علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیستم، شماره چهار، زمستان ۹۷

اثرات کاربرد برگی سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های رشد چمن لولیوم تحت شرایط تنش شوری

مسعود مقدم‌یار [۱]

محمد کاظم سوری [۲*]

mk.souri@modares.ac.ir

الهام مطلبی [۳]

محمودرضا روزبان [٤]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۰۴ **تاریخ پذیرش:۹۵/۰۱/۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: افزایش شوری آب و خاک یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی بخش کشاورزی محسوب می‌شود. شوری رشد و تولید گیاهان را به شکل‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرف دیگر کاربرد موادی مانند اسید سالیسیلیک با ایفای نقش در سیستم‌های انتقال پیام در گیاهان می‌تواند باعث مقاومت در آن‌ها گردد. در این تحقیق اثرات محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر رشدونمو چمن لولیوم تحت سطوح مختلف شوری مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: این آزمایش در قالب فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. بدین منظور اسید سالیسیلیک در ۴ غلظت (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به صورت اسپری برگی و شوری خاک در ۳ سطح (۳-۴، ۷-۶، ۱۰-۹ dS/m) بکار گرفته شد. عوامل رشدونمو گیاه در دو زمان اواسط و اواخر دوره رشد گیاه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شوری و هم‌چنین محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بسیاری از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه لولیوم را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوری‌که بیشترین وزن تروخشک اندام‌های هوایی در زمان برداشت اول مربوط به تیمارهای بالای شوری بود، درحالی که در این برداشت شاخص کلروفیل و ارتفاع گیاه با افزایش سطح شوری در گیاهان کاهش نشان داد.

۱- کارشناس ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۳- استادیار گروه باغبانی، دانشگاه آزاد، واحد گرمسار، ایران.

۴- استادیار گروه باغبانی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

در برداشت دوم ارتفاع گیاه و دیگر صفات مرتبط با رشد به طور مشخصی با افزایش میزان شوری کاهش یافت. هم‌چنین کاربرد اسید سالیسیلیک وزن تر و خشک ریشه را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد درحالی که تأثیری بر وزن تروخشک اندام‌های هوایی نداشت.
بحث و نتیجه‌گیری: طبق نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که کاربرد اسید سالیسیلیک احتمالاً می‌تواند در تخفیف اثرات تنش شوری در چمن لولیوم موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: چمن، لولیوم، شوری، پرولین، اسید سالیسیلیک.

J. Env. Sci. Tech., Vol 20, No.4, Winter 2019

Effects of foliar application of salicylic acid on growth characteristics of lolium grass under salt stress condition

Masoud Moghadam Yar [1]
Mohammad Kazem Souri [2*]
mk.souri@modares.ac.ir
Elham Motalebi [3]
Mahmoud Reza Rouzban[4]

Admission Date: April 9, 2016 Data Received: July 26, 2015

Abstract

Background and Objective: in agriculture, increase of water and soil salinity represents a main challenge. Salinity affects plant growth and productivity in various ways. On the other hand, compounds such as salicylic acid through signaling systems, can result in some resistance in plants. In this study, the effects of foliar application of salicylic acid with different concentrations on lolium growth and development were investigated under various salinity levels.

Method: This study was done as a factorial based on completely randomized design. Salicylic acid was sprayed on plants in 4 concentrations of 0, 100, 200 and 300 mg/L, and soil salinity was applied at 3 levels of 3-4, 6-7 and 9-10 dS/m using NaCl. Different plant growth and development factors were evaluated at two periods of middle and end of experiment.

Findings: The results of present experiment showed that salinity as well as spray of salicylic acid was effective on many morphological and physiological traits of lolium plants. At the first harvest, the highest shoot fresh and dry weight were observed in treatments with high salinity, while chlorophyll index and plant height decreased by increasing salinity levels. In the second harvest, plant height and other growth-related traits were distinctly decreased by increasing salinity levels. Spray of salicylic acid resulted in higher root fresh and dry weight as compared to control plants, while it showed no effects on shoot fresh and dry weight.

Discussion and Conclusion: It was concluded that application of salicylic acid could reduce salinity effects on lolium plants.

Keywords: Grass, lolium, proline, salinity, salicylic acid.

1- MSc in Horticulture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. *(Corresponding Author)*
3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Azad University of Garmsar, Garmsar, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Horticulture, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

مقدمه

انواع چمن به عنوان گیاهان زینتی فضای باز، از قرن‌ها پیش تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند و هنوز جایگاه ویژه‌ای در طراحی و مناظر فضای سبز دارند. منشا پیدایش چمن، کاخ های پادشاهان ایرانی، در هزاره اول قبل از میلاد بوده است (۱). با گسترش شهرنشینی، چمن‌ها به عنوان جزء لاینفک محیط زندگی انسان‌ها مطرح شدند و از نقطه نظر بهبود شرایط زیست محیطی، نقش تزیینی، تفریحی و ورزشی آن‌ها و هم‌چنین در برآورده کردن نیازهای روحی و روانی دارای اهمیت می‌باشند (۲). امروزه شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان محسوب می‌شود. فعالیت‌های زراعی و صنعتی بشر اغلب منجر به ورود و افزایش املاح و تشدید این پدیده در آب و خاک می‌گردد. با توجه به محدود بودن منابع آب و خاک برای فعالیت‌های کشاورزی، شوری و عوارض آن بیش از پیش مشکلات مربوط به مسایل آب را تحت تأثیر قرار داده است. خشکی امروزه به عنوان مهم‌ترین تهدید کشاورزی و زیست بوم کشور ما مطرح می‌باشد. از طرف دیگر خشکی و شوری دو پدیده محیطی تقریباً مرتبط با هم بوده به‌طوری‌که اغلب شوری ضریب خشکی خاک را افزایش می‌دهد و در حقیقت به عنوان رقیبی برای ریشه گیاهان جهت جذب آب عمل می‌کند. لذا شوری باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان شده و تاثیر منفی بر تولید می‌گذارد. این به نوبه خود باعث افزایش هزینه‌ها و کاهش بازده تولید می‌گردد. بنابراین برای افزایش میزان تولید و کاهش هزینه‌های مصرفی باید در جهت اصلاح و کنترل عوامل ایجاد این تنش‌ها گام برداشت. استفاده از گیاهان مقاوم و روش‌های مدیریتی اصلاح مانند مصرف خارجی ترکیبات شیمیایی از جمله گلیسین بتایین، اسید سالیسیلیک، پرولین و هورمون‌های تنظیم کننده رشد در این مورد می‌تواند موثر باشد (۳).

سالیسیلیک اسید یک متابولیت ثانویه و ترکیب فنلی است که در دامنه وسیعی از موجودات پروکاریوتی و یوکاریوتی از جمله گیاهان تولید می‌شود. این ماده به عنوان یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد بر فرآیندهای مختلفی در گیاهان اثر می‌گذارد. سالیسیلیک اسید نقش‌های مهمی در القا گل‌دهی، رشد و نمو، بیوسنتز آنزیم‌ها، رفتار روزنه‌ای و تنفس در بعضی از گیاهان ایفا می‌کند. در تنش‌های زیستی و غیر زیستی سالیسیلیک اسید به عنوان یک مولکول سیگنال در مسیر انتقال پیام عمل می‌نماید. تولید گرما در گیاهان گرما دوست، افزایش مقاومت به بیماری‌ها و گل‌دهی عمده‌ترین اثرات اسید سالیسیلیک در گیاهان می‌باشد (۴). مطالعات بیان‌گر آن است که کاربرد اسید سالیسیلیک اثرات شوری را در گیاهان ریحان (۴)، گوجه فرنگی (۵ و ۶)، توت فرنگی، ذرت، جو، گندم، خیار (۷) کاهش می‌دهد. در گیاه زیره سبز نشان داده شده است که تیمار محلول پاشی اسیدسالیسیلیک موثرتر از کاربرد آن از طریق آب آبیاری می‌باشد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۷ میلی‌مولار به‌دست آمد (۸). در گیاه سیر نیز نشان داده شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به تحمل بیشتر و بهبود رشد و نمو گیاه و افزایش تولید آنتوسیانین‌ها و کاهش نشت یونی تحت شرایط تنش خشکی می‌گردد (۹). حبیبی (۱۰) بیان داشت که تیمار غوطه‌وری میوه‌های انگور بعد از برداشت، به مدت ۱۰ دقیقه در محلول ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب و همچنین فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز نسبت به شاهد می‌گردد. تیمار کادمیمی گیاهچه‌های جو باعث افزایش دو برابری غلظت اسید سالیسیلیک در ریشه‌های گیاه می‌گردد (۱۱). از طرف دیگر تیمار بذور جو با محلولی حاوی اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی مول) منجر به حفاظت نسبی نهال‌های جو از سمیت کادمیمی در طول دوره رشد می‌گردد (۱۱). اسید سالیسیلیک به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل انگیزش مقاومت سیستمیک در گیاهان مطرح است، به‌طوری‌که باعث انگیزش سیستمیک پروتیین‌های مرتبط با پاتوژن در گیاه توتون در هنگام آلودگی به ویروس موزاییک می‌گردد که در این حالت تا حدود ۱۰ برابر افزایش در سطوح اسید سالیسیلیک ممکن است وجود داشته باشد. این ویژگی در رقم توتون مقاوم به این ویروس به خوبی نمایان است، ولی رقم حساس فاقد توانایی افزایش سطوح اسید

سالیسیلیک می‌باشد (۱۲). از طرف دیگر تیمار گیاهان یا نشاءها با غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک ممکن است اثراتی شبیه "سازگار کردن" داشته باشد و احتمالاً به سبب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاهان به افزایش مقاومت گیاهان منجر می‌گردد (۱۳).

کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک منجر به بهبود روابط آبی و آلومتری گیاه آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی می‌گردد (۱۴). آسپرین که چندین دهه است به عنوان مهم‌ترین داروی ضد درد و افزایش دهنده سیستم ایمنی بدن در انسان، بدون هیچ‌گونه عوارض ثانویه، مطرح است خود یک ماده سالیسیلیکی یعنی استیل سالیسیلیک اسید می‌باشد. خیساندن بذور در محلول آبی ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و یا آسپرین منجر به افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های گرما، سرما، خشکی و شوری می‌گردد (۵). این ویژگی ممکن است اهمیت کاربرد بالایی در کشاورزی داشته باشد، جایی که سیستم‌های زراعی انواعی از تنش‌های فزآینده را ممکن است تجربه نمایند. گیاهان اصولاً به تنش‌های محیطی با فعال سازی مکانیسم‌های دفاعی‌شان و تنظیم متابولیسم سلولی خود پاسخ می‌دهند که در این بین بسیاری از مواد و مولکول‌ها مانند کلسیم، اسید جاسمونیک، اتیلن و اسید سالیسیلیک به عنوان مسنجر و یا ناقلان پیام ایفای نقش می‌نمایند.

لولیوم از جمله گونه‌های چمن است که به شوری نیمه حساس می‌باشد و تنها تا شوری ۴ دسی زیمنس بر متر را می‌تواند تحمل نماید. حال آن‌که این مقدار برای ریگراس چند ساله (۸-۴ دسی زیمنس بر متر)، پوا (۲-۴ دسی زیمنس بر متر) و برموداگراس (۸-۱۶ دسی زیمنس بر متر) گزارش شده است(۱). با توجه به اثرات سالیسیلیک اسید بر بهبود تحمل به شوری در برخی گیاهان، در این پژوهش، اثر کاربرد برگی این ماده بر پارامترهای رشدی چمن لولیوم تحت سطوح مختلف شوری خاک مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر مقاومت به تنش شوری در گیاه چمن لولیوم *(Lolium perenne L.)*، این تحقیق طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در گلخانه فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. این پژوهش در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی، به صورت گلدانی با دوازده تیمار در سه تکرار صورت گرفت که هر تکرار شامل یک گلدان بود. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل شوری خاک (*S*) در سه سطح: شوری کم (۴-۳)، شوری متوسط (۷-۶) و شوری زیاد (۱۰-۹) دسی-زیمنس بر متر *(dS/m)* بودند. عامل دوم در این آزمایش کاربرد اسید سالیسیلیک (*A*) بود که در غلظت‌های ۰،۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌صورت محلول‌پاشی برگی به‌کار رفت. شاهد در این آزمایش تیمار شوری کم و بدون محلول پاشی اسید سالیسیلیک *(S1A1)* بود.

خاک مورد استفاده در این آزمایش از نوع لومی رسی بود که قبل از کشت بذور، از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱). پس از پر کردن گلدان‌ها با خاک مورد نظر (گلدان‌هایی با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر)، بذور در عمق یک سانتی‌متری خاک کشت شدند و آبیاری آنها به طور مرتب صورت گرفت. بعد از جوانه زنی تیمارهای مورد نظر برای گلدان‌ها اعمال گردید.

جدول۱- نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در این پژوهش

Table 1- The results of soil analysis used in the experiment

آهک ٪	EC (dS/m)	PH	بافت	رس %	شن %	نیتروژن %	فسفر *(mg/kg)*	پتاسیم *(mg/kg)*
۱۲/۵	۹/۱۴	۷/۵۹	لومی‌رسی	۳۲	۲۱	۰/۰۹	۸/۸	۲۵۱

پنج هفته پس از کشت بذور و استقرار گیاهان در گلدان‌ها، اعمال تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک به فاصله هر ۲۰ روز یک‌بار تا پایان آزمایش انجام شد. هفت هفته بعد از کشت بذور و یا دو هفته بعد از محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، با توجه

به میزان شوری اولیه خاک، مقادیر شوری تیمارها در این پژوهش با استفاده از محلول نمک طعام صنعتی ۱ مولار اعمال گردید.

در این مطالعه گیاهان در ۲ نوبت ۱۲ و ۲۴ هفته بعد از کاشت بذور، جهت تعیین پارامترهای فیزیولوژیکی نمونه برداری و برداشت گردیدند. در هر نوبت برداشت صفاتی مانند ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ، شاخص کلروفیل برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه تنها در پایان آزمایش اندازه گیری شدند. شاخص کلروفیل با دستگاه *SPAD* متر اندازه گیری شد.

در برداشت و سربرداری گیاهان، برگ‌های برداشت شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از ترازوی حساس وزن شدند. بدین ترتیب وزن تر نمونه‌های برگ در هر یک از تیمارها یادداشت گردید. به منظور اندازه گیری وزن خشک، نمونه‌ها را در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۴۸ ساعت قرار داده تا به طور کامل خشک شوند، سپس نمونه‌های خشک شده با استفاده از ترازوی حساس توزین گردیدند. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار *SPSS* تجزیه شده و مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن انجام گردید. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار آماری EXCEL تهیه و رسم شدند.

نتایج و بحث

در این آزمایش نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر ارتفاع و شاخص کلروفیل گیاهان نشان داد که تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن بین تیمارها وجود دارد. در برداشت اول و برداشت دوم به ترتیب بیشترین ارتفاع گیاه یا طول برگ در تیمار S2A2 و S1A1 و کمترین ارتفاع نیز به ترتیب در تیمارهای S1A1 و S3A1 به‌دست آمد (جدول ۲ و ۳). از نظر شاخص کلروفیل در برداشت اول و دوم بیشترین مقادیر در تیمار S1A2 و S3A4 و کمترین مقادیر به ترتیب در تیمارهای S3A4 و S3A2 حاصل شد (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تیمارها برای برخی صفات مورد ارزیابی در برداشت اول

Table 2-Comparison of means for some traits in first harvest

صفات تیمار	ارتفاع گیاه برداشت‌اول (cm)	شاخص‌کلروفیل برداشت اول	وزن‌تربرگ‌ها برداشت اول (g/pot)	وزن‌خشک برگ‌ها برداشت‌اول (g/pot)
S1A1	۱۸b	۳۰/۴ab	۳۰/۷b	۴/۵bc
S1A2	۲۱/۳a	۳۵/۸a	۲۶/۴c	۴/۱c
S1A3	۱۸/۵b	۳۱/۹a	۲۹/۶bc	۴/۲c
S1A4	۲۱/۶a	۳۳/۹a	۳۳/۳b	۴/۸b
S2A1	۱۸/۳b	۳۳/۲a	۳۲/۵b	۴/۸b
S2A2	۲۲/۴a	۳۲/۳a	۳۴/۲ab	۵/۰ab
S2A3	۲۱/۶a	۳۲/۶a	۲۹/۳bc	۴/۷b
S2A4	۲۰/۳ab	۲۷/۵b	۳۸/۴ab	۵/۳ab
S3A1	۱۸/۶b	۳۰/۳ab	۳۸/۳ab	۵/۱ab
S3A2	۲۱a	۳۲/۶a	۴۵/۱a	۶/۳a
S3A3	۲۲/۳a	۲۹/۴ab	۴۵/۰a	۶/۵a
S3A4	۲۰ab	۲۴/۵b	۳۹/۸ab	۵/۲ab

*تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

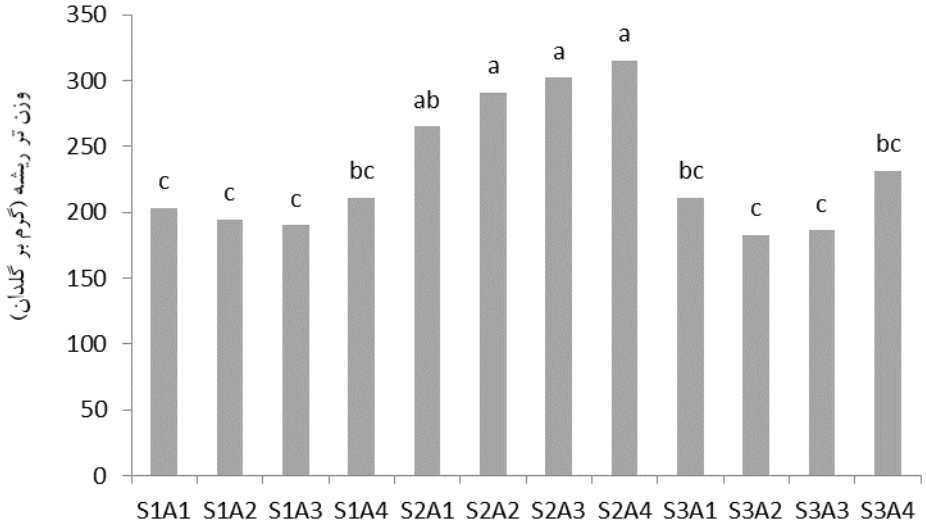
جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تیمارها برای برخی صفات مورد ارزیابی در برداشت دوم

Table 3- Comparison of means for some traits in second harvest

صفات تیمار	ارتفاع گیاه برداشت‌دوم (cm)	شاخص کلروفیل برداشت دوم	وزن‌تربرگ‌ها برداشت‌دوم (g/pot)	وزن خشک برگ‌ها برداشت دوم (g/pot)
S1A1	۲۴/۵a	۲۸a	۴۲/۵ab	۶/۶ab
S1A2	۲۴a	۲۵/۷b	۴۶/۹a	۷/۱a
S1A3	۲۳/۵a	۲۹/۷a	۴۷/۶a	۷/۲a
S1A4	۲۴a	۲۸/۶a	۵۱/۱a	۷/۴a
S2A1	۱۹/۲b	۲۷/۱ab	۳۹/۶b	۶/۵ab
S2A2	۲۴a	۲۶/۱b	۴۴/۸ab	۶/۹a
S2A3	۲۳a	۳۰/۸a	۴۳/۷ab	۶/۹a
S2A4	۲۲ab	۲۹/۲a	۴۲/۷ab	۶/۶ab
S3A1	۱۴c	۲۷/۹ab	۳۶/۱b	۵/۸ab
S3A2	۱۵c	۲۴/۸b	۳۴/۷bc	۵/۶b
S3A3	۱۶c	۲۷/۴ab	۲۹/۲c	۵/۳b
S3A4	۱۵c	۳۱/۲a	۳۱/۰c	۵/۳b

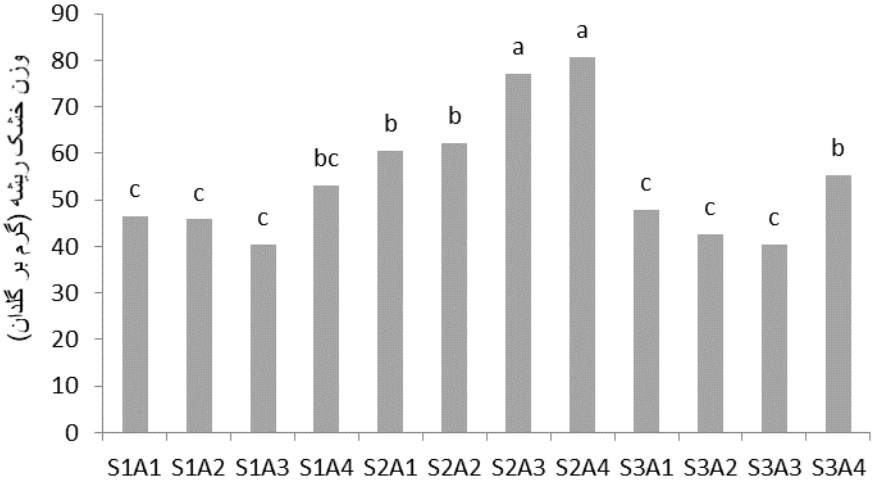
*تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر وزن تر و خشک برگ‌ها نشان داد که در هر دو برداشت اول و دوم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح ۵ ٪ آزمون دانکن از نظر این دو صفت وجود دارد. در برداشت اول و دوم بیشترین وزن تر به ترتیب در تیمارهای S3A2 و S1A4 به‌دست آمد و کمترین میزان وزن تر برگ نیز به ترتیب در برداشت‌های اول و دوم در تیمارهای S1A2 و S3A3 حاصل شد (جدول ۲ و ۳). از طرف دیگر بیشترین وزن خشک برگ‌ها در برداشت اول و دوم به ترتیب در تیمارهای S3A3 و S1A4 و کمترین میزان وزن خشک برگ‌ها نیز در برداشت اول و دوم به ترتیب در تیمارهای S1A2 و S3A3 مشاهده گردید (جدول ۲ و ۳). از نظر وزن تر و خشک ریشه (شکل ۱ و شکل ۲) نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید، به‌طوری که بیشترین مقدار وزن تر ریشه در گلدان در تیمارهای S2A4، S2A3 و S2A2 حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار S2A1 نداشتند. کمترین میزان وزن تر ریشه نیز در تیمار S3A2 و S3A3 به‌دست آمد.



شکل ۱- اثرمتقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر وزن تر ریشه چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 1- Interaction of salinity and salicylic acid on root fresh weight in lolium. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.

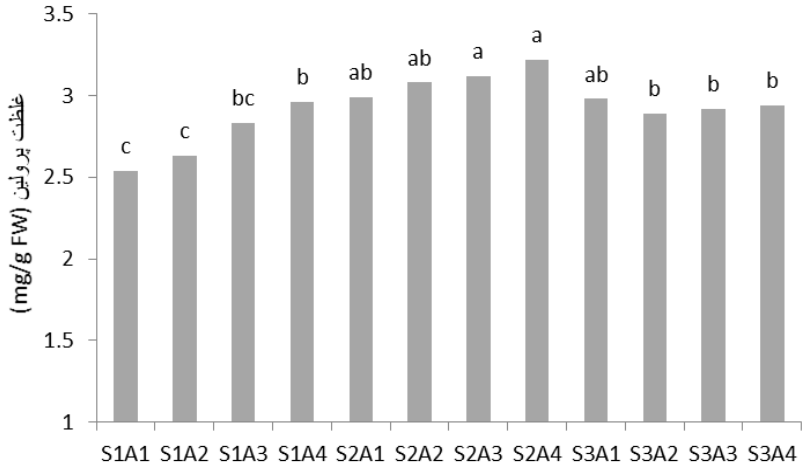


شکل ۲- اثرمتقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ریشه چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 2- Interaction of salinity and salicylic acid on root dry weight in lolium. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.

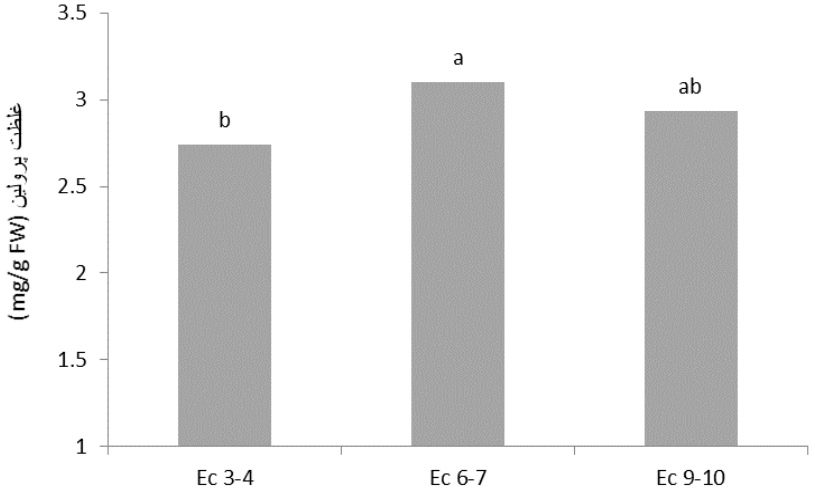
غلظت پرولین و کربوهیدرات‌های محلول برگ تنها در انتهای آزمایش (برداشت دوم) اندازه‌گیری شد. اندازه گیری غلظت پرولین برگ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر این صفت در سطح ۵٪ آزمون دانکن وجود دارد. بیشترین غلظت پرولین در تیمار S2A4 و S2A3 به‌دست آمد و کمترین مقدار آن نیز در تیمار گیاهان شاهد (S1A1) مشاهده گردید (شکل ۳). از نظر اثر سطوح ساده شوری بر غلظت پرولین برگ نتایج (شکل ۴) نشان داد که بیشترین مقدار

پرولین در تیمار میزان شوری برابر هدایت الکتریکی ۷-۶ به‌دست آمد که با مقدار پرولین در تیمار هدایت الکتریکی ۱۰-۹ تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن نشان نداد ولی با گیاهان تحت تیمار هدایت الکتریکی ۴-۳ تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۴).



شکل ۳- اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر غلظت پرولین برگ چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 3- Interaction of salinity and salicylic acid on concentration of proline in lolium leaves. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.

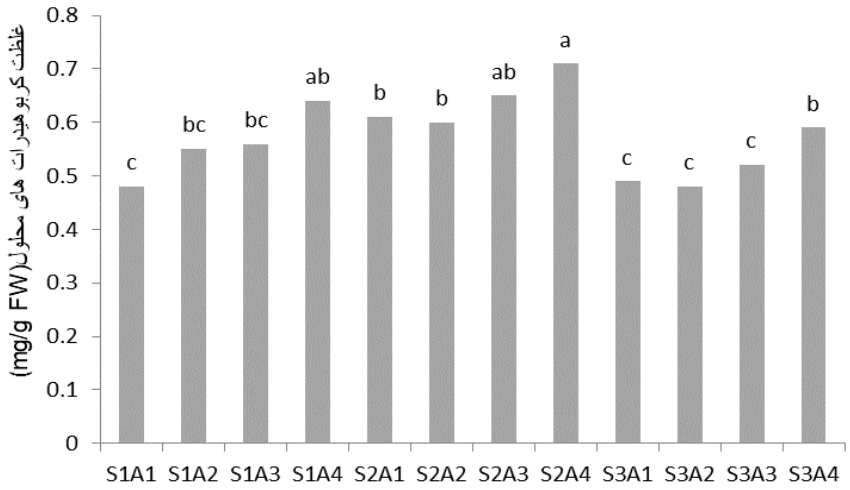


شکل ۴- اثرات ساده سطوح شوری بر غلظت پرولین برگ چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 4- Changes in proline concentration in lolium leaves under different levels of salinity. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.

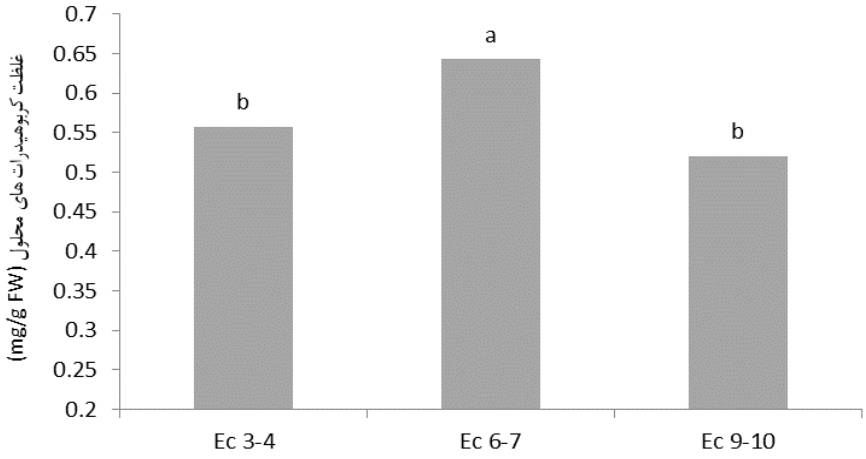
همچنین اندازه‌گیری غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت وجود دارد. بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ در تیمار S2A4 و کمترین غلظت در تیمار گیاهان شاهد (S1A1) به‌دست آمد (شکل ۵). از نظر اثر سطوح شوری بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ (شکل ۶) نتایج نشان داد که

گیاهان با هدایت الکتریکی برابر ۷-۶ بیشترین مقدار را دارا بودند که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن با دو سطح دیگر شوری نشان داد. کمترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول نیز در این پژوهش در تیمار هدایت الکتریکی ۱۰-۹ مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار هدایت الکتریکی ۴-۳ نشان ندادند (شکل ۶).



شکل ۵- اثرات متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 5- Interaction of salinity and salicylic acid on concentrations of soluble carbohydrates in lolium leaves. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.



شکل ۶- اثرات ساده شوری بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ چمن لولیوم. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

Figure 6- Salinity effects on soluble carbohydrates in lolium leaves. Comparison of means was done at 5% level of Duncan test.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شوری و هم‌چنین محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر بسیاری صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی چمن لولیوم موثر می‌باشند. اندازه‌گیری صفات مرتبط با رشد در برداشت اول نشان داد که بیش‌ترین وزن تر و خشک برگ‌ها مربوط به تیمارهای بالای شوری بود (درحالی که شاخص کلروفیل و طول برگ‌ها یا ارتفاع گیاه با افزایش سطح

شوری در گیاهان به میزان جزیی کاهش نشان داد). این تا حدودی ممکن است به سبب آزاد سازی عناصر مفید به‌دنبال کاربرد سطوح نمک باشد. مشخص شده است که در مواردی شوری سبب افزایش غلظت عناصری مانند منگنز، آهن و روی در گیاه می‌گردد (۱۵) و این ممکن است سبب بهبود رشد گیاه و حتی گاهاً عدم تعادل در عناصر غذایی گیاه شود. افزایش پتانسیل اسمزی و به‌دنبال آن جذب آب و املاح نیز می‌تواند در این بین دخیل باشد (۱۶).

در برداشت دوم نیز ارتفاع گیاه و وزن تر و خشک برگ‌ها و هم-چنین ریشه به طور مشخصی در سطح سوم شوری کاهش یافت. از طرف دیگر شوری به میزان ۷-۶ دسی زیمنس بر متر باعث بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه گردید. چنین واکنشی یک پاسخ طبیعی گیاهان به غلظت بالای املاح در خاک می-باشد (۱۷). با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد تنظیم اسمزی در مقادیر املاح نسبتاً بالا (در این پژوهش EC برابر ۶-۷) برای رشد بهتر گیاه لولیوم مناسب به نظر می‌رسد. معمولاً تنش شوری از طریق صدمات اسمزی و اثر سمی عناصر خاص مانند سدیم و کلر و اختلال در جذب عناصری مانند کلسیم و پتاسیم اثرات سوء خود را بر رشد گیاه اعمال می‌کند (۱۶). از طرف دیگر به نظر می‌رسد چمن لولیوم به راحتی می‌تواند غلظت‌های نسبتاً بالای نمک را تحمل کند، گرچه حد آستانه شوری برای این گیاه ۴ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (۱). احتمالاً مکانیسم دفع یون‌های مضر (سدیم و کلر) در این بین نقش اساسی را بازی می‌کنند.

در آزمایش حاضر با افزایش میزان شوری به EC ۹-۱۰ و با گذشت زمان (در حدود ۴-۵ ماه) اثرات میزان شوری بالا بر رشد گیاه نمایان گردید. سدیم در سلول‌های گیاهی در داخل واکوئل نیز تجمع می‌یابد و سبب مسمومیت می‌گردد. سمیت متابولیکی سدیم عمدتا در اثر رقابت آن با پتاسیم در فرآیند-های ضروری داخل سلولی می‌باشد (۱۷). گیاهان زراعی با مکانیسم‌های مختلفی تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند. گزارش شده است که بسیاری از گیاهان در شرایط غیر شور جوانه زنی بهتری دارند، حتی بیش‌ترین جوانه زنی هالوفیت‌هایی مثل سالیکورنیا در آب خالص انجام می‌شود (۱۸). از طرف دیگر مهم‌ترین اثر شوری کاهش رشد گیاه و کاهش عملکرد محصول می‌باشد. حساسیت رشد گیاهان به تنش شوری وابسته به ژنوتیپ، سن و میزان مقاومت گونه گیاهی به شوری است (۱۵). گزارش شده است که تحت شرایط شوری مقدار اتیلن افزایش یافته در نتیجه کلروفیل گیاه به دلیل فعالیت آنزیم کلروفیلاز کاهش می‌یابد (۱۸). کاهش ارتفاع، اندازه گیاه، میزان کلروفیل، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه، سطح برگ و به طور کلی کاهش رشد و نمو و تولید گیاه در اثر تنش شوری در مطالعات زیادی نشان داده شده‌اند (۱۵، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲). به هر حال گزارش شده است که در توت فرنگی و تمشک، شوری تأثیری بر تعداد برگ‌ها ندارد (۲۳) و یا باعث افزایش مقادیر آنتوسیانین‌ها که نقش محافظتی دارند (۱۵) و انواع آنزیم‌های آنتی اکسیدان (۲۲ و ۲۴) و پرولین (۶ و ۲۱) می‌گردد. از طرفی کاهش مقادیر کارتنوییدها و کاهش سنتز پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه در اثر تنش شوری در گیاهان گزارش شده است (۱).

بیش‌ترین وزن تر و خشک ریشه، غلظت پرولین و قندهای محلول در این پژوهش در سطوح متوسط شوری (سطح دوم) به‌دست آمد، هم‌چنین در هر سطح شوری با افزایش کاربرد سالیسیلیک اسید وزن تر و خشک ریشه افزایش نشان داد. مشخص شده است که وزن تر و خشک ریشه، و هم‌چنین نسبت ریشه به ساقه در گیاه با افزایش شوری ممکن است افزایش یابد (۲۰) و این شاید یک سازش مورفولوژیکی برای افزایش پتانسیل آب و همچنین به عنوان یک فیلتر در مقابل جذب یون‌های مضر باشد.

امروزه استفاده از مواد شیمیایی جهت افزایش تحمل گیاهان به تنش‌ها از جمله تنش شوری می‌تواند بسیار مفید باشد (۳). یکی از مواد موثر در این بین اسید سالیسیلیک است که تحقیقات زیادی را به خود اختصاص داده است. اسید سالیسیلیک در تنظیم رشد و هم‌چنین القاء گلدهی در گیاهان نقش دارد (۲۵). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید می-تواند سمیت ناشی از تنش شوری را کاهش دهد (۲۶، ۲۷ و

۲۸). از طرف دیگر اسید سالیسیلیک و دیگر ترکیبات فنولیک ممکن است جذب یون‌هایی مانند فسفات و پتاسیم را توسط گیاه تحت تأثیر قرار دهند (۲۹). از سویی تعرق برگ‌های لوبیا بعد از تیمار ۱ یا ۱۰ میلی‌مول اسید سالیسیلیک ممکن است شدیداً کاهش یابد (۳۰). نشان داده شده است که اسید سالیسیلیک و ترکیبات اسید آبسزیک، توانایی جلوگیری از بسته شدن روزنه‌ای القاء شده توسط اسید آبسزیک را دارند. غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک (۰/۰۵ میلی‌مول) باعث تحریک فتوسنتز می‌شود، ولی غلظت‌های بیشتر از ۱/۰- ۰/۵ میلی‌مول می‌تواند از فعالیت فتوسنتز جلوگیری کند (۳۱). از طرف دیگر اسید سالیسیلیک باعث مقاومت سیستمیک در گیاهان می‌شود و مشخص شده است که کاربرد برگی اسید سالیسیلیک در گیاه سویا به‌طور چشم‌گیری اندازه ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۰). از طرفی کاربرد سالیسیلیک اسید منجر به بهبود رشد گیاه لوبیا تحت تنش خشکی (۵) افزایش مقاومت گیاه نخود به گرما (۳۲)، افزایش مقاومت خیار به سرما (۳۳)، کاهش اثرات سمیت ازن (۳۴) و اثرات مضر اشعه UV در گیاه توتون (۳۵) می‌گردد.

این ماده به‌عنوان یکی از تنظیم کننده‌های رشد بوده و روی فرآیندهای مختلفی در گیاهان از جمله مقاومت به تنش‌ها و بیماری‌ها (۲۷)، گل‌دهی (۴)، کاهش سمیت عناصر سنگین (۱۱ و ۱۹) و هم‌چنین کاهش سمیت آلومینیوم (۳۶) نقش دارد.

به‌طور خلاصه از آن‌جا که امروزه شوری به عنوان یکی از مهم-ترین تهدیدهای بخش کشاورزی و نیز عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌شود (۳۷)، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه می‌گردد. گیاه لولیوم با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تحمل بهتری نسبت به سطوح بالاتر شوری خاک از خود نشان داد. لذا کاربرد اسید سالیسیلیک احتمالاً می‌تواند در تخفیف اثرات تنش شوری در چمن لولیوم موثر باشد و بر اساس این پژوهش غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آن مناسب‌تر از غلظت-های کمتر است.

Reference

1- Tirani, M., and Kalantary, K.H. 2007. Evaluation salycilic acid effects on some growth and biochemical parameters of rape under water stress. Biology J. 65: 28-55 (In Persian).

2- Adavi, Z., Mobli, M. and Razmjo, K.H. 2006. Effects of salinity level of irrigation water on African lawn cultivars (Cynodondactylon) under soil salinity in Esfahan. Natural Resources and Agricultural Technology. 10: 179-190 (In Persian).

3- Souri, M.K. 2016. *Aminochelate fertilizers: the new approach to the old problem; a review. Open Agriculture, 1: 118-123.*

4- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43: 463-739.

5- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Asperin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Reg. 30: 157-161.

6- Shahba, Z., Baghizadeh, A., Vakili, S. M. A., Yazdanpanah, A., and Yosefi, M. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). *Journal of Biophysics and Structural Biology*, *2*(3): 35-41.

7- Sakhabutdinova, A., Fatkhutdinova, D., Bezrukova, M. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg J Plant Physiol*, *21:* 314-319.

8- Asfini Farahani, M., Paknejad, F., Bakhtiari Moghadam, M., Alavi, S. and Hasibi, A. 2012. Effects of different amounts and methods of

salycilic acid application on yield and yield components of Cumin. Agronomy and Plant Breeding J., 8: 69-77. (In Persian).

9- Bideshki, A., Arvin, M.J. and Darini, M. 2013. Interactive effects of Indole-3-butyric acid (IBA) and salicylic acid (SA) on growth parameters, bulb yield and allicin contents of garlic (Allium sativum) under drought stress in field. Intern. J. Agron. Plant Product., 4(2): 271-279.

10- Habibi, Gh. 2013. Effect of salycilic acid on antioxidant systems of some grape cultivars after cold treatment. New Cellular Molecul. Biotechnol. J. 3(9): 101-105 (In Persian).

11- Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M., and Dietz, K. J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology, 132(1): 272-281.

12- Yalpani, N., Silverman, P., Wilson, T. M., Kleier, D. A., and Raskin, I. 1991. Salicylic acid is a systemic signal and an inducer of pathogenesis-related proteins in virus-infected tobacco. The Plant Cell, 3(8): 809-818.

13- Medina, J. H., Gagnon, H., Piché, Y., Ocampo, J. A., Garcí, J. M., and Vierheilig, H. 2003. Root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi is affected by the salicylic acid content of the plant. Plant Science, 164(6): 993-998.

14- Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Khan, M. B., Akram, M., & Saleem, M. F. (2009). Exogenous glycinebetaine and salicylic acid application improves water relations, allometry and quality of hybrid sunflower under water deficit conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 195(2): 98-109.

15- Parida, A. K. and Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. India Ecotoxicology and Environmental Safety. 60: 324-177

16- Tabatabaei, S. J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (Olea europaea L.) trees. Scientia Horticulturae, 108: 432-438

17- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plant. Academic, London.

18- Prasad, M. N. 1996. Plant ecophysiology. Johnwiley and Sons, Inc, New York 542, PP 173-206.

19- Chaudhuri, M. A. 1997. Effect of short term NaCl Stress on water relations and gas exchanges of two jute species .Biol. Plant. 40: 373-380.

20- Cuartero, J., and Fernandez-Munoz, R. 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae, 78: 83-125.

21- Gadallah, M. A., 1999. Effect of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* response to salt stress, Biol. Plant. 42: 249-257.

22- Lee, D. H., Kim, Y. S. and Lee, C. B. 2001. The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Plant Physiol. 158: 737-745.

23- Vasyukova, N. I., and Ozeretskovskaya, O. L. 2007. Induced plant resistance and salicylic acid: a review. Applied Biochemistry and Microbiology, 43(4): 367-373.

24- Bartoz, G. 1997. Oxidative stress in plants. Acta Physiol. Planta, 19(1): 47-64.

25- Raskin, I. 1995. Salicylic Acid, in: Plant Hormones. Physiology, Biochemistery and Molecular Biology 2nd Edition.J., Davies ed., Kluwer Acad. Publ. Dordrech, The Netherlands.

26- Borsani, O., Valpuesta, V., and Botella, M. A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant physiology, 126(3): 1024-1030.

27- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bozrutkova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by Salicylic Acid and salinity. Plant Sci., 164: 317-322.

28- Tari, I., Csiszar, J., Szalai, G., Horvath, F., Pecsvaradi, A., Kiss, G., Szepsi, A., Szabo, M., Erdei, L. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biologica, 46 (3-4): 55-56.

29- Glass, A.D.M. 1974. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV. Depolarization of membrane potentials. Plant Physiol., 54:855-858

30- Larque, S. A. 1978. The anti transpirant effect of acetyl salicylic acid on *phaseolus vulgaris*. Physiol. Plant., 43: 126-128

31- Rakwal, R., Agraval, V. P. 2001. Jasmonate, protein phophatase 2A inhibitors and kinetin up – regulate of PR5 expression in cut- responsive rice. J. Plant Physiol., 158: 1357-1362.

32- Dat, J. F., Christine, H. F., Scott, I. M. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedlings. Plant Physiol., 118 (4): 1455-1461.

33- Kang, H. M., and Saltveit, M. E. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected salicylic acid. Physiol. Plant. 115: 571-576.

34- Ogawa, D., Nakajima, N., Sano, T., Tamaoki, M., Aono, M., Kubo, A., Kanna, M., Ioki, M., Kanada, H., Saji, H. 2005. Salicylic Acid and accumulation under o3 exposure is regulated by ethylene in tobacco plants. Plant Cell Physiol., 46: 1062-1072

35- Yalpani, N., Leon, J., Lawton, M. A., Rackin, I. 1992. Pathway of salicylic acid biosynthesis in healthy and virus–inoculated tobacco. Plant Physiol., 103: 315-321.

36- Yang, Z.M., Wang, J., Wang, S. H., Xu, L. 2003. Salicylic Acid – induced aluminum tolerance by modulation of citrate efflux form roots of *Cassia tora* L. Planta, 17: 168-174.

37- Ahmadi, M., and Souri, M.K. (2018). Growth and mineral elements of coriander (Corianderum sativum L.) plants under mild salinity with different salts. Acta Physiologia Plantarum, 40: 94-99.