مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر جیبرلین بر روی برخی صفات رویشی، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و پرولین در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) در شرایط تنش شوری

پویا آروین*

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۵

Archive of SID

چکیده

تنش شوری یکی از عوامل کاهش‌دهنده عملکرد گیاهان زراعی و دارویی به‌شمار می‌رود. عامل‌های هورمونی مانند جیبرلین به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی می‌تواند اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متفاوتی در گیاهان تحت تنش شوری ایفا کنند. در پژوهش حاضر اثر غلظت‌های مختلف کلریدسدیم (صفر،۳۰،۶۰،۹۰ و۱۲۰ میلی‌مولار) و جیبرلین (صفر و ۱۰۰ میکروگرم در لیتر) بر صفات رویشی، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین و پرولین گیاه دارویی مرزه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان که سطوح مختلف شوری وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی را به طور معنی داری کاهش داد. با کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین، روند کاهش وزن تر و خشک با شیب ملایم تری انجام شد. این امر نشان داد که جیبرلین توانسته است تا حدی اثرهای منفی شوری بر تولید بیوماس در گیاهان تحت تنش را تعدیل کند و باعث بهبود رشد شود. اثر اصلی کلریدسدیم بر میزان کلروفیل a و b به طور معنی داری معنی‌دار بود و برهمکنش شوری در جیبرلین نیز میزان غلظت این صفات را به طور چشمگیری نسبت شاهد کاهش داد. میزان آنتوسیانین نیز در شرایط اثر اصلی شوری، جیبرلین و برهم کنش کلریدسدیم و جیبرلین به طور معنی داری افزایش یافت. نتایج حاصل نشان داد که اثر متقابل کلریدسدیم و جیبرلین میزان پرولین را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد و بیشترین میزان این صفت در تیمار ۹۰ میلی مولار کلرید سدیم به همراه ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پرولین، جیبرلین، رنگیزه‌های فتوسنتزی، شوری، صفات رویشی، مرزه

* نگارنده مسئول (Pooya.arvin@gmail.com)

www.SID.ir

مقدمه

بررسی‌ها نشان داد که تنش شوری بعد از خشکی یکی از عمده‌ترین موانع برای تولید موفق محصولات زراعی است (همایی، ۱۳۸۱) و این موضوع از عمده‌ترین مشکلات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک دنیا به حساب می‌آید. حدود هفت درصد کل زمین‌های دنیا تحت تأثیر انواع املاح است که تحت عنوان کلی شوری از آن بحث می‌شود و بیش از ۲۰ درصد زمین‌های قابل کشت دنیا متأثر از شوری می‌باشد (El-Hendawy *et al.*, 2005).

در کشور ما نیز خاک‌های شور و سدیمی حدود ۱۵% زمین‌ها را تشکیل می‌دهند که علت اصلی این شوری در اراضی آبی، تجمع فزاینده یون‌ها و در اراضی بایر، نسبت کم بارندگی به تبخیر است. به‌منظور بهره برداری از این اراضی دو راه وجود دارد. یکی کاهش محتوی شوری خاک‌ها که در سطح وسیع با هزینه زیادی که دارد، مقرون به صرفه نیست و دیگری استفاده از گیاهانی است که قادر به تحمل شوری باشند و میزان تولید آن‌ها اقتصادی باشد (Safarzadeh *et al.*, 2007).

شوری بر همه‌ی جنبه‌های متابولیسم گیاهی اثر گذاشته و تغییراتی را در آناتومی و صفات رویشی گیاه ایجاد می کند. برخی از این تغییرات در واقع سازگاری‌هایی است که کمک می کند تا گیاه تنش ناشی از شوری را تحمل کند ولیکن، بیشتر تغییرات مشاهده شده علامت خسارت ناشی از شوری است (آذرنیوند و قربانی، ۱۳۸۶). با افزایش غلظت نمک سرعت جوانه زنی کاهش می یابد. به‌نظر می‌رسد مختل شدن آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم به دلیل اتصال یون‌ها به ساختمان ملکولی آن‌ها، عامل اصلی این کاهش باشد (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۸۹). زمانی به یک خاک عنوان شور اطلاق می‌شود که هدایت الکتریکی عصاره اشباعی آن دراطراف ریشه بیشتر از ۲ دسی زیمنس بر متر باشد (برزگر، ۱۳۷۹). به طور معمول، تنش شوری با نمک سدیم و به ویژه NaCl ایجاد می شود. تجمع یون‌های سمی نمک در اطراف ریشه به سیستم ریشه‌ای صدمه زده متابولیسم گیاه، رشد و تولید محصول را کاهش می‌دهد (Wahid, 2003).

تنش شوری همچنین می تواند منجر به کاهش و تأخیر در جوانه زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک گردد. همه این اتفاقات ممکن است ناشی از اثرات توأم یا منفرد دو جزء اسمزی و یا سمیت ناشی از نمک باشد. از طرفی اثرات نامناسب شوری خاک بر روی گیاهان، می‌تواند به دلیل تأثیر شوری روی فرایند تقسیم سلولی، طویل شدن سلولی و کارایی فتوسنتز باشد (Montanari *et al.*, 2008).

کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب، همراه با از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد و محصول دهی از دیگر علائم تنش شوری است (Azevedo Neto *et al.*, 2004). درصورتی‌که شدت شوری زیاد باشد، کاهش شدید فتوسنتز، مختل شدن فرایندهای فیزیولوژیکی، کاهش جذب مواد مغذی، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه نیز حادث می شود. هورمون جیبرلین به عنوان یکی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان مانند رشد و نمو، فتوسنتز، جذب و انتقال یون‌های ضروری نقش ایفا می کند. این ترکیب همچنین می تواند به عنوان یک پیام داخلی گیاهی، باعث افزایش تحمل گیاه به تنش‌های شوری، خشکی، سرما و گرمایی شود. به عنوان مثال استفاده از اسید جیبرلیک در گیاه ماش (*Vigna radiate* L.) آبیاری شده با غلظت‌های مختلف آب شور نشان داد که پارامترهای رشدی گیاه بر اثر استفاده اسید جیبرلیک افزایش یافته و استفاده از این هورمون استقرار گیاه را بهبود بخشید. به‌نظر می‌رسد که اثرات بازدارندگی شوری بر پارامترهای رشدی این گیاه با استفاده از جیبرلین، کم گردید. این نتایج موافق با یافته‌هایی بود که در آن‌ها بیان

Archive of SID

www.SID.ir

گردید، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نظیر جیبرلین به گیاه کمک می‌کند تا بر عوامل بازدارنده‌ی رشدی غلبه نماید (Emongor, 2007).

از طرفی جیبرلین بر طویل شدن و تقسیم سلول اثر گذاشته و این امر منجر به طویل شدن میانگره‌های ساقه و به دنبال آن افزایش وزن تر و خشک اندام گیاهی می‌گردد. چنین نتایجی توسط Reda *et al* (2007) بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) نیز گزارش شده است.

Abdel *et al* (2008) نیز در گیاه سیب زمینی نشان دادند که کاربرد اسید جیبرلیک وزن تر و خشک کل گیاه و اندام‌های مختلف آن را افزایش داد.

یکی از گیاهان دارویی مهم که از دیر باز مورد استفاده بشر بوده است، مرزه می باشد. گیاه مرزه با نام علمی *Satureja hortensis*، علفی و یکساله از خانواده نعناعیان (Labiatae) می‌باشد (Najafi *et al.*, 2010).

این گیاه سرشار از روغن‌های فرار است که ماده اصلی آن کارواکرول بوده و دارای اثرات درمانی ضدتشنجی و ضدنفخ است. علاوه بر مصارف دارویی فراوان، به واسطه مواد معطر موجود در گیاه جهت مصارف غذایی، تهیه نوشیدنی‌ها، مصارف صنعتی در تولید لوازم بهداشتی و نیز به واسطه خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی همواره مورد توجه قرار گرفته است (فاکر باهر و همکاران، ۱۳۸۰).

تجربیات نشان داده که مرزه در مناطقی با خاک‌های شور نیز می تواند رشد کند (Najafi *et al*, 2010) به منظور بررسی اثر جیبرلین بر برخی صفات رویشی و محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین و پرولین در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تنش شوری این مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی و روش کشت اولیه

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری و جیبرلین بر گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (صفر،۳۰،۶۰، ۹۰ و۱۲۰ میلی مولار) و جیبرلین (صفر و ۱۰۰ میکروگرم در لیتر) بود. ابتدا تعداد ۴۰ گلدان تهیه، ضد عفونی و شسته شدند و پس از خشک شدن به هر گلدان سه کیلوگرم خاک سبک با نسبت‌های (۱:۱:۲) از خاک باغچه و ماسه بادی و کوکوپیت پرلیت اضافه گردید.

بذرهای استریل شده با هیپوکلریت سدیم در پلیتی که درون آن کاغذ صافی مرطوب گذاشته شده، قرار داده شدند. زمانی که بذرها به مرحله جوانه‌زنی رسیدند، به گلدان‌های حاوی خاک منتقل شدند. داخل هر گلدان تعداد ۲۰ عدد بذر در عمق ۰/۵ سانتی‌متری خاک کاشته شدند.

شرایط دمایی و نوری برای رشد گیاهان

گلدان‌ها در شرایط گلخانه، با درجه حرارت ۱±۲۵ سانتی گراد در روز و ۱±۱۸ سانتی گراد در شب قرار گرفتند و دوره نوری شامل ۱۷ ساعت روشنایی و ۷ ساعت تاریکی بود. روشنایی مورد نیاز گیاهان با نور طبیعی آفتاب تأمین می‌شد.

نحوه تیماردهی

دانه رست‌ها تا رسیدن به مرحله دو برگی به طور منظم هر دو روز یکبار در حد ظرفیت زراعی خاک آبیاری شدند و پس از آن، اعمال تنش شوری در سطوح صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰ میلی مولار کلریدسدیم (NaCl) بر روی آن‌ها صورت گرفت. برای جلوگیری از شوک ناگهانی ناشی از شوری آب آبیاری، تیمارهای شوری از کمترین مقدار (۳۰ میلی مولار) شروع شده و غلظت‌های بیشتر به تدریج در طی چند روز (هر روز ۳۰ میلی مولار) به گلدان‌ها افزوده شد. آبیاری با آب شور به صورت زه آب بود تا تجمع نمک در داخل خاک ایجاد نگردد، همچنین سه هفته یک‌بار با یک لیتر آب معمولی

Archive of SID

www.SID.ir

(بدون شوری) گلدان‌ها آبیاری شدند تا نمک‌های تجمع یافتهٔ احتمالی از گلدان‌ها خارج گردند.

برای تیمار جیبرلین نیز از محلول جیبرلین که از پودر خالص جیبرلین در غلظت ۱۰۰ میکروگرم در لیتر تهیه شده بود به صورت محلول پاشی بر روی برگ‌ها در دو مرحله شامل مرحله اول، همزمان با اعمال تیمار شوری و مرحله دوم به فاصله یک ماه پس از محلول پاشی اول استفاده شد. محلول پاشی گیاهان صبح هنگام و با اسپری ریز انجام گردید به طوری که سطح تحتانی و فوقانی برگ با محلول جیبرلین آغشته شود.

آنالیز رشد

جهت سنجش کمی رشد گیاهان کشت شده تحت شرایط تیمار (کلرید سدیم + جیبرلین) بعد از گذشت یک دوره‌ی رویشی مناسب (۴۰ روزه)، وزن تر ریشه و بخش هوایی نمونه‌ها به کمک ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد.

عمل خشک کردن نمونه‌های گیاهی نیز در آون ۷۰ درجه‌ی سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام گرفت و وزن خشک ریشه و بخش هوایی نمونه‌ها بر حسب گرم با ترازوی حساس به دست آمد.

سنجش کلروفیل‌های a و b

محاسبه غلظت کلروفیل در برگ‌های گیاه مرزه با استفاده از روش لیچتن تالر (Lichtenthaler ,1994) انجام شد. بر اساس این روش ۰/۱ گرم از بافت تر برگ وزن شده و رنگیزه‌ها با استون ۸۰ درصد استخراج شد، پس از صاف کردن نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن شماره ۲، جذب در طول موج‌های ۶۶۳/۲ و ۶۴۶/۸ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین و مقدار کلروفیل‌های a و b با استفاده از معادلات مربوطه بر حسب گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

سنجش آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین از روش Wanger (1979) استفاده شد. ۰/۱ گرم بافت تر برگ به دقت توزین و در هاونی که حاوی ۱۰ میلی لیتر محلول متانول اسیدی (متانول و اسید کلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱) بود، به خوبی ساییده شد. عصاره‌ها در فالکون ریخته شدند و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت، عصاره حاصل در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. به محلول رویی جدا شده ۲ میلی لیتر اتر جهت حذف کلروفیل باقی مانده اضافه گردید، از محلول زیری برای سنجش آنتوسیانین استفاده شد و مقدار جذب آن در طول موج ۵۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد.

سنجش پرولین

جهت اندازه گیری میزان پرولین از روش Bates (1973) استفاده شد. در این روش از تعداد ۳ بوته انتخابی از هر کرت، تعدادی برگ تازه انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس از عصاره تهیه شده برای هر نمونه برگ (۰/۵ گرم برگ تازه به همراه ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۰/۳ در داخل هاون چینی قرار گرفته در ظرف یخ ساییده شده و توسط کاغذ صافی استاندارد، صاف شدند) مقدار ۲ میلی‌لیتر برداشته شد و ۲ میلی لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک خالص به لوله آزمایش اضافه گردید. لوله‌های آزمایش به مدت یک ساعت در یک حمام آبی با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و واکنش در یک حمام یخ بعد از اضافه کردن ۴ میلی لیتر تولوئن به هر لوله ازمایش برای استخراج پرولین خاتمه یافت. بعد از تکان دادن شدید لوله آزمایش، تولوئن حاوی پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده، از نرم افزارهای آماری SAS ۹/۱ و Excell استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه گیری وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی

وزن تر ریشه

نتایج نشان داد که شوری در غلظت‌های مختلف وزن تر ریشه را نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری کاهش داد (جدول۱). از سوی دیگر کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین میزان وزن تر ریشه را به طور معنی داری نسبت به نمونه شاهد افزایش داد(جدول ۲). اثر متقابل شوری در جیبرلین نیز به طور معنی داری بر روی صفت وزن تر ریشه مؤثر بود. نتایج حاصل نشان داد که غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار کلریدسدیم به همراه عدم کاربرد جیبرلین با ۰/۱۳۸ گرم کمترین مقدار و تیمار صفر میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه کاربرد جیبرلین با ۰/۴۱۶ گرم بیشترین مقدار وزن تر ریشه را کسب کردند (شکل۱). همچنین نتایج نشان داد (جدول ۲ و شکل ۱) که با افزایش غلظت نمک در تیمارهای کاربرد جیبرلین، کاهش وزن تر ریشه نسبت به عدم کاربرد جیبرلین، با مقدار کمتری بدست آمد که این خود می‌تواند دلیل نقش تعدیل کنندگی هورمون جیبرلین در کاهش اثرات تنش شوری باشد. کاهش رشد رویشی و وزن خشک به دلیل کاهش آماس سلول‌ها در شرایط شور، متأثر از فرآیندهای اسمزی است. از علل دیگر کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر شوری بالارفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم که در محیط به مقدار وفور وجود دارند و در نتیجه مصرف مقدار زیادی از انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری است که به این ترتیب رشد و عملکرد گیاه در نهایت کاهش نشان می دهد (دادرس و همکاران، ۱۳۹۱).

وزن تر بخش هوایی

اندازه گیری وزن تر بخش هوایی نشان داد که شوری میزان وزن تر بخش هوایی را نسبت به نمونه‌ی شاهد به طور معنی داری کاهش داد (جدول۱). شوری به ویژه در غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار باعث کاهش شدید وزن تر بخش هوایی شد (جدول ۲). این درحالی است که با افزودن جیبرلین وزن تر بخش هوایی نسبت به نمونه ی شاهد کاهش کمتری داشت. در حقیقت کاربرد جیبرلین موجب تعدیل اثر شوری و افزایش وزن تر بخش هوایی گردید (شکل۲).

بیشترین مقدار وزن تر بخش هوایی در اثر متقابل صفر میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه کاربرد جیبرلین و کمترین مقدارهای وزن تر بخش هوایی با ۱/۸۰۶ گرم و۱/۹۷۰ گرم به ترتیب در تیمارهای ۱۲۰ میلی مولار کلرید سدیم و عدم کاربرد جیبرلین، و تیمار ۱۲۰ میلی مولار کلرید سدیم به همراه کاربرد جیبرلین مشاهده شد (شکل۲). در آزمایشات دادرس و همکاران(۱۳۹۱) بر روی گیاه سویا، شوری موجب کاهش ارتفاع اندام هوایی به علت سمیت یونی عناصر زیان بار و اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه و کاهش وزن اندام هوایی و ریشه به دلیل از بین رفتن تعادل یونی و تعادل اسمزی شد. وزن خشک اندام هوایی هم از طریق کاهش میزان رشد رویشی و هم از طریق کاهش فتوسنتز کاهش می یابد. در آزمایشی نشان داده شد که در شرایط شوری، مقاومت روزنه ای در برابر انتقال CO_2 ایجاد می شود. انباشته شدن سدیم و کلر در برگ‌ها در حد سمی با بستن روزنه‌ها و نیز با فاکتورهای غیر روزنه ای مثل کاهش میزان کلروفیل کل همراه است که موجب کاهش محصول فتوسنتزی می شود. مقاومت روزنه ای در گیاه روناس با افزایش شوری روند افزایشی داشت، زیرا از مکانیسم‌های مقاومت و حفظ گیاه در مقابل کمبود آب حاصل از تنش

Archive of SID

www.SID.ir

شوری، مقاومت روزنه ای است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیقی روی گیاه کتان کاهش ارتفاع بخش هوایی و وزن گیاه تحت شرایط تنش شوری گزارش شده است (Meloni *et al*, 2004).

وزن خشک ریشه

نتایج نشان داد که شوری به طور معنی داری باعث کاهش وزن خشک ریشه گیاه مرزه شد. این معنی‌داری در مورد اثر شوری و جیبرلین و اثر متقابل شوری در جیبرلین بر وزن خشک ریشه نیز مشاهده گردید (جدول ۱). این در حالی است که اثر اصلی تیمار جیبرلین وزن خشک ریشه را نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش داد (جدول ۲). جیبرلین به عنوان یک هورمون محرک رشد گیاهی شناخته شده است و خاصیت تحریک کنندگی آن، در نتایج این تحقیق نیز بدست آمد.

غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و عدم کاربرد جیبرلین با ۰/۰۵۲ گرم کمترین و اثر متقابل صفر میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه کاربرد جیبرلین با ۰/۱۰۸ گرم بیشترین مقادیر وزن خشک ریشه را به خود اختصاص دادند (شکل ۳) که این نتایج نشان دهنده، کم‌رنگ شدن اثرات منفی شوری هنگام کاربرد جیبرلین است. در یک آزمایش گلخانه ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان *Carum copticum* مطالعه شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی داری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، میزان کلسیم و پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه گردید (تیموری، ۱۳۸۸).

Najafi *et al* (2010) و سلامی و همکاران (۱۳۸۵) نیز گزارش کردند که در دو گیاه دارویی سنبل الطیب و زیره سبز با افزایش سطح شوری، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه کاهش پیدا کرده است.

وزن خشک بخش هوایی

بررسی‌ها نشان داد تنش شوری و جیبرلین باعث تغییر میزان وزن خشک بخش هوایی گیاه شد و این تغییرات از لحاظ آماری معنی دار بود (جدول۱). کاربرد جیبرلین همراه با NaCl باعث افزایش معنی دار میزان وزن خشک بخش هوایی گیاه نسبت به شرایط عدم اعمال تیمار جیبرلین شد.

همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های ۶۰ و۹۰ و۱۲۰ میلی مولار Nacl بدون جیبرلین و غلظت ۹۰ و ۱۲۰ میلی مولار Nacl به همراه کاربرد جیبرلین کمترین مقادیر وزن خشک بخش هوایی گیاهان را در بر می‌گیرند که این مقایسه نشان دهنده این موضوع است که جیبرلین توانسته در غلظت ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم اثرات بهتری روی وزن خشک بخش هوایی بگذارد. به بیان دیگر با حضور جیبرلین اثرات منفی غلظت ۶۰ میلی مولار کلرید سدیم بر گیاه تخفیف داده شد.

بیشترین میزان وزن خشک بخش هوایی نیز، ۱/۰۰۱ گرم مربوط به تیمار عدم مصرف کلرید سدیم به همراه ۱۰۰ میکروگرم در لیترجیبرلین بود (شکل۴). در تحقیق حاضر نیز همان گونه که نتایج نشان داد، تنش شوری باعث کاهش معنی دار میزان وزن خشک و تر ریشه و بخش هوایی گیاه مرزه نسبت به نمونه شاهد شد که با نتایج گزارش شده در این زمینه توسط سایر محققان مطابقت و همخوانی دارد. Jamil *et al* (2006) بیان داشتند که بررسی میزان رشد ریشه و ساقه از مهمترین صفات ارزیابی تنش شوری می‌باشند زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه می‌رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می‌تواند ناشی از اثرات سمی سدیم و کلر و یا عدم تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه باشد. تنظیم کننده‌های رشدی از جمله جیبرلین می توانند سبب افزایش رشد در گیاهان کامل شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

در این تحقیق تاثیر کاربرد جیبرلین در گیاهان تحت تنش غلظت‌های مختلف کلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که نتایج نشان داد، جیبرلین در بهبود رشد گیاهانی که تحت تنش قرار داشتند تا حد زیادی مؤثر بود. جیبرلین در حقیقت اثرات منفی نمک بر رشد و پارامترهای رشدی گیاه را کاهش داد و شرایط را به گونه‌ای تعدیل نمود. به عنوان مثال رشد طولی اندام‌های هوایی که به واسطه جیبرلین در گیاهان رخ می دهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، طویل شدن سلول‌ها و یا هر دو می‌باشد، جیبرلین با افزایش فعالیت گزیلوگلوکان اندوترانس گلیکیوزیلات، قابلیت اتساع دیواره سلول را افزایش می‌دهد که نتیجه آن نرم شدن دیواره سلول است و به سلول اجازه کشیده شدن و طویل شدن تحت تأثیر فشار تورژسانس را می دهد، از طرفی به واسطه GA_1 فعالیت آنزیم اینورتاز در گیاه افزایش می یابد که این امر موجب افزایش هگزوزهای مورد نیاز برای رشد دیواره سلولی شده و به این ترتیب موجب رشد طولی بخش هوایی می گردد (Betrand & Ernstsen , 2001).

کلروفیل a و b

نتایج نشان داد که اثرات ساده شوری و جیبرلین به طور معنی داری محتوای کلروفیل a برگ‌ها را نسبت به نمونه شاهد کاهش می دهد، این در حالی است که اثر متقابل شوری در جیبرلین بر کلروفیل a معنی‌دار نبود (جدول۱).

غلظت صفر میلی‌مولار کلرید سدیم با ۲/۶۷ میلی گرم بر گرم بافت تازه بیشترین و ۱۲۰ میلی مولار کلرید سدیم با ۱/۹۶ میلی گرم بر گرم بافت تازه کمترین میزان کلروفیل a برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در بررسی اثر ساده جیبرلین نیز کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین با ۲/۱۷ میلی گرم بر گرم بافت تازه کمترین میزان کلروفیل a را نشان داد (شکل ۵ و جدول ۲). شاید کاربرد جیبرلین از طریق بسط و توسعه برگ‌ها، سبب شد تا میزان غلظت کلروفیل نسبت به عدم کاربرد جیبرلین در برگ کاهش یابد.

نتایج تحقیق (جدول ۱) نشان داد که از نظر میزان کلروفیلb، بین سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده گردید. شوری میزان کلروفیلb را به طور چشم گیری نسبت به نمونه شاهد کاهش داد (جدول ۲). میزان کلروفیلb با کاربرد جیبرلین نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری افزایش یافت. اثر متقابل شوری در جیبرلین نیز مقدار کلروفیلb را کاهش داد (شکل ۶). نتایج مؤید این نکته بود که جیبرلین در شرایط بدون تنش توانست غلظت کلروفیلb را نسبت به نمونه شاهد افزایش دهد ولی در نتایج اثر متقابل شوری در جیبرلین، کاربرد این هورمون سبب کاهش کلروفیل b در مقایسه با عدم کاربرد آن شد.

کمترین مقدارکلروفیلb به تیمار۹۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین و بیشترین مقدار آن به تیمار همزمان صفر میلی‌مولار کلرید سدیم و کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین مربوط می شود (شکل۶). رنگیزه‌های فتوسنتزی یک سری مولکول زیستی هستند که در فرآیند فتوسنتز نقش دارند و میزان آن‌ها در گیاهان زنده به عنوان یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Jiang & Huang, 2001).

تنش شوری باعث تغییر در میزان این مولکول‌ها در سلول‌های گیاهی می‌شود. به این ترتیب که افزایش مقدار ترکیبات فعال اکسیژن طی تنش شوری باعث کاهش میزان کلروفیل‌ها می‌شود. موجودات هوازی فتوسنتز کننده در طی حیات خود به طور دائم در معرض گونه‌های فعال اکسیژن قرار می گیرند و در شرایط نامناسب همچون تنش شوری، مسمومیت حاصل از اکسیژن جدی‌تر می شود، چرا که موجب کاهش تثبیت کربن و افزایش انتقال الکترون به اکسیژن و تشکیل رادیکال‌های سوپر اکسید می شود (Kubis, 2005). رادیکال‌های سوپر اکسید و محصول

Archive of SID

www.SID.ir

همراه آن‌ها یعنی پراکسید هیدروژن، می توانند باعث تجزیه رنگیزه‌های کلروفیل شوند و به دنبال تجزیه این مولکول‌ها، ساختارهای تیلاکوئیدی در کلروپلاست ناپدید می گردد (Navaris –Izzo *et al.*, 1994).

در طی تنش شوری همچنین مشخص شده است که مقدار اتیلن و اسید آبسیزیک افزایش می‌یابد که افزایش این ترکیبات باعث تحریک فعالیت آنزیم کلروفیلاز می شود که افزایش فعالیت این آنزیم نیز یکی از عوامل مؤثر در کاهش میزان کلروفیل‌ها طی تنش شوری است (Draikewicz, 1994). از دیگر دلایل کاهش کلروفیل گیاه می توان به فعال شدن مسیر کاتابولیسمی کلروفیل و یا عدم سنتز کلروفیل اشاره کرد (Sairam *et al.*, 2002). آزمایشات متعددی نشان می دهد که تحت تنش شوری، مقدار رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئیدهای گیاه کاهش پیدا می کند (Eraslan *et al.*, 2007). برای مثال گزارش شده که میزان کلروفیل‌های a وb در گیاه جو با به کارگیری NaCl کاهش یافت (El-Tayeb, 2005). نتایج این تحقیق نیز گویای کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تنش شوری است. کاربرد جیبرلین خارجی تنها در یک گروه آزمایش (اثر متقابل صفر میلی‌مولار کلریدسدیم در ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین) توانست اثر مثبتی بر روی غلظت کلروفیل b نسبت به نمونه شاهد داشته باشد. افزایش میزان کلروفیل b تحت تیمار جیبرلین را می توان به اثر جیبرلین بر تحریک مسیر سنتزی این رنگدانه دانست.

میزان آنتوسیانین

نتایج نشان داد که اثر اصلی غلظت‌های مختلف کلریدسدیم، اثر اصلی جیبرلین و اثر متقابل شوری و جیبرلین بر محتوای آنتوسیانین برگی در گیاهان تحت تنش در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول۱). همچنین نتایج نشان داد که گیاهان تحت تیمار غلظت‌های مختلف کلریدسدیم در مقایسه با گیاهان تحت تیمار جیبرلین به تنهایی و اثر متقابل شوری در جیبرلین میزان آنتوسیانین بیشتری دارند، به صورتی که بیشترین میزان این صفت در شوری ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار در شرایط کاربرد ۱۲۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین حاصل گردید (شکل۷). نتایج نشان داد که تحت تنش شوری میزان غلظت آنتوسیانین نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری در غلظت‌های مختلف کلرید سدیم افزایش یافت. این نتایج با گزارش Kong *et al* (2003) مبنی بر این که میزان آنتوسیانین‌ها در گیاه به موقعیت و محیط رویشی آن‌ها بستگی دارد و در نتیجه ورود تنش‌هایمحیطی سنتز آن‌ها در گیاه افزایش می یابد مطابق است. از آن جایی که آنتوسیانین‌ها در واکوئل سلول گیاهی یافت می‌شدند، سال‌ها فکر می‌کردند آن‌ها جزو مواد زائد و بدون استفاده گیاهی هستند. امروزه برای نقش آنتوسیانین‌ها در گیاهان تئوری‌های زیادی وجود دارد، از جمله این که شاید آن‌ها باعث جذب پرندگانی شوند که باعث پراکندگی دانه می‌شوند، از طرفی زمانی که برگ‌ها کلروفیل خود را از دست می‌دهند، نور خورشید برای آن‌ها مضر می‌شود، آنتوسیانین‌ها که رنگ قرمز و فلاونوئیدها که رنگ ارغوانی را تولید می‌کنند، خاصیت آنتی اکسیدانی داشته و برگ‌ها را از نور خورشید محافظت می‌کنند. واکوئل‌های سلول می‌توانند این ترکیبات آلی را در خود ذخیره کنند، بیشترگیاهان واکوئل را به عنوان محل قابل دسترسی برای این متابولیت‌ها به کار می‌برند درحالی که اگر این مواد در سیتوپلاسم تجمع یابند، می‌توانند خود برای گیاه خطرناک باشند (Nikkhah *et al.*, 2008).

سنتز این گونه ترکیبات را در زمان بروز تنش در گیاهان می‌توان این گونه توجیه کرد که گیاهان در مقابله با تنش‌های محیطی یک سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی با سازوکارهای آنزیمی و غیرآنزیمی دارند که می‌تواند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را از بین ببرد. سیستم دفاعی غیرآنزیمی در گیاهان شامل ترکیبات

Archive of SID

www.SID.ir

آنتی اکسیدان مانند آنتوسیانین‌ها، آسکوربیک اسید و ترکیبات فنلی می‌باشد. این ترکیبات نه تنها رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند بلکه از تولید بیشتر آن‌ها در گیاه نیز جلوگیری می‌کنند (خاوری نژاد، ۱۳۷۸). آنتوسیانین‌ها به احتمال زیاد باعث تسهیل ورود یون‌های سمی سدیم و کلر به واکوئل سلول‌ها و در نتیجه جمع‌آوری آن‌ها از سایر بخش‌ها می‌شوند. این ترکیبات به عنوان سیستم محافظتی گیاه، در برابر تنش اکسیداتیو، از افزایش میزان پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کنند (Mittler, 2002). از طرفی نمک در غلظت‌های بالا با تأثیر برآنزیم‌های دخیل در فتوسنتز و همچنین با متلاشی کردن غشاهای فتوسنتزی باعث اختلال در عملکرد و ساختار کلروپلاستی می‌شود، این امر می‌تواند منجر به افزایش حساسیت به سطوح بالای نور شود و بنابراین تولید رنگیزه‌های محافظ نور مانند آنتوسیانین می‌تواند موجب حفاظت در برابرآسیب اکسیداتیو القا شده با نور باشد، این می‌تواند دلیل محکمی برای افزایش تدریجی محتوی آنتوسیانین برگی همزمان با افزایش غلظت نمک باشد (Mittler, 2002).

میزان پرولین

یافته‌های تحقیق نشان داد که اثر اصلی شوری، جیبرلین و اثر متقابل شوری در جیبرلین بر محتوی پرولین برگ در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). غلظت ۹۰ میلی مولار کلرید سدیم با ۳۲۰/۶۷۰ میکروگرم بر گرم بافت تازه برگ بیشترین و غلظت صفر نمک با ۲۱۱/۱۵۰ میکروگرم بر گرم بافت تازه برگ کمترین مقدار کلروفیل برگ را نشان دادند. همچنین کاربرد ۱۰۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین نسبت به عدم کاربرد آن میزان پرولین بیشتری را نشان داد (جدول ۲). اثر متقابل شوری و جیبرلین نیز به طور معنی داری میزان تجمع پرولین در گیاه مرزه را نسبت به نمونه شاهد افزایش داد به صورتی که بیشترین میزان این صفت در شوری ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار در شرایط کاربرد ۱۲۰ میکروگرم در لیتر جیبرلین حاصل گردید (شکل ۸). پرولین اسید آمینه ذخیره در سیتوپلاسم است و در حفاظت از هیدروکسی پرولین که در سنتز دیواره نقش دارد، مؤثر است و تجمع این اسید آمینه در زمان تنش در برگ‌ها سریع‌تر و بیشتر از سایر اندام‌هاست (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵).در تحقیقی که مردانی نژاد و وزیرپور (۱۳۸۶) بر روی ژنوتیپ‌های بومی برنج تحت تنش شوری انجام دادند، مشاهده کردند که با افزایش سطوح شوری، مقدار پرولین تمامی ژنوتیپ‌ها افزایش معنی‌داری نشان داد. با توجه به مشاهدات *et al* Banu (2009) در گیاه تنباکو در پاسخ به افزایش تنش شوری، پراکسیداسیون لیپیدها، بدشکل شدن هسته و مرگ سلول‌ها تشدید شده و محتوی ATP، پرولین و بتائین در سلول‌ها و بافت‌ها افزایش می‌یابند. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که با افزایش سطوح نمک، غلظت پرولین برگ نیز زیاد شد.

Ghorbani *et al* (2011) افزایش غلظت پرولین در هنگام کاربرد خارجی جیبرلین را گزارش کردند. در بررسی اثر اصلی جیبرلین در این تحقیق نیز مشاهده شد، کاربرد جیبرلین باعث افزایش محتوی پرولین برگ گردید. کاربرد جیبرلین در شرایط تنش شوری از طریق افزایش تبدیل گلوتامات به پرولین بر اثر تحریک آنزیم سنتزکننده پرولین موجب افزایش پرولین برگ می شود (عبدالهی و همکاران،۱۳۹۲). بیشترین غلظت پرولین در کاربرد جیبرلین و غلظت ۹۰ میلی مولار کلریدسدیم حاصل شد ولی با افزایش سطح تنش شوری به ۱۲۰میلی مولار حتی با کاربرد جیبرلین، غلظت پرولین اضافه نشد و شاید دلیل آن این‌گونه توجیه شود که در غلظت‌های بالا نمک و ایجاد تنش‌های حاد، حتی ساخت و تولید پرولین که به عنوان ماده حفظ تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل عمل می‌کند و همچنین حفاظت گیاه را در برابر صدمات رادیکال‌های آزاد انجام می دهد کاهش یابد (Stewart, 1972).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- تجزیه واریانس اثر شوری و جیبرلین برصفات رویشی و محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه دارویی مرزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS							
		وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	آنتوسیانین	پرولین
نمک	۴	۰/ ۰۴۴ **	۱۳/۲۹۰ **	۰/۰۰۲ **	۰/۳۳۷ **	۰/۴۷۸ **	۰/۲۹۸ **	۱۱۱/۳۶۷ **	۱۳۴۸۰/۲۰۷ **
جیبرلین	۱	۰/۰۳۵ **	۲/۷۵۴ *	۰/۰۰۱ *	۰/۰۷۵ *	۰/۸۲۰ **	۰/۲۳۹ **	۲۵۴/۲۷۶ **	۹۵۳/۷۲ **
نمک × جیبرلین	۴	۰/۰۰۲ *	۰/۴۳۴ *	۰/۰۱۱ *	۰/۰۱۳ *	۰/۰۱۳ ns	۰/۰۵۵ *	۱۹/۳۵۹ **	۱۹۰/۹۴ **
خطا	۳۰	۰/۰۰۲	۰/۶۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳	۱/۳۱۵	۶/۰۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		٪۲۰	٪۱۸/۷۴	٪۲۲/۰۸	٪۱۵/۰۲	٪۹/۶۷	٪۱۰/۴۵	٪۱۱/۰۳	٪۱۹/۴۴

ns ،* و** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می باشند.

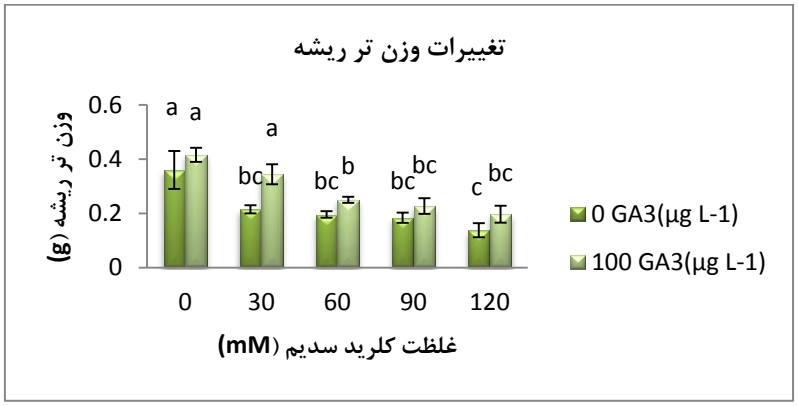
جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی شوری و جیبرلین برصفات رویشی و محتوی رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه دارویی مرزه

عامل	وزن تر ریشه (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن خشک ساقه (g)	کلروفیل a ($mg\ g^{-1}$ fw)	کلروفیل b ($mg\ g^{-1}$ fw)	آنتوسیانین ($mg\ g^{-1}$ fw)	پرولین ($\mu g\ g^{-1}$ fw)
NaCl (mM)								
۰	۰/۳۸۸^{a}	۵/۶۱۸^{a}	۰/۱۰۲^{a}	۰/۹۲۶^{a}	۲/۶۷۱^{a}	۱/۱۹۷^{a}	۳۶/۱۰۱^{c}	۲۱۱/۱۵۰^{e}
۳۰	۰/۲۸۰^{b}	۴/۳۵۳^{b}	۰/۰۸۴^{b}	۰/۷۰۵^{b}	۲/۵۰۲^{b}	۱/۰۵۴^{b}	۳۷/۳۱۲^{c}	۲۴۴/۶۶۵^{d}
۶۰	۰/۲۲۴^{bc}	۳/۲۸۸^{c}	۰/۰۷۷^{b}	۰/۵۴۳^{c}	۲/۴۱۵^{b}	۰/۸۵۹^{c}	۴۰/۳۶۸^{b}	۲۸۶/۸۱۶^{c}
۹۰	۰/۲۰۶^{c}	۲/۴۹۶^{cd}	۰/۰۷۰^{bc}	۰/۳۹۶^{cd}	۲/۱۳۹^{c}	۰/۷۰۱^{d}	۴۴/۶۸۵^{a}	۳۲۰/۶۷۰^{a}
۱۲۰	۰/۱۶۸^{c}	۱/۸۸۸^{d}	۰/۰۵۹^{c}	۰/۳۴۷^{d}	۱/۹۶۹^{d}	۰/۶۸۷^{d}	۴۵/۷۷۳^{a}	۳۱۷/۰۷۳^{b}
GA_{3} b($\mu g\ L^{-1}$)								
۰	۰/۲۱۸^{b}	۳/۲۲۶b	۰/۰۷۳^{b}	۰/۵۳۴^{b}	۲/۵۰۵^{a}	۰/۹۸۹^{a}	۴۳/۷۵۹^{a}	۲۷۰/۴۳۶^{b}
۱۰۰	۰/۲۸۷^{a}	۳/۸۳۲a	۰/۰۸۴^{a}	۰/۶۳۴^{a}	۲/۱۷۴^{b}	۰/۸۱۰^{b}	۳۷/۹۳۶^{b}	۲۸۱/۷۱۳^{a}

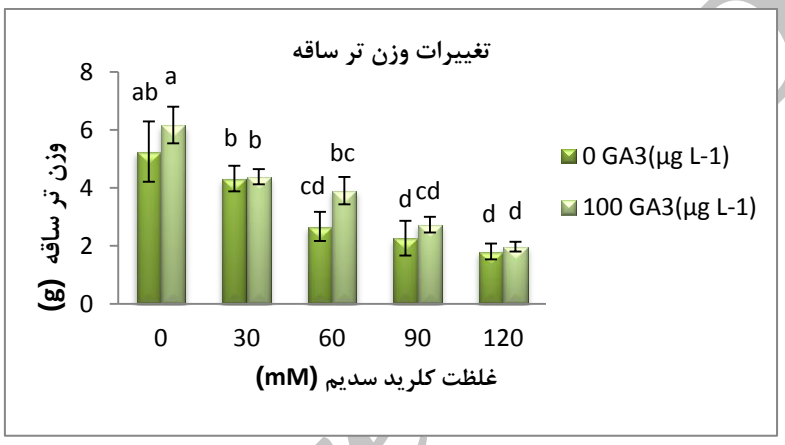
داده‌ها Mean ± SE و حروف یکسان عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می دهد.

Archive of SID

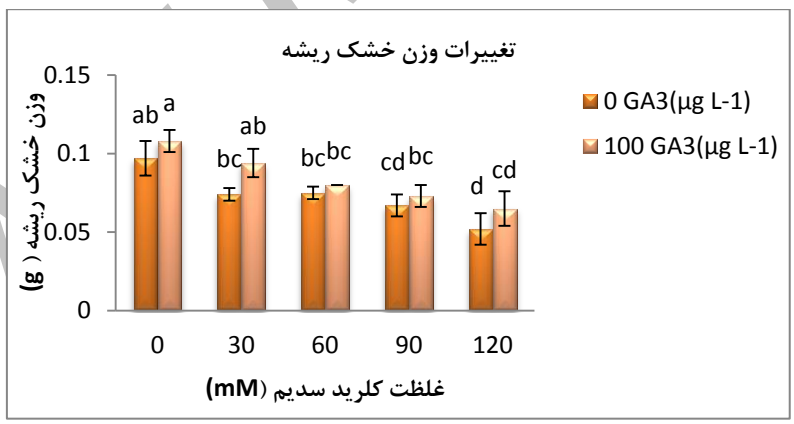
www.SID.ir



شکل ۱- اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر وزن تر ریشه در گیاه مرزه

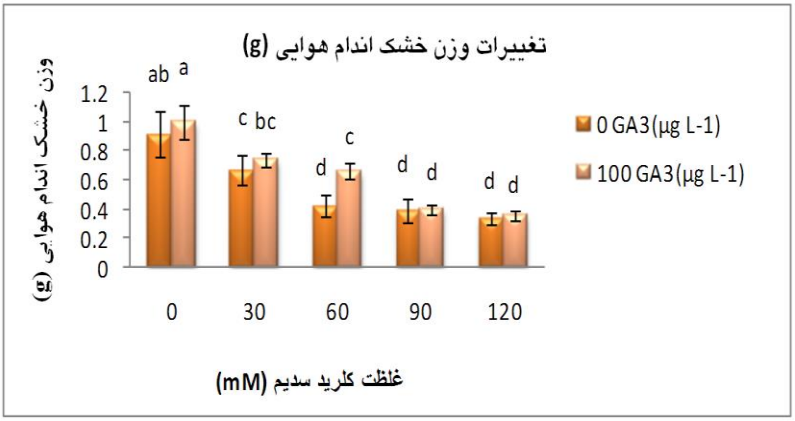


شکل ۲ - اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان وزن تر ساقه در گیاه مرزه

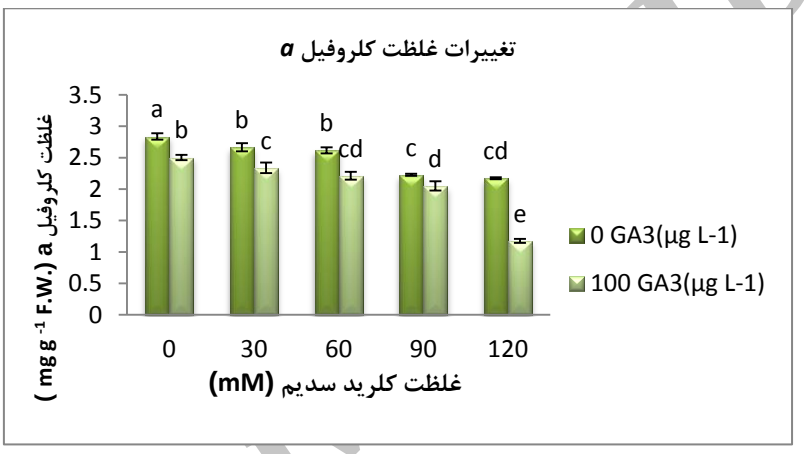


شکل ۳- اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان وزن خشک ریشه در گیاه مرزه

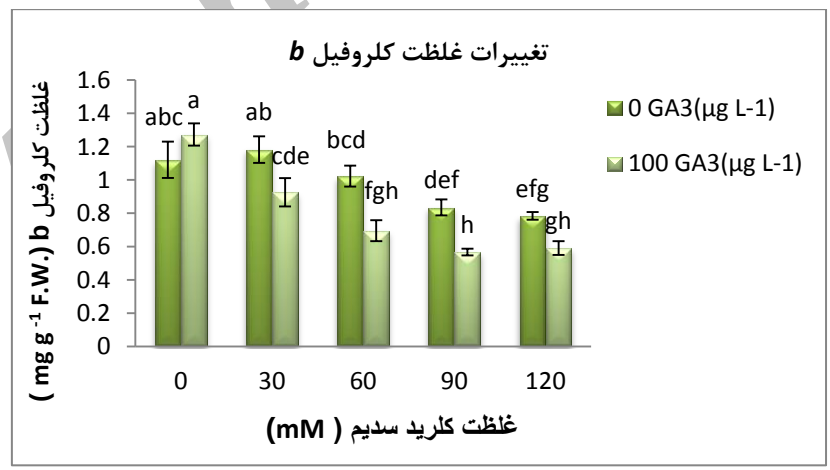
www.SID.ir



شکل۴ - اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر وزن خشک اندام هوایی در گیاه مرزه

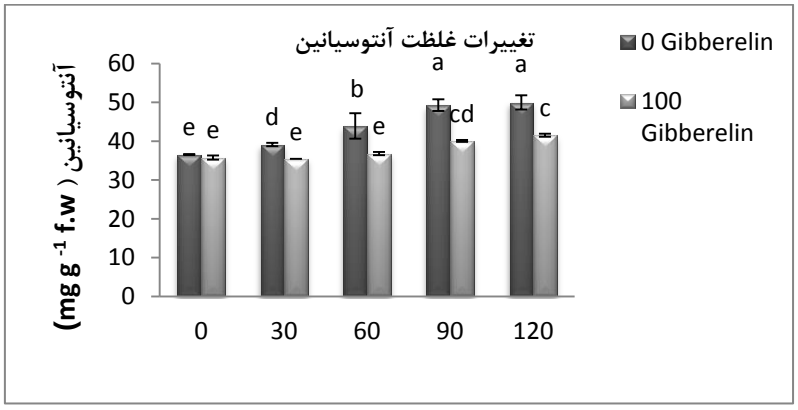


شکل ۵ - اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان کلروفیل a در گیاه مرزه

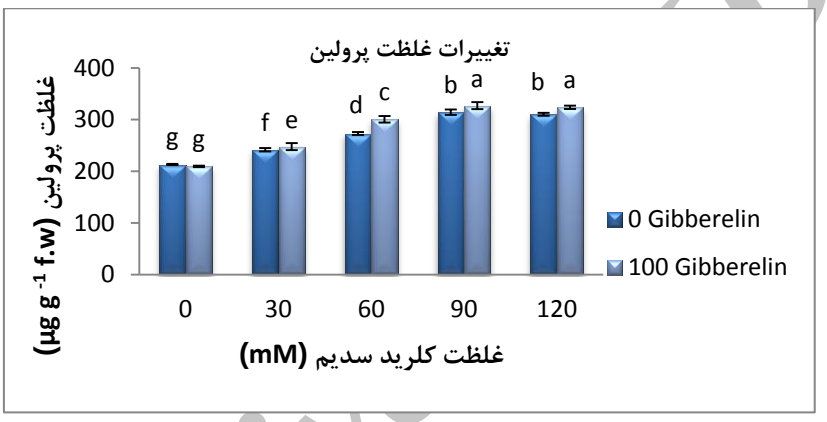


شکل۶ - اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان کلروفیل b در گیاه مرزه

www.SID.ir



شکل ۷- اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان آنتوسیانین در گیاه مرزه



شکل ۸- اثرات برهمکنش کلریدسدیم و جیبرلین بر میزان پرولین در گیاه مرزه

منابع

آخوندی، م.، ع. صفرنژاد، و م. لاهوتی. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر تجمع پرولین و تغییرات عناصر در یونجه‌های یزدی، نیکشهری و رنجبر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.۱۷۳:۱۰-۱۶۵.

آذرنیوند، ح. و م . قربانی. ۱۳۸۶. بررسی اثر کلرور سدیم بر جوانه زنی دو گونه مرتعی. فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران . ۳ (۴): ۳۵۸-۳۵۲.

تیموری، م . ۱۳۸۸. تجزیه اسانس و بررسی اثر ضد باکتریایی گیاه مرزه *Satureja bachtiaricaBunge* در استان اردبیل. فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی. ۲:۲۶-۱۹.

خاوری نژاد، ر. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی عملی، تهران، انتشارات امید.

دادرس، ن.، ح. بشارتی، و س. کتابچی. ۱۳۹۱. اثرات تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سه رقم سویا. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲. :۱۷۴-۱۶۵.

Archive of SID

www.SID.ir

سلامی، م .، ا. صفرنژاد، و ح . حمیدی. ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی سنبل الطیب و زیره سبز . مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۱۹: ۸۳-۷۷.

فاکرباهر،ز.، م. ب. رضائی، م . میرزا وب. عباس زاده . ۱۳۸۰. بررسی تغییرات کمی وکیفی اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.) در طی تنش خشکی در مزرعه . تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.۵۱: ۷-۳۷.

همـایی، م. ۱۳۸۱. واکـنش گیاهـان بـه شـوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

عباسی، ف.، ع. کوچکی، و آ. جعفری. ۱۳۸۸. ارزیابی جوانه زنی و رشد رویشی گیاه روناس در غلظت‌های مختلفNacl.مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷: ۵۲۵-۵۱۷.

عبدالهی، ف.، ل. جعفری، و ش. گردی تختی. ۱۳۹۲. بررسی ترکیب جیبرلین بر رشد و ترکیب شیمیایی برگ گیاهچه کنار-*Ziziphus spina christi*)) تحت تنش شوری. فرآیند و کارکرد گیاهی. ۲: ۶۷-۵۳.

مرادی نژاد، ش و م. وزیرپور. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات قوه نامیه، مقدار پرولین و کلروفیل ژنوتیپ های بومی برنج تحت تنش شوری. مجله دانش نوین کشاورزی. ۸ (۳): ۸۰-۶۹.

یزدانی بیوکی، ر.، پ. رضوانی مقدم، ح. خزاعی، و ر. قربانی. ۱۳۸۹. اثرات تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه زنی بذر ماریتیغال. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱(۸): ۱۹-۱۲.

Abdel, F. S., A. M. Shaheen, and F. A. Rizk. 2008. The effect of foliar application of gibberellin and soil dressing of NPK at different levels on the plant productivity of potatoes. Research Journal Agricultural Biology Science. 4: 384-391.

Azevedo Neto, A., J. Prisco, C. Lacerda, J. Silva, P.Costa, and E. Gomes-Filho. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. Plant Physiol. 16(1): 31-38.

Bates, L.S. 1972.Rapid determination of free praline for water-stress studies.Plant and soil. 39: 205-207.

Banu, M.N.A., M.A. Hoque, M. Watanabe-Sugimoto, K. Matsuoka , Y. Nakamura, Y. Shimoishi, and Y. Murata. 2009. Proline andglycinebetaine induce antioxidant defense gene expression andsuppress cell death in cultured tobacco cells under salt stress. J. Plant Physiol. 166: 146-156.

Betrand, A.M. and A. Ernstsen. 2001. Endogenous gibberellins in *Lolium perenne* and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. Physiologia Plantarum. 111: 123-231.

Draikewicz, M. 1994. Chlorophylase accurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phytosyth. 30: 321-337.

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

El-Hendawy, S.E., Y. Hu, G.M. Yakout, A.M. Awad, S.E.Hafiz, and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy. 22: 243-253.

Emongor, V. 2007. Gibberellin influence on vegetative growth nodulation and yield of Cowpea (*Vigna sp.*). Journal Agro. 60: 509-517.

Archive of SID

www.SID.ir

Montanari, M., E. Degl'Innocenti, R. Maggini, S. Pacifici, A.Pardossiand, and L.Guidi. 2008. Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of Echinacea angustifolia DC. Food Chemistry. 107: 1461-1466.

Najafi, F., R. A. Khavari-Nejad, and M. Siah Ali. 2010. The effects of salt stress on physiological parameters insummer savory (*Satureja hortensis* L.) plant. Journa Stress Physiology Biochemistry. 6: 14-21.

Navaris-Izzo, F.,G. Pinzino, M.F. Quartacciand, and C.L.M. Sgherri. 1994. Intracellular membrane kintics of superoxide production and changes in thylakoids of resurrection plant upon dehydration and rehydration. Process Rog Soc Edin. 102: 187-191.

Nikkhah, E., M. Khayamy., R. Heidari, and I. Bernousi. 2008. Effect of SO2 Treatment on Stability of Anthocyanin Pigments in Berries. Research Journal of Biological Siences. 3: 80-84.

Reda, F., G.S.A. Baroty, I.M. Talaat,I. A. Abdel Rahim, and H.S. Ayad. 2007. Effect of some growth regulators and vitamins on essential oil, phenolic content and activity of oxidoreductase enzyme of Thymus vulgaris. World Journal Agriculture Science. 30: 630-638.

Safarzadeh, A., S. Sadr, and H. Hamidi. 2007. Effect of sanility stress on morphological characters of Nigella sativa. Journal of Rangland and Forests Plant Breedings and Genetic Research.15: 75-84.

Sairam, R. K., K.V. Rao. G.C. Srivastava. 2002.Changes in antioxidant activity in sub-cellular response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Science. 163: 1037-1046.

Stewart, C. R. 1972. Proline content and metabolism during rehydration of wilted excised leaves in the dark. PlantPhysiol. 50: 679-681.

Eraslan, F., A. Inal, A. Gunes, and M.Alpaslan. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Science Horticulture. 113: 120-128**.**

Ghorbani Javid. J.M., A. Sorooshzadeh, F. Moradi, S.A.M. ModarresSanavy, and I. Allahdadi. 2011. The
role of phytohormones in alleviating salt stress in cropplants. Australian Journal of Crop Science. 5: 726-734.

Jamil, M., D. B. Lee, K. Y. Jung, M. Ashraf, S. C. Lee, and E. S. Rha. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. Journal Center Europe Agriculture. 7: 273-282.

Jiang, Y. and N. Huang. 2001. Drought and salt stress injury to two cool season furfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science. 41: 436-442.

Kong, J.M.,L.S. Chia, N.K. Goh, T.F. Chiaand, R.Brouillard. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. Phytochemistry. 64: 923-933.

Kubis, J. 2005. The effect of exogenous spermidine on superoxide dismutase activity, H_2O_2 and superoxide radical level in barley leaves under water deficit condition. Plant Physiology. 28: 289-295.

Lichtenthaler, K. 1994. Chlorophyll and carotenoids pigments of photosynthetic biomembrances.Methods in Enzymology. 148. 350–382.

Meloni, D. A.,M.R. Gulotta, C.A. Martínezand, M.A.Oliva. 2004. The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in Prosopis alba. Plant Physiology. 16: 39-46.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Science. 7: 405-410.

Archive of SID

www.SID.ir

Wahid, A .2003 .Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane.Botanical Bulletin of Academia Sinica.Vol 45.

Wanger, G. 1979. Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, Free Amino Acids, and Anthocyanins in Protoplasts.Plant Physiology. 64: 88-93.

Archive of SID

www.SID.ir