اثر پیش‌تیمار با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد عدس تحت تنش شوری

مجله دانش نوین کشاورزی پایدار

جلد ۱۰ شماره ۲

صفحات ۷۵-۶۵

حسن نورافکن*

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد میانه

میانه، ایران

نشانی الکترونیک ✉:

hassannourafcan@gmail.com

(مسول مکاتبات)

معصومه شاهمرادی

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد میانه

میانه، ایران

نشانی الکترونیک ✉:

dsn.mshahmoradi@gmail.com

چکیده به منظور بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد عدس تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید و نانو کلات آهن هر کدام در سه سطح شامل ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، پیش‌تیمار با آب مقطر و شاهد (بدون اعمال پیش‌تیمار) و چهار سطح شوری شامل شاهد، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. نتایج نشان داد که اثر پیش‌تیمار با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید در شرایط شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، درصد و سرعت سبز شدن، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن، طول ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید سدیم سبب کاهش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت به شاهد گردید. در کل، سالیسیلیک اسید نسبت به نانو کلات آهن اثر مثبت بیشتری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه عدس در شرایط تنش و بدون تنش شوری داشت و با کاربرد سالیسیلیک اسید به تنهایی و تحت تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت به شاهد افزایش یافت. بنابراین پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک اسید ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در شرایط شوری و بدون شوری می‌شود.

شناسه مقاله:

نوع مقاله: **پژوهشی**

تاریخ پژوهش: **۹۱-۱۳۹۰**

تاریخ دریافت: **۹۳/۰۲/۱۸**

تاریخ پذیرش: **۹۳/۰۶/۰۷**

واژه‌های کلیدی:

- ***Lens culinaris***
- **کلریدسدیم**
- **پرایمینگ**
- **هیدروپرایمینگ**
- **شبه هورمون**
- **نانو فن‌آوری**

مقدمه حبوبات از جمله گیاهان زراعی متداول در مناطق خشک و نیمه خشک بوده که بیشتر در اراضی حاشیه‌ای و فقیر کشت می‌شوند. اغلب این گیاهان به شوری آب و خاک حساس یا نیمه حساس می‌باشند.[۳۰] در میان حبوبات، عدس یک گیاه حساس به شوری است که در مزارع نسبتاً شور، از عملکرد نسبتاً پایینی برخوردار است.[۲] شوری به عنوان یکی از تنش‌های محیطی، تمام مراحل رشد از جوانه‌زنی تا تولید زیست‌توده گیاهی، دانه و میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پاسخ گیاهان به شوری به نوع گیاه، مرحله نمو گیاه، شدت و مدت تنش بستگی دارد.[۲۰] تنش شوری موجب تغییرات شیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژیک متعددی در گیاهان می‌شود. این تنش، رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم چربی‌ها، تنفس و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.[۲۷] شوری علاوه بر کاهش پتانسیل آب خاک و ایجاد سمیت یونی برای بذرها، در جذب برخی عناصر نیز اختلال ایجاد کرده و در نهایت سبب کاهش جوانه‌زنی بذور گیاهان می‌شود.[۳] به طور کلی، شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شده و به همین دلیل بررسی اثر تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی آزمون قابل اطمینانی در ارزیابی تحمل به شوری بسیاری از گونه‌ها می‌باشد.[۱۶] در این شرایط، پیش‌تیمار بذر یکی از روش‌های بهبود جوانه‌زنی و رشد آن در شرایط تنش محیطی می‌باشد. تیمار بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذرها پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذور تیمار و گیاه حاصل از آن گردد.[۲۸] یکی از ترکیبات مؤثری که می‌تواند در تیمار بذر مورد استفاده قرار گیرد، سالیسیلیک اسید[1] است. سالیسیلیک اسید یا اورتوهیدروکسی بنزوییک اسید[2] از ترکیبات فنلی در گیاهان است که به عنوان ماده شبه هورمونی نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارد.[۱۱] این هورمون در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه از جمله اثر بر آنزیم‌های آنتی اکسیدان، افزایش میزان آبسزیک اسید و ایندول استیک اسید[3]، مهار سنتز اتیلن، افزایش تقسیم سلولی و تمایزیابی و ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی و عوامل بیماری‌زا مؤثر است.[۳۴] *شکاری و همکاران (۲۰۰۸)* گزارش کردند که پیش‌تیمار بذرهای گاوزبان با سالیسیلیک اسید موجب افزایش سرعت و درصد گیاهچه‌های سبز شده در مزرعه می‌شود.[۳۳] *ال-طیب (۲۰۰۵)* به اثر تحریک‌کنندگی سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر جو پی برد.[۴]

هدف از این مطالعه، بررسی اثر پیش‌تیمار بذر با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید در مرحله سبز شدن و رشد و نمو اولیه گیاهچه عدس تحت تنش شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها این پژوهش در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک اسید و نانو کلات آهن هر کدام در سه سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، پیش‌تیمار با آب مقطر در کنار شاهد (بدون اعمال پیش‌تیمار) و چهار سطح شوری ۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. خصوصیاتی از قبیل درصد و سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب ۳۲ تیمار در سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. بذرهای

[1] salicylic acid
[2] Ortho-hydroxy benzoic acid
[3] abscisic acid and Indole acetic acid

عدس با هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و با آب مقطر سترون آبشویی شدند و به مدت ۶ ساعت درون محلول‌های پیش‌تیمار قرار گرفتند. بذرها به مدت ۱۶ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک شده و ۱۰ بذر به ظروف پتری‌دیش سترون حاوی دو لایه کاغذ صافی انتقال یافت. برای ایجاد تنش شوری نیز از محلول‌های آماده شده کلرید سدیم به میزان ۵ میلی‌لیتر در هر پتری-دیش استفاده شد. جوانه‌زنی در این آزمایش به صورت خروج ریشه‌چه حداقل به میزان ۵ میلی-متر در نظر گرفته شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه پس از شروع آزمایش انجام گرفت.[۱۵] عدم جوانه‌زنی بذرها در دو روز متوالی، به عنوان پایان آزمایش در نظر گرفته شد. صفاتی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت گردید. سایر شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بذر نیز مطابق فرمول‌های جدول ۱ محاسبه شد.[۱۷،۲۶]

جدول ۱- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی

Table 1) Calculation linkages of studied germination characteristics

Index	Linkage
Germination Percentage	GP= n/N * 100
Mean Germination Time	MGT= $\sum(n_i.t_i)/\sum n$
Germination Rate	GR= $\sum(n_i/t_i)$

n= تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره

n= During the total number of germinated seeds

n_i= تعداد بذرهای جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص t_i (در این آزمایش هر روز)

n_i= Number of germinated seeds at a specified interval t_i (In this experiment, every day)

N= تعداد بذرهای کاشته شده (در این آزمایش ۱۰ بذر)

N= Planted seeds number (in this experiment, 10 seeds)

t_i= تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

t= Days after germination

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C ver. 2.10 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی

اثر تنش شوری، پیش‌تیمار بذر و اثر متقابل هر دو فاکتور بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش غلظت نمک از درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاسته شد، به گونه‌ای که بیشترین درصد جوانه‌زنی متعلق به تیمارهای شاهد، شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون نانو کلات آهن و تیمار شوری ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن و کمترین درصد به سطح شوری صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی-گرم بر لیتر توأم با مصرف ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید تعلق داشت که با سایر تیمارها فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بود. تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن بدون شوری و تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید با غلظت‌های نمک ۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب بالاترین و

جدول ۲- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی عدس تحت تنش شوری پیش‌تیمار شده با سالیسیلیک اسید و نانو کلات آهن

Table 2) Variance analysis of germination characteristics under salt stress by salicylic acid and nano-iron chelate priming in lentil

Source of variation	df	germination percentage	germination rate	emergence percentage	emergence rate	mean of germination time	mean of emergence time
Salt (A)	3	1526.04**	27.28**	4709.37**	10.70**	0.24 ns	0.88*
Fe and SA (B)	7	19347.47**	142.80**	10952.23**	17.44**	4.65**	18.03**
AB	21	796.67**	7.52**	532.39**	1.10**	0.43**	1.03**
Error	64	114.58	1.63	213.54	0.46	0.14	0.29

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

ns, * and **: non-significant, significant at 5 and 1% of probability levels, respectively.

پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. کاربرد نانو کلات آهن به تنهایی و توأم با شوری سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. در حالی که درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر عدس در اثر پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳). در مورد سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. *راجاسکاران و همکاران (۲۰۰۲)* نشان داد که استفاده از محلول سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی بذر می‌شود.[۲۹] *مداح (۲۰۰۱)* گزارش کرد که سالیسیلیک اسید در غلظت‌های کم موجب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود.[۱۸] خیساندن دانه‌های گندم در غلظت کم سالیسیلیک اسید (۰/۰۵ میلی‌مولار) به مدت ۳ ساعت جوانه‌زنی را فعال می‌کند.[۳۱] نتایج این پژوهش با نتایج *ال-طیب (۲۰۰۵)* و *راجاسکاران و همکاران (۲۰۰۲)* همخوانی دارد. طبق گزارش *نان و همکاران (۲۰۰۳)*، سالیسیلیک اسید می‌تواند باعث مهار فعالیت کاتالاز شود. کاهش کاتالاز منجر به افزایش هیدروژن پراکسید[1] می‌گردد. هیدروژن پراکسید که برای بافت‌های گیاهی سمی است، می‌تواند جوانه‌زنی برخی از بذرها را بهبود بخشد.[۲۲،۲۴]

درصد و سرعت سبز گیاهچه

اثر تنش شوری، پیش‌تیمار بذر و اثر متقابل هر دو فاکتور بر درصد و سرعت سبز گیاهچه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). کاربرد نمک بدون پیش‌تیمار با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید، درصد و سرعت سبز گیاهچه را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. کاهش درصد و سرعت سبز گیاهچه عدس در اثر پیش‌تیمار با نانو کلات آهن نسبت به شاهد مشاهده شد. پیش‌تیمار بذرها با سالیسیلیک اسید به تنهایی موجب افزایش درصد و سرعت سبز گیاهچه‌ها نسبت به شاهد گردید که با نتایج حاصل از مطالعات *شکاری و همکاران (۲۰۰۸)* همخوانی داشت. پیش‌تیمار بذر با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری درصد و سرعت سبز شدن را نسبت به شاهد (عدم پیش‌تیمار) به ترتیب کاهش و افزایش داد. در بین روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر، شاهد (بدون نانو کلات آهن) و تیمار پیش‌تیمار با نانو کلات آهن ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر توأم با ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نمک کلرید سدیم دارای بالاترین درصد و سرعت سبز شدن بودند (جدول ۳). کاهش درصد سبز شدن بذور همراه با افزایش غلظت نمک مشابه نتایج حاصل از آزمایش‌های *خان و همکاران (۲۰۰۹)* روی فلفل[۱۴] می‌باشد. براساس نظر *یاغمور و کایدان (۲۰۰۸)* کاهش جوانه‌زنی و در نتیجه سبز شدن بذور در اثر افزایش سطح شوری ممکن است به دلیل کاهش شیب پتانسیل آب بین بذور و محیط اطراف باشد که در نتیجه سبب اختلال در ساخته شدن آنزیم‌های لازم برای جوانه-زنی می-شود.[۳۵]

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش شوری تنها بر میانگین مدت زمان سبز شدن گیاهچه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. اثر اصلی پیش‌تیمار و اثر متقابل شوری و پیش‌تیمار نیز بر هر دو عامل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه در اثر پیش‌تیمار با نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید به تنهایی نسبت به شاهد مشاهده شد. کاربرد نمک بدون پیش‌تیمار با نانو کلات آهن مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه را به ترتیب به میزان ۱۴/۰۶ و ۱۵/۰۴٪ نسبت به شاهد افزایش داد. در حالی که با مصرف نمک بدون سالیسیلیک اسید این شاخص‌ها نسبت به شاهد به طرز معنی‌داری کاهش یافتند. با افزایش سطوح تنش شوری میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه در اثر پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید

[1] hydrogen peroxide (H_2O_2)

نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین مدت زمان جوانه‌زنی (دو روز) و سبز شدن (سه روز) گیاهچه مربوط به پیش‌تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید تحت تنش شوری ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار شوری ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون مصرف نانو کلات آهن بود (جدول ۳). بذور برای انجام فعالیت‌های حیاتی و شروع به جوانه‌زنی احتیاج به آب کافی دارند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های داخل بذر به کندی صورت می‌گیرد و مدت زمان لازم برای خروج ریشه از بذر افزایش می‌یابد. به عبارتی سرعت جوانه-زنی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد در جوانه‌زنی تحت تنش شوری به دلیل افت پتانسیل اسمزی، فرایند جذب آب مختل شده و در ادامه نیز از فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز خودداری می‌شود. تنش شوری باعث می‌شود که بذر نتواند رطوبت مورد نیاز خود را به میزان کافی جذب نماید و با ایجاد نوعی خشکی فیزیولوژیکی، میزان جوانه‌زنی و سرعت آن را کاهش می‌دهد. در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به مقدار کافی به دست آورد.[۱]

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج به دست آمده نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تنش شوری و پیش‌تیمار بذر بر این عامل است. معنی‌دار بودن طول ساقه‌چه در اثر مصرف همزمان تنش شوری و پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۴). به طور کلی با افزایش غلظت نمک طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های عدس حاصل از بذور پیش‌تیمارشده با نانو کلات آهن و پیش‌تیمار نشده به طور معنی‌داری کاهش یافت. درصد کاهش طول ساقه‌چه در سطوح شوری ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۴۵/۷۷ و ۳۷/۱۹ بود، در حالی که درصد کاهش طول ریشه‌چه در این سطوح شوری به ترتیب برابر با ۲۹/۱۳ و ۱۳/۰۶ بود. این نتایج نشان می‌دهد که میزان کاهش طول ریشه‌چه کمتر از طول ساقه‌چه بوده است و به عبارتی طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته است (جدول ۵). طول ریشه و ساقه شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری می‌باشد.[۹] کاهش رشد در اثر غلظت‌های زیاد نمک حال عواملی نظیر ایجاد تنش آبی، اثر سمی یون‌ها، عدم تعادل یونی و یا کاهش عناصر غذایی می‌باشد.[۲۳]

تمامی پیش‌تیمارها با سالیسیلیک اسید به تنهایی و تحت تنش شوری باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در مقایسه با شاهد شدند. در حالی که پیش‌تیمار کردن بذرها با نانو کلات آهن به تنهایی باعث افزایش ۱۲/۷۲ درصدی طول ریشه‌چه و کاهش ۱۸/۲۴ درصدی طول ساقه‌چه در مقایسه با شاهد گردید. مصرف همزمان نانو کلات آهن با غلظت‌های مختلف شوری نیز این عامل را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد. بررسی اثرات متقابل نشان داد بلندترین ارتفاع ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن تحت تنش شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار ۲۰۰۰ میلی-گرم بر لیتر نانو کلات آهن بدون شوری حاصل شد (جدول ۵). کاربرد سالیسیلیک اسید به تنهایی موجب افزایش رشد طولی ریشه‌چه شد که این نتایج با نتایج *مایا و همکاران (۲۰۰۰)*[۱۹]؛ *شکیروا (۲۰۰۳)*[۳۱] و *فریدودین و همکاران (۲۰۰۳)*[۵] همسو می‌باشد. افزایش طول دانه رست‌های سویا و وزن خشک آنها در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سالیسیلیک اسید توسط *مایا و همکاران (۲۰۰۰)* گزارش شده است.

وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه

تنش شوری و پیش‌تیمار بر وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه ($P\leq$ ۰/۰۱) اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل بین آن-ها تنها بر وزن تر ساقه‌چه در سطح

جدول ۳- مصرف نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید بر صفات مختلف جوانه‌زنی عدس در شرایط شوری

Table 3) The effect nano-iron chelate and salicylic acid on lentil germination various characteristics under salinity

Salinity concentration ($mg.L^{-1}$ NaCl)	Fe/SA ($mg.L^{-1}$)	germination percentage	germination rate	emegence percentage	emergence rate	mean of germination time	mean of emergence time
0	Fe 0	100.00 a	9.33 a	93.33 a	3.69 a	1.13 bc	2.63 ab
	Fe 1000	96.67 a	9.27 a	80.00 abcd	3.45 ab	1.10 bc	2.46 ab
	Fe 2000	96.67 a	9.50 a	83.33 abc	3.76 a	1.00 bcd	2.26 b
	Fe 3000	83.33 abc	5.70 cd	60.00 abcde	2.36 abcd	1.85 ab	2.76 ab
	SA 0	13.33 d	0.73 e	10.00 fgh	0.40 efg	0.33 cde	0.86 cd
	SA 1000	0.00 d	0.00 e	0.00 h	0.00 g	0.00 e	0.00 d
	SA 2000	0.00 d	0.00 e	0.00 h	0.00 g	0.00 e	0.00 d
	SA 3000	83.33 abc	7.86 abcd	66.67 abcde	2.86 abcd	1.13 bc	2.75 ab
1000	Fe 0	100.00 a	8.13 abcd	90.00 ab	3.50 ab	1.50 b	3.03 ab
	Fe 1000	96.67 a	9.16 ab	83.33 abc	3.16 abc	1.06 bc	2.76 ab
	Fe 2000	93.33 ab	8.93 abc	86.67 ab	3.86 a	1.03 bcd	2.03 bc
	Fe 3000	86.67 abc	8.03 abcd	66.67 abcde	2.83 abcd	1.13 bc	2.40 ab
	SA 0	10.00 d	0.53 e	6.66 gh	0.16 fg	0.23 cde	1.83 bc
	SA 1000	90.00 abc	8.50 abcd	66.67 abcde	2.91 abcd	1.00 bcd	2.36 ab
	SA 2000	0.00 d	0.00 e	0.00 h	0.00 g	0.00 e	0.00 d
	SA 3000	90.00 abc	8.20 abcd	63.33 abcde	2.73 abcd	1.53 ab	2.70 ab
2000	Fe 0	90.00 abc	6.76 abcd	43.33 def	1.70 cdef	1.46 b	3.76 a
	Fe 1000	83.33 abc	5.78 cd	36.67 efg	1.22 defg	1.43 b	2.70 ab
	Fe 2000	90.00 abc	7.50 abcd	46.67 cde	1.87 bcde	1.30 b	2.13 b
	Fe 3000	93.33 ab	6.23 abcd	46.67 cde	1.20 defg	1.86 ab	3.23 ab
	SA 0	10.00 d	0.66 e	0.00 h	0.00 g	0.30 cde	0.00 d
	SA 1000	3.33 d	0.33 e	0.00 h	0.00 g	0.10 de	0.00 d
	SA 2000	0.00 d	0.00 e	0.00 h	0.00 g	0.00 e	0.00 d
	SA 3000	66.67 bc	6.66 abcd	40.00 efg	1.50 cdefg	1.00 bcd	2.76 ab
3000	Fe 0	80.00 abc	5.90 bcd	60.00 abcde	2.13 abcd	1.30 b	3.00 ab
	Fe 1000	86.67 abc	6.60 abcd	63.33 abcde	2.58 abcd	1.53 ab	2.80 ab
	Fe 2000	100.00 a	6.36 abcd	63.33 abcde	2.20 abcd	1.83 ab	2.93 ab
	Fe 3000	63.33 c	5.53 d	40.00 efg	1.53 cdefg	1.03 bcd	2.63 ab
	SA 0	6.66 d	0.66 e	0.00 h	0.00 g	0.06 e	0.00 d
	SA 1000	3.33 d	0.16 e	0.00 h	0.00 g	0.06 e	0.00 d
	SA 2000	6.66 d	0.166 e	0.00 h	0.00 g	0.26 cde	0.00 d
	SA 3000	80.00 abc	7.96 abcd	53.33 bcde	2.20 abcd	2.41 a	2.73 ab

در هر صفت و گروه مقایسه، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند. Fe نانو کلات آهن و SA سالیسیلیک اسید می‌باشند.

Each trait and comparison groups, treatments with the same letters were not significantly different. Fe= Nano-iron chelated and SA= Salicylic Acid

احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). وزن تر ریشه‌چه در شرایط بدون تنش و پیش-تیمار با نانو کلات آهن ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و وزن تر ساقه‌چه در سطح شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و پیش‌تیمار با ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن به ترتیب با مقادیر ۰/۱۵۳ و ۰/۱۷۲ گرم دارای بیشترین میزان بودند (جدول ۵). تمامی تیمارهای پیش-تیمار به تنهایی باعث افزایش وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در مقایسه با شاهد (عدم پیش‌تیمار) شدند. وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر پیش-تیمار با نانو کلات آهن تحت تنش شوری در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۶/۳۶ و ۲۲/۲۲٪ کاهش یافت. در صورت استفاده توأم سالیسیلیک اسید با غلظت‌های مختلف شوری وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد افزایش یافت. در اثر مصرف نمک وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد به ترتیب ۲۹/۲۹ و ۹/۲۶٪

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی صفات مورد بررسی عدس تحت تنش شوری پیش‌تیمار شده با سالیسیلیک اسید و نانو کلات آهن

Table 4) Variance analysis of the some characteristics studied under salt stress by salicylic acid and nano-iron chelate priming in lentil

Source of variation	degree of freedom	root length	plumule length	root fresh weight	plumule fresh weight	root dry weigh	plumule dry weight
Salt (A)	3	12.22**	11.22**	0.01**	0.023**	0.318 ns	0.911**
Fe and SA (B)	7	36.32**	23.20**	0.025**	0.023**	2.028**	3.216**
AB	21	1.75 ns	1.59**	0.002 ns	0.004**	0.203 ns	0.195**
Error	64	1.27	1.58	0.002	0.001	0.310	0.071

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ns and ** are non-significant and significant at 1% of probability level, respectively.

جدول ۵- اثر نانو کلات آهن و سالیسیلیک اسید بر صفات مختلف گیاهچه عدس در شرایط شوری

Table 5) The effect nano-iron chelate and salicylic acid on lentil seedling various characteristics under salinity

Salinity concentration ($mg.L^{-1}$ NaCl)	Fe/SA ($mg.L^{-1}$)	root length (cm)	plumule length (cm)	root fresh weight (g)	plumule fresh weight (g)	root dry weigh (g)	plumule dry weight (g)
0	Fe 0	4.18 ab	4.03 abc	0.099 abcd	0.054 fghi	1.133 ab	1.267 abcd
	Fe 1000	5.10 a	3.75 abcd	0.153 a	0.171 ab	1.067 ab	1.633 a
	Fe 2000	4.60 a	4.66 a	0.136 ab	0.152 abc	1.067 ab	1.333 abcd
	Fe 3000	4.72 a	3.29 abcde	0.123 abc	0.091 cdefgh	0.533 ab	1.133 abcde
	SA 0	0.93 cdef	0.90 fg	0.023 bcd	0.012 hi	0.233 b	0.300 fgh
	SA 1000	0.00 f	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000 b	0.000 h
	SA 2000	0.00 f	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000 b	0.000 h
	SA 3000	3.23 abc	2.16 cdef	0.110 abcd	0.104 abcdef	0.693 ab	0.776 bcdefg
1000	Fe 0	4.46 ab	3.93 abcd	0.134 ab	0.139 abcd	1.167 ab	1.500 a
	Fe 1000	5.05 a	4.06 abc	0.131 abc	0.085 cdefgh	1.033 ab	1.433 ab
	Fe 2000	5.06 a	3.90 abcd	0.151 a	0.158 abc	0.933 ab	1.333 abcd
	Fe 3000	5.13 a	4.23 ab	0.058 abcd	0.172 a	0.533 ab	1.400 abc
	SA 0	1.68 bcdef	1.03 fg	0.015 cd	0.017 ghi	0.133 b	0.133 gh
	SA 1000	4.06 ab	3.44 abcde	0.064 abcd	0.137 abcde	0.666 ab	0.000 h
	SA 2000	0.00 f	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000 b	0.000 h
	SA 3000	3.43 abc	2.20 cdef	0.092 abcd	0.107 abcdef	0.663 ab	0.823 bcdef
2000	Fe 0	2.96 abcd	2.18 cdef	0.055 abcd	0.032 fghi	0.633 ab	0.300 fgh
	Fe 1000	2.66 abcdef	1.76 efg	0.057 abcd	0.048 fghi	0.466 ab	0.566 efgh
	Fe 2000	3.20 abc	2.33 bcdef	0.087 abcd	0.067 defghi	0.933 ab	0.966 abcdef
	Fe 3000	4.20 ab	3.13 abcde	0.093 abcd	0.058 efghi	0.300 b	1.000 abcde
	SA 0	0.16 ef	0.00 g	0.000 d	0.002 i	0.166 b	0.000 h
	SA 1000	0.26 def	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000 b	0.000 h
	SA 2000	0.00 f	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000 b	0.000 h
	SA 3000	3.28 abc	2.06 def	0.087 abcd	0.099 abcdef	0.676 ab	0.786 bcdefg
3000	Fe 0	3.64 abc	2.53 bcdef	0.070 abcd	0.049 fghi	0.833ab	1.200 abcde
	Fe 1000	3.70 abc	2.63 bcdef	0.073 abcd	0.049 fghi	1.833a	0.733 cdefg
	Fe 2000	2.83 abcde	1.70 efg	0.037 abcd	0.072 defghi	0.666ab	0.700 defg
	Fe 3000	3.06 abc	3.16 abcde	0.063 abcd	0.042 fghi	0.900ab	0.666 defg
	SA 0	0.00 f	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.000b	0.000 h
	SA 1000	0.30 def	0.00 g	0.000 d	0.001 i	0.133b	0.000 h
	SA 2000	0.15 ef	0.00 g	0.000 d	0.000 i	0.033b	0.000 h
	SA 3000	3.46 abc	2.03 def	0.098 abcd	0.093 bcdefg	0.690 ab	0.796 bcdefg

در هر صفت و گروه مقایسه، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند. Fe نانوکلات آهن و SA سالیسیلیک اسید می‌باشند.

Each trait and comparison groups, treatments with the same letters were not significantly different. Fe= Nano-iron chelated and SA= Salicylic Acid

کاهش یافت. کاهش وزن تر گیاهچه می‌تواند به واسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه باشد که با نتایج *شارما و همکاران (۲۰۰۴)* در مورد کاهش وزن تر گیاهچه به واسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه تحت تأثیر کاهش وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر افزایش غلظت شوری، امری طبیعی بوده و نتایج پژوهشگران دیگر نیز این امر را ثابت کرده است.[۱۳] همچنین تنش شوری باعث کاهش وزن تر ساقه و ریشه می‌شود.[۱۰] شوری علاوه بر این که میزان رشد گیاه را در اثر کاهش فتوسنتز به تعویق می‌اندازد، باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ورود آب به داخل گیاه می‌شود.[۲۵] و بدین ترتیب کاهش مضاعفی در وزن تر گیاه ایجاد می‌نماید.[۷]

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی تنش شوری تنها بر وزن خشک ساقه‌چه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اثر اصلی پیش‌تیمار بر هر دو عامل معنی‌دار بود ولی اثر متقابل‌شان تنها در وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). همانند وزن تر، با افزایش غلظت نمک وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز کاهش یافت. وزن خشک ریشه‌چه نسبت به وزن خشک ساقه‌چه به میزان بیشتری تحت تأثیر شوری قرار گرفت. میزان کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب ۲۶/۴۷ و ۵/۲۸ درصد در مقایسه با شاهد بود. کاهش پارامترهای رشد در گیاهی که در شرایط شور قرار گرفته است ممکن است به دلیل اثر اسمزی ناشی از تنش شوری باشد که باعث به هم زدن تعادل آبی گیاه، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و در نهایت جلوگیری از رشد می‌شود. به علاوه کاهش رشد، گیاهان تحت تنش ممکن است حاصل تجمع یون‌های سمی، جذب ضعیف عناصر غذایی و یا آسیب به اندامک‌های سلولی باشد.[۱۲]

پیش‌تیمار بذر با سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد گردید. نتایج برخی از آزمایش‌ها نیز افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را در شرایط پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید اثبات کرده است.[۴،۶،۸،۲۱] البته این ماده در غلظت‌های مختلف اثر متفاوتی بر رشد بذر دارد. کاهش این خصوصیت نیز در اثر پیش‌تیمار با نانو کلات آهن نسبت به شاهد مشاهده شد. براساس بررسی اثرات اصلی پیش‌تیمار، بیشترین وزن خشک ساقه‌چه در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن و کمترین در تیمار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید به ترتیب با مقادیر ۱/۶۳۳ و صفر گرم مشاهده شد. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه (۱/۱۳۳ گرم) نیز در شاهد (عدم پیش‌تیمار) و کمترین (صفر گرم) در تیمار ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید مشاهده شد (جدول ۵). تیمارهای ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو کلات آهن تحت شوری ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در شاخص وزن خشک ریشه‌چه و تیمار نانو کلات آهن ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون شوری در شاخص وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب با مقادیر ۱/۸۳۳ و ۱/۶۳۳ گرم برترین بودند. پیش‌تیمار بذر با نانو کلات آهن توأم با شوری وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را نسبت به شاهد کاهش داد. درصد کاهش وزن خشک ریشه و ساقه در پیش‌تیمار بذر با نانو کلات آهن به ترتیب ۲۰/۵۶ و ۴۷/۴۳٪ بود. در صورت استفاده همزمان پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید و شوری میزان ماده خشک ریشه و ساقه نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۵).

نتیجه‌گیری کلی پیش‌تیمار بذر عدس با سالیسیلیک اسید ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به نانو کلات آهن اثر مثبت بیشتری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه عدس در شرایط تنش و بدون تنش شوری داشت و با کاربرد سالیسیلیک اسید به تنهایی و تحت تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نسبت به شاهد افزایش یافت.

References

1. Afzal I (2005) Seed enhancements to induced salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. Thesis. Agricultural University of Faisalabad, Pakistan.
2. Ashraf M, Waheed G (1990) Screening of local lexoric of lentil (*Lens culinaris* Mendik) for salt tolerance at two growth stages. Plant and Soil 110: 63-67.
3. Cachorro P, Ortiz A (1993) Growth, water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris*, under saline conditions. Plant Science 95: 23-29.
4. El-Tayeb MA (2005) Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.
5. Fariduddin Q, Hayat S, Ahmad A (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea.* Photosynthetica 41(2): 281-284.
6. Farooq M, Basra SMA, Tabassum R, Ahmed N (2006) Evaluation of seed vigor enhancement techniques on physiological and biochemical basis in coarse rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 34: 741-750.
7. Fathi-Amirkhiz K, Omidi H, Heshmati S, Jaefarzadeh L (2012) Study the effect of catalytic on seed vigor and germination characteristics of herb Nigella (*Nigella sativa* L.) under salt stress. Mashhad Ferdousi University. Iranian Journal of Field Crops Research 10(2): 299-310. [In Persian].
8. Hanan ED (2007) Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biological Research 1: 40-48.
9. Jamil M, Rha ES (2004) The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitita* L.). Korean Resource 7: 226-232.
10. Jamil MC, Lee Rehman SU, Lee DB, Ashraf M, Rha ES (2005) Salinity tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 4(4): 970-976.
11. Kang C, Wang Ch (2003) Salicylic acid changes activities of H_2O_2 metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. Environment and Experimental Botany 9-15.
12. Kattab H (2007) Role of glutathione and polyadenylic acid on the oxidative defense systems of two different cultivars of canola seedlings grown under saline conditions. August. Journal of Basic Application Science 1: 323-334.
13. Kaya MD, Okcu G, Atak M, Cikili Y, Kolsarici O (2006) Sees treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy 24: 291-295.
14. Khan HA, Ayub CM, Pervez MA, Bilal RM, Shahid MA, Ziaf K (2009) Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. Soil and Environment 28: 81-87.
15. Khosh-Khui M (2005) Plant propagation: Principle and practices. Shiraz University Press. 378 pp. [In Persian with English abstract].
16. Krnzhady A, Galeshi S, Zeinali A, Zangi MR (1999) Evaluation of cotton genotypes for salt tolerance at germination stage. Journal of Agricultural Science and Technology 18: 109-126.
17. Kulkarni MG, Street RA, Staden JV (2007) Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur. And Schinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany 33: 131-137.
18. Maddah M (2001) Effect of salicylic acid on some aspects of developmental, genetic, functional and resistant pea plant (*Cicer arietinua*) in natural conditions and cultured on glass. Ph.D. theses. Islamic Azad University. Science and Research Branch.
19. Maia FC, Moraes DM (2000) Salicylic acid: quality effects of soybean seeds. Revista Brasileira de sementes 22:264-270.
20. Manchanda G, Garg N (2008) Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiology Plant 30: 595-618.
21. Mazaheri-Tirani M, Manoochehri-Kalantari Kh (2006) Study of three factors salicylic acid, dry stress and ethylene and their interaction on seed germination of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Iranian Biology 9: 408-418. [In Persian].
22. Mohammadi M, Fahimi H, Majd A (2007) Comparison of the effect of salicylic acid and giberlic acid on germination rate of lentils (*Lens culinaris* L.). Journal of Biology. Islamic Azad University, Garmsar Branch 4(4): 33-44.
23. Muhammad Z, Hussain F (2010) Vegetative growth performance of five medical plants under NaCl salt stress. Pakistan Journal of Botany 42: 303-316.
24. Nun NB, Plakhine D, Joel D, Mayer A (2003) Changes in the activity of the alternative oxidase in Orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. Phytochemistry 64: 235–241.

25. Pandya DH, Mer RK, Prajith PK, Pandy AN (2004) Effect of salt stress and manganese supply on growth of barely seeding. Journal of Plant Nutrition 27(8): 1361-1379.
26. Panwar P, Bhardwaj SD (2005) Handbook of practical forestry. Agrobios (INDIA). 191 PP.
27. Parida AK, Das AB (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.
28. Pill WG, Necker AD (2001) The effect of seed treatment on germination and establishment of Kentucky blue grass (*Poa pretenses* L.). Seed Science and Technology 29: 65-72.
29. Rajasekaran LR, Stiles A, Surette MA, Sturz AV, Blake TJ, Caldwell C, Nowak J (2002) Stand Establishment Technologies for Processing Carrots: Effects of various temperatures regimes on germination and the role of Salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant Science 82: 443-450.
30. Saxena NP, Johansson C, Saxena MC, Silim, SN (1993) Selection drought and salinity tolerance in cool–season legumes. Plant Cell Environment 16: 524-536.
31. Shakirova FM (2003) Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by SA and salinity. Plant Science 164: 317-322.
32. Sharma AD, Thakur M, Rana M, Singh K (2004) Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
33. Shekari F, Balejani R, Saba G, Afsahi K, Shekari F (2008) Priming effect of salicylic acid on seedling growth characteristics of borage (*Borago officinalis*). Journal of Modern Agriculture 18: 47-53.
34. Wang L, Chen S, Kong W, Li S, Archbold DD (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology 41: 244-251.
35. Yagmur M, Kaydan D (2008) Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatment. African Journal of Biotechnology 7: 2156-2162.

The effect of seed priming by salicylic acid and nano-iron chelate on germination and initial growth of lentil under salinity stress

Modern Science of Sustainable Agriculture Journal
Vol. 10, No. 2, (65-75)

Hassan Nourafcan*
Young Researchers and Elite Club
Islamic Azad University
Miyaneh Branch
Miyaneh, Iran
Email ✉: hassannourafcan@gmail.com
(Corresponding author)

Masoumeh Shahmoradi
Young Researchers and Elite Club
Islamic Azad University
Miyaneh Branch
Miyaneh, Iran
Email ✉: dsn.mshahmoradi@gmail.com

Received: 2 May, 2014 **Accepted:** 29 August 2014

ABSTRACT To study the effect of seed priming by salicylic acid and nano-iron chelate on germination and initial growth of lentil under salinity stress, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications. Treatments was contained priming with salicylic acid and nano-iron chelate each with three levels (1000, 2000 and 3000 $mg.L^{-1}$), hydropriming with distilled water and control (non-priming) and four salinity levels (control, 1000, 2000 and 3000 $mg.L^{-1}$). The results showed that seed priming by salicylic acid and nano-iron chelate had significant effect on germination percentage and rate, emergence percentage and rate, mean of germination and emergence time mean, plumule length, fresh and dry weight under salinity stress. The sodium chloride salt with 3000 $mg.L^{-1}$ rate caused significant decrement in seedling germination and initial growth characteristics, comparing to control. In the present study, salicylic acid showed positive effect on germination and growth characteristics of lentil seedling under salinity stress with and without nano-iron chelate, so that germination and initial growth characteristics of lentil seedling were increased by application of salicylic acid in sole and under salinity stress, comparing to control. Therefore, applying seed priming by salicylic acid with 3000 $mg.L^{-1}$ to improve germination and establishment of seedling with or without salinity stress condition is going to be recommended.

Keywords:
- *Lens culinaris*
- NaCl
- hydropriming
- hormone-like
- nano-technology