Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴ (ص ۲۸۶-۲۷۷)

تأثیر کم‌آبیاری و کاربرد کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر صفات مورفو-فیزیولوژیک مرزهٔ یکسالهٔ تابستانه (*Satureja hortensis* L.)

روح‌الله حسن‌زاده[۱]، محسن جهان[۲*]، ناصر مجنون حسینی[۳]، احمد نظامی[۴] و پرویز رضوانی مقدم[۵]
۱. دانشجوی دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد
۲، ۴ و ۵. دانشیار و استادان، گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد، گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۲/۱۳)

چکیده

برای بررسی تأثیر کم‌آبیاری و کاربرد کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر برخی صفات گیاه مرزهٔ یکسالهٔ پژوهشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان حاجی‌آباد به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۳ اجرا شد. عامل آبیاری در سه سطح آبیاری، شامل آبیاری رایج منطقه، تنش کم‌آبی متوسط و شدید (به‌ترتیب براساس ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و عامل کودی در نه سطح شامل سوپرفسفات‌تریپل و نیترات‌آمونیوم هر یک در دو سطح کم و زیاد (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، محلول‌پاشی سولفات‌روی و سولفات‌آهن هر یک در دو سطح کم و زیاد (۰/۵ و ۱ کیلوگرم در هکتار)، و شاهد (بدون کاربرد کود) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری و کاربرد کودهای پرمصرف و کم‌مصرف و برهمکنش آنها بر بیشتر صفات گیاه مرزهٔ یکساله از جمله ارتفاع بوته و شمار شاخهٔ فرعی تأثیر معنی‌داری داشتند. به‌طوری‌که تنش کم‌آبیاری و محلول‌پاشی روی و آهن موجب افزایش میزان پرولین و قند محلول گیاه شد. بیشترین میزان سبزینهٔ (کلروفیل) کل (۲/۶۶ میلی‌گرم بر گرم مادهٔ تر) و بالاترین محتوای آب نسبی برگ (۶۲/۷ درصد)، مربوط به عامل آبیاری رایج (شاهد) بود. تنش آبیاری موجب افزایش میزان پرولین، قند محلول و میزان اسانس شد؛ و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و آهن در هنگام بروز کم‌آبیاری تحمل گیاه مرزهٔ یکساله به تنش خشکی را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پرولین، تنش کم‌آبی، کود پرمصرف و کم‌مصرف، مرزهٔ یکساله.

مقدمه

گیاهان خانوادهٔ نعناع از دیرباز به‌عنوان گیاهان دارویی و ادویه‌ای به کار می‌روند. جنس مرزهٔ یکساله یکی از اجزای مهم این خانواده به شمار می‌آید (Jamzadeh, 2009). گیاه مرزه در کاربردهای پزشکی و طب سنتی به‌عنوان اشتهاآور، آرام‌بخش، ضدعفونی‌کننده و مسکن درد دندان رایج است. اسانس‌ها ترکیب‌های شیمیایی پیچیده‌ای هستند که اغلب بیش از صد جزء اصلی در ترکیب آنها موجود است که عامل اصلی مزه و بوی آنها هستند (Hey, 2000). مواد مؤثره اگرچه در اصل با

* تلفن: ۰۹۱۵۵۱۵۳۱۲۳
E-mail: jahan@ferdowsi.um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، اما ساخت (سنتز) آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عامل‌های محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که عامل‌های محیطی سبب بروز تغییراتی در رشد و نمو گیاهان دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثرهٔ آنها می‌شود (Omidbeygi, 1995). نظر بر این است که تولید سوخت‌وسازگر (متابولیت)های ثانویه برای سازگاری گیاه نسبت به عوامل نامساعد و تنش‌های محـیط زندگی صورت گرفته و به منزلهٔ به کار افتادن یک نوع جریان دفاعی در جهت استمرار تعادل فعالیت‌های زیستی است (Omidbeygi, 1995). گیاهان در تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری، گرما و غیره با ذخیرهٔ مواد تنظیم‌کنندهٔ اسمزی با این تنش‌ها مقابله می‌کنند (Hekmatshoar, 2003). مواد تنظیم‌کنندهٔ فشار اسمزی بیشتر شامل اسیدهای آمینه، قندها و برخی یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها هستند. پرولین یکی از اسید آمینه‌های فعال در پدیدهٔ تنظیم اسمزی است که در ایجاد و حفظ فشار اسمزی درون گیاه نقش به‌سزایی دارد (Majidi Harvan, 1993).

آب یکی از مهم‌ترین عامل‌های محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد، نمو و میزان مواد مؤثرهٔ گیاهان دارویی دارد.

تنش آب به‌طور مستقیم می‌تواند بر فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به نورساخت (فتوسنتز) و به‌طور غیرمستقیم بر ورود دی‌اکسیدکربن به درون روزنه‌ها اثر بگذارد که با محدود شدن فرآورده‌های نورساختی، رشد گیاه و در نهایت عملکرد آن دچار کاهش می‌شود (Majidi Harvan, 1993). تنش خشکی افزون بر تأثیر منفی بر روی عملکرد گیاه، باعث بروز یا تشدید کمبود عناصر غذایی نیز شده، همچنین موجب اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی می‌شود (Salardini & Mojtahedi, 2003). بنابراین وضعیت و عامل‌های محیطی رشد گیاهان دارویی از جمله نوع خاک، مواد معدنی، موقعیت جغرافیایی، ارتفاع و مانند آن در تولید سوخت‌وسازگرهای ثانویه، نقش‌های متفاوت دارند. در موارد مشخص کمبود یک عنصر غذایی بدون کاهش عناصر دیگر موجب تغییر نوع و میزان سوخت‌وسازگرهای ثانویه می‌شود و این مطلب به‌ویژه در مورد دو عنصر اصلی نیتروژن و فسفر و همچنین عناصر کم‌مصرف آهن و روی مسلم است (Salardini & Mojtahedi, 2003). در خاک‌های ایران به دلایل پرشماری از جمله آهکی بودن، اسیدیتهٔ بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از نیاز کودهای فسفری و در نهایت استفاده نکردن از کودهای محتوای عنصر روی و دیگر عناصر ریزمغذی عمومیت دارد. گیاه دارویی مرزهٔ یکساله نیز در طول رویش و تولید مواد مؤثره به میزان زیادی از این عناصر نیاز دارد و تحقیقات نشان داده که مقادیر مناسب از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف به میزان قابل توجهی سبب افزایش اسانس مرزهٔ یکساله می‌شود (Alizadeh *et al.*, 2007). عناصر کم‌مصرف در صورت کمبود در گیاهان گاهی به‌عنوان محدودکنندهٔ جذب دیگر عناصر غذایی و رشد عمل می‌کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. بنابراین، با توجه به موارد اشاره‌شده و ویژگی‌های با ارزش گیاه دارویی مرزهٔ یکساله، هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر کم‌آبیاری و مصرف کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر صفات فیزیولوژیک و مورفو-فیزیولوژیک مرزهٔ یکساله است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان حاجی‌آباد (هرمزگان) طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش‌ها به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. عامل آبیاری شامل ۷۰ میلی‌متر (بدون تنش)، ۱۰۰ میلی‌متر (تنش متوسط) و ۱۳۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و نه عامل کودی شامل سوپرفسفات در دو سطح کم و زیاد (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، نیترات‌آمونیوم در دو سطح کم و زیاد (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات‌روی در دو سطح کم و زیاد (۰/۵ و یک کیلوگرم در هکتار)، سولفات‌آهن در دو سطح کم و زیاد (۰/۵ و یک کیلوگرم در هکتار) و یک سطح بدون کاربرد هیچ نوع کودی (شاهد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در این بررسی تجزیهٔ خاک پیش از کاشت در دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۳ متر به فاصلهٔ ردیف ۵۰ سانتی‌متر به‌صورت جوی و پشته و فاصلهٔ بین بوته‌ها روی هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر انتخاب شد. فاصلهٔ بین کرت‌های اصلی (سطوح تنش) در هر بلوک، دو ردیف کاشت (۱۰۰ سانتی‌متر)، فاصلهٔ بین کرت‌های فرعی (سطوح کودی) یک ردیف کاشت (۵۰ سانتی‌متر) و فاصلهٔ بین بلوک‌ها (تکرار) ۳ متر گزینش شد. بذر مرزهٔ یکسالهٔ مورد بررسی (تودهٔ اصفهان) از مؤسسهٔ پاکان بذر در شهرستان اصفهان تهیه شد و پیش از کشت، بذرها با سم قارچ‌کش ویتاواکس (دو در هزار) ضدعفونی شدند. به جهت ریز بودن بذر مرزهٔ یکساله، در بهمن ماه در جعبه‌هایی به‌صورت خزانهٔ کشت شد و در نهایت در اواخر فروردین ماه هنگامی‌که نشاها در مرحلهٔ چهار تا شش برگی بودند، به زمین اصلی منتقل شدند. روش و هنگام اجرای عامل‌های کودی به این صورت بود که عامل کودی سوپرفسفات‌تریپل در یک مرحله، هنگام آماده‌سازی زمین و پیش از عملیات دیسک، عامل کودی نیترات‌آمونیوم در دو مرحله (پیش از انتقال نشا در زمین و در هنگام شاخه‌دهی مرزهٔ یکساله) و عامل کودی سولفات‌روی و سولفات‌آهن، در دو مرحله (در هنگام شاخه‌دهی و گل‌دهی) به صورت محلول‌پاشی اعمال شد. همچنین در این بررسی تیمار آبیاری دو هفته پس از انتقال نشاها به زمین اصلی اعمال و اجرا شد.

جدول ۱. نتایج آزمون دو نمونهٔ خاک مزرعهٔ مورد بررسی

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dsm-1)	واکنش گل اشباع	نسبت جذب سدیم	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	مس (ppm)	سولفات (ppm)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	درصد رس	درصد لای	درصد شن
۰-۳۰	۳/۷	۷/۹	۳	۷	۴۰۰	۰/۳	۱/۸	۳/۲	۰/۲	۳۱۸	۱/۰۲	۰/۰۹۸	۱۹/۴	۴۶	۳۴/۶
۳۰-۶۰	۵/۲	۸	۳/۲	۵	۲۹۳	۰/۱	۰/۳	۳/۸	۰/۱	۷۱۴	۰/۷۹	۰/۰۷۴	۱۹/۴	۴۶	۳۴/۶

در مرحلهٔ گل‌دهی کامل، اندازه‌گیری میزان پرولین و قندهای محلول با استفاده از روش ایریگوین (Irrigoyen *et al*., 1992) از برگ‌های تازهٔ انتهایی گیاه صورت گرفت. در این مرحله محتوای آب نسبی برگ با استفاده از فرمول لویت (Levitt, 1980) به شرح زیر اندازه‌گیری شد:

$$RWC = \frac{Wf - Wd}{Wt - Wd} \times ۱۰۰$$

Wf: وزن تر بافت گیاه.

Wt: وزن آماس یافتهٔ گیاه (اشباع‌شده از آب).

Wd: وزن خشک بافت گیاه.

میزان پرولین آزاد و قندهای محلول برگ با استفاده از روش پاکوئین و لچاژر (Paquine & Lechasser, 1997) اندازه‌گیری شد. برای سنجش این ترکیب‌ها، در آغاز عصارهٔ الکلی از برگ نمونه‌ها تهیه شد و پس از جداسازی مایع رویی با سانتریفیوژ، توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) جذب نور در طول موج‌های ۵۱۵ و ۶۲۵ نانومتر (به‌ترتیب برای پرولین و قندهای محلول) خوانده شد. میزان سبزینه نیز از طریق معادله‌های آرنون (Arnon, 1967) به‌صورت زیر محاسبه شد:

Chl a=(0.0127*OD663)-(0.00269*OD645)

Chl b=(0.0229*OD645)-(0.00468*OD663)

Chl a+b=(0.00805*OD663)+(0.02031*OD645)

در معادله‌های بالا *Chla* معادل محتوای سبزینهٔ a، *Chlb* معادل محتوای سبزینهٔ b و *Chla + Chlb* معادل محتوای سبزینهٔ a وb براساس میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و OD عدد خوانده شده توسط دستگاه طیف‌سنج نوری در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر است.

همچنین در مرحلهٔ گل‌دهی کامل و پس از حذف اثرگذاری‌های حاشیه‌ای (حذف دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت) سرشاخه‌های گل‌دار از ارتفاع ۵ سانتی‌متری بالای خاک و در ساعت ۱۱ صبح برداشت و اقدام به اسانس‌گیری شد. اسانس‌گیری با استفاده از روش تقطیر با آب (کلونجر) پس از خشک شدن نمونه‌ها در سایه صورت گرفت. داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دست‌آمده از سه سال آزمایش توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیهٔ مرکب قرار گرفت و میانگین داده‌ها براساس آزمون کمینهٔ تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. در ضمن برای صفاتی که برهمکنش عامل‌ها در آنها معنی‌دار شد به روش LSMeans برش‌دهی برهمکنش نسبت به کرت اصلی انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری، تأثیر کاربرد کودهای پرمصرف و کم‌مصرف و برهمکنش آنها بر ارتفاع بوتهٔ مرزهٔ یکساله در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش بین تنش کم‌آبیاری و کودهای پرمصرف و کم‌مصرف، برش‌دهی برهمکنش‌ها برای این صفت انجام شد. نتایج برش‌دهی برهمکنش تیمارهای مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای ارتفاع بوته نشان داد که تأثیر کودهای پرمصرف و کم‌مصرف در همهٔ سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسهٔ میانگین برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای ارتفاع بوته (جدول ۵) نشان داد که در عامل‌های آبیاری رایج (شاهد) و تنش کم‌آبی متوسط، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار کودی کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیوم در هکتار بود؛ ولی در تیمار تنش کم‌آبیاری شدید بیشترین ارتفاع بوته (۴۸/۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کاربرد ۱ کیلوگرم سولفات‌روی در هکتار بود. همچنین کمترین ارتفاع بوته در همهٔ تیمارهای تنش کم‌آبیاری مربوط به تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات و شاهد (بدون کاربرد کود) به‌دست آمد (جدول ۵). عامل شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۵۸/۶ سانتی‌متر بیشترین و عامل تنش کم‌آبی شدید (۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) با میانگین ۴۳/۰ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳). Muni Ram *et al.* (1995) ضمن بررسی تیمارهای مختلف رطوبت خاک بر گونه‌ای از نعناع نتیجه گرفتند که افزایش رطوبت خاک، ارتفاع گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. همان‌طور که پیشتر نیز گفته شد، کاربرد زیاد کودهای فسفری، به‌ویژه در شرایط تنش کم‌آبیاری باعث کاهش جذب برخی عناصر ضروری به‌ویژه عناصر کم‌مصرف در گیاه شده (Leon & Kochain, 1991) و در نهایت باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. نتایج پژوهش Babai *et al.* (2010) در آویشن نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه دارد، به‌طوری که ارتفاع بوته بین همهٔ تیمارها به جز تیمار تنش ملایم و متوسط کم‌آبیاری اختلاف معنی‌داری داشته است.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس مرکب صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزهٔ یکساله در تیمارهای مختلف کودی تحت تنش کم‌آبیاری در سال‌های مختلف

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	ارتفاع بوته	شمار شاخهٔ فرعی در بوته	محتوای آب نسبی برگ	پرولین	کربوهیدرات محلول	سبزینهٔ a+b	درصد اسانس
سال	۲	۷/۹۱۶^{ns}	۰/۳۵۴۴^{ns}	۲۷/۰۵^{ns}	۰/۰۱۷۷^{ns}	۷۸/۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۳۵۳^{ns}
بلوک در سال	۶	۱۳/۵۴	۲/۲۴۷	۸/۰۰۸	۰/۰۰۹۹	۲۶/۷۲	۰/۰۰۵۰	۰/۱۰۳۲
تنش کم‌آبیاری	۲	۵۰۰۲**	۱۶۸/۸**	۶۶۹۴**	۶۸/۴۳**	۴۴۳۵**	۱۴/۳۰**	۰/۶۱۹۹**
تنش کم‌آبیاری × سال	۴	۵/۸۱۵^{ns}	۰/۷۴۲^{ns}	۲/۴۳۱^{ns}	۰/۰۰۱۹^{ns}	۲/۸۴۶^{ns}	۰/۰۰۲۴^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
خطای اصلی	۱۲	۱۰/۶۶	۰/۴۴۷	۱۲/۹۳	۰/۰۰۱۳	۹/۰۹۱	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۸۳
کود	۸	۶۰۴/۹۹**	۲۲/۷۳**	۶۲/۵۸**	۲/۶۱۲**	۷۰۲/۰**	۱/۰۸۳**	۰/۳۱۱۸**
کود × سال	۱۶	۱/۷۳۱^{ns}	۰/۴۶۱^{ns}	۰/۲۴۵^{ns}	۰/۰۰۶۴^{ns}	۰/۶۶۰۵^{ns}	۰/۰۰۲۰^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}
تنش کم‌آبیاری × کود	۱۶	۸۷/۴۶**	۵/۹۹۰**	۱/۹۵۹^{ns}	۰/۴۱۶۳**	۶۲/۶۳**	۰/۲۱۰۷**	۰/۰۰۱۹^{ns}
تنش کم‌آبیاری × کود × سال	۳۲	۱/۲۵۰^{ns}	۰/۱۹۲^{ns}	۰/۱۸۰^{ns}	۰/۰۰۸۱^{ns}	۰/۴۲۵۹^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
خطای فرعی	۱۴۴	۷/۶۴۳	۱/۲۰۹	۱۲/۲۸	۰/۰۰۸۳	۱۱/۵۰۴	۰/۰۱۶۶	۰/۰۰۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۵۲	۷/۵۱	۶/۵۰	۵/۲۵	۵/۶۸	۵/۷۷	۲/۶۳

** و * : به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن تأثیر عامل آزمایشی در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد است؛ ns: معنی‌دار نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

شمار شاخهٔ فرعی

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌های سه سال آزمایش نشان داد که تأثیر تنش کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها بر شمار شاخهٔ فرعی در بوتهٔ مرزهٔ یکساله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش کم‌آبیاری، شمار شاخهٔ فرعی در گیاه مرزهٔ یکساله کاهش یافت (جدول ۳). عامل شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۱۶/۱ عدد بیشترین و عامل تنش شدید با میانگین ۱۳/۲ عدد کمترین شمار شاخهٔ فرعی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). نتایج برش‌دهی برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای شمار شاخهٔ فرعی در بوتهٔ مرزهٔ یکساله نشان داد که تأثیر کودهای پرمصرف و کم‌مصرف در همهٔ سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسهٔ میانگین برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای شمار شاخهٔ فرعی در بوته (جدول ۵) نشان می‌دهد که بیشترین شمار شاخهٔ فرعی در تیمارهای بدون تنش کم‌آبیاری (شاهد) و تنش کم‌آبیاری متوسط مربوط به تیمار کودی کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیوم در هکتار است؛ ولی در تیمار تنش کم‌آبیاری شدید بیشترین شمار شاخهٔ فرعی مرزهٔ یکساله با شمار ۱۴/۵ عدد مربوط به تیمار کودی کاربرد ۱ کیلوگرم سولفات‌روی در هکتار بود. همچنین در همهٔ تیمارهای تنش کم‌آبیاری، کمترین شمار شاخهٔ فرعی مربوط به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) است (جدول ۵). Hasani & Omidbeygi (2002) نیز کاهش میزان شاخه‌دهی در ریحان را در شرایط تنش کم‌آبیاری خاک گزارش کردند. شاخه‌دهی زیاد در شرایط تنش خشکی یک صفت نامطلوب به‌شمار می‌آید، زیرا باعث کاربرد بیهودهٔ رطوبت خاک و هدررفت آن می‌شود. نتایج بررسی علیزاده Alizadeh Sahzabi *et al.* (2007) در گیاه دارویی مرزهٔ یکساله نشان داد که نیتروژن باعث افزایش شمار شاخهٔ فرعی در بوتهٔ این گیاه می‌شود.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثرگذاری‌های تنش های مختلف کم‌آبیاری و کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزهٔ یکساله (آزمون به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد)*

صفات / تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شمار شاخهٔ فرعی در بوته	محتوای آب نسبی برگ (RWC)٪	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم مادهٔ تر)	سبزینهٔ a+b (میلی‌گرم سبزینه در گرم وزن تر برگ)	درصد اسانس
آبیاری							
آبیاری رایج*	۵۸/۶^{a}	۱۶/۱^{a}	۶۲/۷^{a}	۰/۷۸۳^{c}	۵۲/۴۲^{c}	۲/۶۶^{a}	۱/۷۱^{c}
تنش متوسط کم‌آبی **	۴۸/۷^{b}	۱۴/۶^{b}	۵۴/۶^{b}	۱/۸۱^{b}	۵۹/۳۶^{b}	۲/۲۲^{b}	۱/۷۹^{b}
تنش شدید کم‌آبی ***	۴۳/۰^{c}	۱۳/۲^{c}	۴۴/۵^{c}	۲/۶۲^{a}	۶۷/۲۱^{a}	۱/۸۲^{c}	۱/۸۹^{a}
کود							
نیترات‌آمونیوم (200kg/ha)	۵۷/۴^{a}	۱۵/۷^{a}	۵۶/۶^{a}	۱/۷۷^{c}	۶۷/۴^{a}	۲/۳۷^{b}	۱/۹۶^{a}
نیترات‌آمونیوم (100kg/ha)	۵۴/۳^{b}	۱۵/۰^{b}	۵۵/۳^{ab}	۱/۵۷^{de}	۵۹/۹^{b}	۲/۲۷^{d}	۱/۸۸^{b}
سوپرفسفات (200kg/ha)	۴۳/۸^{f}	۱۴/۷^{bc}	۵۲/۰^{d}	۱/۷۳^{c}	۵۱/۵^{e}	۲/۱۱^{e}	۱/۵۹^{g}
سوپرفسفات (100kg/ha)	۴۶/۹^{e}	۱۴/۹^{bc}	۵۳/۸^{bcd}	۱/۵۲^{e}	۵۴/۹^{d}	۲/۰۰^{f}	۱/۶۹^{f}
محلول‌پاشی سولفات‌آهن (1 kg/ha)	۵۱/۸^{c}	۱۴/۸^{bc}	۵۲/۳^{cd}	۱/۷۶^{c}	۶۰/۳^{b}	۲/۳۶^{bc}	۱/۸۱^{d}
محلول‌پاشی سولفات‌آهن (0.5 kg/ha)	۴۹/۳^{d}	۱۴/۴^{c}	۵۳/۰^{cd}	۱/۵۹^{d}	۵۸/۱^{c}	۲/۲۹^{cd}	۱/۷۶^{e}
محلول‌پاشی سولفات‌روی (1 kg/ha)	۵۳/۷^{b}	۱۵/۱^{ab}	۵۳/۳^{cd}	۲/۳۹^{a}	۶۶/۴^{a}	۲/۵۲^{a}	۱/۸۴^{c}
محلول‌پاشی سولفات‌روی (0.5 kg/ha)	۵۰/۲^{d}	۱۴/۷^{bc}	۵۴/۰^{bc}	۱/۹۹^{b}	۶۱/۴^{b}	۲/۳۲^{bcd}	۱/۸۰^{d}
شاهد (بدون کاربرد کود)	۴۳/۶^{f}	۱۲/۴^{d}	۵۵/۲^{ab}	۱/۳۱^{f}	۵۷/۰^{c}	۱/۸۸^{g}	۱//۷۹^{de}

*: در هر ستون میانگین‌هایی که دارای دست‌کم یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*، ** و *** به‌ترتیب ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A.

www.SID.ir

Archive of SID

محتوای آب نسبی برگ

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس مرکب نشان داد که تأثیر عامل‌های تنش کم‌آبیاری و کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر صفت محتوای آب نسبی مرزهٔ یکساله، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی تأثیر دیگر منابع تغییر معنی‌دار نشد (جدول ۲). به‌طورکلی در این بررسی با افزایش سطح تنش یا کاهش آبیاری، درصد محتوای آب نسبی برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین محتوای آب نسبی مربوط به عامل شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۶۲/۷ درصد و کمترین محتوای آب نسبی نیز در عامل تنش شدید کم‌آبی با میانگین ۴۴/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۳). همچنین مقایسهٔ میانگین عامل‌های کودی نشان می‌دهد که بیشترین محتوای آب نسبی مربوط به عامل ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیوم در هکتار است و کمترین آن نیز به عامل ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات در هکتار تعلق دارد (جدول ۳). Abd El-Rahin *et al.* (1998) نشان دادند که محتوای آب نسبی ذرت در تنش خشکی کمتر از گیاهان بدون تنش بوده است. بنابراین، از نتایج به‌دست‌آمده می‌توان دریافت که تنش آبی اعمال شده بر سوخت و ساز (متابولیسم) گیاه دارویی مرزهٔ یکساله مؤثر بوده و حرکت آب در طی کاهش شیب پتانسیل آب به درون گیاه هدایت یافته است.

جدول ۴. برش‌دهی برهمکنش تیمارهای مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزهٔ یکساله

تنش کم‌آبیاری	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		ارتفاع بوته	شمار شاخهٔ فرعی در بوته	پرولین	کربوهیدرات محلول	سبزینهٔ a+b
کود × آبیاری رایج*	۸	۴۴۹**	۱۳/۹۲**	۰/۰۸۲**	۱۰۸**	۰/۵۵۵**
کود × تنش متوسط کم‌آبی **	۸	۲۰۶**	۹/۲۲**	۲/۳۰۶**	۲۷۷**	۰/۳۹۶**
کود × تنش شدید کم‌آبی ***	۸	۱۲۵**	۱۱/۵۷**	۱/۰۵۷**	۴۴۲**	۰/۵۵۳**

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

*، ** و *** به‌ترتیب ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A.

میزان پرولین برگ

تأثیر تنش کم‌آبیاری، کود و برهمکنش تنش کم‌آبیاری و کود بر میزان پرولین برگ مرزهٔ یکساله در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)؛ با افزایش تنش خشکی، میزان پرولین در گیاه افزایش یافت. این افزایش نشان‌دهندهٔ تجمع مواد سازگارکننده‌ای است که برای محافظت اسمزی توسط گیاه به‌کار گرفته می‌شوند، بنابراین پروتئین‌های حاصل به بقا و پایداری یاخته‌ها کمک می‌کنند. عامل آبیاری شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۰/۷۸۳ میکرومول بر گرم وزن تر کمترین و عامل تنش کم‌آبیاری شدید با میانگین ۲/۶۲ میکرومول بر گرم وزن تر بیشترین میزان پرولین برگ مرزهٔ یکساله را به خود اختصاص دادند (جدول۳). در سطح شاهد (آبیاری رایج) تیمار ۱ کیلوگرم سولفات‌روی در هکتار بالاترین و تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) پایین‌ترین میزان پرولین را تولید کردند و بین دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری از نظر پرولین مشاهده نشد (جدول ۵). در سطح تنش متوسط کم‌آبی نیز تیمار یک کیلوگرم سولفات روی در هکتار بیشترین (۲/۸۱ میکرومول بر گرم وزن تر) و تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) کمترین (۱/۱۴ میکرومول بر گرم وزن تر) میزان پرولین را تولید کردند (جدول ۵). در سطح تنش کم‌آبی شدید نیز به همین روال ادامه داشت ولی قابل توجه این است که محلول‌پاشی سولفات روی موجب افزایش میزان پرولین شد (جدول ۵). عنصر روی در امر ساخت پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، سوخت و ساز یاخته، محافظت غشا از رادیکال‌های آزاد اکسیژن و دیگر فرآیندهای مرتبط با امر سازگاری گیاهان به تنش‌ها، نقش مهمی ایفا می‌کند (Hemantaranjan, 1996). در بررسی Movahhedi Dehnavi *et al.* (2004) نیز افزایش تنش کم‌آبیاری و همچنین محلول‌پاشی عنصر روی موجب افزایش پرولین در رقم‌های گلرنگ شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عنصر روی در شرایط تنش کم‌آبیاری،

www.SID.ir

Archive of SID

نقش افزایش‌دهنده در امر تنظیم اسمزی (به‌واسطهٔ افزایش میزان پرولین و یا قندهای محلول) دارد.

میزان قند محلول

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌های سه سال آزمایش نشان داد که تأثیر تنش کم‌آبیاری، کود و برهمکنش آنها بر میزان قند محلول مرزهٔ یکساله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش تنش کم‌آبیاری، میزان قند محلول در گیاه مرزهٔ یکساله افزایش یافت.

جدول ۵. میانگین برهمکنش تیمارهای مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مرزهٔ یکساله (آزمون به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد)*

تیمارهای آبیاری	کود	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شمار شاخهٔ فرعی در بوته	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم مادهٔ تر)	سبزینهٔ a+b (میلی‌گرم سبزینه در گرم وزن تر برگ)
آبیاری رایج*	نیترات آمونیوم (200kg/ha)	۷۲/۶^{a}	۱۸/۸^{a}	۰/۷۹^{bc}	۶۰/۲۵^{a}	۳/۰۴^{a}
	نیترات آمونیوم (100kg/ha)	۶۶/۴^{b}	۱۷/۲^{b}	۰/۷۵^{bcd}	۵۲/۷۴^{bc}	۲/۹۰^{b}
	سوپرفسفات (200kg/ha)	۵۲/۳^{gh}	۱۵/۹^{c}	۰/۷۵^{bcd}	۴۷/۵۹^{d}	۲/۵۲^{ef}
	سوپرفسفات (100kg/ha)	۵۳/۶^{fg}	۱۶/۱^{bc}	۰/۷۲^{cd}	۵۰/۲۵^{cd}	۲/۴۲^{f}
	محلول‌پاشی سولفات آهن (1 kg/ha)	۵۹/۹^{c}	۱۶/۰^{c}	۰/۷۷^{bcd}	۵۱/۷۷^{bc}	۲/۸۳^{bc}
	محلول‌پاشی سولفات آهن (0.5 kg/ha)	۵۶/۸^{de}	۱۵/۵^{c}	۰/۷۵^{bcd}	۵۱/۴۰^{bc}	۲/۶۹^{d}
	محلول‌پاشی سولفات روی (1 kg/ha)	۵۹/۲^{cd}	۱۵/۸^{c}	۱/۰۱^{a}	۵۴/۲۵^{b}	۲/۷۶^{cd}
	محلول‌پاشی سولفات روی (0.5 kg/ha)	۵۵/۵^{ef}	۱۵/۴^{c}	۰/۸۳^{b}	۵۲/۴۷^{bc}	۲/۵۴^{e}
	شاهد (بدون کاربرد کود)	۵۰/۷^{h}	۱۴/۳^{d}	۰/۶۹^{d}	۵۱/۰۷^{c}	۲/۲۶^{g}
تنش متوسط کم‌آبی**	نیترات‌آمونیوم (200kg/ha)	۵۳/۴^{a}	۱۵/۷^{a}	۱/۹۵^{c}	۶۸/۷۰^{a}	۲/۳۹^{b}
	نیترات‌آمونیوم (100kg/ha)	۵۲/۳^{ab}	۱۵/۳^{ab}	۱/۴۴^{f}	۶۰/۸۲^{b}	۲/۲۳^{c}
	سوپرفسفات (200kg/ha)	۴۰/۶^{d}	۱۴/۴^{b}	۱/۸۴^{d}	۵۱/۰۳^{e}	۲/۰۹^{d}
	سوپرفسفات (100kg/ha)	۴۸/۵^{c}	۱۴/۸^{ab}	۱/۴۱^{f}	۵۴/۱۲^{de}	۱/۹۴^{e}
	محلول‌پاشی سولفات‌آهن (1 kg/ha)	۵۰/۲^{bc}	۱۴/۷^{ab}	۱/۸۵^{d}	۵۹/۴۱^{bc}	۲/۳۴^{bc}
	محلول‌پاشی سولفات‌آهن (0.5 kg/ha)	۴۹/۶^{c}	۱۴/۵^{b}	۱/۵۷^{e}	۵۷/۸۲^{bc}	۲/۲۸^{bc}
	محلول‌پاشی سولفات‌روی (1 kg/ha)	۵۲/۹^{b}	۱۵/۱^{ab}	۲/۸۱^{a}	۶۶/۲۴^{a}	۲/۵۱^{a}
	محلول‌پاشی سولفات‌روی (0.5 kg/ha)	۵۰/۱^{bc}	۱۴/۹^{ab}	۲/۲۹^{b}	۵۹/۸۶^{b}	۲/۳۲^{bc}
	شاهد (بدون کاربرد کود)	۴۱/۰^{d}	۱۲/۱^{c}	۱/۱۴^{g}	۵۶/۲۶^{cd}	۱/۸۸^{e}
تنش شدید کم‌آبی***	نیترات‌آمونیوم (200kg/ha)	۴۶/۱^{b}	۱۲/۵^{c}	۲/۵۸^{de}	۷۳/۱۹^{b}	۱/۶۷^{d}
	نیترات‌آمونیوم (100kg/ha)	۴۴/۴^{b}	۱۲/۷^{c}	۲/۵۲^{ef}	۶۶/۲۷^{d}	۱/۶۹^{d}
	سوپرفسفات (200kg/ha)	۳۸/۵^{d}	۱۳/۹^{ab}	۲/۶۱^{cd}	۵۵/۸۴^{f}	۱/۷۱^{d}
	سوپرفسفات (100kg/ha)	۳۸/۷^{d}	۱۳/۹^{ab}	۲/۴۴^{f}	۶۰/۳۱^{e}	۱/۶۵^{d}
	محلول‌پاشی سولفات‌آهن (1 kg/ha)	۴۵/۲^{b}	۱۳/۸^{ab}	۲/۶۷^{c}	۶۹/۸۵^{c}	۱/۹۰^{c}
	محلول‌پاشی سولفات‌آهن (0.5 kg/ha)	۴۱/۵^{c}	۱۳/۲^{bc}	۲/۴۴^{f}	۶۵/۰۱^{d}	۱/۹۰^{c}
	محلول‌پاشی سولفات‌روی (1 kg/ha)	۴۸/۸^{a}	۱۴/۵^{a}	۳/۳۵^{a}	۷۸/۷۶^{a}	۲/۲۸^{a}
	محلول‌پاشی سولفات‌روی (0.5 kg/ha)	۴۵/۱^{b}	۱۳/۹^{ab}	۲/۸۵^{b}	۷۱/۹۵^{bc}	۲/۱۱^{b}
	شاهد (بدون کاربرد کود)	۳۹/۱^{cd}	۱۰/۷^{d}	۲/۰۹^{g}	۶۳/۷۳^{d}	۱/۵۰^{e}

*: در هر قسمت مقادیری که دارای دست‌کم یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*، ** و *** به‌ترتیب ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A.

در این بررسی عامل شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۵۲/۴۲ میکرومول بر گرم وزن تر کمترین و عامل تنش کم‌آبی شدید با میانگین ۶۷/۲۱ میکرومول بر گرم وزن تر بیشترین میزان قند محلول را به خود اختصاص

www.SID.ir

Archive of SID

دادند (جدول ۳). نتایج برش‌دهی برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری بر میزان قند محلول مرزهٔ یکساله نشان داد که تأثیر کودهای پرمصرف و کم‌مصرف در همهٔ سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۴). مقایسهٔ میانگین برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح تنش کم‌آبیاری برای میزان قند محلول نشان داد که در سطح شاهد (آبیاری رایج) تیمارهای ۲۰۰کیلوگرم نیترات‌آمونیوم بیشترین و تیمار ۲۰۰کیلوگرم سوپرفسفات کمترین میزان قند محلول را تولید کرد و بین دیگر تیمارهای کودی در آبیاری رایج (شاهد) تفاوت معنی‌داری از نظر میزان قند محلول مشاهده نشد (جدول ۵). در سطح تنش متوسط کم‌آبی تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیوم و یک کیلوگرم سولفات‌روی در هکتار بالاترین و تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات پایین‌ترین میزان قند محلول را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در نهایت در سطح تنش کم‌آبی شدید تیمار سولفات‌روی به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان قند محلول (۷۸/۷۶ میلی‌گرم بر گرم مادهٔ تر) را به خود اختصاص داد و تیمارهای ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیوم، ۰/۵ کیلوگرم سولفات‌روی و ۱ کیلوگرم سولفات‌آهن در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). در این بررسی قابل توجه این است که محلول‌پاشی سولفات‌روی موجب افزایش میزان پرولین و افزایش قند محلول گیاه مرزهٔ یکساله شده است. در بررسی Movahhedi Dehnavi *et al.* (2004) نیز افزایش تنش کم‌آبیاری و همچنین محلول‌پاشی عنصر روی، سبب افزایش قند محلول در رقم‌های گلرنگ شد. نقش و اهمیت تجمع قندها به این دلیل است که تجمع این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب یاخته و نگهداری آماس می‌شوند (Hekmatshoar, 2003). با توجه به مشارکت کربوهیدرات‌های محلول بر تنظیم اسمزی طی تنش کمبود آب و نقش محافظتی آنها در پروتئین‌ها و ارتباط نزدیک سوخت و ساز کربن و نیتروژن در ساخت کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول گیاه، افزایش کربوهیدرات محلول در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات‌آمونیوم امری طبیعی بوده است. همچنین غلظت‌های بالای فسفر باعث کاهش حلالیت عنصر روی و کاهش انتقال آن از ریشه‌ها به دیگر قسمت‌های گیاه می‌شود (Sumner & Farina, 1986).

محتوای سبزینه در برگ

میزان سبزینه در گیاهان زنده یکی از عامل‌های مهم حفظ ظرفیت نورساختی است (Jiang & Huang, 2001). در این بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری، کودهای پرمصرف و کم‌مصرف و برهمکنش آنها بر مجموع سبزینهٔ a و b معنی‌دار شد (جدول ۲). به‌طورکلی تنش کم‌آبی، موجب کاهش مجموع سبزینهٔ a و b در گیاه مرزهٔ یکساله شد (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین برهمکنش عامل‌های مختلف کودی در هر سطح از تنش کم‌آبیاری برای مجموع سبزینهٔ a و b (جدول ۵) نشان می‌دهد که در سطح شاهد (آبیاری رایج) کاربرد کودهای نیترات‌آمونیوم موجب افزایش معنی‌دار مجموع سبزینهٔ a و b نسبت به دیگر تیمارها شده است. ولی در سطوح تنش کم‌آبی متوسط و شدید، بیشترین محتوای سبزینهٔ مربوط به تیمار کودی ۱ کیلوگرم سولفات‌روی در هکتار است (جدول ۵). کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین دلیل می‌توان از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده کرد (Schlemmer *et al.*, 2005). رابطهٔ مثبت و قوی بین میزان نیتروژن و سبزینه توسط Movahhedi Dehnavi *et al.* (2004) در همخوانی با این بررسی گزارش شده است. به‌طورکلی تنش کم‌آبی، موجب کاهش مجموع سبزینهٔ a و b در گیاه مرزهٔ یکساله شد (جدول ۳). گمان می‌رود که کاهش غلظت سبزینه تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری، به دلیل تغییر مسیر سوخت و ساز نیتروژن در ساخت ترکیب‌هایی مانند پرولین باشد که برای تنظیم اسمزی به کار می‌روند. پس می‌توان بیان کرد گیاهانی که در شرایط کم‌آبیاری قرار بگیرند، محتوای سبزینهٔ آنها تحت تأثیر قرار گرفته و در بیشتر موارد کاهش می‌یابد. در این میان، آن دسته از گیاهانی که به کم‌آبیاری مقاوم هستند، می‌توانند کاهش محتوای سبزینه را تعدیل کنند. در بررسی Safikhani *et al.* (2007) روی گیاه دارویی

www.SID.ir

Archive of SID

بادارشبو (Badarshboo) نیز افزایش تنش کم‌آبیاری باعث کاهش مجموع سبزینهٔ a و b شد.

درصد اسانس

تأثیر تنش کم‌آبیاری و کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر درصد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین تأثیر اصلی تنش کم‌آبیاری بر درصد اسانس نشان داد که با افزایش تنش کم‌آبی، درصد اسانس مرزهٔ یکساله افزایش یافت (جدول ۳). عامل شاهد (آبیاری رایج) با میانگین ۱/۷۱ درصد کمترین و عامل تنش کم‌آبی شدید با میانگین ۱/۸۹ بیشترین درصد اسانس را تولید کرد (جدول ۳). عامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات‌آمونیوم با میانگین ۱/۹۶ درصد بیشترین و عامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات با میانگین ۱/۵۹ درصد کمترین درصد اسانس را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). سوخت‌وسازگرهای ثانویهٔ گیاهان تحت تأثیر عامل‌های محیطی و کمبود آب که اصلی‌ترین جنبهٔ فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهان است، قرار می‌گیرد (Charles *et al.*, 1994). در مورد گیاهان دارویی، تنش خشکی ممکن است تأثیر معنی‌داری در برخی از عملکرد سوخت‌وسازگرها و ترکیب‌ها داشته باشد (Petropoulos *et al.*, 2008). نتایج بررسی Abbaszadeh *et al.* (2007) در گیاه بادرنجبویه نشان داد که با اعمال تنش‌های رطوبتی ملایم، افزایش درصد اسانس کم بوده و سپس با اعمال تنش کم‌آبیاری به‌نسبت شدید درصد اسانس به شدت افزایش یافته و با شدیدتر شدن میزان تنش از درصد اسانس کاسته شد. این مسئله نشان می‌دهد که اعمال تنش‌های ملایم و متوسط، برای به‌دست آوردن درصد بالاتر اسانس مناسب خواهد بود، اما با افزایش شدت تنش کم‌آبیاری، عملکرد سرشاخه گل‌دار کاهش می‌یابد که در گیاهان دارویی مانند مرزهٔ یکساله، تأثیر متقابل درصد اسانس و عملکرد سرشاخه گل‌دار به‌عنوان دو مؤلفهٔ تشکیل‌دهندهٔ عملکرد اسانس مورد توجه هستند. اگرچه تولید سوخت‌وسازگرهای ثانویه تحت کنترل ژن‌ها هستند، ولی میزان تولید آنها به طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین این عامل‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف هستند (Abbaszadeh *et al.*, 2006). نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش با نتایج Venskutonis *et al.* (1999) بر گیاه زیرهٔ سبز و همچنین Bist *et al.* (2000) بر گیاه شوید نیز همخوانی داشت به‌طوری‌که در این آزمایش‌ها نیز کاربرد کودهای نیتروژنی باعث افزایش میزان اسانس در گیاهان شد. در این تحقیق به‌احتمال کاهش محتوای اسانس در گروه تیمار شده با فسفات ممکن است ناشی از کاهش محتوای ترکیبات فنلی مورد نیاز برای ساخت اسانس‌ها باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌ها مشخص کرد که تیمارهای مختلف آبیاری و کاربرد کودهای پرمصرف و کم‌مصرف بر بیشتر صفات گیاه مرزهٔ یکساله از جمله ارتفاع بوته و شمار شاخهٔ فرعی تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین نتایج تأثیر متقابل تنش کم‌آبیاری و محلول‌پاشی روی و آهن موجب افزایش میزان پرولین و قند محلول در گیاه مرزهٔ یکساله شد. این بررسی نشان داد که بیشترین میزان سبزینهٔ کل و بالاترین محتوای آب نسبی برگ، مربوط به تیمار آبیاری رایج (شاهد بدون تنش آبیاری) است. تنش آبیاری موجب افزایش میزان پرولین، قند محلول و میزان اسانس شد؛ همچنین محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و آهن در هنگام بروز کم‌آبیاری تحمل گیاه مرزهٔ یکساله به تنش خشکی را افزایش داد.

REFERENCES

1. Abbaszadeh, B., Sharifi Ashoorabadi, A., Lebaschi, M.H., Naderi Hajibagherkendi, M. & Moghaddami, F. (2007). Effects of water stress on proline, soluble sugar, chlorophyll and relative water (RWC) Melissa (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(4), 504-513. (in Farsi)
2. Abbaszadeheh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Ardakani, M.R., Paknejhad, F., Habibi, D. & Adraki, M. (2006). Effect of solid nitrogen application on biological yield, essential oil percentage and essential oil yield of balm (*Melissa officinalis* L.) under greenhouse condition. *Proceeding of 18th World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania*, USA, 9-15 July: 147.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Abd El-Rahim, M.F., Fahmy, G. & Mand Fahmy, Z.M. (1998). Alterations in transpiration and stem vascular tissues of two maize cultivars under conditions of water stress and late wilt disease. *Plant Pathology*, 47, 216-223.
4. Alizadeh Sahzabi, A., Sharifi Ashoorabadi, A., Shirani Rad, A.H. & Abbaszadeh, B. (2007). Effect of different rates and methods of nitrogen application on quality and quantity characteristics of some savory herbs (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(3), 416-431. (in Farsi)
5. Arnon DI. (1967). Photosynthetic activity of isolated chloroplasts. *Physiol Rev*, 47(3), 317-358.
6. Babai, K., Amini Dehhaghi, M., Modares Sanavi, A.M. & Jabbari, R. (2010). Effects of water stress on morphological traits, proline and of thymol in thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Medicinal and Aromatic Plants Research*, 26(2), 239-251. (in Farsi)
7. Bist, L.D., Kewaland, C.S. & Sobran, S. (2000). Effect of planting geometry and level of nitrogen on growth and yield quality of European Dill (*Anethum gravolens* L.). *Journal of Horticulture*, 57, 351-355.
8. Charles, O., Joly, R. & Simo, J.E. (1994). Effect of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. *Phytochemistry*, 29, 2837- 2840.
9. Hasani, A. & Omidbeygi, R. (2002). Effects of water stress on some morphological characteristics, physiological and metabolic in the basil plant. *Agricultural Science*, 12(3), 47-59. (in Farsi)
10. Hekmatshoar, H. (2003). Plant Physiology in difficult conditions (translator). Tabriz University Press. 355 pages. (In Farsi)
11. Hemantaranjan, A. (1996). Physiology and biochemical significance of zinc in plants. (in) Advancement in Micronutrient Research, pp. 151-178. *Scientific publishers*, Jodhpurs, Rajasthan, India.
12. Hey, R. (2000).*Volatile oil crops*. Andarz Publications, Tehran.
13. Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W. & Sanchez Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. *Physiologia Plantarum*, 84, 55-66.
14. Jamzadeh, Z. (2009). Iranian thyme and savory. *Research Institute of Forests and Rangelands*. 81 pages. (in Farsi)
15. Jiang, Y. & Huang, N. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turf grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*, 41, 436-442.
16. Leon, V. & Kochain, P. (1991). Mechanisms of micronutrient uptake and translocation in plant. Pp. 229-285.
17. Levitt, J. (1980). *Response of plants to environmental stresses*, Vol. 2, Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Academic press, New York, 650p.
18. Majidi Harvan, A. (1993). Physiological mechanisms of resistance to environmental problems. *Abstract proceedings of the First Congress of Agronomy*, Tehran University. 18-15 September: 133-134. (in Farsi)
19. Movahhedi Dehnavi, M., Moddares Sanavi, A.M., Sorooshzadeh, A. & Jalali Javaran, M. (2004). Changes in proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) and chlorophyll fluorescence in winter safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and manganese. *Desert*, 9(1), 93-110. (in Farsi)
20. Muni Ram, D. & Singh, S. (1995). Irrigation and nitrogen requirements of Bergamot min on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. *Agricultural Water Management*, 27, 45-54.
21. Omidbeygi, R. (1995). Production approaches and processing of medicinal plants. Volume I, *Publications Fekr rooz*, pp 183. (in Farsi)
22. Paquine, R. & Lechasser, P. 1997. Absorptions sureness method dosage calibers. Pp. 145-160.
23. Petropoulos, S.A. Dimitra, D., Polissiou, M.G. & Passam, H.C. (2008). The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Sciences Horticulture*, 115, 393-397.
24. Radnia, H. (2000). Food shortages in arable crops, fruit trees and vegetables. *Publications of Agricultural Extension*. 417 pages. (in Farsi)
25. Salardini, A. & Mojtahedi, M. (2003). Principles of plant nutrition. Volume One. Tehran University Press. 433 pages. (in Farsi)
26. Safikhani, F., Heydari Sharifabadi, H., Sharifi Ashoorabadi, A., Siadat, A., Seyyed Nejad, M. & Abbaszadeh, B. (2007). Effect of drought stress on percent and yield oil and physiological characteristics, in the Badarshboo (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(1), 86-99. (in Farsi)
27. Sumner, R.E. & Farina, M.P.W. (1986). Phosphorus interactions with other nutrients and time in field cropping systems. PP. 201-230. In: B.A. Stewart (ed.).
28. Venskutonis, R., Rylaite, E. & Siulaiuskas, A. (1999). Characterization of *Carum carvi* cultivates in Lithuania. *Horticulture and Vegetable Growing*, 18(3), 85-92.

www.SID.ir