Archive OF SID

مجله علمی – پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)
جلد سی و پنجم، شماره ٦، سال ١٣٨٧
صص ١٨٠-١٥٥

اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر قند، آنتوسیانین، پراکسیداسیون لیپید و برخی پارامترهای رشد در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*)

مریم چاوشی*، محمد جواد آروین و خسرو منوچهری کلانتری***

* دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم پایه، بخش زیست شناسی

* دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، بخش باغبانی

چکیده

ژاسمونیک اسید و استر متیل آن(متیل ژاسمونات)، یکی از مشتقات لینولنیک اسید با پایه سیکلوپنتانون است که به طور گسترده در گیاهان وجود دارد. در این تحقیق، اثر تنش شوری و متیل ژاسمونات بر برخی از پارامترها، از جمله: وزن تر ساقه، مقدار قند، پروتئین، آنتوسیانین و پراکسیداسیون لیپید در سه رقم گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) بررسی شده‌است. گیاهان به مدت دو هفته تحت تیمار کلرید سدیم با غلظتهای (۱۲،٦،۰ دسی زیمنس بر متر) قرار گرفت. محلول پاشی گیاهان توسط متیل ژاسمونات نیز با غلظتهای ۰، ۰/ ۱، ۰/ ۵ ، ۰ میلی مولار به مدت یک هفته ادامه داشت. بعد از دو هفته نمونه ها برداشت شدند. وزن تر و اندام هوایی، آنتوسیانین، سطح برگ در تیمار شوری و ژاسمونات کاهش داشت، اما میزان قند و مالون دآلدهید در برگ افزایش داشت.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، متیل ژاسمونات، *Carthamus tinctorius*

www.SID.ir

Archive OF SID

مقدمه

رشد گیاهان توسط شرایط مختلف نامساعد محیطی محدود می‌شود که در این میان، تنش شوری به عنوان یکی از مهمترین مشکلات کشاورزی در جهان مطرح می شود. شوری زیاد باعث بر هم خوردن تعادل یونها در سلولهای گیاهی، ایجاد تنش اکسیداتیو و کاهش رشد گیاه می گردد. گیاه از طریق برخی تغییرات یا تعدیلها در فرایندهای سلولی و ساختمان مورفولوژیک به منظور کاهش سمیت یون و نگه‌داشتن تعادل میان تولید و از بین رفتن رادیکالهای اکسیژن می تواند به تنش شوری پاسخ دهد(١٦).

ژاسمونات خانواده جدیدی از هورمونهای گیاهی است که نقش مهمی در تنظیم فرایند نمو و مورفوژنز دارد(۹). ژاسمونات ها، واکنشهای فیزیولوژیک بسیار زیادی در گیاهان انجام می‌دهند. کاربرد خارجی ژاسمونیک اسید موجب پیری، ریزش دمبرگ، ریشه زایی، سنتز اتیلن و سنتز بتا کارتن در گیاه می‌شود(۱).

اولین بار متیل استر اسید ژاسمونیک را از روغن گیاه *Jasminum grandiflorom* به دست آورده اند. امروزه اسید ژاسمونیک (-) و استر ایزومر(+) آن؛ یعنی ۷- ایزو- ژاسمونیک اسید (+) عمده ترین ژاسمونات های موجود هستند، اما تعدادی از ترکیبات وابسته به سیکلو پنتانون نیز شناخته شده اند که اثر مشابه ژاسمونات‌ها را دارند(۱). سنتز متیل ژاسمونات یک راه مقابله با پاتوژن ها و گیاهخواران است(٦). ژاسمونات‌ها در محل زخم در گیاه تجمع یافته، ژنهای کد کننده پروتئازها را فعال می‌کنند تا آسیب های وارده را کاهش دهند(۷). این ترکیبات در بسیاری از گونه های گیاهی برای مقابله با تنش اسمزی موجود هستند(۱). احتمال می رود که زخم، سیگنالهایی می فرستد که باعث می شود لیپازها به غشا حمله کنند و اسیدهای چرب غیر اشباع (لینولنیک اسید) را آزاد کنند. این اسیدهای چرب از طریق مسیر بیوسنتزی ژاسمونیک اسید، به ژاسمونات متابولیزه می شود و بدین وسیله موجب بروز واکنش می گردد(۱). همچنین گزارش شده است که ژاسمونیک اسید با تغییر در پروتئین، محتوای مالون دآلدهید[1] و فعالیت آنتی اکسیدان نقش حفاظتی خود را اعمال می کند. ژاسمونات در هنگام آسیب های محیطی بر غشا سلول اثر گذاشته، باعث آزاد شدن اسیدهای چرب می شود. در بررسی انجام شده بر ریشه برنج تحت تنش شوری، میزان متیل ژاسمونات افزایش یافته و تأثیرات زیان آور شوری را بر فتوسنتز و رشد کاهش داده است(۲۸).گزارش شده است که dihydrojasmonate n- propyle باعث مقاوم ساختن گلابی به سرما شده است(۲۲). بررسی سطح متیل ژاسمونات در ریشه گوجه فرنگی در شرایط تنش شوری نشان داده است که با افزایش ژاسمونات درونی، ژنهایی بیان می شود که باعث مقاومت در برابر تنش شده است(٤).گزارش شده است که که متیل ژاسمونات باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدانها در گیاه و کاهش رادیکالهای آزاد و ایجاد مقاومت در برابر تنش آبی می شود(۲۵). در این پژوهش تأثیرات متیل ژاسمونات بر رشد و تکامل گیاه گلرنگ بررسی شد. برای روشن شدن اثر متیل ژاسمونات بر روی فرایندهای سلولی، متیل ژاسمونات به صورت خارجی در گیاه گلرنگ تحت تنش شوری استفاده

1. MDA

www.SID.ir

Archive OF SID

گردید و برای بررسی اثر آن، پارامترهایی، مانند: قند آن، پارامترهایی، مانند: قند احیاکننده، پروتئین و آنتوسیانین مورد سنجش قرار گرفت. از آنجایی که مالون دآلدهید به عنوان شاخص تنش اکسیداتیو است، مقدار آن نیز اندازه گیری شد. هدف از این تحقیق، آن است که آیا غلظت‌های متیل ژاسمونات به‌کار رفته توانسته است تأثیرات شوری را خنثی کند یا خیر؟

مواد و روشها

پس از جدا کردن بذر های یکسان از سه رقم گیاه گلرنگ(279، LSP, LRV) این بذرها در گلدانهای حاوی شن، رس و خاکبرگ(به نسبت۲:۱:۱) کاشته شد. برای هر تیمار سه گلدان به عنوان سه تکرار و در هر گلدان سه بذر کاشته شد. از مرحله سه تا چهار برگی گیاه به مدت دو هفته تحت تیمار کلرید سدیم با غلظتهای ٦/٠ دسی زیمنس بر متر(٠/٠٦ مولار، شوری متوسط)، ۱۲دسی زیمنس بر متر (۰/۰۱۳ مولار، شوری شدید) قرار گرفت. محلول پاشی گیاهان توسط متیل ژاسمونات نیز با غلظتهای ۰، ۰/۱، ۰/۵ میلی مولار همزمان با تیمار شوری شروع شد و به مدت یک هفته ادامه داشت. بعد از دو هفته نمونه ها برداشت شد. اندامهای مختلف گیاه (ریشه و برگ) جدا شد. سپس نمونه ها در نیتروژن مایع منجمد و تا زمان آزمایش در فریزر نگهداری شد. ضمناً گیاهان با محلول غذایی هوگلند (۲) با یک چهارم غلظت، هفته‌ای یک‌بار آبیاری شدند. سنجش قند احیا کننده، آنتوسیانین، مالون دآلدهید، وزن تر اندام هوایی، سطح برگ و پروتئین از نمونه های گیاهی انجام شد.

سطح برگ در گیاه

برای اندازه گیری سطح برگ در گیاه، از هر گیاه چند برگ انتخاب شد. برگهای انتخاب شده از گیاه جدا و بر روی کاغذ قرار داده شد و از آنها کپی کاغذی تهیه گردید(شکل برگ بر روی کاغذ کشیده شد). پس از تهیه کپی، مربعی ازکاغذ با ابعاد ۱×۱ سانتی متر توزین و وزن این مربع یادداشت شد (A). سپس کپی برگ مورد نظر توزین گردید (B) و با رابطه تناسبی،(A*B) سطح برگ بر اساس وزن آن مشخص گردید(۳).

مقدار قندهای احیا کننده در برگها و ریشه ها، با استفاده از روش سوموگی – نلسون(۱۹۵۲) اندازه‌گیری شد. مواد قندی مانند گلوکز و فروکتوز با دارا بودن عامل آلدئیدی و ستونی می توانند به آسانی به بعضی مواد اکسیده شوند. به همین علت، این قندها را قندهای احیا کننده می نامند. در آزمایش انجام شده، وجود قندهای احیا کننده در محلول، باعث احیای Cu^{2+}به Cu_2O می‌شود. سپس Cu_2O باعث احیای فسفومولیبدیک اسید موجود در محیط آزمایش می گردد که تولید رنگ آبی می‌کند. شدت رنگ تشکیل شده که رابطه مستقیم با مقدار قندهای احیا کننده در محلول دارد، توسط اسپکتروفتومتر قابل سنجش است(۲۳).

مقدار پروتئین ها در برگ ها با استفاده از روش لوری(۱۹۵۱) اندازه گیری شد. در این روش، در اولین مرحله واکنش، کمپلکس پروتئین – مس در محلول قلیایی تشکیل می‌گردد. بقایای تیروزین، تریپتوفان و سیستئین این کمپلکس، در مرحله بعد معرف فسفومولیبدیک –فسفوتنگستنیک (معرف فولن) زرد رنگ را احیا نموده، رنگ آبی تندی حاصل می‌شود. از آنجایی‌که این معرف تنها در pH اسیدی پایدار است، ولی احیا شدن فقط در pH=۱۰ صورت می‌گیرد، لازم است پس از افزودن معرف فولن، مخلوط بشدت به‌هم زده شود تا قبل از تخریب

www.SID.ir

Archive OF SID

معرف فولن در محلول قلیایی مس-پروتئین، احیا صورت گیرد. برای اندازه گیری غلظت پروتئین ها از منحنی استاندارد استفاده شد. پروتئین استاندارد در این آزمایش آلبومین گاوی بود(۲).

غلظت آنتوسیانین به روش Wanger ۱۹۷۹ اندازه گرفته شد. برای سنجش میزان آنتوسیانین۰/۱ گرم برگ تر با دقت وزن شده، در هاونی که حاوی ۵ میلی لیتر متانول اسیدی (متانول ۵/ ۹۹ اسید کلریدریک خالص به نسبت ۹۹ به ۱) بود، خوب ساییده شد. سپس ۵ میلی لیتر دیگر متانول اسیدی به آن اضافه شد. عصاره حاصل به لوله آزمایش در پیچ دار منتقل گردید و درب آن محکم بسته شد و به مدت ٢٤ ساعت در تاریکی در دمای آزمایشگاه قرار گرفت و عصاره حاصل پس از ٢٤ ساعت به مدت ۱۰ دقیقه در ٤۰۰۰g سانتریفوژ گردید. ۳ میلی لیتر از محلول رویی در کووت ریخته و شدت جذب آن در طول موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتوفتومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت آنتوسیانین از ضریب خاموشی معادل $۳۳۰۰۰ mM^{-1}cm^{-1}$ استفاده شد. برای محاسبه غلظت با استفاده از ضریب خاموشی از رابطه زیر استفاده شد.(٢٦).

$$A=\varepsilon BC$$

در این فرمول داریم:

A = میزان جذب خوانده شده در۵۵۰ نانومتر؛

ε = ضریب خاموشی،

B = عرض کووت (۱cm)

اندازه گیری مقدار مالون دآلدئید بر اساس روش (Heath and Packer) ۱۹٦۸ (۱۲) طبق این روش ۰/۲گرم از بافت تازه برگی توزین شد و در هاون چینی حاوی ۵ میلی لیتر تری کلرو استیک اسید (TCA)۰/۱ درصد ساییده شد. عصاره حاصل با استفاده از سانتریفیوژ مدل R۲۰۲۸Napco به مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شد.

به ۱میلی لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ، ٤ میلی لیتر محلول ٤۰TCA درصد که حاوی ۵/۰ درصد تیو باربیتوریک اسید (TBA) بود، اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد حمام آبگرم حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شد و دوباره مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ گردید. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. ماده مورد نظر برای جذب در این طول موج کمپلکس قرمز (MDA-TBA) است. جذب بقیه رنگیزه های غیر اختصاصی در ٦۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر گردید. برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل $cm^{-1}mM^{-1}$ ۱۵۵ استفاده شد.

سایر آلدئیدها (پروپانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی متیل استال) به روش (Meir *et al* ۱۹۹۲) اندازه گیری شد. همه مراحل همانند سنجش مالون دآلدئید است؛ با این تفاوت که شدت جذب آن در طول موج ٤۵۵ نانومتر خوانده شد. جذب سایر رنگیزه های غیر اختصاصی در ٦۰۰ نانومتر خوانده شد و از این مقدار کسر گردید.

برای محاسبه غلظت این آلدئیدها از ضریب خاموشی معادل $۱۰^{۵} \times ٤۵۸۰ cm^{-1}mM^{-1}$ استفاده شد. این ضریب خاموشی میانگین ضریب خاموشی برای پنج آلدئید مورد نظر است(۱۹).

نتایج حاصل از اندازه گیری بر حسب وزن خشک محاسبه و ارائه گردید.

www.SID.ir

Archive OF SID

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. بلوک به گروهی از واحدهای آزمایشی گفته می‌شود که تحت تیمارهای مختلف تحت شرایط مشابهی قرار می‌گیرند- برای تجزیه آماری از نرم افزارهای SPSS, EXCEL و MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج

وزن تر اندام هوایی؛ به طورکلی، متیل ژاسمونات باعث کاهش معنی دار وزن تر اندام هوایی شد. غلظت۱/۰ میلی مولار ژاسمونات ۳٤ درصد و غلظت ۵/۰ میلی مولار آن ۳۱ درصد وزن تر اندام هوایی را کاهش داد(نمودار۲). اثر تیمار شوری نیز بر وزن تر اندام هوایی معنی دار بود، شوری متوسط ۲۰درصد و شوری شدید ٤۱ درصد وزن تر اندام هوایی را کاهش داد (نمودار۱). واکنش ارقام به اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات متفاوت بود؛ به طوری که متیل ژاسمونات در شرایط غیر تنش باعث کاهش معنی دار وزن تر اندام هوایی در همهٔ رقم‌ها گردید. متیل ژاسمونات در رقم 279 و در شرایط تنش شوری نسبت به شاهد کاهش معنی داری داشته است (نمودارa-۳). تیمار با غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط در رقم LSP،۳٤ درصد وزن تر اندام هوایی را افزایش داد(نمودار-۳b). شوری متوسط بر وزن تر اندام هوایی رقم LRV اثر منفی نداشت (نمودارc-۳)، (جدول ۱).

سطح برگ

کاربرد تیمارهای شوری و متیل ژاسمونات باعث کاهش معنی دار سطح برگ گردید. غلظت ۰/۱ میلی مولار ژاسمونات ۳۱ درصد و غلظت ۰/۵ میلی مولار آن ٤۳ درصد سطح برگ را کاهش داد (نمودار۵). شوری متوسط ۲۱ درصد و شوری شدید ۵۷ درصد این پارامتر را کاهش داد(نمودار ٤). نتایج حاصل از اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات نشان می دهد که در رقم 279، غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط(٦ds/m) ۳۸ درصد سطح برگ را کاهش داد(نمودارa-٦). غلظت ۰/۱ و ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط سطح برگ را در رقم‌هایLRV , LSP کاهش داد (نمودارc- ٦ وb-٦) (جدول۲).

آنتوسیانین

به طور کلی، شوری و متیل ژاسمونات هر دو تأثیری بر مقدار آنتوسیانین برگ نداشتند (نمودار ۷ و ۸). نتایج حاصل از اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر مقدار آنتوسیانین در نمودار ۹ ارایه گردیده است. شوری باعث کاهش آنتوسیانین در رقمهای 279 و LRV شده است. در رقم 279 غلظت ۰/۱ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری شدید(۱۲ds/m) و غلظت ۰/۵ میلی مولار آن در شرایط غیر تنش، اثر منفی بر میزان آنتوسیانین داشت (نمودارa-۹). در رقم LSP نیز اثر متیل ژاسمونات متفاوت بود؛ به طوری‌که غلظت ۰/۵ میلی مولار در شوری متوسط و ۰/۱ میلی مولار آن در شوری شدید، به ترتیب ٤۰ درصد افزایش و ٥٦ درصد کاهش در مقدار آنتوسیانین را نشان داد(نمودارb-۹). متیل ژاسمونات در شوری متوسط(٦ds/m) باعث افزایش آنتوسیانین در رقم LRV گردیده است (نمودارc-۹)، (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive OF SID

قند برگ

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس حاصل از تیمار شوری و متیل ژاسمونات نشان می‌دهد که متیل ژاسمونات باعث افزایش معنی‌دار قند برگ شده است. غلظت ۰/۱ میلی مولار ژاسمونات ۲٦ درصد و غلظت ۰/۵ میلی مولار آن ۳۲ درصد قند برگ را افزایش داد(نمودار ۱۱). در تیمار شوری تنها شوری متوسط بر قند برگ مؤثر بود و ۲۰ درصد آن را افزایش داد(نمودار ۱۰). نتایج به دست آمده از تیمار شوری و متیل ژاسمونات نشان میدهد که مقدار قند احیا کننده برگ در دو سطح شوری ٦و ۱۲دسی زیمنس بر متر در رقم 279، افزایش نداشت. ژاسمونات بر مقدار برگ در شرایط غیر تنش در رقم 279 مؤثر بود. متیل ژاسمونات در شوری متوسط (غلظت ۰/۱ میلی مولار ۲۹ درصد و ۰/۵ میلی مولار ٤٦ درصد) قند برگ را افزایش داد (نمودار۱۲a). در رقم LSP شوری متوسط و شدید هر دو باعث افزایش قند شد؛ به طوری‌که شوری شدید ۸۵ درصد و شوری متوسط۵۲ درصد آن را افزایش داد. در این رقم، متیل ژاسمونات در کلیه تیمارهای شوری تأثیری بر این پارامتر نداشت(نمودار۱۲-b). شوری متوسط و ژاسمونات در غلظت ۱/۰ میلی مولار در رقمLRV باعث افزایش قند گردید، ولی متیل ژاسمونات در شرایط تنش تأثیری بر آن نداشت (نمودار۱۲c)، (جدول ٤).

قند ریشه

اثر کاربرد متیل ژاسمونات با غلظت ۰/۵ میلی مولار باعث کاهش معنی دار قند ریشه شد(نمودار ۱٤). اثر تیمار شوری نیز بر قند ریشه در مقایسه با کنترل معنی دار بود. شوری متوسط ٤۳ درصد و شوری شدید ٤۰ درصد آن را افزایش داد(نمودار ۱۳). واکنش ارقام به اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات متفاوت بود. شوری باعث افزایش قند احیا کننده ریشه در رقمهای LSP, LRV گردید. غلظت ۰/۱ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط و شدید(٦ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) بر مقدار قند در رقم 279 مؤثر بود(نمودار۱۵-a). متیل ژاسمونات در شرایط غیر تنش تأثیری بر قند ریشه در رقم LSP نداشت (نمودار۱۵b). متیل ژاسمونات ۰/۵ میلی مولار در رقم‌های 279 و LRV قند ریشه را افزایش داشت. ژاسمونات در شرایط تنش بر مقدار قند در رقمLSP بی تأثیر بود. غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط در رقم LRV ۳٤ درصد قند ریشه را کاهش را داد (نمودار۱۵-c)، (جدول۵).

پروتئین برگ

بررسی نتایج حاصل از اثر متیل ژاسمونات بر پروتئین برگ نشان داد که این ترکیب ۵۹ درصد پروتئین برگ را افزایش داد(نمودار ۱۷). تیمار شوری اثری بر پروتئین برگ نداشت(نمودار ۱٦). پروتئین برگ در اثر کاربرد تیمار شوری توأم با متیل ژاسمونات تحت تأثیر قرار گرفت. غلظت ۰/۱ میلی مولار متیل ژاسمونات در شرایط غیر تنش، پروتئین برگ را در رقم‌های 279 و LSP تحت تأثیر قرار داد. شوری شدید نیز در رقم 279 مقدار پروتئین برگ را ۵۲ درصد کاهش داد. ژاسمونات در شوری شدید باعث افزایش پروتئین در رقم های 279 ,LRV و LSP شد. غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در شوری متوسط نیز باعث افزایش پروتئین در رقم 279 گردید. این افزایش ۳۲ درصد بوده‌است(نمودار۱۸-a)،(جدول ٦).

www.SID.ir

Archive OF SID

مالون دآلدهید

شوری و متیل ژاسمونات هر دو باعث افزایش معنی دار مالون دآلدهید شدند. غلظت ۰/۱ میلی مولار ژاسمونات ۳۵ درصد و غلظت ۰/۵ میلی مولار آن ۲۸ درصد مالون دآلدهید را افزایش داد، در صورتی که شوری متوسط ٤۱ درصد و شوری شدید ۵۲ درصد آن را افزایش داد(نمودار ۱۹ و ۲۰). اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات در گیاه مورد آزمایش نشان داد که شوری فقط بر مالون دآلدهید برگ در رقم LSP مؤثر بود، به‌طوری‌که شوری شدید ۳۳ درصد و شوری متوسط ۸٤ درصد آن را افزایش داد(نمودارb-۲۱). در رقم 279 متیل ژاسمونات ۰/۵ ، ۰/۱ میلی مولار درتنش شدید باعث افزایش معنی دار مالون دآلدهید گردید (۵۷ درصد)؛ در صورتی که غلظت ۰/۵ میلی مولار در شرایط غیر تنش آن را ۷٤ درصد کاهش داد (نمودارa-۲۱). این غلظت ژاسمونات در بقیه رقم ها اثری بر این پارامتر نداشت. متیل ژاسمونات ۰/۵ میلی مولار هم در شوری متوسط و هم در شدید باعث افزایش مالون دآلدهید در رقم LRV گردید (نمودارc-۲۱)،(جدول ۷).

سایر آلدهیدها

تیمار متیل ژاسمونات با غلظت ۰/۱ میلی مولار باعث افزایش معنی دار آلدهیدهایی، مانند پروپانول و بوتانول شد(نمودار ۲۳). اثر تیمار شوری شدید بر آلدهیدها معنی‌دار بود و ۵٦ درصد آن را افزایش داد (نمودار ۲۲). واکنش ارقام به اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات نشان دادکه شوری تغییری در آلدهیدها ایجاد نکرد، فقط در رقم LRV شوری متوسط آلدهیدها را ٤۰ درصد کاهش داد (نمودارc-۲٤). در غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات نیز در شوری بالا باعث افزایش آلدهیدها در رقم‌های LSP وLRV گردید(نمودارc-۲٤ و نمودارb-۲٤)، (جدول۸).

بحث و نتیجه گیری

متیل ژاسمونات و شوری هر دو باعث کاهش وزن تر اندام هوایی شدند. در تنش شوری کاهش وزن خشک ساقه و ریشه در جو (۸) و کاهش وزن خشک ریشه در گیاه گلرنگ (۱٤) مشاهده شده است. Ghoulam (۱۰) بیان کرد که تیمار شوری باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه در چغندر قند شده است. مشابه این نتایج، در بعضی از ارقام گلرنگ نیز گزارش شده است(۱٤). این کاهش رشد ساقه می‌تواند به‌علت تأثیر متیل ژاسمونات بر سلولهای روزنه باشد و از این طریق فتوسنتز را نیز کاهش دهد(۲۷). نتایج حاصل از تیمار شوری و ژاسمونات در گیاه مورد آزمایش نشان داد که هر دو این تیمارها سطح برگ راکاهش دادند. کاهش سطح برگ در تنش شوری می‌تواند به خاطر کاهش فتوسنتز و این کاهش نیز می‌تواند به‌علت کاهش کلروفیل، کاهش فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو، بسته شدن روزنه و کاهش دی‌اکسید کربن باشد(۱۱). مشابه نتایج به‌دست آمده، با کاهش سطح برگ در کلزا (۲٤)، فلفل(۵)، نیز مشاهده شده است.کاهش سطح برگ موجب جذب آب کمتر از خاک و کاهش میزان تعرق و تنفس شده، آب بیشتری در گیاه برای استفاده باقی می‌ماند. کاهش سطح برگ با تیمار $۱۰^{-٤}$ مول بر لیتر متیل ژاسمونات در گیاه آرابیدوپسیس(۱۸) مشاهده شده است.

www.SID.ir

Archive OF SID

شوری باعث کاهش مقدار آنتوسیانین برگ شده، در صورتی که غلظتهای مختلف ژاسمونات باعث افزایش آنتوسیانین در رقم‌های مورد آزمایش شده است. گزارش شده است که ژاسمونات از طریق افزایش mRNA آلانین آمونیالیاز باعث افزایش این آنزیم شده، باعث تجمع آنتوسیانین در ساقه و برگهای گیاه لاله می گردد(۲۱). در تنشهای اکسیداتیو عمل آنتوسیانین‌ها خاموش نمودن اکسیژن فعال در برگهای جوان و میوه های در حال رشد است و همین رفتار باعث تغییراتی در فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان شده است(۱۳). تیمار شوری و متیل ژاسمونات در آزمایش حاضر نشان داد که این تیمارها قند برگ را افزایش دادند. شوری بر قند برگ در رقم‌های 279 اثری نداشت(نمودار-۱۲a)؛ در صورتی که در رقمهای LSP, LRV افزایش قند برگ مشاهده شد(نمودارc-۱۲, b-۱۲) مقدار کربوهیدراتها در تنش اکسیداتیو یا تنش شوری تغییر می‌کند و مقدار قند رابطه مستقیم با فتوسنتز، انتقال و تنفس دارد(۱۵). در مقابله با تنش شوری، اسمولیتها در داخل گیاه افزایش می‌یابند تا پتانسیل اسمزی را کاهش دهند و از این طریق با تنش اکسیداتیو مقابله می‌کنند(۱۵). نتایج به دست آمده از این آزمایش با بررسی تنش شوری درگیاهچه گندم و افزایش مقدار کربوهیدراتهای محلول مطابقت دارد. در این گیاه، بیشترین مقدار آن در اندام هوایی بوده است. هر چه گیاه به شوری مقاوم تر باشد، افزایش میزان قند درونی آن بیشتر است(۱۵). وجود کلرید سدیم باعث افزایش قندهای محلول در جو وگوجه فرنگی شده‌است(۸). این افزایش در مقدار گلوکز، فروکتوز، و ساکارزدر میوه گوجه فرنگی یک تعادل اسمزی را ایجاد کرد؛ چون شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتاز و به‌دنبال آن افزایش قند میوه و برگ گوجه فرنگی شده است(۲۰). ژاسمونات باعث سنتز اتیلن شده، در نهایت، کاهش کلروفیل و کاهش سنتز کربوهیدراتها را سبب می شود. پس کربوهیدراتهای ذخیره شده در گیاه را تجزیه نموده، در نتیجه میزان قند برگ افزایش داشته است. تیمار n-Propyl Didyhro jasmonate(PDJ) (با غلظت ۵ppm در گیاه *Pyrus pyrifolia* باعث افزایش کربوهیدراتهای سوربیتول و ساکارز می‌شود (۲۲).گیاهان به تنشهای زیستی و غیر زیستی به طور منظم توسط سیگنالهایی که ژاسمونات نام دارند، پاسخ می دهند(۱). تنش آبی بر ساختار و عملکرد غشا تأثیرات منفی دارد و آنزیمهای جمع کننده رادیکال اکسیژن را فعال می‌کند. متیل ژاسمونات، آنزیمهای از بین برنده اکسیژن فعال، لیپیدهای غشا در برگهای توت فرنگی تحت تنش آبی را تغییر می‌دهد(۲۷). مالون دآلدهید یکی از ترکیبات شیمیایی است که در تیمار شوری و متیل ژاسمونات در گیاه گلرنگ بررسی گردید. متیل ژاسمونات و شوری هر دو باعث افزایش مالون دآلدهید و آلدهیدها شد. تنش شوری باعث افزایش سطح مالون دآلدهید در جو و در دوگونه از چغندر نیز شده است(۸). افزایش سطح مالون دآلدهید در تنش خشکی در ذرت(۱۷) نیز مشاهده شده‌است. در تنش اکسیداتیو پراکسید هیدروژن و رادیکال سوپر اکسید تشکیل شده، رادیکالهای ایجاد شده باعث پراکسیداسیون غشا می‌شود و ساختار پروتئینهای غشایی را تغییر می‌دهد(۲۷). غلظت ۰/۵ میلی مولار متیل ژاسمونات در تنش آبی در رقم‌های حساس گیاه ذرت نیز باعث افزایش سطح مالون دآلدهید نسبت به شاهد شده است(۱۷).

www.SID.ir

Archive OF SID

از طرفی، در واکنش ارقام به تیمار ژاسمونات نشان داده شده است که متیل ژاسمونات باعث کاهش مقدار مالون دآلدهید در رقم 279 گردید (نمودارa-۲۱)،که مشابه این نتیجه در توت فرنگی (۲۷) نیز مشاهده شده است. در شرایط تنش، در رقم های مقاوم رادیکال آزاد ایجاد شده که با تیمار متیل ژاسمونات H_2O_2 ایجاد شده، احیا می گردد و از این طریق باعث مقاومت در برابر تنش می‌شود (۱۷)؛ در صورتی که در رقم‌های حساس، رادیکال ایجاد شده توسط تنش اسمزی، توسط متیل ژ اسمونات احیا نشده، چون برخی از غلظتهای متیل ژاسمونات خواص آنزیم های از بین برنده اکسیژن فعال را تغییر می دهند و باعث آسیب به غشا سلولی شده، از این طریق سطح آلدهیدها افزایش می یابد. این حال در برخی از رقم های ذرت دیده شده است(۱۷). در این تحقیق، افزایش مالون دآلدهید در گیاهان تیمار شده، نشان دهندهٔ تنش اکسیداتیو است و غلظت های به کار رفته برای گیاه، حالت تنش ایجاد کرده است. پس برای بررسی های بیشتر، بهتر است غلظتهای کمتری از متیل ژاسمونات بر روی گیاهان مختلف بررسی گردد.

منابع

آرتکا، ر.(۱۳۷۹). ترجمه حجازی، ا. کفاشی صدقی، م. مبانی فیزیولوژی کاربرد مواد رشد گیاهی. شماره ۲۴۵۸. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۵ صفحه.

مظفری، حسین. (۱۳۸۳). بررسی نقش کلسیم در مقاومت گیاه خاکشیر Descurainia sophia به تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

نصیبی، ف. (۱۳۸۲). اثر باندهای مختلف اشعه ماوراء بنفش بر برخی از پارامترهای رشد و القا تنش اکسیداتیو در گیاه کلزا Brassica napus . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

Abdala, G., Miersch, O., Kramell, R,. Vigliocco, A., Agostini, E., Forchetti, G. and Alemano, S. 2003. Jasmonate and octadecanoid occurrence in tomato hairy roots. Endogenous level changes in response to NaCl. Plant Growth Regulation 40: 21-27.

Chartzoulakis, K., Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticulturae 86: 247-260.

Cheong, J. and Choi, Y. 2003. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. Trends in Genetics. 19: 409-413.

Creelman, R. A. and Mullet, J. E. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Plant Physiology. 48: 355-381.

El Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45: 215-224.

Gao, X., Zeng, X., Xia, K., Yoshihara, T. and Zhou, X. 2004. Interactive effects of methyl jasmonate and salicylic acid on floret opening in spikelets of sorghum. Plant Growth Regulation. 43: 269-273.

Ghoulam, C. and Fares, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (Beta vulgaris L.).Seed Science Technology. 29: 357-364.

www.SID.ir

Archive OF SID

Hagemeyer, J. 1996. Salt. IN: Plant Ecophsiology. (PRASAD, M. N. V.), John wiley. ISBNO-471-13157-1. PP173-279.

Heath, R.L. and Pacher, L. 1969. Photoperoxidation in isolated choloroplast. I. Kinetics and stoi chiometry of fatty acid peroxidation. Arcg biochem biophys. 125: 189-198.

Jung, S. 2004. Effect of chlorophyll reduction in Arabidopsis thaliana by methyl jasmonate or norflurazon on antioxidant systems. Plant Physiology and Biochemistry. 42: 225-231.

Kaya, M. D., Ipek, A. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (Carthamus tinctorius L.). Turkish Journal Agriculture. 27: 221-227.

Kerepesi, I., Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alternation in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science. 40: 482-487.

Kong, L., Wang, M. and Bi, D. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedling under salt stress. Plant Growth Regulation. 45: 155-163.

Li, L., Van staden, J. and Jager, A. K. 1998 .Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedling of two maize cultivars subjected to water stress. Plant Growth Regulation. 25:81-87.

Maksymiec, W., Krupa, Z. 2002. Jasmonic acid and heavy metals in Arabidopsis plants a similar physiological response to both stressors? Journal of Plant Physiology. 159: 509-515.

Meirs, S., Philosophhadas, S. and Aharoni, N. 1992. Ethylene increased accumulation of fluorescent lipid-peroxidation products detected during parsley by a newly developed method. Journal of the American Society for Hourticultural Science. 117: 128-132.

Plaue, Z., Grava, A., Yehezkel, Ch., Matan, E. 2004. How do salinity and water stress affect transport of water, assimilates and ions to tomato fruits? Physiologia Plantarum. 122: 429-442.

Rawa-Miszczak, L., wegrzynowicz-Lesiak, E., Miszczak, A. and Saniewski, M. 2003. Effect of methyl jasmonate and ethylene on leaf growth, anthocyanin accumulation and CO_2 evolution in Tulip bulbs. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 11: 59-68.

Sekozawa, Y., Sugaya, S., Gemma, H. and Iwahori, Sh. 2003. Cold tolerance in Kousui Japanese pear and possibility for avoiding frost injury by treatment with n-propyle dihydrojasmonate. Horticulture Science. 38: 288 -292.

Somogy. M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry. 195: 19-29.

Steppuhn, H., Volkamar, K. M. and Miller, D. R. 2001. Comparing canola, field pea, dry bean and durum wheat crops grown in saline media. Crop Science. 41: 1827-1833.

Turner, J. G., Ellis, Ch. and Devoto, A. 2002. The jasmonat signal pathway. The Plant Cell .14: S153-S164.

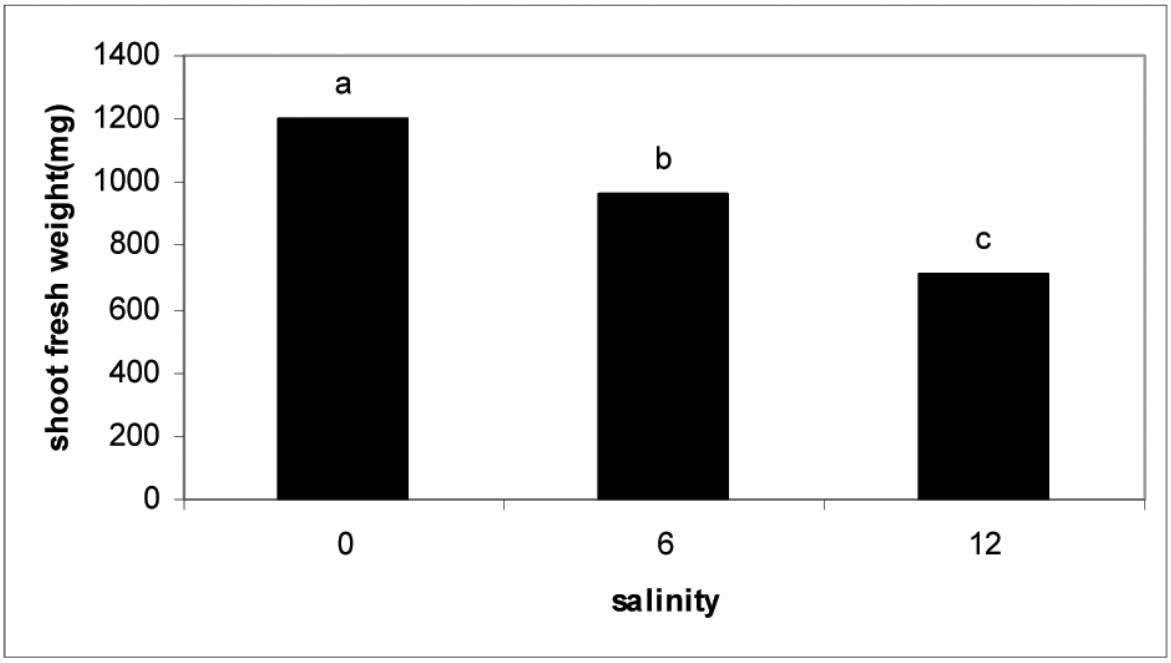
Wagner, G. J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free acids, and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology. 64: 88-93.

Wang, S.Y. 1999. Methyl jasmonate reduces water stress in strawberry. Plant Growth Regulation. 18: 127-134.

Wang, Y., Susan, M. and Karl, H., Hasentein. K.H. 2001. Effect of salinity on endogenous ABA, IAA, JA and SA in Iris hexagona. Journal of Chemical Ecology. 27: 327-342.

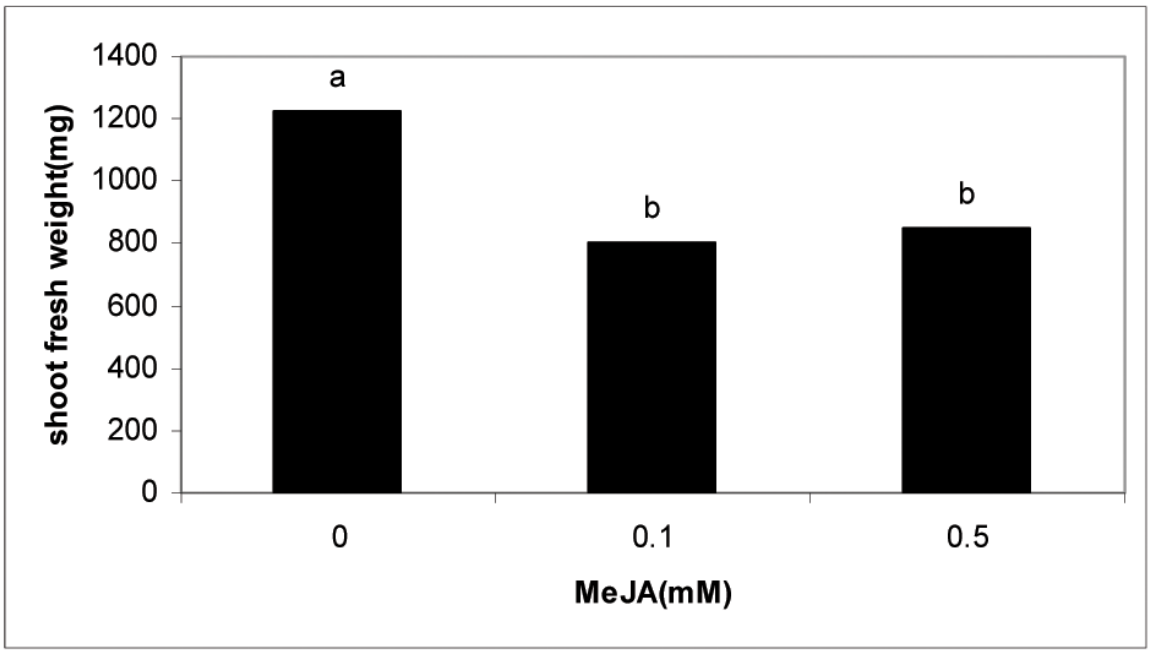
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار۱: اثر تیمار شوری بر وزن تر اندام هوایی در سه رقم LSP, LRV, 279 .

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

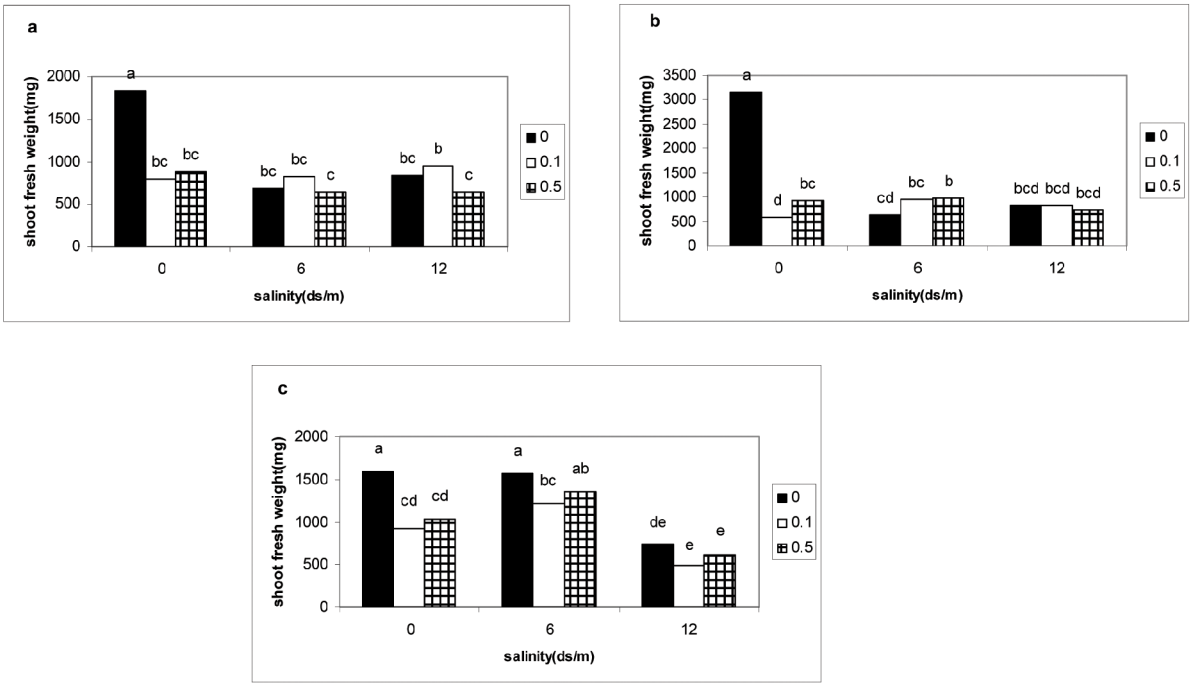


نمودار ۲: اثر متیل ژاسمونات بر وزن تر اندام هوایی در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

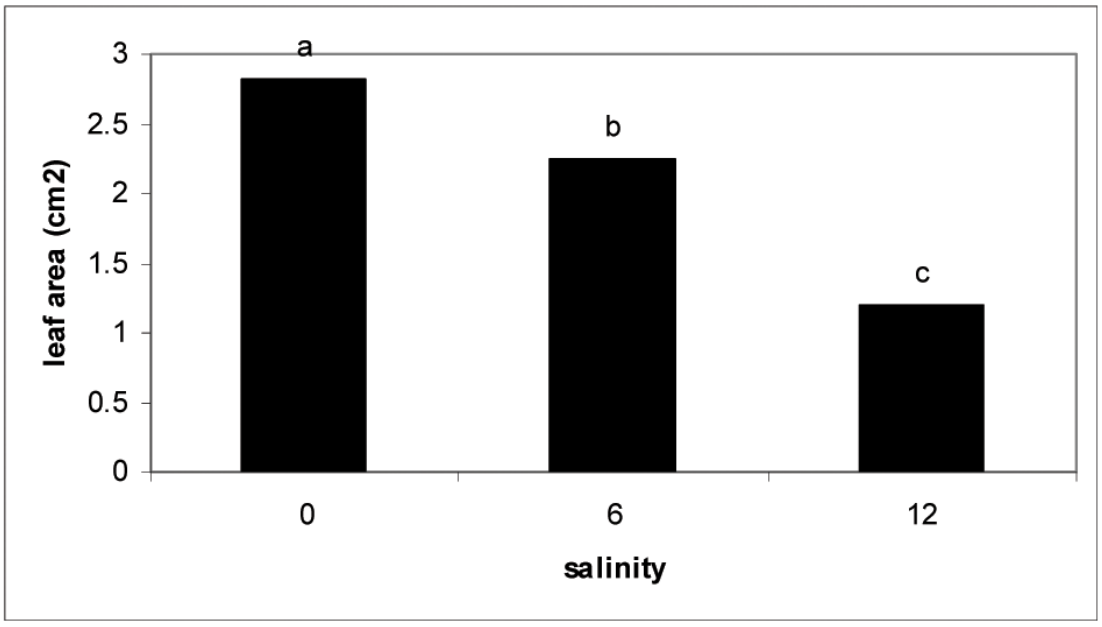
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۳ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر وزن تر اندام هوایی در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

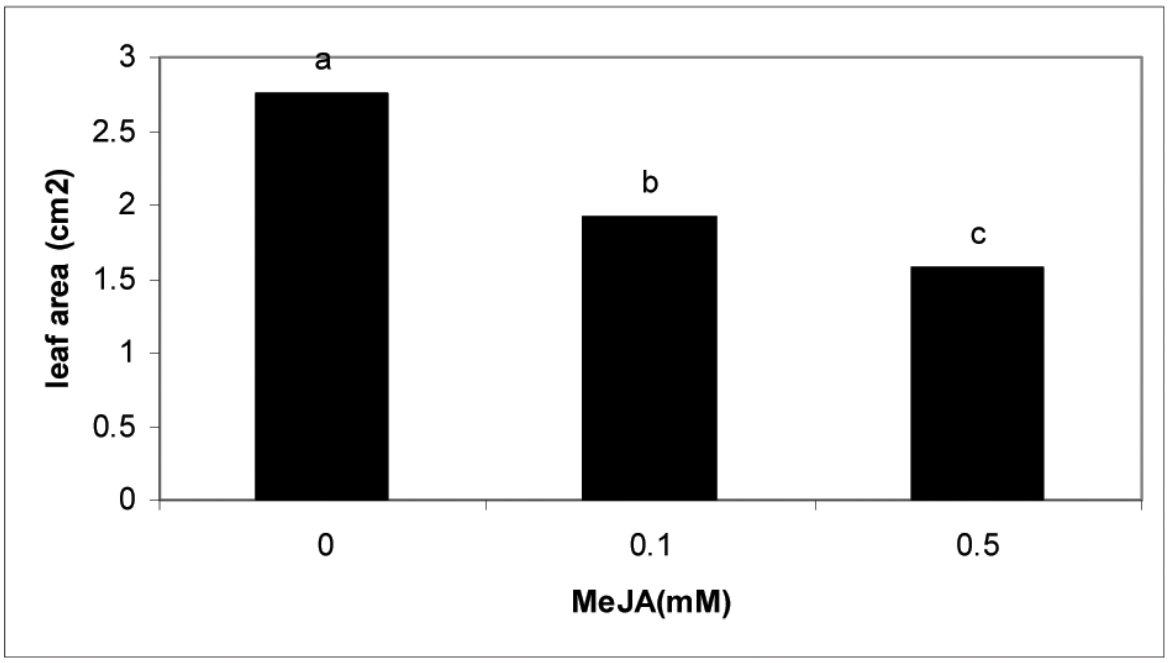


نمودار ٤ : اثر تیمار شوری بر سطح برگ در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

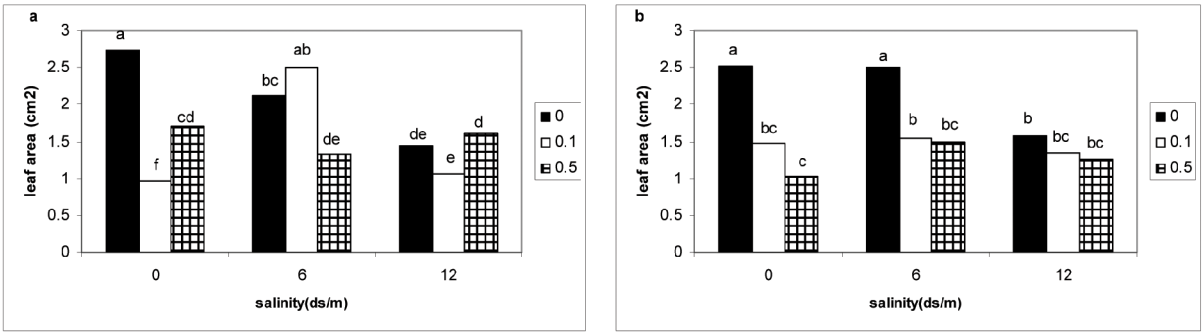
www.SID.ir

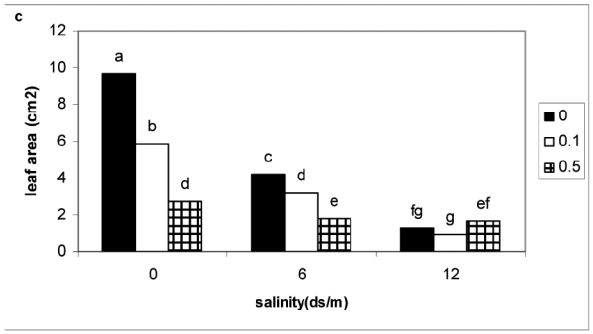
Archive OF SID



نمودار ۵ : اثر متیل ژاسمونات بر سطح برگ در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.



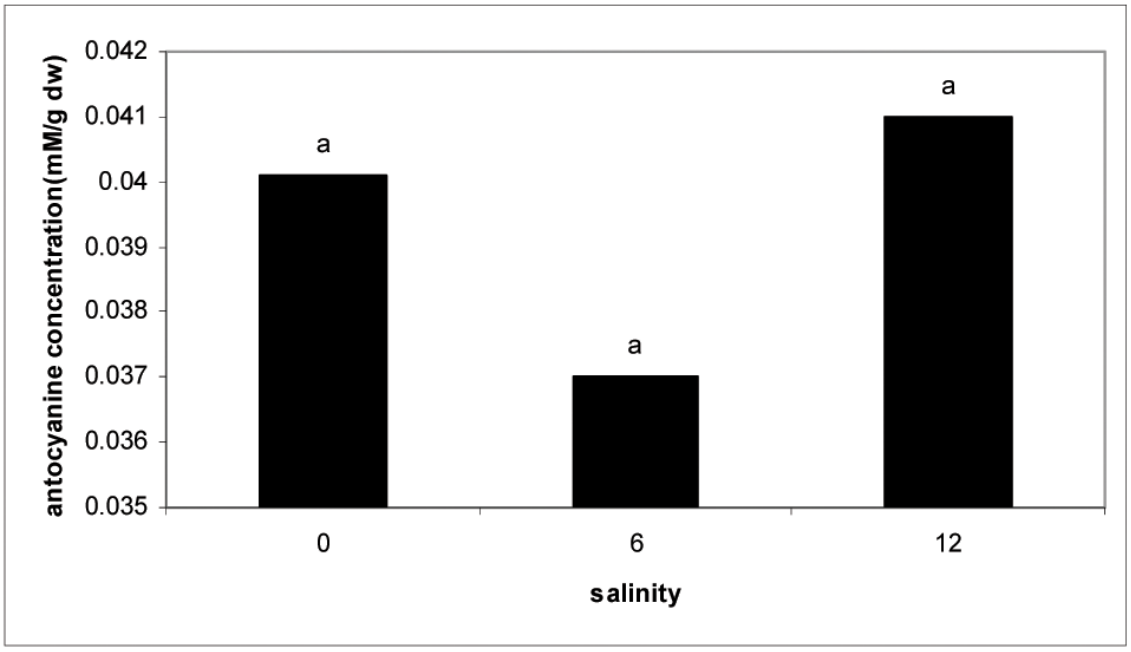


نمودار ٦ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر سطح برگ در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

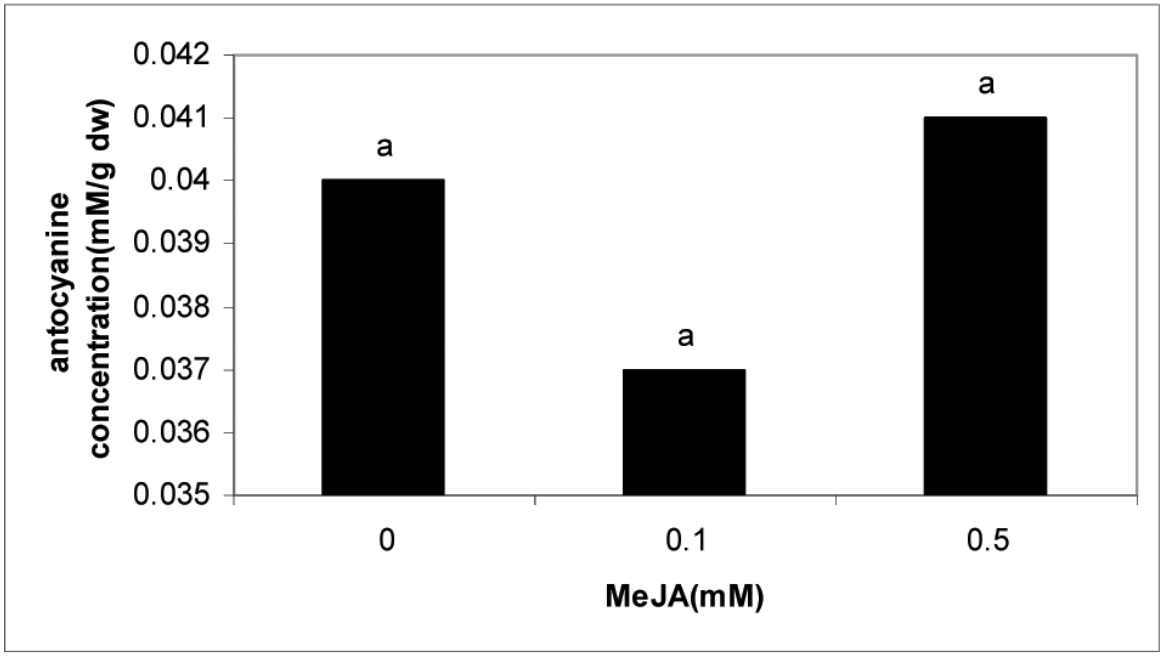
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار۷ : اثر تیمار شوری بر آنتوسیانین در سه رقم LSP, LRV, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

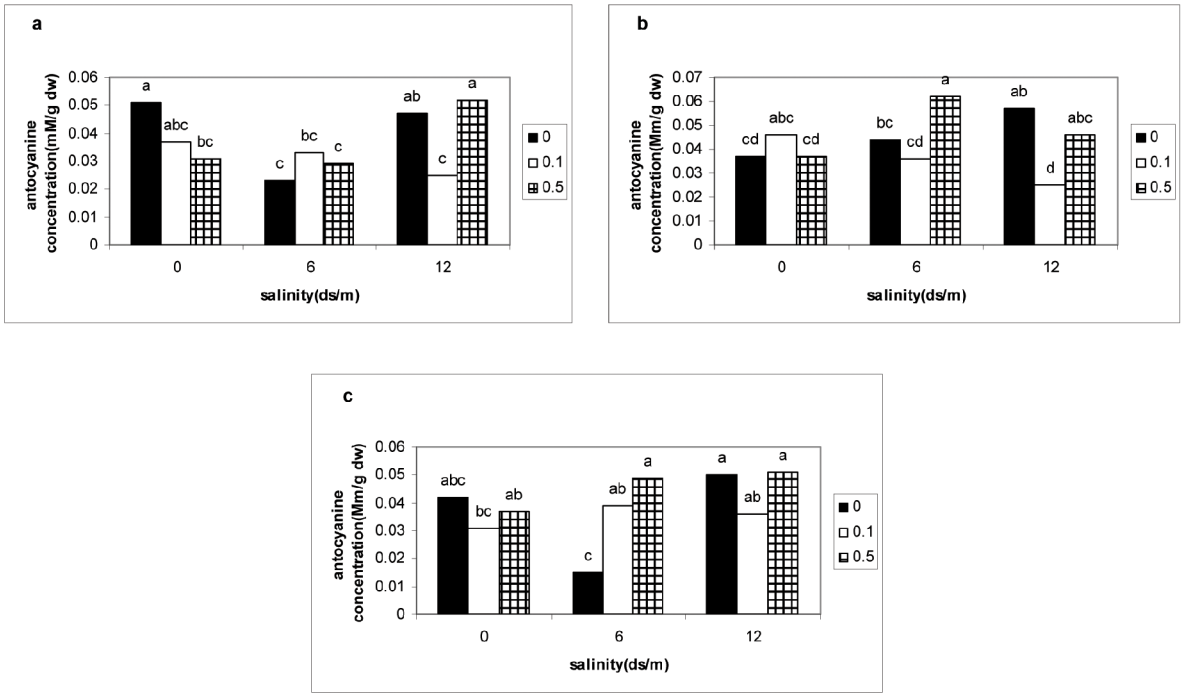


نمودار ۸ : اثر متیل ژاسمونات بر آنتوسیانین در سه رقم LSP, LRV, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

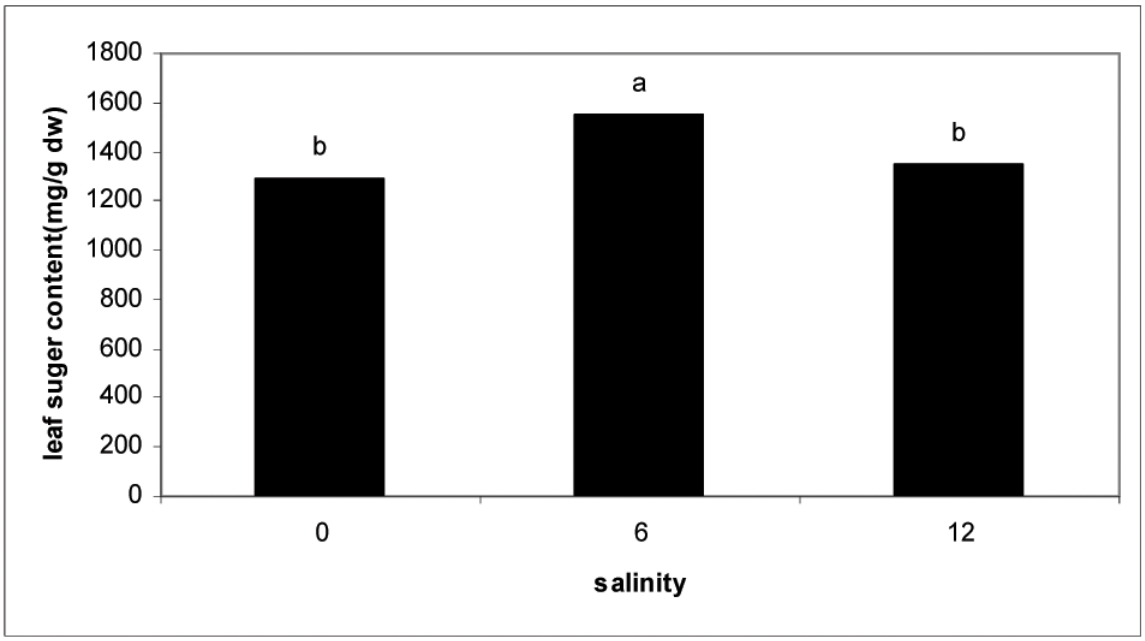
برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۹ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر آنتوسیانین در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

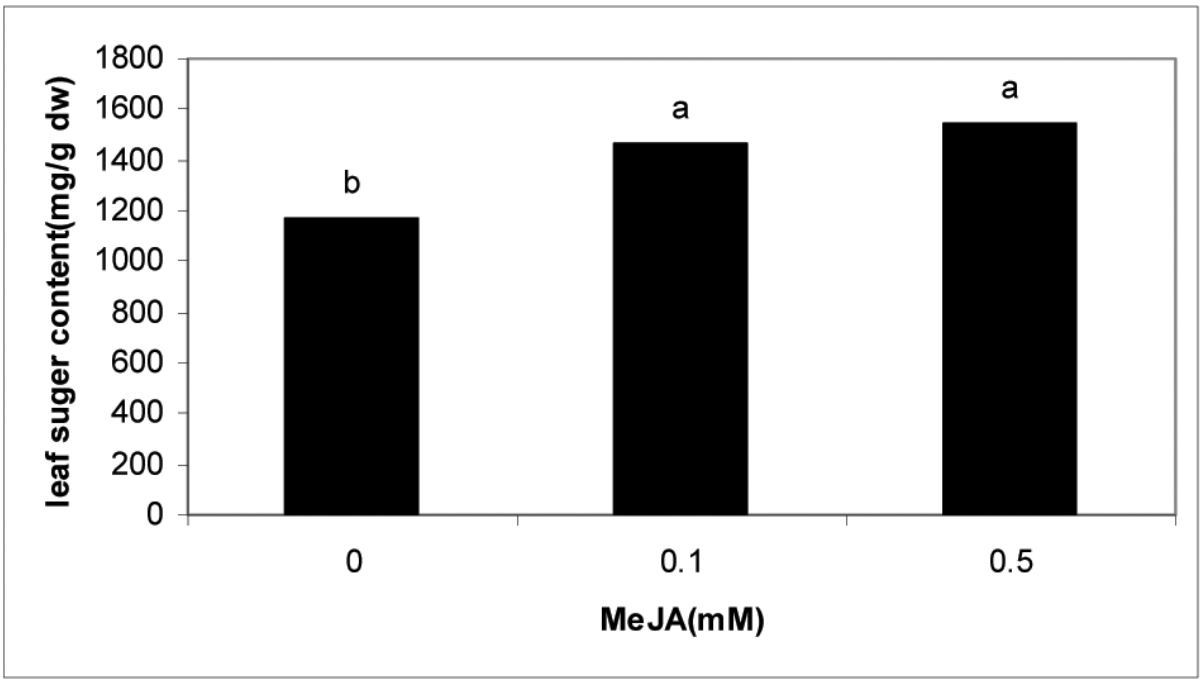


نمودار ۱۰: اثر تیمار شوری بر قند برگ در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

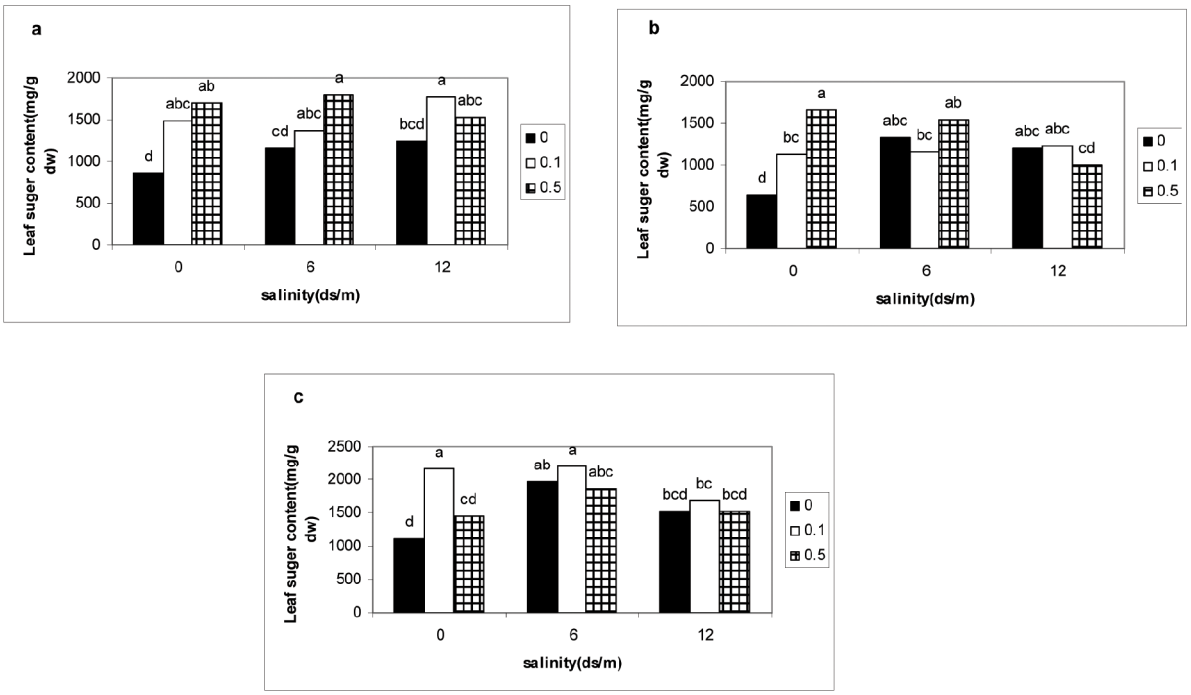
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۱۱: اثر متیل ژاسمونات بر قند برگ در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

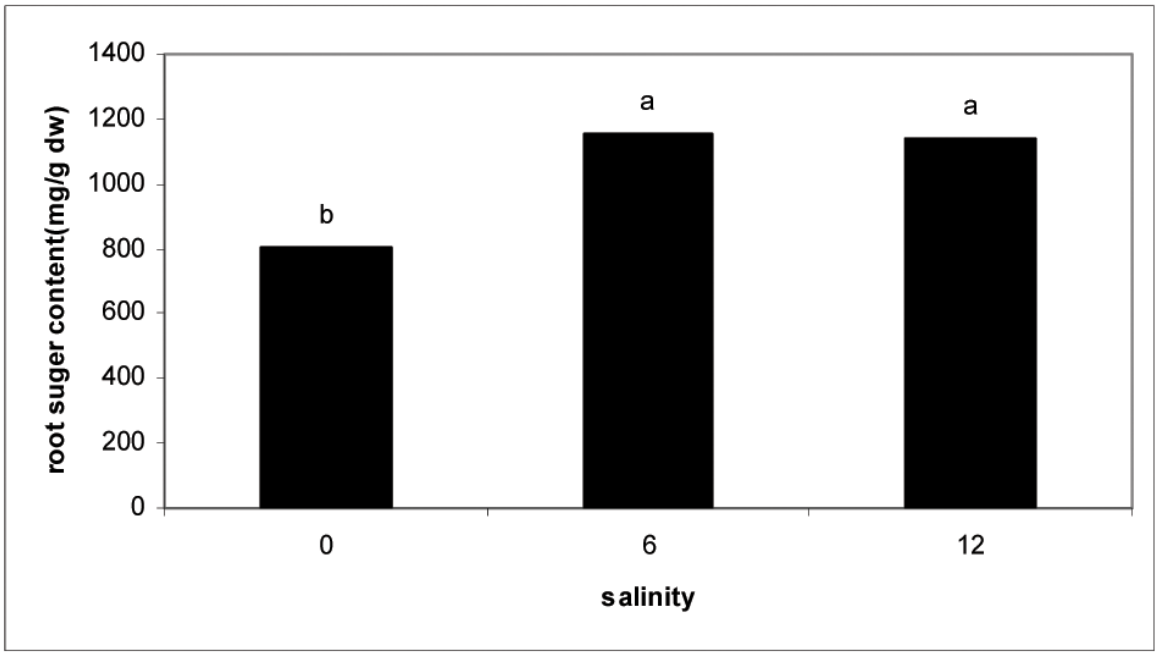


نمودار ۱۲: اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر قند احیا کننده برگ در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

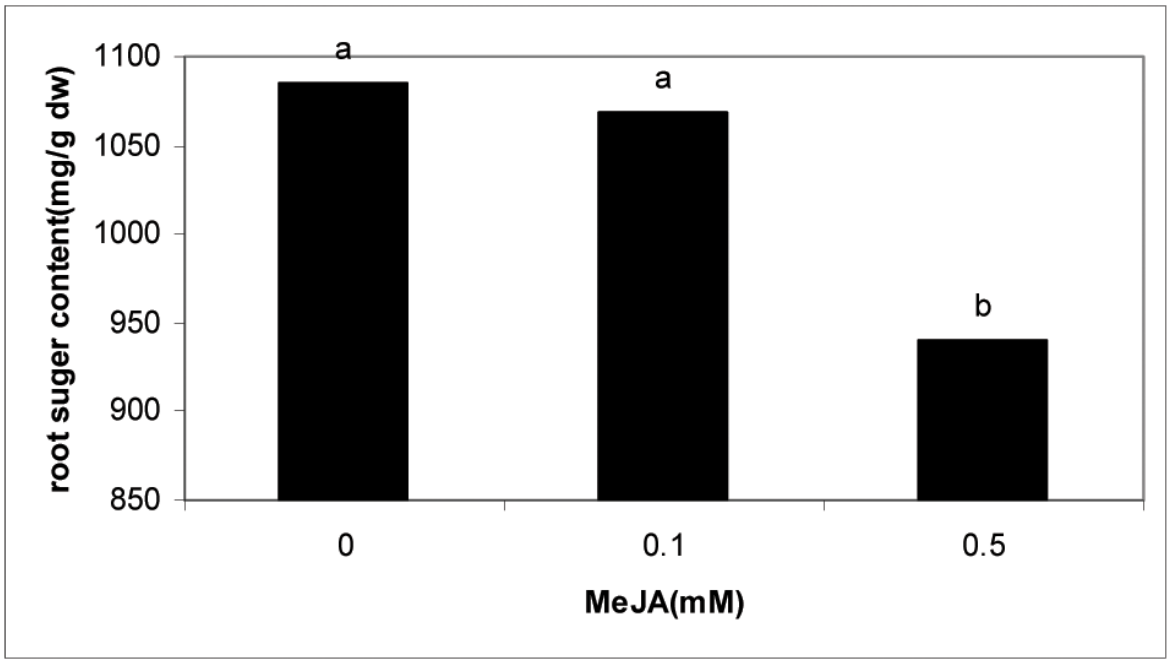
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۱۳: اثر تیمار شوری بر قند ریشه در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

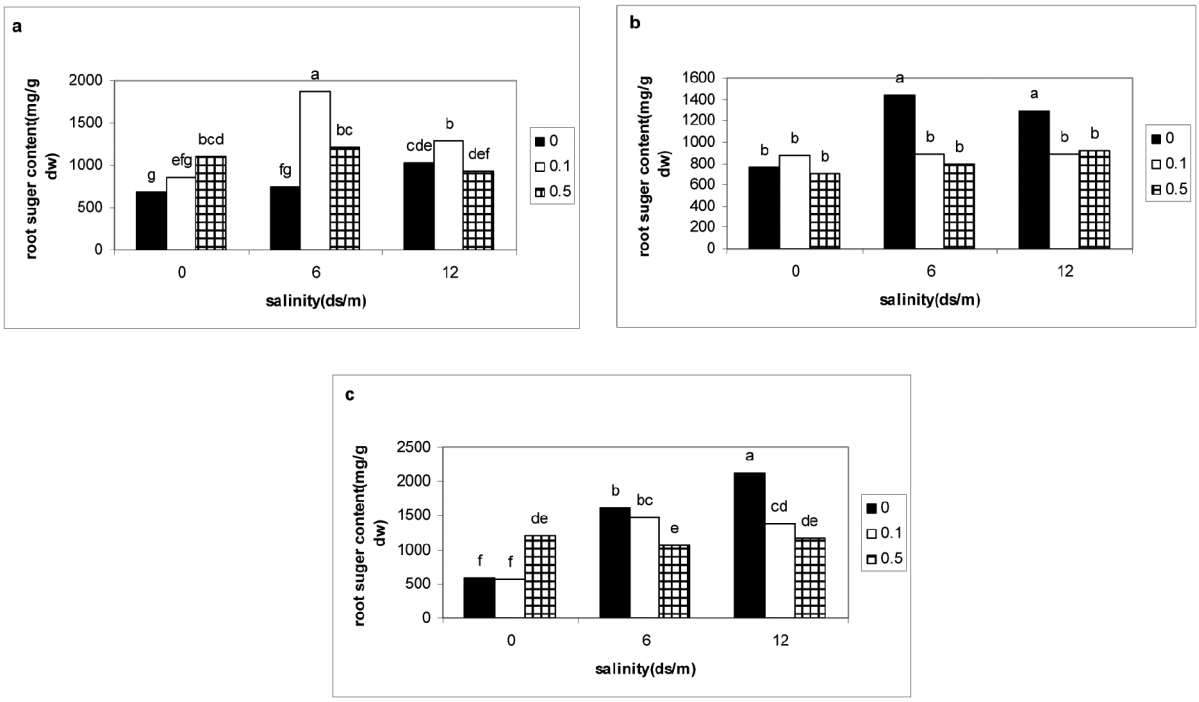


نمودار ١٤: اثر متیل ژاسمونات بر قند ریشه در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد.

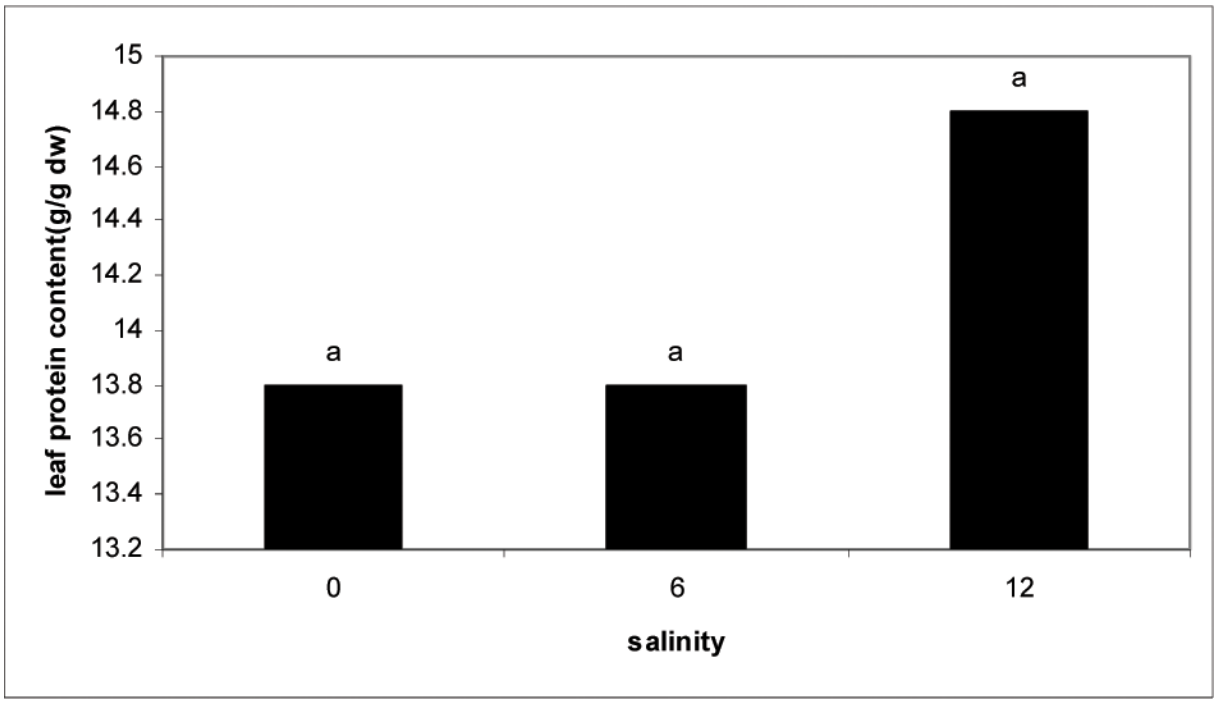
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۱۵: اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر قند احیا کننده ریشه در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

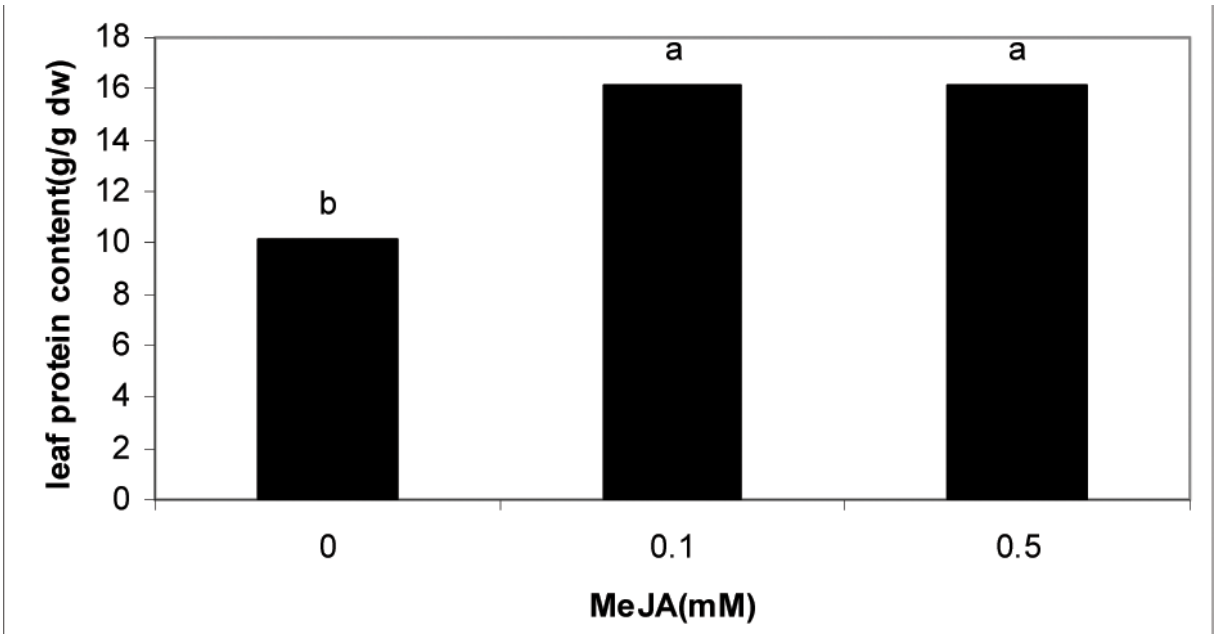


نمودار ١٦ : اثر تیمار شوری بر پروتئین برگ در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

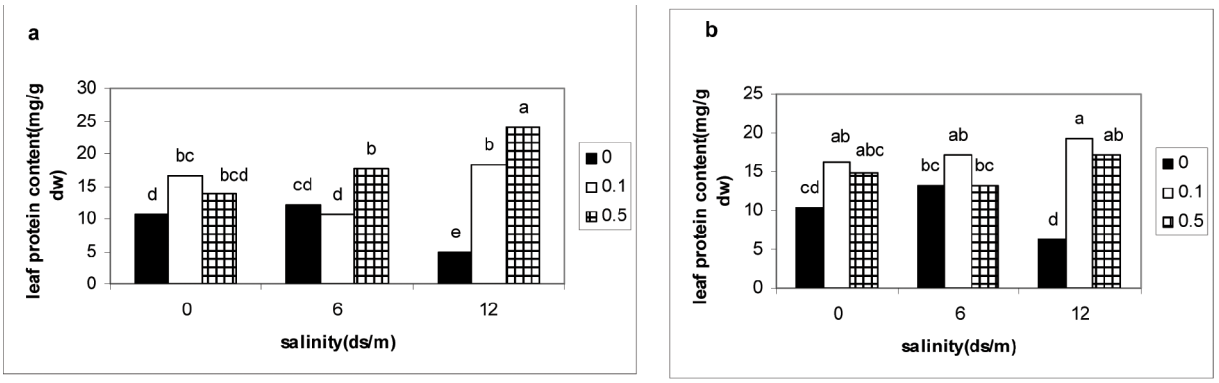
www.SID.ir

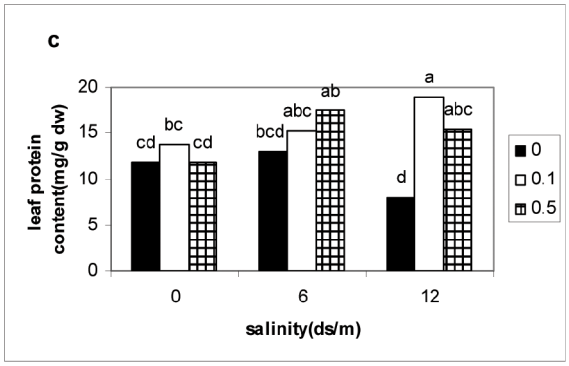
Archive OF SID



نمودار ۱۷: اثر متیل ژاسمونات بر پروتئین برگ در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.



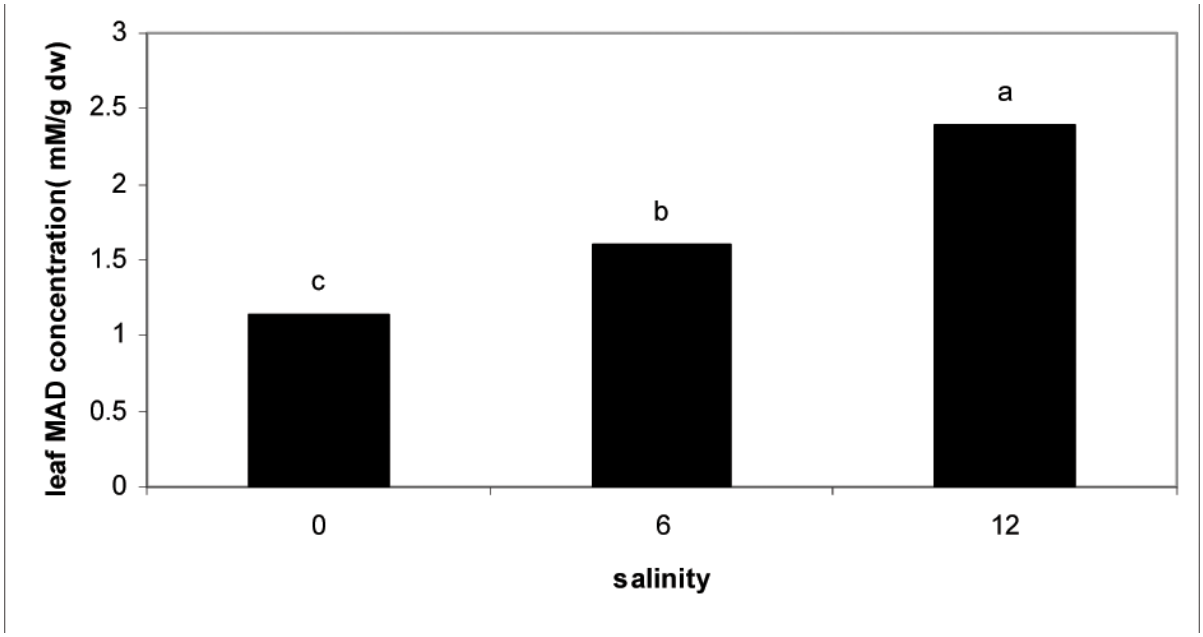


نمودار ۱۸ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر پروتئین در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

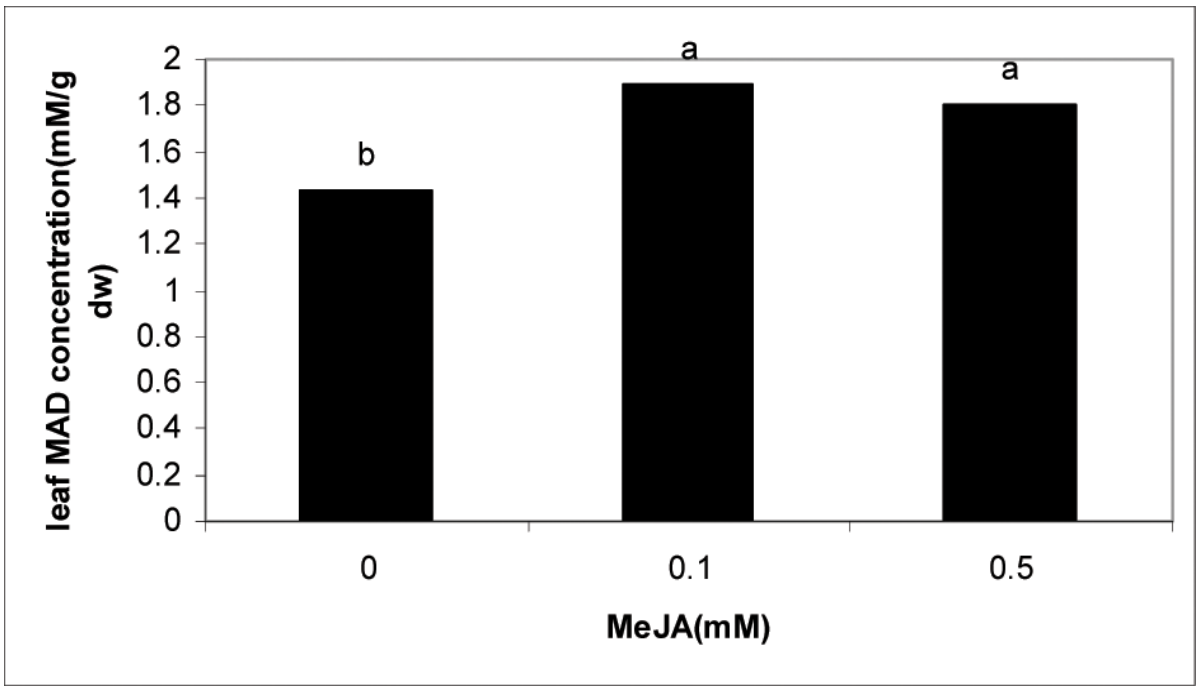
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار۱۹ : اثر تیمار شوری بر مالون دآلدهید در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

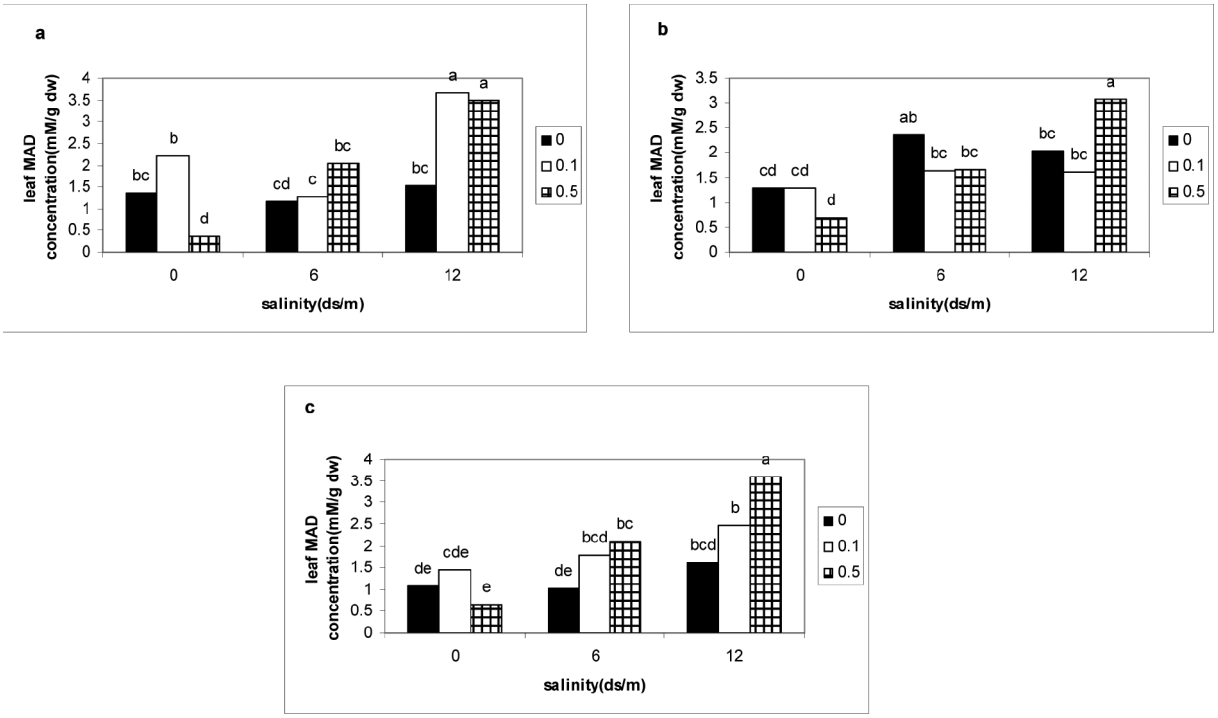


نمودار ۲۰: اثر متیل ژاسمونات بر مالون دآلدهید در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

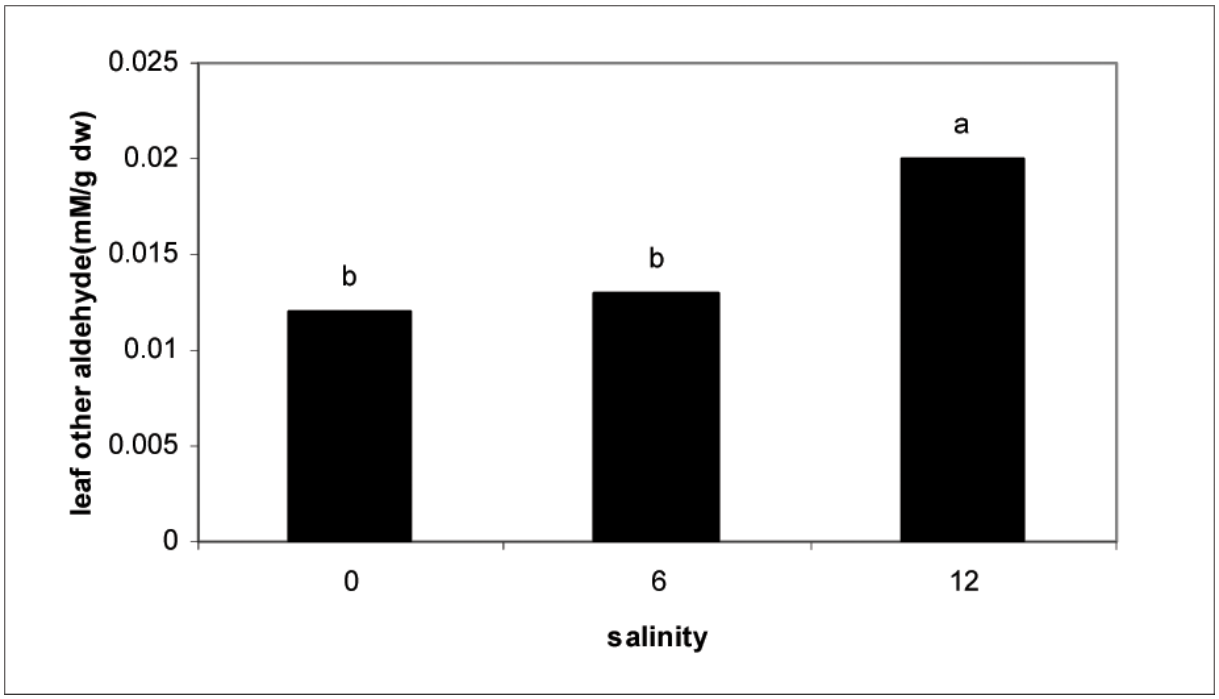
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۲۱ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر مالون دآلدهید در سه رقم LRV, LSP, 279 به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

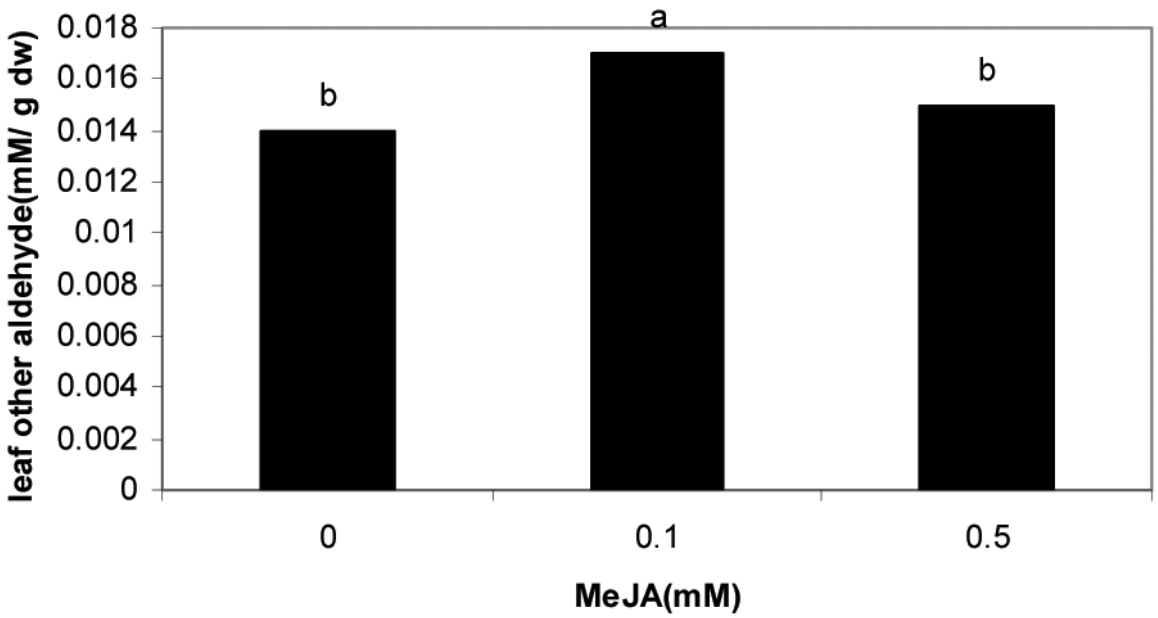


نمودار ۲۲: اثر تیمار شوری بر سایر آلدهیدها : پروپانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی متیل استال در سه رقم LSP, LRV, 279

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

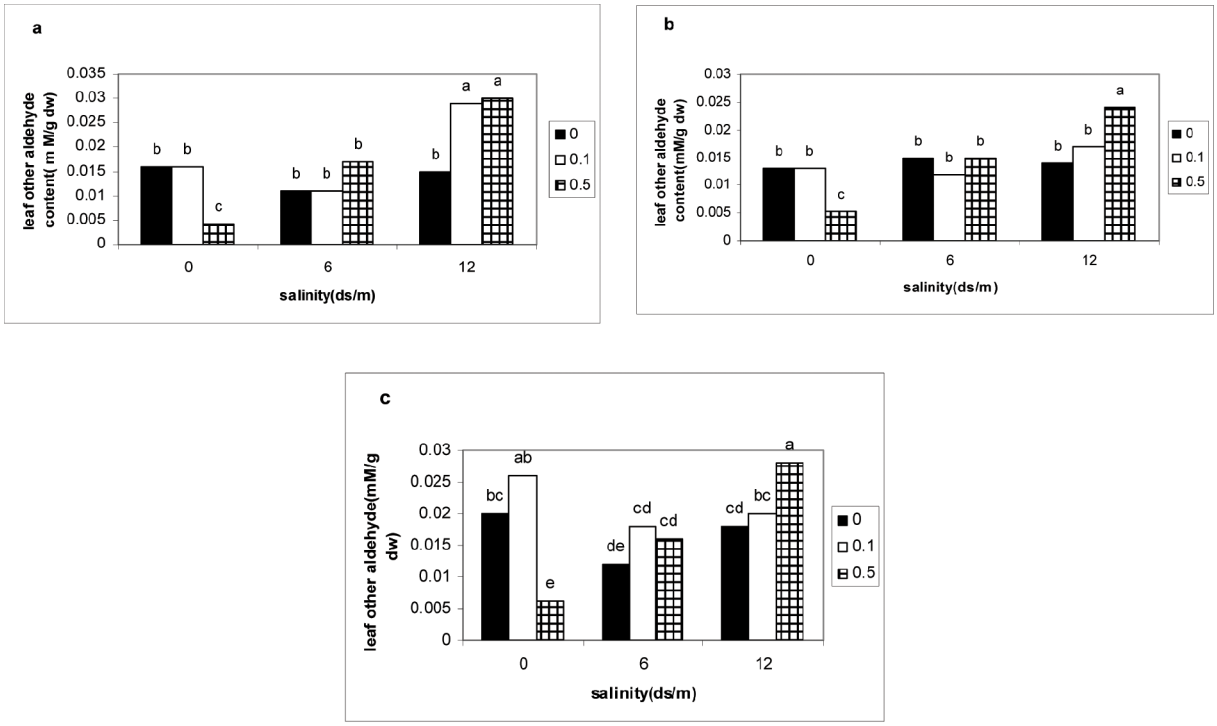
www.SID.ir

Archive OF SID



نمودار ۲۳: اثر متیل ژاسمونات بر سایر آلدهید ها : پروپانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی متیل استال در سه رقم LSP, LRV, 279 برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد.

مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.



نمودار ۲٤ : اثر متقابل شوری و متیل ژاسمونات بر سایر آلدهید(پروپانال، بوتانال، هگزانال، هپتانال و پروپانال دی متیل استال در سه رقم LSP, 279 , LRV به ترتیب (c,b,a) است.

برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. حروف غیر مشترک بیانگر وجود اختلاف معنی دار است.

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول۱- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بروزن تر ساقه در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۱۲٤٥۷٥۸ /۰۲٥	۲	٦۲۲۸۷۹ /۰۱۲	۹ /۳۹۳	۰/۰۰۰
شوری	٥٥۳۳٦۳۹ /٥۰٦	۲	۲۷٦٦۸۱۹ /۷٥۳	٤۱ /۷۲۳	۰/۰۰۰
متیل ژاسمونات	٥٦۲۸۳۳٥ /۸۰۲	۲	۲۸۱٤۱٦۷ /۹۰۱	٤۲ /٤۳۷	۰/۰۰۰
رقم ، شوری	۳۷۲۹۹۷٥ /۳۰۹	٤	۹۳۲٤۹۳ /۸۲۷	۱٤ /۰٦۲	۰/۰۰۰
رقم ، متیل ژاسمونات	۱٦۰۱۷٤٥ /٦۷۹	٤	٤۰۰٤۳٦ /٤۲۰	٦ /۰۳۹	۰/۰۰۰
شوری ، متیل ژاسمونات	۹۷۰۱۲۱۹ /۷٥۳	٤	۲٤۲٥۳۰٤ /۹۳۸	۳٦ /٥۷۳	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	٦۲۰٦۹۸۷ /٦٥٤	۸	۷۷٥۸۷۳ /٤٥۷	۱۱ /۷	۰/۰۰۰

جدول۲- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بر سطح برگ در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۵۸/٦۹۰	۲	۲۹/۳٤٥	۱٤٦ /٥٤۳	۰/۰۰۰
شوری	٤۸/۰۷۲	۲	۲٤/۰۳٦	۱۲۰/۰۳۱	۰/۰۰۰
متیل ژاسمونات	۲۹/۳۱٦	۲	۱٤/٦٥۸	۲۰۰/۷۳	۰/۰۰۰
رقم ، شوری	٦۹/۱۲۷	٤	۱۷/۲۸۲	۸٦/۳۰۳	۰/۰۰۰
رقم ، متیل ژاسمونات	۱۲/۳۷۲	٤	۳/۰۹۳	۱٥/٤٤٦	۰/۰۰۰
شوری ، متیل ژاسمونات	۲۲/۰۹۹	٤	٥/٥۲٥	۲۷/٥۸۹	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۱۹/٦۹۱	۸	۲/٤٦۱	۱۲/۲۹۲	۰/۰۰۰

جدول۳- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات برآنتوسیانین در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۶/۴۵۰ - ۰/۴	۲	۳/۲۲۵ E - ۰/۴	۲/۵۸۸	۰/۰۸۴
شوری	۶/۱۶۱ E - ۰/۴	۲	۳/۰۸۰ E - ۰/۴	۲/۴۷۲	۰/۰۹۴
متیل ژاسمونات	۱/۳۲۰ E - ۰/۳	۲	۶/۶۰۱ E - ۰/۴	۵/۲۹۷	۰/۰۰۸
رقم ، شوری	۱/۱۲۵ E - ۰/۳	۴	۲/۸۱۳ E - ۰/۴	۲/۲۵۸	۰/۰۷۵
رقم، متیل ژاسمونات	۵/۱۰۳ E - ۰/۴	۴	۱/۲۷۶ E - ۰/۴	۱/۰۲۴	۰/۴۰۳
شوری، متیل ژاسمونات	۳/۶۳۹ E - ۰/۳	۴	۹/۰۹۸ E - ۰/۴	۷/۳۰۱	۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۱/۸۰۱ E - ۰/۳	۸	۲/۲۵۱ E - ۰/۴	۱/۸۰۷	۰/۰۹۶

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول٤- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات برقند برگ در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۳٤۹٤۳۰۰/۱۲٥	۲	۱۷٤۷۱٥۰/۰٦۲	۱٦/۹٥۸	۰/۰۰۰
شوری	۸٥۳۳۹۹/۱۹۱	۲	٤۲٦٦۹۹/٥۹٦	۱٤۲/٤	۰/۰۲۱
متیل ژاسمونات	۲۱۲۰۳٤٥/۷٥۰	۲	۱۰٦۰۱۷۲/۸۷٥	۱۰/۲۹۰	۰/۰۰۰
رقم ، شوری	٦۱٦٦۹۸/۱۳٦	٤	۱٥٤۱۷٤/٥۳٤	۱/٤۹٦	۰/۲۱٦
رقم ، متیل ژاسمونات	۱۳۱۸۸۷٦/۸۲٦	٤	۳۲۹۷۱۹/۲۰٦	۳/۲۰۰	۰/۰۲
شوری ، متیل ژاسمونات	۱٦۱۱۲۹۳/۹۹۷	٤	٤۰۲۸۲۳/٤۹۹	۳/۹۱۰	۰/۰۰۷
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۹۳۳۱٥۲/٦٥۰	۸	۱۱٦٦٤٤/۰۸۱	۱/۱۳۲	۰/۳٥۷

جدول٥- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بر قند ریشه در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۱۱٥٥٦۸۸/۱۹۳	۲	٥۷۷۸٤٤/۰۹۷	۲۳/٥۳۲	۰/۰۰۰
شوری	۳۱۰۸٤۸۰/۸۳٤	۲	۱٥٥٤۲٤۰/٤۱۷	٦۳/۲۹٥	۰/۰۰۰
متیل ژاسمونات	۲٦۱۳۸۷/۰٦۰	۲	۱۳۰٦۹۳/٥۳۰	٥/۳۲۲	۰۰۸۰/
رقم ، شوری	۹۸۱۷٤۷/۷۰٤	٤	۲٤٥٤۳٦/۹۲٦	۹/۹۹٥	۰/۰۰۰
رقم ، متیل ژاسمونات	۲۱٥٥٤۲٤/٤۱٦	٤	٥۳۸۸٥٦/۱۰٤	۲۱/۹٤٤	۰/۰۰۰
شوری ، متیل ژاسمونات	۱۹۸۳۰٥٥/٥۸۱	٤	٤۹٥۷٦۳/۸۹٥	۲۰/۱۸۹	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۱۹۳۱۰٥٥/٥۸٥	۸	۲٤۱۳۸۱/۹٤۸	۹/۸۳۰	۰/۰۰۰

جدول٦- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بر پروتئین در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۲/۱۷٤	۲	۱/۰۸۷	۰/۰۸٦	۰/۹۱۸
شوری	۳۰/٤۰۳	۲	۱٥/۲۰۱	۱/۲۰۳	۰/۳۰۸
متیل ژاسمونات	٦۷۳/٤۰۸	۲	۷۰٤/۳۳٦	۲٦/٦٤۰	۰/۰۰۰
رقم ، شوری	۳٦/٥٦۸	٤	۹/۱٤۲	۰/۷۲۳	۰/٥۸۰
رقم ، متیل ژاسمونات	۱۱۰/۷۷۷	٤	۲۷/٦۹٤	۲/۱۹۱	۰۸۲۰/
شوری ، متیل ژاسمونات	۳۸۹/۳۳۹	٤	۹۷/۳۳٥	۷/۷۰۱	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۱۳۰/٤٤٥	۸	۱٦/۳۰٦	۱/۲۹۰	۰/۲٦۸

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول۷- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بر مالون دآلدهید در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	عنی داری
رقم	۰/٤۲۸	۲	۰/۲۱٤	۰/٥۱۱	۰/٦۰۳
شوری	۲۷/۷۷۱	۲	۱۳/۸۸٦	۳۳/۲۰۲	۰/۰۰۰
متیل ژاسمونات	۳/٦٦۷	۲	۱/۸۳۳	٤/۳۸٤	۰/۰۱۷
رقم ، شوری	۲/٥۱۰	٤	۰/٦۲۷	۱/٥۰۰	۰/۲۱٥
رقم ، متیل ژاسمونات	٥/٤۸٤	٤	۱/۳۷۱	۳/۲۷۸	۰/۰۱۸
شوری ، متیل ژاسمونات	۱٥/۲۸۳	٤	۳/۸۲۱	۹/۱۳٦	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	٤/٤٦۷	۸	۰/٥٥۸	۱/۳۳٥	۰/۲٤۷

جدول۸- جدول آنالیز واریانس داده های مربوط به اثر شوری و متیل ژاسمونات بر سایر آلدهیدها در گیاه گلرنگ

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
رقم	۲/٤۳٥ E – ۰/٤	۲	۱/۲۱۷ E – ۰/٤	٥/۲۸٦	۰/۰۰۸
شوری	۱/۱۲۷ E – ۰/۳	۲	٥/٦۳٤ E – ۰/٤	۲٤/٤٦۱	۰/۰۰۰
متیل ژاسمونات	۱/۳۷۲ E – ۰/٤	۲	٦/۸٥۸ E –۰٥	۲/۹۷۸	۰/۰٥۹
رقم ، شوری	۲/۲۸۸ E – ۰/٤	٤	٥/۷۲۰ E – ۰/٥	۲/٤۸۳	۰/۰٥٤
رقم ، متیل ژاسمونات	۱/٤٤۸ E – ۰/٤	٤	۲/۸۷۰ E – ۰/٥	۱/۲٤٦	۰/۳۰۳
شوری ، متیل ژاسمونات	۱/٥۰٥ E – ۰/۳	٤	۳/۷٦۳ E – ۰/٤	۱٦/۳۳۸	۰/۰۰۰
رقم، شوری، متیل ژاسمونات	۲/٦۱۱ E – ۰/٤	۸	۳/۲٦٤ E – ۰/٥	۱/٤۱۷	۰/۰۲۱۱

www.SID.ir

Archive OF SID

www.SID.ir