrition on tolerance to salinity of *Puccinellia distans*. Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(1): 337-348. [In persian]

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanic Cluj-Napoca, 37(2): 71-76.

Cha-Um, S. and Kirdmanee, C. 2009. Effect of salt stress on prolin accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pakistan Journal of Botany, 41(1): 87-98.

Cleland, R.E. 1995. Auxin and cell elongation. In plant hormones and their role in plant growth and development, 2nd ed. Kluwer, Dordrecht, Netherlands, pp. 214-227.

De, R. and Kar, R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mung been (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology, 23(4): 301-308.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and Salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-225.

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

Ehteshamnia, A. 2006. Effect of salinity on seedling growth indices of 10 medical plants. 3th Medicinal Plant Sympsium. Shahid Beheshti University. (In Persian).

FAO. 2005. Land degradation in south Asia, its severity, cause and effects upon the people. World Soil Resources Reports. No. 78.

Guan, L.Q.M. and Scandalios, J.G. 2002. Catalase gene expression in response to auxin-mediated developmental signals. Physiologia Plantarum, 114(2): 288-295.

Harris, D. 2001. Development and testing on farm seed priming. Advances in Agronomy. 90: 129-178.

Hentrich, M., Bottcher, C., Duchting, P., Cheng, Y., Zhao, Y., Berkowitz, O. and Pollmann, S. 2013. The jasmonic acid signaling pathway is linked to auxin homeostasis through the modulation of YUCCA8 and YUCCA9 gene expression. The Plant Journal, 74(4): 626-637.

Hosseini, A. and Koocheki, A. 2007. Effect of different seed priming on germination percentage and rate of sugar beet. Iranian Journal of Field Crops and Research, 1: 69-76. (In Persian).

Jafarzadeh. A.A. and Aliasgharzad, N. 2007. Salinity and salt composition effect on seed germination and root length of four sugarbeet cultivars. Proceedings of "Bioclimatology and Natural Hazerds" International Scientific Conference, 17-20 September, 2007, Polana and Detvou, Slovakia.

Jamil, M., Rehman, S.H. and Rha, E.S. 2007. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica Oleracea Capitata* L.). Pakistan Journal of Botany, 39: 753-760.

Kabiri, R., Farahbakhsh, H.F. and Nasibi, F. 2012. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. World Applied Sciences Journal, 18: 520-527.

Makkizadeh Tafti, M., Farhoudi, R., Naghdibadi, H. and Mehdizad, A. 2006. Determine the best treatment to increase germination of medicinal plants of madder (*Rubbia tinctorum* L), Purple coneflower (*Echinacea angustifolia*), myrtle (*Myrtus commuis*). Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 22 (2): 105-116. (In Persian).

Maku, J.O., Gbadamosi, A.E. and Oke, S.A. 2014. Effect of some growth hormones on seed germination and seedling growth of *Tetrapleura tetraptera*. International Journal of Plant Research, 4 (1): 36-42.

Mehrinfar, F., Nematzadeh, G., Pirdashti, H.A. and Mobser, H.R. 2014. Effect of salinity on Ion content, plant pigments, soluble sugar and starch of *Aeluropus littoralis*. New Discovery of Agriculture, 3(4): 252-261.

Pagter, M., Bragato, C. and Brix, H. 2005. Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. Aquatic Botany, 81(4): 285-299.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009. Halo-priming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment, 134(1): 24-28.

Pirasteh Anousheh, H. and Emam, Y. 2019. The role of plant growth regulators in enhancing crop yield under saline conditions: from theory to practice. Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 188-209. (In Persian)

Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmad, M. and Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African Journal of Biotechnology, 6: 971-975.

Scott, S.J., James, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24(6): 1192-1199.

Sing, V. 1990. Influence of indole acetic acid (IAA) and indole butyric acid (IBA) on seed germination of spruce. The Indian Forester, 116(6): 450-455.

Sneider, L.C., Gavvasi, M.A., Campos, M.L., D-Amico-Damiao, V. and Garvalho, R.F. 2015. Effect of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress. Anais da Academia Brasileria de Ciencias, 87(3): 1847-1852.

Talei, D., Sharifi, R. and Pirsalehi, S.M. 2018. Study of morphophysiological reactions of portulaca oleracea to methyl jasmonate under salinity stress. Journal of Agricultural Crops Production, 20(3): 667-678. (In Persian)

Tobe, K. and Omasa, K. 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron*. Seed Science Research, 14: 345-353.

Viera Santos, C. 2004. Regulation of anti-oxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivar under salt stress. Journal of Horticulture Science and Biotechnology, 81(4): 627-630.

Journal of Seed Research, Vol. 10, No. 4, Winter 2021

Effect of pre-treatment with auxin on germination, growth indices and pigments of radish (*Raphanus sativus*) under salinity stress

S.E. Mousavi[1], H. Omidi[2*], S.A. Latifi[3]

[1, 3]Master of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran

[2]Associate Professor and Faculty of Agriculture Member, Shahed University, Tehran

Abstract

To evaluate the effect of pre-treatment with auxin on germination and growth indices and pigments of radish under salinity stress, this experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design (CRD) with four replications in Seed Science and Technology laboratory of Shahed University in 2017. Experimental factors were included auxin at four levels (control, 0.2, 0.4 and 0.6 mg/lit) and salinity at four levels (control, 40, 80 and 120 mM $CaCl_2$). In this experiment, germination and growth indices were evaluated and the results showed that interaction effect of auxin and salinity was significant on all evaluated indices except chlorophyll a. The minimum amount of mean germination time (1.59 days) obtained at highest level of salinity and 0.6 mg/lit of auxin that showed 32 percent reduction in compared with the control. Highest germination rate (0.75) obtained at 0.6 mg/lit of auxin and 40 mM salinity that showed 70 percent increase in compared with the control. Radicle in this plant showed more growth in compared to plumule under salinity stress that show the sensitive of plumule has been more than radicle. Maximum mean of carotenoides (19/73 $\mu m.ml^{1-}$) were obtained at 0.4 mg/lit of auxin and zero salinity (control) that showed 123 percent increase in compared with the control. Generally, in this experiment, salinity reduced the evaluated indices but using auxin especially 0.6 mg/lit could improve germination indices and 0.4 mg/lit could improve pigments.

***Keywords*:** *Sodium chloride, Germination rate, Seedling length, Carotenoid, Chlorophyll.*

*Corresponding author; omidi@shahed.ac.ir