Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۶۸۶-۶۷۳)

تأثیر سطوح مختلف تنش‌های شوری و خشکی بر شاخص‌های رشدی و اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

حسین گرگینی شبانکاره [۱*]، براتعلی فاخری [۲] و رقیه محمدپور وشوایی [۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل
۲. دانشیار اصلاح نباتات، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۱۶)

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر تنش خشکی و شوری بر شاخص‌های رشدی و اسانس بادرنجبویه، دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در آزمایش شوری از پنج سطح ۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر محلول کلرید سدیم و در آزمایش تنش خشکی از پنج تیمار ۵۰، ۶۲/۵، ۷۵، ۸۷/۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی آب قابل دسترس گیاه به عنوان تیمارهای آزمایش استفاده شد. ویژگی‌های ساختار ظاهری (مورفولوژیکی)، درصد مادهٔ خشک و درصد اسانس اندازه‌گیری شدند. شوری و خشکی، به جز درصد اسانس همهٔ مشخصه (پارامتر)ها را کاهش دادند و تأثیر کاهش شوری بیشتر از خشکی بود. بیشترین و کمترین میزان ویژگی‌های رشدی و درصد اسانس به ترتیب از تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد آب قابل دسترس گیاه به‌دست آمد. در آزمایش شوری، با افزایش سطوح شوری همهٔ مشخصه‌های رشدی سیر کاهشی داشتند. درصد اسانس از سطح ۰ تا ۱ دسی‌زیمنس بر متر افزایش و پس از آن کاهش یافت. با این وجود گیاهان تیمارشده درصد اسانس بالاتری را نسبت به شاهد نشان دادند. تنش شوری و خشکی سبب کاهش شاخص‌های رشدی و تا حدودی افزایش درصد اسانس شدند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بادرنجبویه، خشکی، شوری، ویژگی‌های رشدی.

مقدمه

گیاهان در دوران رشد خود با تنش‌های چند محیطی روبه‌رو می‌شوند که هر یک از آنها می‌تواند با توجه به میزان حساسیت و مرحلهٔ رشدی گیاه اثرگذاری‌های متفاوتی بر رشد و عملکرد داشته باشند. کمبود آب از مهم‌ترین عامل‌های محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است (Heydari, 2004).

بادرنجبویه با نام علمی *Melissa officinalis* L. از تیرهٔ نعناعیان، گیاهی معطر، علفی و چندساله می‌باشد که خاستگاه اصلی آن شرق مدیترانه است. خواص درمانی آن آرام‌بخش اعصاب، ضد بیماری‌های قلبی، روده، معده، مفرح و نشاط‌آور است (Capecka & Mareczek, 2005).

تنش‌های محیطی و به ویژه تنش شوری و خشکی از عامل‌های بازدارندهٔ رشد و نمو گیاهان به شمار می آیند. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه اعم از کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن

* تلفن: ۰۹۳۰۲۹۵۴۷۲۳
E-mail: h.shabankareh92@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

خشک، (Hassani & OmidBeighi, 2002)، بسته شدن روزنه‌ها (Wang, 2001; Hassani & OmidBeighi, 2002)، کاهش نورساخت (فتوسنتز)، تجمع اسیدهای آمینه و کاهش سبزینه (کلروفیل) (Jiang & Huang, 2000; Hassani & OmidBeighi, 2002)، تعرق (Jiang & Huang, 2000; Wang, 2001)، تخریب آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و تغییر در ساختار پروتئین‌ها (Jiang & Huang, 2002; Hassani & OmidBeighi, 2002) خواهد شد.

از سویی، نظر بر این است که تولید سوخت‌وسازگر (متابولیت)های ثانویه برای سازگاری گیاه نسبت به عامل‌های نامساعد و تنش‌های محیط زندگی صورت گرفته و به منزلهٔ به کار افتادن یک نوع جریان دفاعی برای استمرار تعادل فعالیت‌های حیاتی به شمار می‌آید (Omidbaigi, 1995). اعمال تیمارهای ۱۰۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی روی گیاه دارویی بادرشبو یا بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) نشان داد که تنش خشکی (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) موجب کاهش ارتفاع، طول و پهنای برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس شد. همچنین گزارش شده است که تنش خشکی موجب افزایش درصد اسانس نسبت به تیمار بدون تنش شد (Safikhani, 2006). نتایج تحقیقات نشان داد که عملکرد شاخ و برگ در آویشن در دور آبیاری ۷ روز یک بار با ۱۱۵۶ گرم در مترمربع نسبت به دور آبیاری ۲۱ روز یک بار با عملکرد ۷۲۶ گرم در مترمربع بهتر بود (Khazaie *et al*., 2008).

تنش آبی در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی در گیاه نعناع (*Mentha piperita* L.)، موجب کاهش معنی‌داری در سطح برگ، مادهٔ تر و خشک، میزان سبزینه و عملکرد اسانس شد (Mirsa *et al*., 2000). نتایج بررسی‌ها روی گیاه همیشه بهار نشان داد که ارتفاع و شمار گل در گیاه، در شرایط تنش خشکی شدید، به شدت کاهش یافت (Shubhra *et al*., 2004).

شوری پس از خشکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش‌های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است (Hassani & Omidbaigi 2001). پاسخ گیاهان به تنش شوری بسیار پیچیده است. این پاسخ از غلظت نمک، نوع یون‌ها، عامل‌های مختلف محیطی و مرحلهٔ رشد و نموی گیاه تأثیر می‌پذیرد. از یک سو، تنش اسمزی در شرایط شوری موجب آبگیری بافت‌های گیاهی می‌شود و بدین دلیل آن را خشکی فیزیولوژیک هم می‌نامند. از سوی دیگر، مسمومیت یونی در تأثیر تجمع یون‌های خاص به‌ویژه سدیم ایجاد می‌شود که موجب اختلال در واکنش‌های سوخت‌وسازی (متابولیک) گیاه می‌شوند. برای رویارویی با این تنش ها، در شرایط شوری کم و ملایم گیاهان با افزایش غلظت مواد محلول، فشار اسمزی درونی خود را حفظ می‌کنند (Subbarao & Johansen, 1999). امروزه سازوکارهای جذب و الگوی توزیع و تجمع یون در اندام‌های مختلف گیاه در گونه‌های مقاوم به شوری بررسی شده است (Ashraf & Saghir, 2000). شوری به دلیل اثرگذاری‌های اسمزی بر دامنهٔ گسترده‌ای از واکنش‌های سوخت‌وسازی سبب کمبود آب در گیاه شده و موجب می‌شود که اختلال در طیف گسترده‌ای از فرایندهای فیزیولوژیک و سوخت‌وساز (متابولیسم) یاخته‌ای به وجود آید (Greenway & Munns, 1980). شوری پتانسیل آبی پیش ماده را کاهش داده و جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه را محدود می‌کند (Fatima *et al*., 2000). تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیر زیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می کند. شوری در بسیاری از گیاهان افزون بر کاهش کل مادهٔ خشک و ارتفاع گیاه، سبب کاهش سطح برگ نیز می‌شود (Nekozad, 2009). گسترش سطح برگ و ارتفاع گیاه خیلی سریع‌تر از دیگر مشخصه (پارامتر) های ساختار ظاهری (مورفولوژیکی) کاهش می‌یابد، زیرا تجمع مادهٔ خشک توسط گیاه، ناشی از میزان نورساخت خالص و سطح نورساخت‌کننده است (Hammatranjan, 1998). بیشتر گزارش‌ها گویای این است که شوری سبب کاهش رشد و تولید مادهٔ خشک گیاهان می‌شود (Postini & Zehtab Salmani, 1995; Munns & Termaat, 1986; Munns & Schachtman, 1993; Pessarakli, 1991).

مؤلفه‌های رشد مانند طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، مادهٔ خشک زیست‌تودهٔ کل در گیاه سیاهدانه با افزایش شوری به طور معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش یافتند (Safarnejhad *et al*., 2007). غلظت ۲۰۰ میلی مولار نمک خوراکی (NaCl) جوانه‌زنی و رشد گیاه دارویی کنگر فرنگی را تحت تأثیر قرار داد (Sarani, 2007). اثرگذاری تنش شوری روی مرزنجوش و گونه‌ای نعناع نشان داد که در هر دو گیاه ارتفاع گیاه و سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت (El-Keltawi & Croteau, 1987). همچنین در گزارشی دیگر شوری ناشی از کلرورسدیم موجب کاهش رشد در گیاه *Echinacea angustifolia* شد (Montanari *et al*., 2008). کاهش میزان اسانس در تأثیر تنش شوری در رازیانه (Ashraf *et al*., 2004)، زنیان (Ashraf & Akhtar, 2004) و ریحان (Hassani, 2002) نیز گزارش شده است. به‌رغم بررسی‌های گسترده‌ای که در مورد تأثیر تنش‌های محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی انجام شده است، اطلاعات در مورد واکنش‌های گیاهان دارویی به این تنش‌ها بسیار اندک است. بنابراین شناخت ویژگی‌های مربوط به رشد و عملکرد گیاه بادرنجبویه در رابطه با تنش شوری و خشکی می‌تواند در گسترش سطح کشت و افزایش عملکرد آن اثرگذاری‌های مهمی داشته باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش شوری و خشکی بر شاخص‌های رشدی و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در شرایط گلخانه‌ای در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل به صورت دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. هر یک از آزمایش‌ها دارای تیمارهای اعمال شده با سه تکرار بود.

آزمایش تنش شوری

تیمارهای آبیاری با میزان هدایت الکتریکی ۰ (بدون تنش)، ۱، ۲، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان تیمارهای تنش شوری در نظر گرفته شد. بافت خاک مورد استفاده در گلدان‌ها، از نوع شنی لومی بود. بذر گیاه مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و شمار ده بذر درون هر کدام از گلدان‌ها (گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۴۵ و ارتفاع ۳۲/۵ سانتی‌متر) کشت شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری با آب معمولی در اواخر پاییز (۲۱ آذرماه) در عمق ۱ سانتی‌متری صورت گرفت. در مجموع پانزده گلدان برای کشت استفاده شد. پس از سبز شدن، بوته‌ها در طی چند مرحله تنک شدند و در نهایت درون هر گلدان سه بوته نگهداری شد. گلدان‌ها تا سبز شدن بوته‌ها به میزان یکسان با آب غیر شور (معمولی) آبیاری شدند، به صورتی‌که بوته‌ها دچار تنش آبی نشوند (۱ لیتر آب، دوبار در هفته). در مرحلهٔ شش تا هشت برگی شدن بوته‌ها، اعمال تیمارهای شوری با آب دارای غلظت مورد نظر کلرو سدیم، آغاز شدند. تیمارهای شوری از کمترین میزان (۱ دسی‌زیمنس بر متر) آغاز شده و غلظت‌های بیشتر به تدریج در طی چند روز (هر روز ۱ دسی‌زیمنس بر متر) به گلدان‌ها افزوده شد. آبیاری با آب شور به صورت زه‌آب بود، تا نمک درون خاک تجمع نیابد (۱ لیتر، دو روز در میان)، همچنین دو هفته یک بار با ۱ لیتر آب معمولی (بدون شوری) گلدان‌ها آبیاری شدند تا نمک تجمع‌یافتهٔ احتمالی از گلدان‌ها بیرون رود. پس از آغاز تیمارهای تنش (هنگامی که نزدیک به ۵۰ درصد بوته‌ها در مرحلهٔ گلدهی کامل بودند) ویژگی‌هایی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک و تر بوته، شمار شاخهٔ جانبی، وزن خشک ریشه، طول ریشهٔ اصلی و درصد مادهٔ خشک نسبت به گیاه برای هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای استخراج و اندازه‌گیری اسانس، سرشاخه‌های گلدار بوته‌ها در مرحلهٔ گلدهی کامل برداشت شدند و در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجهٔ سلسیوس) و در سایه خشک شدند. سپس به روش تقطیر با آب و کمک دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها (تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از نسخهٔ ۹/۲ نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

آزمایش تنش خشکی

تیمارهای آبیاری مورد استفاده برای اعمال تنش آبی، ۱۰۰ درصد (بدون تنش)، ۸۷/۵ ، ۷۵، ۶۲/۵ و ۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

درصد ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. بافت خاک مورد استفاده در گلدان‌ها از نوع شنی لومی و درصد رطوبت حجمی آن در حد ظرفیت زراعی معادل ۲۸/۵ درصد تعیین شد. بذر گیاه مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و شمار ده بذر درون هر کدام از گلدان‌ها (گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۴۵ و ارتفاع ۳۲/۵ سانتی‌متر) کشت شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری با آب معمولی، اواخر پاییز (آذرماه) در عمق ۰/۵-۱ سانتی‌متری صورت گرفت. در مجموع پانزده گلدان برای کشت استفاده شد. پس از سبز شدن، بوته‌ها در طی چند مرحله، تنک شدند و در نهایت درون هر گلدان سه بوته نگهداری شد. تا ۲۰ روز پس از کاشت (مرحلهٔ ۴ تا ۶ برگی شدن بوته‌ها)، گلدان‌ها به میزان یکسان آبیاری شدند و از این مرحله به بعد، تیمارهای آبیاری با کمک دستگاه TDR پروبP3 انجام شد. به طور روزانه رطوبت هرکدام از گلدان‌ها اندازه‌گیری و هنگامی که درصد حجمی رطوبت خاک به درصد مورد نظر می‌رسید، آبیاری در هر تیمار انجام می‌شد. درصد حجمی رطوبت در ۱۰۰ ظرفیت زراعی ۲۸/۵ درصد و نقطهٔ پژمردگی ۱۲/۵ درصد بود. آبیاری برای شرایط عادی(نرمال) در ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد حجمی) و برای شرایط تنش به ترتیب در ۸۷/۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۴/۹۳ درصد حجمی)، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) ۶۲/۵ درصد ظرفیت زراعی (۱۷/۸۱ درصد حجمی) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۴/۲۵ درصد حجمی) صورت گرفت. پس از آغاز تیمارهای تنش (هنگامی که ۵۰ درصد بوته‌ها در مرحلهٔ گلدهی کامل بودند) ویژگی‌هایی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک و تر بوته، شمار شاخهٔ جانبی، وزن خشک ریشه، طول ریشهٔ اصلی و درصد مادهٔ خشک نسبت به گیاه برای هر گلدان اندازه‌گیری شد. برای استخراج و اندازه‌گیری اسانس، سرشاخه‌های گلدار بوته‌ها در مرحلهٔ گلدهی کامل برداشت شد و در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجهٔ سلسیوس) و در سایه خشک شدند و سپس به روش تقطیر با آب و کمک دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها (تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین به روش چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد) با استفاده از نسخهٔ ۹/۲ نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

ارتفاع بوته

تأثیر شوری

سطوح مختلف تنش شوری روی ارتفاع بوته تأثیر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) داشت (جدول ۱). بیشترین اندازهٔ ارتفاع بوته (۵۷/۶۵ سانتی‌متر) و کمترین اندازهٔ آن (۳۹/۳۷ سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به تیمار تنش شوری ۰ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۲). ارتفاع گیاه و سطح برگ نخستین شاخص‌هایی هستند که در تأثیر شوری کاهش می‌یابند، زیرا تجمع مادهٔ خشک ناشی نورساخت خالص و سطح نورساخت‌کنندهٔ گیاهی است (El-Keltawi & Croteau, 1986). شوری خاک موجب کاهش رشد ساقهٔ گیاه و در غلظت‌های زیاد نمک، به توقف آشکار رشد منجر می‌شود. به احتمال دلیل این امر کاهش پتانسیل آب موجود در خاک یا تأثیر اسمزی ناشی از وجود نمک در خاک است، که جذب آب توسط ریشه را محدود می‌کند (Levitt, 1980). در آزمایشی که در مورد بررسی تأثیر شوری روی گیاه بابونه انجام شد، ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر و خشک گیاه کاهش یافت (Heydari Sharifabad, 2001). از سوی دیگر شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی یاخته را افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان انرژی کمتری برای نیازهای رشد باقی می‌ماند. بنابراین گیاهان در شرایط شور ضعیف‌تر بوده و برگ‌های کوچکتری نسبت به گیاهان معمولی دارند. در شرایط شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد. در آغاز تنها رشد گیاهان بدون آنکه هیچ‌گونه نشانه‌های بیرونی در آنها مشاهده شود، متوقف می‌شود، بنابراین تشخیص تأثیر نمک در این مرحله دشوار است ولی به تدریج سبب تغییر در ساختمان برگ‌ها می‌شود (Heydari Sharifabad, 2000). همچنین کاهش میزان پتاسیم با افزایش تنش شوری و سمیت یونی سدیم با اختلال در نسبت سدیم به پتاسیم محتوای

www.SID.ir

Archive of SID

بافت نیز می‌تواند یکی از دلایل کاهش رشد باشد. کاهش رشد در شرایط کمبود پتاسیم به احتمال می‌تواند به نقش مثبت پتاسیم در پایداری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و کاهش اثرگذاری‌های سمیت سدیم مربوط باشد.

تأثیر خشکی

سطوح مختلف تنش خشکی روی ارتفاع بوته تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۳). مقایسهٔ تیمارهای خشکی در سطح ۱ درصد آماری نشان داد که بیشترین اندازهٔ ارتفاع بوته (۵۷/۶۵ سانتی‌متر) و کمترین اندازهٔ آن (۴۶/۹۴ سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۴).

به احتمال علت کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی، کاهش فشار آماس (تورژسانس) و درپی آن کاهش تقسیم و بزرگ شدن یاخته‌ای نسبت به شرایط بدون تنش است. با افزایش تنش آب و کاهش فشار آماس یاخته‌های محافظ روزنه، هدایت روزنه‌ها کاهش یافته و در نتیجهٔ آن سرعت رشد، نورساخت و ویژگی‌های ساختار ظاهری و در نهایت ارتفاع و زیست‌تودهٔ گیاه کاهش می‌یابد (Blum, 2005; Goyal *et al*., 1998). تأثیر کوتاه شدن گیاه به سبب تنش آبی در نعناع (Alkire *et al*., 1993) و *Cymbopgon winteriannius* (Fatima *et al*., 2000) گزارش شده است.

وزن تر و خشک گیاه

تأثیر شوری

سطوح مختلف تنش شوری در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار بر وزن تر و خشک بوته داشت (جدول۱). همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که با افزایش سطوح تنش شوری، وزن تر و خشک گیاه کاهش یافته است. بیشترین میزان وزن تر (۸۴/۸۴ گرم در بوته) و خشک بوته (۱۹/۲۳ گرم در بوته) از تیمار شاهد (بدون شوری) و کمترین وزن تر (۲۰/۳۸ گرم در بوته) و خشک بوته (۴/۸۴ گرم در بوته) از تیمار تنش ۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۲).

کاهش وزن خشک در اثر تنش شوری ممکن است به دلیل کاهش جذب آب و بازدارندگی مواد نورساختی و ترکیب و ساخت قندها باشد (Homaei, 2002). کاهش وزن خشک در اثر تنش شوری ممکن است به دلیل کاهش جذب آب و بازدارندگی مواد نورساختی و ساخت کربوهیدرات‌ها باشد (Homaei, 2002). کاهش آب قابل دسترس در شرایط شوری به همراه ایجاد اثر سمیت یونی برخی عناصر (از جمله سدیم و کلر) و نداشتن تعادل غذایی، موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Munns, 2002). همچنین در تحقیق صورت‌گرفته روی گیاه آگاستاکه مشخص شد که با افزایش سطوح شوری تا (۷۵ میلی‌مول در لیتر) وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (Khorsandi *et al*., 2008).

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس تأثیر شوری بر شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات								
		fy	dy	dm	ph	nb	rl	sd	rwd	eo
تکرار	۲	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۷^{ns}
تیمار	۴	۱۶۹۷/۱۱**	۸۲/۸۴**	۱/۹۶**	۱۷۱/۵۳**	۶/۹۴**	۳۹۶/۹۸**	۱/۴۲**	۲۳/۵۴**	۰/۰۰۰۷۲**
خطا	۸	۰/۷۲	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۴۱	۰/۱۴	۰/۵۰	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۰۰۰۱۵
ضریب تغییرات		۱/۴۳	۱/۵۴	۰/۶۴	۱/۲۶	۲/۵۰	۱/۳۱	۱/۸۰	۳/۸۳	۲/۸۹

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. fy؛ (وزن تر، گرم در بوته)،dy؛ (وزن خشک، گرم در بوته)، dm؛ (درصد مادهٔ خشک)، ph؛ (ارتفاع گیاه، سانتی‌متر)، nb؛ (شمار شاخه)، rl؛ (طول ریشه، سانتی‌متر)، sd؛ (قطر ساقه، میلی‌متر)، rwd؛ (وزن خشک ریشه، گرم)، eo؛ (درصد اسانس).

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین تأثیر سطوح تنش شوری بر شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه

تیمار	Fy	dy	dm	ph	nb	rl	sd	rwd	eo
شاهد (بدون شوری)	۸۴/۸۴^{a}	۱۹/۲۳^{a}	۲۲/۶۵^{a}	۵۷/۶۵^{a}	۱۶/۷۰^{a}	۷۰/۳۸^{a}	۸/۵۰^{a}	۱۱/۳۱^{a}	۰/۱۱^{c}
(۱ دسی‌زیمنس بر متر)	۶۸/۷۵^{b}	۱۴/۹۳^{b}	۲۲/۴۷^{a}	۵۶/۷۳^{a}	۱۶/۳۱^{a}	۵۶/۹۹^{b}	۷/۸۴^{b}	۱۰/۶۷^{ab}	۰/۱۵^{a}
(۲ دسی‌زیمنس بر متر)	۶۱/۷۳^{c}	۱۴/۲۶^{c}	۲۱/۷۱^{b}	۵۲/۶۱^{b}	۱۵/۹۹^{a}	۵۵/۱۱^{c}	۷/۵۱^{c}	۱۰/۴۵^{b}	۰/۱۴^{b}
(۳ دسی‌زیمنس بر متر)	۶۰/۲۶^{c}	۱۳/۶۱^{d}	۲۱/۷۰^{b}	۴۷/۲۲^{c}	۱۵/۰۹^{b}	۴۸/۶۰^{d}	۷/۱۲^{d}	۶/۹۷^{c}	۰/۱۴^{b}
(۴ دسی‌زیمنس بر متر)	۲۰/۳۸^{d}	۴/۸۴^{e}	۲۰/۶۰^{c}	۳۹/۳۷^{d}	۱۲/۸۹^{c}	۳۹/۱۱^{e}	۶/۷۰^{e}	۴/۸۶^{d}	۰/۱۲^{c}

حروف همانند بدون اختلاف معنی‌دار و در یک گروه قرار دارند. fy؛ (وزن تر، گرم در بوته)،dy؛ (وزن خشک، گرم در بوته)، dm؛ (درصد مادهٔ خشک)، ph؛ (ارتفاع گیاه، سانتی‌متر)، nb؛ (شمار شاخه)، rl؛ (طول ریشه، سانتی‌متر)، sd؛ (قطر ساقه، میلی‌متر)، rwd؛ (وزن خشک ریشه، گرم)، eo؛ (درصد اسانس).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس تأثیر خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات								
		Fy	dy	dm	ph	nb	rl	sd	rwd	eo
تکرار	۲	۴/۳۷۵**	۰/۱۴۴^{ns}	۰/۰۵۲^{ns}	۰/۶۳۶**	۱/۴۷۳*	۱/۳۰۴^{ns}	۰/۰۸۲**	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۴^{ns}
تیمار	۴	۵۴۲/۷۸۵**	۲۵/۰۶۲**	۱/۸۳۴**	۶۱/۴۶۱**	۴/۳۲۵**	۶۷/۸۸۹**	۰/۷۳۱**	۹/۰۴۰**	۰/۰۰۰۶۴**
خطا	۸	۰/۴۸۰	۰/۰۷۹	۰/۰۱۷	۰/۰۶۷	۰/۴۵۲	۱/۳۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۶	۰/۰۰۰۰۲۱
ضریب تغییرات		۰/۹۵۰	۱/۶۹۱	۰/۵۷۶	۰/۴۷۸	۴/۱۹۸	۱/۶۹۳	۱/۱۲۴	۲/۵۶	۳/۳۷

غیر معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. fy؛ (وزن تر، گرم در بوته)،dy؛ (وزن خشک، گرم در بوته)، dm؛ (درصد مادهٔ خشک)، ph؛ (ارتفاع گیاه، سانتی‌متر)، nb؛ (شمار شاخه)، rl؛ (طول ریشه، سانتی‌متر)، sd؛ (قطر ساقه، میلی‌متر)، rwd؛ (وزن خشک ریشه، گرم)، eo؛ (درصد اسانس).

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین تأثیر سطوح تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه

تیمار	Fy	dy	dm	ph	nb	rl	sd	rwd	eo
شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)	^{a}۸۴/۸۴	۱۹/۲۳^{a}	۲۴/۵۳^{a}	۵۷/۶۵^{a}	۱۷/۲۷^{a}	۷۰/۳۸^{a}	۸/۵۰^{a}	۱۱/۹۲^{a}	۰/۱۱^{d}
(۸۷/۵ درصد ظرفیت زراعی)	۸۳/۶۵^{a}	۱۹/۱۱^{a}	۲۲/۸۶^{b}	۵۷/۵۶^{a}	۱۶/۷۰^{a}	۶۹/۷۲^{a}	۸/۳۶^{a}	۱۰/۸۵^{b}	۰/۱۳^{c}
(۷۵ درصد ظرفیت زراعی)	۷۷/۲۵^{b}	۱۷/۳۸^{b}	۲۲/۸۵^{b}	۵۶/۴۵^{b}	۱۶/۵۸^{a}	۶۹/۶۰^{a}	۸/۰۷^{b}	۱۰/۳۱^{c}	۰/۱۴^{cb}
(۶۲/۵ درصد ظرفیت زراعی)	۶۵/۷۴^{c}	۱۴/۸۳^{c}	۲۲/۸۰^{b}	۵۳/۱۴^{b}	۱۵/۲۱^{b}	۶۹/۱۲^{a}	۷/۷۴^{c}	۸/۶۹^{d}	۰/۱۴^{b}
(۵۰ درصد ظرفیت زراعی)	۵۳/۰۲^{d}	۱۲/۵۴^{d}	۲۲/۶۵^{b}	۴۶/۹۴^{b}	۱۴/۳۵^{b}	۵۹/۱۲^{b}	۷/۲۸^{d}	۷/۵۶^{d}	۰/۱۵^{a}

حروف همانند بدون اختلاف معنی‌دار و در یک گروه قرار دارند. fy؛ (وزن تر، گرم در بوته)،dy؛ (وزن خشک، گرم در بوته)، dm؛ (درصد مادهٔ خشک)، ph؛ (ارتفاع گیاه، سانتی‌متر)، nb؛ (شمار شاخه)، rl؛ (طول ریشه، سانتی‌متر)، sd؛ (قطر ساقه، میلی‌متر)، rwd؛ (وزن خشک ریشه، گرم)، eo؛ (درصد اسانس).

تأثیر خشکی

سطوح مختلف تنش خشکی بر شاخص وزن خشک بوته تأثیر معنی‌دار (P≤۰/۰۱) داشت (جدول ۳). بیشترین وزن تر (۸۴/۸۴ گرم در بوته) و خشک بوته (۱۹/۲۳ گرم در بوته) از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین وزن تر (۵۳/۰۲ گرم در بوته) و خشک بوته (۱۲/۵۴ گرم در بوته) از تیمار تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۴). با افزایش تنش خشکی وزن تر و وزن خشک نسبت به شاهد کاهش نشان داد. یکی از علل اصلی کاهش در وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه در طول تنش، به تولید گونه‌های فعال اکسیژن یا ROS (Reactive Oxygen Species) مربوط است. افزون بر این کاهش وزن خشک و تر می‌تواند تحت تأثیر تخصیص بیشتر زیست‌تودهٔ تولیدی گیاه به سمت ریشه‌ها (Albouchi *et al.*, 2003) و یا در اثر کاهش میزان سبزینه یا بازدهی نورساخت باشد (Viera *et al.*, 1991). به عبارت دیگر کمبود آب در گیاهان می‌تواند سبب اختلال‌های فیزیولوژیک، همچون کاهش نورساخت و تنفس شود. از دلایل دیگر کاهش وزن تر و خشک گیاه می‌تواند کاهش سطح برگ گیاه باشد. به عبارت دیگر گیاه هنگام تنش، سطح برگ خود را کاهش می‌دهد و این امر سبب کاهش تولید مواد نورساختی می‌شود. با کاهش مواد نورساختی وزن خشک برگ و در نهایت وزن خشک گیاه کاهش می‌یابد (Taheri Asghari, 2010). این نتیجه با نتایج تحقیقات انجام‌گرفته در نعناع (Arshi, 2005) و کاسنی (Munne *et al.*, 1999) همخوانی داشت.

درصد مادهٔ خشک گیاه

سطوح مختلف تنش شوری تأثیر معنی‌دار (P≤۰/۰۱) بر درصد مادهٔ خشک گیاه داشت (جدول۱). به طوری‌که بیشترین درصد مادهٔ خشک (۲۲/۶۵ درصد) از تیمار شاهد (بدون شوری) به‌دست آمد، با اعمال تنش شوری تا سطوح ۱ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نشد، اما با افزایش سطوح شوری درصد مادهٔ خشک روند کاهشی در پیش گرفت به گونه‌ای که کمترین درصد مادهٔ خشک از تیمار تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول۲). به احتمال علت کاهش درصد مادهٔ

www.SID.ir

Archive of SID

خشک را می‌توان به انتقال یون‌های سمی به اندام‌های هوایی و اختلال در انتقال مواد غذایی لازم که موجب تولید نشدن مادهٔ خشک جدید می‌شود، ربط داد. همچنین از دیگر دلایل کاهش تجمع مادهٔ خشک در گیاه تحت تنش شوری، کاهش غلظت سبزینه و در نتیجه کاهش ساخت مواد نورساختی لازم برای رشد است. کاهش غلظت سبزینه که از عامل‌های مهم تأثیرگذار در ظرفیت نورساختی است، با افزایش درجهٔ شوری موجب ناکارآمدی برگ‌ها در انجام نورساخت و شدید شدن آسیب‌های تنش می‌شود. بنابراین شوری نه تنها با کاهش شمار برگ سبب کاهش ظرفیت کل نورساختی در گیاهان شده، بلکه با کاهش میزان سبزینه در برگ‌ها سبب اختلال در ساخت مواد نورساختی برای رشد گیاه می‌شود. از سویی وزن خشک گیاه تحت تأثیر تنش شوری همراه با کاهش شمار برگ و میزان سبزینهٔ برگ‌ها کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک با میزان سبزینه نیز نشان می‌دهد که شاخص مادهٔ خشک و غلظت سبزینه در ارتباط با یکدیگرند. در واقع با کاهش غلظت سبزینه توان گیاه برای تولید مادهٔ خشک کاهش می‌یابد.

سطوح مختلف تنش خشکی تأثیر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بر درصد مادهٔ خشک گیاه داشت (جدول ۳). بیشترین درصد مادهٔ خشک (۲۴/۵۳ درصد) از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد، با اعمال سطوح مختلف خشکی درصد مادهٔ خشک نسبت به شاهد کاهش یافت، اما اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف تنش‌های اعمال‌شده مشاهده نشد (جدول ۴). ازاین‌رو به نظر می‌رسد گیاهان، در تیماری که آب کافی دریافت کرده‌اند (۱۰۰درصد ظرفیت زراعی) به دلیل رشد بهتر اندام هوایی و تأمین سطوح نورساختی کارآمد، تولید مادهٔ خشک به نحو مطلوبی صورت گرفته است. به نحوی که مادهٔ خشک تولیدی بین اعضای مختلف گیاه توزیع شده و تعیین‌کنندهٔ میزان عملکرد اقتصادی است. در گیاه بادرشبو بررسی وضعیت گلدهی نشان داد که اعمال تنش شدید رطوبتی موجب کاهش گلدهی شده و عملکرد سرشاخهٔ گلدار در تیمارهای تنش رطوبتی نسبت به تیمارهای بدون تنش به شدت کاهش یافت (Lebaschi *et al.*, 2003). کاهش مادهٔ خشک در گیاهان (برگ گیاهان) تحت تنش، به احتمال با کاهش نشاسته در آنها رابطهٔ مستقیم دارد. کاهش نشاسته نیز مربوط به کم شدن شدت نورساخت است، زیرا در اثر خشکی از شدت نورساخت کاسته می‌شود (Rabiee, 2003).گزارش همسانی در مورد ریحان در رابطه با کاهش درصد مادهٔ خشک در اثر تنش خشکی ارائه شده که نتایج این پژوهش را تأیید می‌کند (Hassani & OmidBeighi, 2002). کاهش مادهٔ خشک و عملکرد محصول به موازات کاهش سطوح آبیاری با نتایج محققان دیگر روی نعناع فلفلی و مرزه و گل مکزیکی همخوانی دارد (Baher Nik *et al.*, 2004; Mirsa & Strivastava, 2000; Omidbeigi & Sarvestani, 2010). روند کاهش سطح برگ نیز با روند کاهش عملکرد در اثر تشدید کمبود آب همخوانی دارد. کاهش آب منجر به کاهش جذب عناصر می‌شود و از این راه نیز رشد برگ‌ها کاهش یافته، بنابراین با کاهش سطح برگ سطح تعرق گیاه نیز کاهش می‌یابد و این نخستین سازوکار گیاه برای رویارویی با خشکی به حساب می‌آید. کاهش سطح برگ، کاهش سطح جذب نور خورشید و به دنبال آن سطح نورساختی گیاه کاهش و در نهایت به کاهش تولید مادهٔ خشک و عملکرد گیاه منجر می‌شود (Shao *et al.*, 2004).

قطر ساقه

قطر ساقه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری بود (جدول۱). بیشترین اندازهٔ قطر ساقه (۸/۵۰ میلی‌متر) و کمترین اندازهٔ آن (۶/۸۰ میلی‌متر) به ترتیب از تیمارهای تنش شوری ۰ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۲).

سطوح مختلف تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار بر قطر ساقهٔ گیاه داشت (جدول۳). نتایج به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، بیشترین اندازهٔ قطر ساقه (۸/۵۰ میلی‌متر) و کمترین اندازهٔ آن (۷/۲۸ میلی‌متر) به‌ترتیب از ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۴). به احتمال دلایل یادشده برای شاخص‌های رویشی بر مشخصهٔ قطر ساقه نیز دلالت می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

شمار شاخه

تنش شوری بر شمار شاخه‌های جانبی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین شمار شاخهٔ جانبی (۱۶/۷۰ شاخه) از تیمار ۰ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) مشاهده شد، ولی اعمال تنش تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری بین شاهد، ۱ و ۲ دسی‌زیمنس بر متر نشان نداد، اما افزایش سطوح شوری بیشتر از این میزان سبب کاهش شمار شاخه شد، به گونه‌ای که کمترین شمار شاخهٔ جانبی (۱۲/۸۹ شاخه) از تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در شرایط تنش شوری، به نظر می‌رسد شاخه‌دهی زیاد یک صفت نامطلوب به شمار می‌آید، زیرا موجب افزایش سطح تعرق‌کننده و هدررفت آب می‌شود. بنابراین کاهش شمار و طول شاخه‌های جانبی ممکن است یک نوع سازوکار سازگار باشد که با آن گیاه بادرنجبویه تلاش می‌کند هدررفت آب را کاهش دهد. کاهش معنی‌دار طول شاخه‌های جانبی در اثر شوری توسط حسنی در ریحان نیز گزارش شده است (Hassani & Omidbaigi, 2002).

بر پایهٔ نتایج به‌دست‌آمده، تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر شمار شاخه (ساقهٔ جانبی) معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۳). تنش‌های شدید (۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۶۲/۵ درصد ظرفیت زراعی) شمار شاخه‌های جانبی را کاهش دادند ولی تأثیر دیگر تنش‌ها (۱۰۰، ۸۷/۵ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی) معنی‌دار نبودند و از این نظر در یک گروه قرار داشتند که نشان‌دهندهٔ تحمل گیاه تا این حد از تنش است (جدول ۴).

طول ریشه

تأثیر شوری

اعمال تنش شوری در بادرنجبویه اثر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) روی طول ریشه داشت (جدول۱). مقایسهٔ تیمارهای شوری نشان داد که با افزایش سطوح شوری، رشد طول ریشه کاهش می‌یابد. بیشترین اندازهٔ طول ریشه (۷۰/۳۸ سانتی‌متر) از ۰ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین اندازهٔ آن (۳۹/۱۱ سانتی‌متر) از ۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد.

طول ریشه و سطوح شوری با یکدیگر رابطهٔ معکوس دارند. ویژگی جذب گزینشی در ریشه همانند یک پالایشگر، عبور یون‌ها را کنترل کرده و نسبت مطلوب یون‌های سدیم و پتاسیم را برای فعالیت‌های یاخته فراهم می‌سازد (Kafi *et al*., 1999). هر گونه اختلال در نظام جذب و انتقال گزینشی مواد که در اثر نامناسب بودن شرایط شیمیایی محیط خاک ایجاد می‌شود، می‌تواند با فراهم کردن نسبت نامطلوب سدیم به پتاسیم روی فرایندهای فیزیولوژیک گیاه تأثیر منفی بگذارد و به اصطلاح ایجاد مسمومیت کند (Ibrahim *et al*., 1991). در صورتی‌که گیاه بخواهد از سازوکارهای گریز از جمله تراوش یون‌ها به بیرون ریشه، جذب توسط یاخته‌های پارانشیمی آوند چوبی، سامانهٔ مبادله بین آوند آبکش و توزیع شیب یونی بین بخش‌های در حال رشد و غیره استفاده کند، باید نمک موجود در سیتوپلاسم خود را در حد پایین نگه دارد که این عمل ممکن است موجب توسعه نیافتن ریشه و چوب پنبه‌ای شدن آن و در نهایت کاهش طول آن شود (Baghalian *et al*., 2008). رشد کم ریشه افزون بر اینکه ممکن است در انتقال آب و مواد غذایی اثر بگذارد، با تأثیر بر توازن هورمون‌ها، رشد قسمت‌های هوایی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین به علت اینکه ریشه منبع تخلیهٔ مواد نورساختی است، رشد کم آن به منزلهٔ توانایی نداشتن این اندام برای مصرف مواد نورساختی بوده که منجر به ایجاد نظام بازدارندهٔ پس‌خورد (Feed back inhibition) می‌شود و نورساخت کاهش می‌یابد، در نتیجه رشد قسمت‌های هوایی گیاه نیز کاهش خواهد داشت.

تأثیر خشکی

اعمال تنش خشکی در بادرنجبویه اثر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) روی طول ریشه داشت (جدول ۳). با افزایش سطوح مختلف تنش خشکی رشد طول ریشه کاهش نشان داد. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد بین شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌دار وجود داشت، ولی بین تنش شاهد (۱۰۰درصد ظرفیت زراعی)، ۸۷/۵، ۷۵ و ۶۲/۵ درصد ظرفیت زراعی، برای شاخص طول ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). به نظر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌رسد که در شرایط تنش فراورده‌های نورساختی بیشتر به ریشه‌ها نسبت به شاخه‌ها تخصیص داده و در صورتی‌که تنش آبی زیاد شود، با بسته شدن روزنه‌ها، موجب کاهش رشد پیکر رویشی و افزایش رشد ریشه‌ها می‌شود. گیاه برای رویارویی با تنش آبی، با افزایش نسبت وزن ریشه به شاخه تا حدودی با کمبود آب مقابله می‌کند، ولی در نهایت با کاهش آب (تشدید تنش آبی) رشد رویشی گیاه (اندام هوایی و ریشه‌ها) کاهش می‌یابد (Hassani & Omidbaigi, 2006). به احتمال با افزایش کمبود آب به دلیل رسیدن رطوبت خاک به نقطهٔ پژمردگی، سرعت رشد ریشه کاهش یافته و پیری زودرس در ریشه رخ می‌دهد، که این امر موجب کاهش عمق نفوذ ریشه در خاک می‌شود، ولی در شرایط فراهمی، تنها قسمت کمی از ناحیهٔ بالقوهٔ ریشه مرطوب شده و نفوذ ریشه در لایه‌های کم عمق خاک محدود می‌شود (Simon *et al*., 1992; Solinas & Deiana, 1996). همچنین تحقیقات نشان داده است، در شرایط کمبود آب ریشه‌ها به سوی آب در خاک رشد می‌کنند، به شرط آنکه فاصلهٔ آنها تا دسترسی به آب کم باشد. به نظر می‌رسد این امر موجب صرف انرژی بیشتر برای جستجوی آب شده، در نتیجه توسعهٔ سطح ریشه کاهش می‌یابد (Gregory, 2006). شاخص‌های رشدی بومادران تحت تنش خشکی نیز کاهش معنی‌داری در طول ریشه نشان داد، به طوری‌که طول ریشه در شرایط آبیاری افزایش و در شرایط تنش در گلدان کاهش یافت (Lebaschi *et al*., 2003).

وزن خشک ریشه

تأثیر شوری

سطوح مختلف تنش شوری تأثیر معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بر وزن خشک ریشه داشت (جدول۱). افزایش سطوح شوری سبب کاهش وزن خشک ریشه شد. بیشترین وزن خشک ریشه از تیمار شاهد (۱۱/۳۱ گرم در بوته) و کمترین میزان (۴/۸۶ گرم در بوته) از ۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول۲). سمیت یونی، عدم تعادل عناصر غذایی، به هم خوردن تنظیم اسمزی از اثرگذاری‌های تنش شوری بر وزن خشک ریشه است (Munns, 2005). ریشه اندامی است که وظیفهٔ جذب مواد غذایی و آب را به عهده دارد و تنش شوری بیشتر از ناحیهٔ ریشه به گیاه وارد می‌شود. بنابراین ریشه نخستین اندامی است که با تنش شوری روبه‌رو می‌شود و با توجه به تنظیم اسمزی و سازوکارهای گریز که برای کاهش اثر شوری می‌دهد، میزان زیادی از انرژی که از اندام‌های هوایی برای رشد خود دریافت می‌کند، صرف مقابله با تنش شوری می‌نماید (Baghalian *et al*., 2008). این عمل موجب کاهش کارایی ریشه در تأمین عناصر غذایی و آب برای دیگر اندام‌ها می‌شود و مجموع این عامل‌ها ممکن است کاهش وزن خشک ریشه را به دنبال داشته باشند.

گیاه با استفاده از فرایندهای تحمل به نمک سعی در حفظ اندام‌های حیاتی دارد ولی با توجه به اینکه شوری سبب کاهش وزن خشک ریشه شد، بنابراین به نظر می‌رسد به‌رغم این تلاش‌ها شوری سبب وارد شدن حجم بسیار زیاد سدیم به درون گیاه و تخریب نظام‌های درون‌یاخته‌ای شده و در نتیجه رشد و توسعهٔ یاخته‌ای را کاهش می‌دهد. بنابراین کاهش‌های شدید در وزن ریشه را به دلیل سمیت سدیم می‌توان دانست.

تأثیر خشکی

سطوح مختلف تنش خشکی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک ریشه داشت (جدول۳). بیشترین وزن خشک ریشه از تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۱/۹۲ گرم در بوته) به‌دست آمد، افزایش سطوح خشکی روند کاهشی وزن خشک ریشه را به دنبال داشت، به گونه‌ای که کمترین میزان وزن خشک ریشه از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۸/۶۹ گرم در بوته) به‌دست آمد (جدول۴). گیاه در شرایط بدون تنش خشکی وضعیت آماس یاخته‌ای مناسبی دارد که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعهٔ یاخته و تقسیم آن فراهم است. لذا این شرایط موجب افزایش فعالیت سوخت‌وسازی و رشد و سرعت توسعهٔ ریشه می‌شود، به طوری‌که با رشد ریشه جذب یون‌های غذایی بیشتر می‌شود و با تولید اندام‌های هوایی زیادتر، انرژی موجود از طریق نورساخت نیز افزایش می‌یابد. ولی در شرایط تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت‌های تغذیه‌ای که با کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعهٔ ریشه را کاهش می‌دهد و در نتیجهٔ آن تولید اندام‌های هوایی کمتر و انرژی موجود با نورساخت کاهش می‌یابد (Gregory, 2006). مطالب بالا نشان می‌دهد که در شرایط تنش و وضعیت نامناسب آماس یاخته‌ای، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه قادر نخواهد بود کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامهٔ رشد را فراهم کند. در ارتباط با تنش خشکی بر گیاهان دارویی گزارش شده که در ریحان، تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Hasani, 2005). بیشترین عملکرد ریشهٔ آتروپا در شرایط مطلوب آب به‌دست آمد (Baricevic *et al*., 1999). در گندم وزن ریشهٔ گیاهان با آبیاری، بیشتر از گیاهان رشدیافته تحت تأثیر تنش خشکی بود (Chaudhuri *et al*., 1990). همچنین تنش خشکی وزن خشک ریشهٔ بوآی کنتاکی (*Kentuck bluegrass*) را به طور معنی‌داری کاهش داد (Jiang & Huang, 2000).

درصد اسانس

تأثیر شوری

سطوح مختلف تنش شوری بر درصد اسانس تأثیر معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) داشت (جدول ۱). بیشترین درصد اسانس (۰/۱۵ درصد) متعلق به تیمار ۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. با اعمال تنش تا ۱ دسی‌زیمنس بر متر شاهد افزایش میزان اسانس بودیم اما پس از آن با افزایش سطوح شوری میزان اسانس، روند کاهشی نشان داد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد که شوری عملکرد اسانس را در خانوادهٔ نعناع کاهش می‌دهد و این مسئله به احتمال دلیل محدود شدن عرضهٔ سیتوکنین از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکنین و اسید آبسیزیک برگ باشد. آبیاری گیاه نعناع قمی سبز (*Mentha spicata*) با یک محلول شور رشد گیاه را کاهش داده و تشکیل اسانس را متوقف می‌سازد (Barret-Lennard, 2003). در بررسی اثر شوری آب آبیاری بر مرزنگوش و گونه‌ای نعناع دریافت شد که شوری موجب کاهش ۲۰ درصدی عملکرد اسانس می‌شود (Bates *et al*., 1973). با افزایش اسیدیتهٔ محلول غذایی، غلظت کل اسانس در گیاه شوید کاهش یافت ولی در آویشن غلظت کل و عملکرد اسانس افزایش نشان داد (Nekozad, 2009). افزایش میزان شوری با کاهش در میزان اسانس بادرنجبویه همراه است (Kian, 2009). همچنین تنش شوری موجب کاهش میزان اسانس در گیاه رازیانه شد (Ashraf *et al*., 2004).

تأثیر خشکی

سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد اسانس تأثیر معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) داشت (جدول ۳). بیشترین درصد اسانس (۰/۱۵ درصد) و کمترین درصد اسانس (۰/۱۱ درصد) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۴). درصد اسانس با عرضهٔ آب قابل استفاده، رابطهٔ عکس نشان داد، بدین ترتیب که در همهٔ اندام‌های گیاهی با افزایش میزان آب در دسترس درصد اسانس کاهش یافت و در تیمارهایی که تحت تنش خشکی قرار نگرفته بودند، کمترین درصد اسانس مشاهده شد. دلایل اثبات‌شده‌ای مبنی بر چگونگی واکنش سوخت‌وسازگرهای ثانویهٔ گیاهان دارویی به تنش خشکی وجود ندارد. تنها دو فرضیه در مورد نحوهٔ تأثیر شرایط محیطی بر سوخت‌وسازگرهای ثانویهٔ این گیاهان تکوین یافته است. فرضیهٔ اول با عنوان موازنهٔ کربن- عناصر غذایی (CNB)، میزان هزینهٔ کربن برای تولید سوخت‌وسازگرهای ثانویه را به عنوان موازنه بین نورساخت و رشد توضیح می‌دهد (Bryant *et al*., 1983; Gershenzon, 1984; Jiang & Huang, 2000). بر پایهٔ این فرضیه هنگامی که عناصر غذایی در دسترس باشند گیاه، کربن را برای رشد اختصاص می‌دهد. کمبود عناصر غذایی رشد را بیش از نورساخت محدود می‌کند و به تشکیل هیدرات‌های کربنی منجر می‌شود که سوخت‌وسازگر ثانویهٔ کربن‌دار را تولید می‌کنند. فرضیهٔ دوم یا موازنهٔ رشد- تمایز عنوان می‌کند تا هنگامی که شرایط اجازه رشد و تقسیم یاخته‌ای را بدهد، کربن صرف رشد می‌شود. با رخداد تنش کم آبی رشد متوقف شده، یاخته‌ها تمایز

www.SID.ir

Archive of SID

یافته و مخزن‌های سوخت‌وسازگرهای ثانویه را تشکیل می‌دهند. گیاه، کربن را به تولید مواد مؤثرهٔ دارویی اختصاص می‌دهد (Lorio, 1986). هر کمبودی که رشد را بیش از نورساخت محدود کند، تولید سوخت‌وسازگرهای ثانویه را افزایش می‌دهد (Herms & Mattson, 1992). افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی نعناع (Simon *et al*., 1992)، مرزنگوش (Rhizopoulous & Diamatoglon, 1991)، آویشن (Letchamo & Gosselin, 1996) تحت تنش آبی نیز تأییدکنندهٔ مطالب بالا است.

REFERENCES

1. Agata, I., Kusakabe, H., Hatano, T. & Nishibe, O.T. (1993). Melitric acids A and B, new trimericcaffeicacid derivatives from (*Melissa officinalis*). *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 41(9), 1608-1611.
2. Albouchi, A., Bejaoui, Z. & ElAouni, M.H. (2003). Influence d'un stress hydrique mode´ re´ ouse´ve` re sur la croissance de jeunes plants de Casuarin aglauca. *Se´cheresse*, 14, 137-142.
3. Alkire, B.H., Simon, J.E., Palevitch, D. & Putievsky, E. (1993). Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soel. Indiana, USA. *Acta Horticulture*, 344, 544-556.
4. Arshi, A., ZainulAbdin, M. & Iqbal, M. (2005). Effect of CaCl2 on growth performance, photosynthetic efficiency and nitrogen assimilation of (*Cichorium intybus* L.) grown under NaCl stress. *Acta Physiology of Plant*, 28(2), 137-147.
5. Ashraf, M. & Akhtar, N. (2004). Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. *Bologia Plantarum*, 48(3), 461-464.
6. Ashraf, M., Mukhtar, N. Rehman, S. & Rha, E.S. (2004). Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, 42(4), 543-550.
7. Ashraf, M. & Saghir, A. (2000). Influence of sodium chloride onion accumulation, yield components and fiber characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crop Res*, 66, 115-127.
8. Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R. & Mohammadi, A. (2008). Effect of saline irrigation on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae*, 116, 437-441.
9. BaherNik, Z., Rezaee, M.B., Ghorbanli, M., Asgari, F. & Araghi, M.K. (2004). Research on the changes of metabolism in response to water stress in (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 20(3), 263-275.
10. Baricevic, D., Umek, A., Kreft, S., Maticic, B. & Zupancic, A. (1999). Effect of water stress and nitrogen fertilization on the content of hyoscyaminand scopolamine in the roots of deadly nightshade (*Atropa bllandonna*). *Environmental and Exprimental Botany*, 42, 17-24.
11. Barret-Lennard, E.G. (2003). The interaction between waterlogging and salinity higher plants: Causes, consequences and implications. *Plant Soil*, 253, 35-54.
12. Bates, I.S., Waldren, R.P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline water- stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
13. Bennett, C. (2003). Plant extract improves cognitive function in Alzheimer's disease Health-News. Co.UK.
14. Blum, A. (1988). *Salinity resistance*. CRC. Press.
15. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive, *Australian Journal of Agriculture*, 56, 1159-1168.
16. Bryant, JP., Chapin III, FS. & Klein, DR. (1983). Carbon / nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herb ivory. *Oikos*, 40, 357-368.
17. Capecka, E. & Mareczek, A. (2005). Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chem*, 93, 223-226.
18. Chaudhuri, U.N., Kirkham, M. B. & Kanemasu, E.T. (1990). Root growth of winter wheat under elevated carbon dioxide and drought. *Crop Science*, 30, 853-857.
19. El-Keltawi, N.E. & Croteau, R. (1986). Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of lamiaceae. *Phytochemistry*, 26(4), 891 895.
20. El-Keltawi, N.E. & Croteau, R. (1987). Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reversal by foliar applied cytokinin. *Phytochemistry*, 26, 1333-1334.
21. Fatima, S., Farooqi, A.H.A, Ansari, S.R. & Sharma, S. (1999). Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (plamerosa) cultivars. *Journal of Essential Oil Research*, 11, 491- 496.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Fatima, S.F., Farooqi, A.H.A. & Srikant, S. (2000). Effect of drought stress and plant density on growth and essential oil metabolism in citronella java (*Cymbopogon winterianus*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22(1B), 563-567.
23. Flexas J., Escalona, J., Evain, S., Gulias, J., Moya, I., Osmand, C. & Medrano, H. (2002). Steady-state chlorophyll florescence (Fs) measurements as a tool to follow variations of net Co2 assimilation and stomatal conductance during water-stress in c3 plants. *Physiologia Plantarum*, 114, 231-240.
24. Gershenzon, J. (1984). Changes in levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress In: B.N. Timmermann, C. Steelink, and F.A. Leowus, (eds.), *Phytochemical adaptation to stress*, Plenum Press New York. pp. 273-320.
25. Goyal, V., Sudha, J. & Bishnoi, N. (1998). Effect of terminal water stress on stomatal resistance, transpiration, and canopy temperature and millet yield. *Annual Agriculture Biology Research*, 3, 119-122.
26. Greenway, H. & Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. *Plant Physiol*, 31, 149-190.
27. Gregory, P.J. (2006). Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils), Blackwell Publishing. pp: 150-173.
28. Hammatranjan, A. (1998). *Advances in plant physiology*. Pawan kumar scientific pub. India. P. 381-394.
29. Hasani, A. (2005). Effects of water stress induced by polyethylene glycol on germination of basil. (*Ocimum basilicum* L.). *Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran*, 21(4), 543-535
30. Hassani, A. (2002). Investigate the effects of drought and salinity-induced morphological and physiological sodium chloride on some varieties of basil Kshkny Lulu. Ph.D. Thesis, Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University.
31. Hassani, A. & Omidbaigi, R. (2006). Effect of Water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). *Journal Biologycal Sciense*, 6(4), 763-767.
32. Hassani, A. & OmidBeighi, R. (2002). Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolical characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). *Agricultural Knowledge*, 12(3): 47-59.
33. Heydari, M., Bakhshande, A.M, Nadyan, H., Fathi, GH. & Alamisaaed, KH. (2004). Impact of different levels of salinity and nitrogen on yield and nutrient uptake of sodium and potassium and osmotic regulators in Chamran wheat. Iranian Journal of Agriculture Science, 37(3), 501-510.
34. Heydari Sharifabad, H. (2001). Plant & Salinity. *Institute of Forests and Rangelands Research*. P 199. (in Farsi)
35. Heydari Sharifabad, H. (2000). Plant and salinity. Publications of the Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. 199.
36. Herms, DA. & Mattson, WJ. (1992). The dilemma of plants: To grow or defend, *Quart Rev Biologycal*, 67, 283-325.
37. Homaei, M. (2002). Responses of plant to salinity. *Iranian national committee on Irrigation and Drainage.* P 97. (in Farsi)
38. Ibrahim, K.M., Collins, J.C. & Collin, H.A. (1991). Effects of salinity on growth and ionic composition of Coleus blumei and Salvia splendens. *Horticultural Science*, 66(2), 215-222.
39. Inze, D. & Montagu, M.V. (2001). *Oxidative Stress in Plants*. Taylor & Francis, 336p.
40. Jiang , Y. & Huang, B. (2002). Protein alterations in tall fescue in responses to drought stress and abscisic Acid. *Crop Science*, 42, 202-207
41. Jiang, Y. & Huang, B. (2000). Effect of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky Bluegrass. *Crop Science*, 40, 1358-1362.
42. Kafi, M., Lahouti, M., Zand, A., Kamkar, B., Sharifi, H.R. & Goldani, M. (1999). *Plant Physiology* (Vol. 2). Mashhad University of jihad publications. P, 379.
43. Lebaschi, M.H., SharifiAshorabadi, A. & Mazaheri, D. (2003). Physical growth of various species of medicinal plant sin drought conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 20(3), 261-249.
44. Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. 2nd Volume, Water, Radiation, Salt and other Stresses, Academic Press, New York.
45. Letchamo, W. & Gosselin, A. (1996). Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. *Journal of Horticultural Science*, 71(1), 123-134.
46. Lorio, PL. (1986). Growth - differentiation balance: A basis for understanding southern pin beetle-tree interaction.
47. Mikolajewicz, M. & Filoda, G. (1998). SeptoriamelissaeDesm Control on common bahu (*Melissa officinalis*L.). *Herba, Poloinca*, 44(3), 172-174.
48. Mirsa, A. & Strivastava, N.K. (2000). Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 7, 51-58.

www.SID.ir

Archive of SID

49. Montanari, M., Degl'Innocenti, E. Maggini, R., Pacifici, S. Pardossi, A. & Guidi, L. (2008). Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of *Echinacea angustifolia* DC. *Food Chemistry*, 107(4), 1461-1466.
50. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ*, 25, 659-671.
51. Munn, S. & Allegra, L. (2000). The significance of beta carotene, alpha, tocopherol and the xanthophylls. cycle in droughted *Melissa officinalis* plant. *Journal of Plant Physiology*, 27(2), 139-146.
52. Munne, S., Schwarz, K., Alegre, L., Horvath, G. & Szigeti, Z. (1999). Alpha-tocopherol protection against drought, induced damage in (*Rosmarinus officinalis* L.) and (*Melissa officinalis* L.) proceedings of an International workshop at Tata, *Hungary*, 23-26 August.
53. Munns, R. & Schachtman, D. P. (1993). Plant responses to salinity significance in relation to time. *Internationl Crop Science*, 1, 741-745.
54. Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167, 645 663.
55. Munns, R. & Termaat, A. (1986). Whole plant responses to salinity. *Australia Journal 0f Plant Physiology*, 12, 43-160.
56. Namjoo, A.R., Mir vakili, M., Rafieian kopaei, M. & Faghani, M. (2012). Histopatological and biochemical effects of subcute toxicity of lemon balm hydroalcoholic extract on liver and kidney tissues in the surri mice. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 15(4), 62-72.
57. Nekozad, M. (2009). *Effects of salinity on antioxidant enzymes in Shirazian babooneh*. M. Sc. thesis Paiam-e-noor university of Tehran. (in Farsi)
58. Omidbaigi, R. (1995). *Approaches to processing of medicinal plants*. The first volume, Published by Think-Day, 183.
59. Omidbeigi, R. & Sarvestani, M. (2010). Effects of water stress on some morphological characters, the amount of commercial *Agasta chefoeniculum* [Pursh] Kuntze, *Iranian Journal of Horticultural Science (Agricultural Sciences of Iran)*, 41(2), 161-153.
60. Pessarakli, M., Huber, J. T. & Tucker, T. C. (1989). Protein synthesis in green beans under salt stress with two nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, 12, 1361-1377.
61. Pessarakli, M., Tucker, T. C. & Nakabayashi, K. (1991). Growth response of barley and wheat to salt stress. *Journal Plant Nutrition*, 14, 331-340.
62. Postini, K. & Zehtab Salmani, S. (1995). Effect of salinity on production of dry matter remobilization of two wheat. *Agriculture of Iran*, 16, 11-29.
63. Rabiee, V. (2003). *Study the responses of some grape cultivars to drought stress*. Ph. D. thesis in Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran. pp.125.
64. Rhizopoulous, S. & Diamatoglon, S. (1991). Water stress induced diurnal variations in leaf water relations, stomatal conductance, soluble sugars, lipids and essential oil content of (*Origanum majorana* L.). *Journal of Horticultural Science*, 66(1), 119-125.
65. Safarnejad, A., Salami, M.R. & Hamidi, H. (2006). Morphology characterization of PP plants to salt stress. *Research and Development*, 76, 152-160.
66. Safarnejhad, A., Sadr, V.A. & Hamidi, H. (2007). The effect of salinity on morphological properties of Nigella sativa. *Plant Breeding and Genetics Research*, 15(1), 75-84. (in Farsi)
67. Safikhani, F. (2006). Physiological aspects of drought resistancein *Deracocephalum moldavica* L. Ph.D. thesis, Shahid Chamran University, Ramin Agriculture and Natural Resource Education Center.
68. Sarani, SH. (2007). Effect of different levels of salinity on germination of six medicinal plants. *Symposium of medicinal plants*. Tehran. P 49. (in Farsi)
69. Schulz, H., Jobert, M. & Hubner, W. (1998). The quantitative EEG as a screening instrument to identify sedative effects of single doses of Plant extracts in comparison with diazepam, *Phytomedicine*, 5(6), 449-458.
70. Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C.L. & Munjal, R. (2004). Effects of water deficit on oil of Calendula aerial parts, *Biologycal Plant*, 48(3), 445-448.
71. Simon, J.E., Bodenheim, R.D., Joly, D.J. & Charles, R.J. (1992). Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal of Essential OilResearch*, 4, 71-75.
72. Sofo, A., Tuzio, A.C., Dichio, B. & Xiloyannis, C. (2005). Influence of water deficit and dewatering on the components of the ascorbate-gluta-thione cycle in four interspecific Prunus hybrids. *Plant Science*, 169(2), 403-412.
73. Solinas, V. & Deiana, S. (1996). Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. *Rivista Italian Eppos*, 19, 189-198.
74. Subbarao, G.V. & Johansen, C. (1999). *Strategies and scope for improving salinity tolerance in crop plants*. pp. 1069 - 1087 In Pessaraki, M.Hand book of plant and crop stress. Marcel Dekker Inc.New York. USA, 303Pp.
75. Taheri Asghari, A. (2010). Effects of water stress on morphological characteristics, proline and thymol content in thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal - Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran*, 26(2), 239-251.

www.SID.ir

Archive of SID

76. Viera, H.J., Bergamaschi, H., Angelocci, L.R. & Libardi, P.L. (1991). Performance of two bean cultivars under two water availability regimes. II. Stomata resistance to vapour diffusion, transpiration flux density and water potential in the plant (in Portugal). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 9, 1035-1040.
77. Wake, G., Court, J., Pickering, A., Lewis, R., Wilkins, R. & Perry, E. (2000). CNS acetylcholine receptor activity in European medicinal Plants traditionally used to improve failing memory. *Journal of Ethno Pharmacology*, 69(2), 105-114.
78. Wang, W.X., Vinocur, B., Shoseyov, O. & Altman, A. (2001). Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. *Acta Horticulture*, 560, 283-295
79. Weizman, Z., krisnawi, S.Al., Golldfarb, D. & Bitran, C. (1993). Efficiency of herbal tea preparation in infantile colic, *Journal of Pediatrics*, 122(4), 650-652
80. Yanishlieva, N. & Marinova, E. (1998). Activity and mechanism of action of natural antioxidants in lipids. *Recent Research Developments in Oil Chemistry*, 2(1), 1-14.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Filed Crop Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

Effects of different levels of salinity and drought stress on growth parameters and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

Hossein Gorgini Shabankareh[1*], Barat Ali Fakheri[2] and Roghayeh Mohammadpuor Vashvaii[3]

1. M.Sc. Student of Horticulture, department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
2. Associated professor of Plant Breeding, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
3. M.Sc. Student of Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

(Received: Jul. 28, 2014 - Accepted: Jun. 6, 2015)

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of drought and salinity stresses on growth parameters and essential oil of lemon balm, two experiments with three replications in a randomized complete block design were applied. Five levels of salinity including zero, one, two, three and four dS/m of sodium chloride solution, and five drought stress treatments including 50, 62.5, 75, 87.5 and 100% as available water for plants were used. Parameters including morphological, dry matter, and essential oil percentage were measured in each experiment separately. Drought and salinity stress, with the exception of essential oil percentage, decreased all measured parameters and the effect of salinity stress was higher. The highest and lowest growth characteristics were achieved from the 100 and 50% available water treatments, and the maximum and minimum essential oil was achieved from 50 and 100% available water, respectively. In salinity experiment, growth parameters declined with increasing salinity. The level of salinity from zero to one dS/m increased the essential oil percentage. However, compared to control, treated plants showed higher essential oil percentages. Salinity and drought stresses reduced the growth parameters and essential oil percentage was somewhat increased.

Keywords: drought, essential oil, growth characteristics, lemon balm, salinity.

* Corresponding author E-mail: h.shabankareh92@gmail.com Tel: +98 930 2954723

www.SID.ir