نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۶۸۶-۶۷۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 4, Winter. 2016, p. 675-686

بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اسانس دو توده بومی مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت شرایط نرمال و تنش خشکی در منطقه کرمان

امید اکرمی نژاد[۱*]- مهری صفاری[۲]- روح اله عبدالشاهی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۲۵

چکیده

جهت بررسی تأثیر کودهای آلی و معدنی (N.P.K) بر خصوصیات کمی و کیفی مرزه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی، پژوهشی در قالب دو طرح کرت‌های یکبار خرد شده با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲ -۱۳۹۱ در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا شد. در هر طرح عامل اصلی کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)، کود مرغی (۱۰ تن در هکتار)، کود شیمیایی (معادل عناصر غذایی پرمصرف موجود در کود گاوی و مرغی) و شاهد (بدون مصرف کود) و عامل فرعی دو توده بومی مرزه (محلی کرمان و محلی خوزستان) بود. در یکی از طرح‌ها ۱۰۰٪ و در طرح دیگر ۵۰٪ ظرفیت زراعی آبیاری انجام شد و طرح‌ها به‌صورت مرکب آنالیز شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد اسانس، محتوی نسبی آب و شاخص کلروفیل و عملکرد گیاه شد، ولی بر درصد اسانس آن معنی‌دار نبود. نشت یونی در شرایط تنش افزایش یافت. اثر کودها بر تمامی صفات به‌جز محتوی نسبی آب و درصد اسانس معنی‌دار بود و باعث افزایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد، شاخص کلروفیل و عملکرد اسانس نسبت به گیاهان شاهد شدند، همچنین نشت یونی را نسبت به شاهد کاهش دادند. دو توده از نظر ارتفاع، عملکرد دانه، تعداد شاخه فرعی و نشت یونی تفاوت معنی‌داری داشتند. توده کرمان عملکرد بهتری نسبت به توده خوزستان از خود نشان داد. به‌طور کلی مرزه در واکنش به کودهای آلی به‌ویژه گاوی، به دلیل قدرت نگهداری زیادتر رطوبت در مقایسه با کودهای شیمیایی، پاسخ بهتری به شرایط تنش خشکی نشان داد و عملکرد بالاتری داشت. به نظر می‌رسد استفاده از کودگاوی در شرایط محدودیت رطوبت، برای غلبه بر اثرات منفی تنش خشکی مفید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد و اجزاء عملکرد، کود، مرزه

مقدمه

مرزه (*Satureja hortensis*) گیاهی یکساله و معطر از خانواده نعناعیان (Labiatae) که دارای اسانس زیادی می‌باشد و اهمیت زیادی در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی آرایشی دارد (۶). برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار استفاده از نهاده‌هایی که جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشند و مخاطرات محیطی را کاهش دهند ضروری به نظر می‌رسد (۲۴). عمده‌ترین منابع تأمین‌کننده مواد آلی خاک، فضولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست‌های حاصل از زباله‌های شهری می‌باشند که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک، استفاده از آنها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است (۹). کودهای آلی به‌خصوص کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابعی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار آیند (۱۴).

این کودها عناصر غذایی را در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (۱۱)، اما کودهای دامی نمی‌توانند تمام احتیاجات غذایی گیاهان را برطرف سازند (۲۵). البته با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب ایجاد تعادل در خصوصیات شیمیایی خاک خواهند شد، از طرفی کودهای شیمیایی از طریق تأمین سریع نیازهای غذایی گیاهان، باعث افزایش چشمگیر رشد و عملکرد می‌شوند (۹). امروزه استفاده بی‌رویه از انواع کودهای شیمیایی در دنیا رواج یافته که به دنبال آن مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی فراوانی ایجاد نموده است، در این شرایط استفاده از منابع کودهای دامی و شیمیایی هرکدام به نوعی می‌تواند بر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: omidakrami122@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان

عملکرد گیاهان تأثیر بگذارد (۲۶). کودهای شیمیایی عناصر را به میزان سریع‌تر و مؤثرتر در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، در حالی‌که کودهای دامی حاوی معدودی عناصر غذایی لازم برای رشد گیاهان می‌باشند (۹). ماندگاری کودهای شیمیایی و آلی در خاک نیز مسئله‌ای قابل توجه است، به‌طوری‌که در حدود ۹۰ درصد عناصر غذایی کودهای شیمیایی در همان سال اول مصرف می‌شود و حداکثر ۱۰ درصد آن برای استفاده گیاهان سال بعد در خاک باقی می‌ماند؛ در حالی‌که میزان تأثیرگذاری کودهای دامی حدود ۶۰ درصد در سال اول بوده و در سال‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب ۲۵، ۳۰ و ۴۵ درصد بر عملکرد گیاه تأثیرگذار است (۱۰). یکی از مهمترین محدودیت‌های تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود آب می‌باشد. تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آنها می‌گردد (۳۱). تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده است که بسته به فصل، شدت و زمان وقوع می‌تواند به‌صورت جدی، موجب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی شود (۱۱). بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش؛ یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود.

اهمیت گیاهان دارویی، وجود ماده مؤثره در آنها است. شرایط محیطی و حاصلخیزی خاک عامل تغییر در میزان ماده مؤثره و اسانس بوده که در این میان نقش عناصر کم مصرف در خاک مهم می‌باشد. کودهای دامی حاوی اکثر عناصر ریز مغذی است که می‌تواند باعث افزایش ماده مؤثره و بهبود کیفیت در گیاهان دارویی شود. لذا مدیریت کود و تغذیه مناسب گیاه یک عامل اصلی در زراعت گیاهان دارویی می‌باشد (۱۲). بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی یک گونه علف لیمو (*Cymbopogon* sp) نشان داد که کاهش آبیاری در طی رشد رویشی گیاه از ۴، ۳ و ۲ نوبت به یک نوبت در هفته، عملکرد اسانس را کاهش داده است (۸). در تحقیقی دیگر گزارش شد تنش آبی، عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum*) را کاهش داد و بیشترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تنش متوسط بود (۱۳). در تحقیقی که روی کاربرد کودهای آلی در نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) انجام شد عملکرد گیاه در کشت ارگانیک حدود ۸۰ درصد کشت رایج بود و باعث افزایش ارتفاع آن شد (۲۲). گزارش شده که مصرف کود آلی در گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) باعث افزایش تولید بیوماس و همچنین افزایش درصد اسانس آن می‌شود (۳۶). باهر و همکاران (۶) در نتایج تحقیق خود بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش طول گیاه و عملکرد بیولوژیک در مرزه (*Satureia hortensis* L.) شد ولی میزان اسانس را افزایش داد. علیزاده و همکاران (۳) بیان کردند که با افزایش میزان کاربرد کود کامل در گیاه مرزه ارتفاع بوته، عملکرد پیکر رویشی گیاه، و اسانس آن افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری برخی پارامترها به‌طور مستقیم و غیر مستقیم به کمبود آب ارتباط دارند. نشت یونی، محتوای نسبی آب (RWC)، شاخص کلروفیل (SPAD) همگی به‌عنوان معیارهایی قابل اطمینان جهت انتخاب ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل تحمل به خشکی در گیاهان محسوب می‌شوند (۳۰). برخی مطالعات حاکی از قابل اطمینان بودن RWC به‌عنوان شاخص تحمل به خشکی می‌باشد (۴۰). زیرا بین RWC و میزان سرعت تعرق ارتباط وجود دارد و لذا این مؤلفه در موارد زیادی جهت تعیین اختلاف ارقام از نظر تحمل به خشکی استفاده می‌شود (۲۰). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش ازجمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. غلظت کلروفیل به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد (۱۶). انتولین و همکاران (۴) گزارش کردند با افزایش تنش خشکی، شاخص کلروفیل برگ یونجه (*Medicago sativa*) کاهش یافت. افشار منش و همکاران (۱) گزارش دادند که مصرف کود دامی و وقوع تنش خشکی بر عملکرد، ارتفاع و محتوی نسبی آب برگ معنی‌دار بود و کود دامی باعث افزایش ارتفاع و عملکرد گیاه اسفرزه در شرایط خشکی می‌شود. همچنین محتوی نسبی آب برگ در شرایط تنش کاهش یافت ولی کودهای دامی توانستند محتوی نسبی آب برگ را نسبت به گیاهان شاهد افزایش دهند. در تحقیقی با بررسی اثر شبنم و تنش خشکی بر روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) گزارش شد که تنش خشکی موجب کاهش ۳ مگاپاسکالی پتانسیل آب گیاه، کاهش۳۴ درصدی محتوای آب برگ، بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه سبب پایین آمدن جذب دی اکسیدکربن، کاهش میزان فتوسنتز و عملکرد گردید (۲۷).

با توجه به گرایش جهانی جهت تولید و تکثیر گیاهان دارویی در سیستم‌های کشاورزی پایدار و کم نهاده و همچنین کمبود مطالعات در رابطه با واکنش گیاه دارویی مرزه نسبت به منابع کودی مختلف در شرایط تنش خشکی، این طرح با هدف مقایسه اثر کودهای شیمیایی و انواع کودهای آلی تحت تنش خشکی بر برخی صفات کمی و کیفی دو توده محلی گیاه مرزه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان واقع در ۶ کیلومتری جنوب شرقی کرمان با طول جغرافیایی ′۵۸ و °۵۶ و عرض جغرافیایی ′۳۰ و °۱۵ و ارتفاع ۱۷۴۵ از سطح دریا انجام شد. آب و هوای کرمان براساس روش آمبرژه، خشک نیمه بیابانی می‌باشد. این پژوهش به‌صورت دو طرح کرت‌های خرد شده با سه تکرار اجرا شد.

در هرکدام از طرح‌ها فاکتور کرت اصلی شامل ۱- کود گاوی (۳۰ تن در هکتار)، ۲- کود مرغی (۱۰ تن در هکتار) ۳- کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت به‌صورت اوره، ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به‌صورت سوپر فسفات تریپل، ۸۰ کیلوگرم پتاسیم به‌صورت سولفات پتاسیم) ۴-شاهد (بدون مصرف کود) و فاکتور فرعی شامل ۱- توده محلی کرمان ۲- توده محلی خوزستان بود. در یکی از طرح‌ها ۱۰۰٪ و در طرح دیگر ۵۰٪ ظرفیت زراعی آبیاری انجام شد و طرح‌ها به‌صورت مرکب آنالیز شدند. قبل از کاشت از نقاط مختلف زمین نمونه‌برداری خاک انجام و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش انجام شد و درصد عناصر اصلی آن تعیین گردید (جدول ۱). پس از شخم تیمارهای کودی به خاک اضافه شدند به‌طوری‌که کود گاوی و مرغی کاملاً پوسیده تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک به‌صورت دستی با بیل مخلوط شد. کود فسفر قبل از کاشت با خاک مخلوط و نیتروژن و پتاسیم یک سوم به‌صورت قبل از کاشت و بقیه در دو مرحله به‌صورت سرک اضافه شدند. کاشت به‌صورت جوی و پشته‌ای در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵/۲ شامل چهار ردیف کاشت با فاصله نیم‌متر و فاصله روی ردیف چهار تا شش سانتی‌متر روی پشته‌ها در تاریخ ۲۰ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ انجام شد. تنک کردن گیاه در مرحله چهار برگی انجام شد. تنش از مرحله چهار برگی و بعد از تنک کردن اعمال شد. برای آبیاری واحدهای آزمایشی از لوله‌های پلی اتیلن همراه با کنتور حجمی استفاده شد. میزان آب مورد نیاز با استفاده از لایسیمتر کار گذاشته شده در مزرعه و دور آبیاری با استفاده از تشتک تبخیر براساس ۱۰۰ میلی‌لیتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تعیین گردید. وجین علف‌های هرز در سه مرحله به‌صورت دستی انجام شد. پیکر رویشی گیاهان در مرحله گلدهی که دارای بیشترین میزان اسانس است، برداشت شد. پس از خشک شدن (در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت)، ۱۰۰ گرم شاخساره با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم گرم اندازه‌گیری شد سپس با دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت اسانس‌گیری انجام شد. اسانس حاصل که به رنگ زرد بود توسط سولفات سدیم رطوبت‌زدایی گردید و درصد اسانس از روش وزنی (وزن اسانس به وزن نمونه اولیه) به‌دست آمد. از حاصل ضرب درصد اسانس در عملکرد پیکر رویشی (شاخساره) عملکرد اسانس محاسبه شد (۱۸). برای تعیین اجزاء عملکرد در هنگام برداشت پنج بوته در متر مربع به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات مرفولوژیک اندازه‌گیری شد. از دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت بوته‌ها برداشت شدند. باقیمانده بوته‌های کرت به‌جز قسمتی که برای اندازه‌گیری‌های مربوط به اسانس برداشت شده بود اندازه‌گیری و عملکرد دانه و عملکرد پیکر رویشی تعیین گردید. شاخص برداشت محصول نیز با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید:

(۱) شاخص برداشت =عملکرد دانه ÷ عملکرد بیولوژیکی × 100

تعیین نشت یونی براساس مراحل نموی در گلدهی و دانه‌بندی براساس روش سیدیکیو و همکاران انجام شد (۳۹). سپس محتوای نسبی آب برگ به روش شونفلد و همکاران براساس رابطه (۲) محاسبه شد (۳۷).

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100 \quad (۲)$$

که در آن FW وزن تر برگ، DW وزن خشک برگ و TW آماس برگ می‌باشد.

مقدار نسبی سبزینگی یا کلروفیل برگ توسعه‌یافته به‌صورت غیر مستقیم و بدون ایجاد تخریب در برگ‌ها، با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502.Minolta Ltd. Japan) یا SPAD در مرحله گلدهی و دانه‌بندی تعیین شد. به این منظور، از هر کرت ۳۰ برگ در موقعیت مشابه (برگ‌های بالای کانوپی) در روی بوته‌های مختلف انتخاب و میزان کلروفیل آنها با استفاده از دستگاه فوق تعیین گردید و نهایتاً میانگین این اعداد به‌عنوان عدد کلروفیل متر مربوط به آن کرت و آن مرحله اندازه‌گیری ثبت گردید.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده و خاک

Table 1- Selected chemical properties of organic matters used and soil

	نیتروژن (N) (%)	فسفر(P) (ppm)	پتاسیم (K) (ppm)	PH	EC (dS m^{-1})	بافت Texture
خاک Soil	0.04	12.00	280	7.4	4.4	لومی شنی Sandy loam
کود Fertilizer	نیتروژن (N) (٪)	فسفر (P) (٪)	پتاسیم (K) (٪)			
مرغی Hen	4.09	1.61	1.69	6.1		
گاوی Cow	0.41	0.38	0.29	6.8		

آنالیز آماری

بعد از اندازه‌گیری صفات، داده‌ها با بهره‌گیری از نرم افزار SAS و MSTAT-C تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی بر روی همه صفات مورد ارزیابی به‌جز درصد اسانس تأثیر داشت (جدول ۲).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه

Table 2- Source of variance of investigation characters

		میانگین مربعات Mean of squares								
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد اسانس Oil yield	درصد اسانس Oil percentage	تعداد شاخه فرعی Number of branches	محتوی نسبی آب Relative water content	نشت یونی EC	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	عملکرد دانه Grain yield	ارتفاع بوته Plant height
آبیاری Irrigation (A)	1	2237*	263.7*	0.001 ns	28.0**	1606*	1929**	83**	1903*	1463**
خطای۱ Error 1	4	1713	34.74	0.035	1.1664	92.695	50.945	22.78	14617	11.030
کود Fertilizer (B)	3	1850**	216**	0.005 ns	47.43*	197 ns	275.4**	53**	1063**	162.4**
A×B	3	9647 ns	10.54 ns	0.016 ns	5.324 ns	104 ns	18.58 ns	5.7 ns	2555**	26.1ns
خطای ۲ Error 2	12	6484	19.63	0.0261	7.9759	119.12	11.173	5.611	1671.3	17.860
توده (C)	1	6258 ns	5.341 ns	0.010 ns	50.6**	2.75 ns	44.38**	9.3 ns	7872**	60.3**
A×C	3	4755 ns	16.62 ns	0.008 ns	3.504 ns	43.0 ns	1.244 ns	3.2 ns	3791.ns	2.11 ns
B×C	1	6077 ns	0.022 ns	0.003 ns	1.171 ns	221.8 ns	2.243 ns	9.5 ns	6103.ns	0.14 ns
A×B×C	3	2775 ns	15.78 ns	0.019 ns	2.798 ns	195.1 ns	3.181 ns	6.0 ns	7765.ns	4.18 ns
خطای ۳ Error 3	16	171571	11.69	0.0266	1.546	88.42	4.003	5.441	1481	1.596

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم‌معنی‌دار.

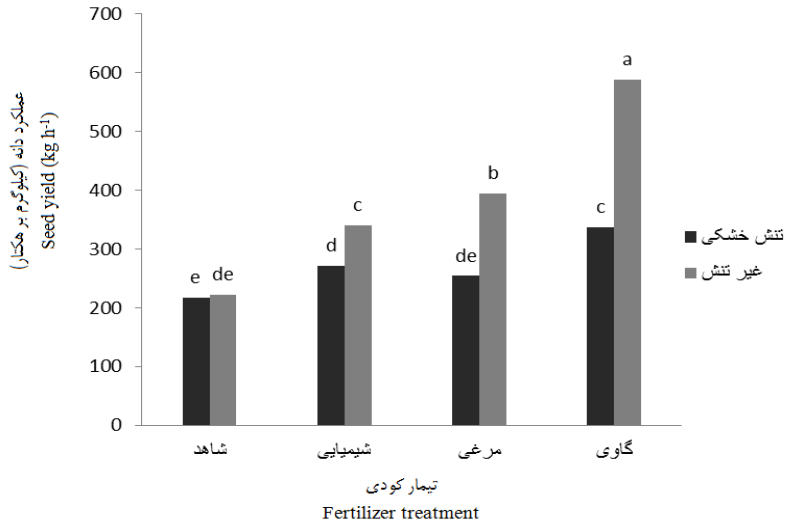
**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively.

ارتفاع بوته: با توجه به جدول ۲ اثر تنش خشکی، کود و توده‌ها بر ارتفاع گیاه مرزه معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اثرات متقابل هیچ‌کدام از تیمارها برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه مرزه شد به‌طوری‌که ارتفاع مرزه از ۵۹ سانتی‌متر در گیاهان شاهد به ۴۸ سانتی‌متر در تنش خشکی کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته در بین تیمارهای کودی مربوط به کود گاوی بود که تفاوت معنی‌داری با گیاهان شاهد داشت. اگرچه کود شیمیایی و مرغی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند؛ ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند و باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به گیاهان شاهد شدند (جدول ۳). در بین توده‌ها تفاوت معنی‌داری دیده شد. توده کرمان ارتفاع بیشتری را نسبت به توده خوزستان دارا بود که می‌تواند به دلیل سازگاری توده کرمان با شرایط آب و هوایی منطقه باشد (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه مرزه شد. باهر و همکاران (۶) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه مرزه می‌شود. از آن‌جایی‌که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین میزان ارتفاع گیاه است، لذا به نظر می‌رسد که

گیاهان تحت تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بوده است. کودهای آلی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی طی فصل رشد زمینه رشد مناسب گیاه را فراهم می‌کنند. رضوانی مقدم و همکاران (۳۲) در تحقیقی نشان دادند که اثر کودهای آلی بر ارتفاع بوته مرزه معنی‌دار بوده و باعث افزایش آن نسبت به شاهد می‌شود.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، تیمارهای کودی و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه مرزه داشتند (P<۰/۰۱). بیشترین عملکرد دانه مربوط به کود گاوی در تیمار بدون تنش بود که تفاوت زیادی را با شاهد داشت. پس از کود گاوی، کود مرغی و شیمیایی به‌ترتیب بیشترین عملکرد دانه را داشتند. کود گاوی، مرغی و شیمیایی به‌ترتیب باعث افزایش ۹۰، ۳۴ و ۲۷ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند. در تیمار تنش نیز کود گاوی بیشترین عملکرد را داشت (شکل ۱). بین دو توده کرمان و خوزستان تفاوت معنی‌داری در عملکرد وجود داشت (P<۰/۰۵). توده کرمان عملکرد بیشتری را نسبت به توده خوزستان دارا بود که می‌تواند به دلیل استفاده بهتر توده کرمان از شرایط آب و هوایی یا برخورداری از ژنتیک بهتر باشد (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه در گیاهان تحت تأثیر تیمار کود دامی در مرزه در سطوح بالای تنش خشکی می‌تواند مربوط به تأثیر کود دامی در افزایش نگهداری آب در خاک باشد. در این شرایط کود دامی علاوه بر تأمین عناصر غذایی لازم برای گیاه باعث بهبود خلل و فرج خاک، تعادل نیتروژن و افزایش کارایی جذب فسفر در گیاه می‌شود (۷). مالانگودا (۲۵) گزارش کرد که عملکرد دانه گشنیز در تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی N.P.K با کود دامی بیشتر از مصرف جداگانه هریک از آنها بود. او دلیل این افزایش را به نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر واسط گیاه نسبت داد.

شاخص کلروفیل: اثر تنش خشکی و کودها بر روی شاخص کلروفیل معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). تنش خشکی باعث کاهش شاخص کلروفیل نسبت به گیاهان شاهد شد (جدول ۳). گیاهان در تیمار کودهای آلی و شیمیایی شاخص کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان شاهد داشتند. اگرچه تفاوت معنی‌داری بین کودهای دامی و شیمیایی مشاهده نشد ولی گیاهان در کودهای دامی کلروفیل بیشتری نسبت به کودهای شیمیایی داشتند (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش شاخص کلروفیل شد که به نظر می‌رسد تحت این شرایط کاهش در غلظت کلروفیل علاوه بر کاهش در میزان سنتز، ناشی از تجزیه کلروفیل در اثر افزایش میزان کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی می‌باشد (۴). در تنش‌های شدید با وجود افزایش وزن مخصوص برگ، شدت تخریب کلروفیل نیز افزایش می‌یابد و براساس نظر اسکاتز و فانگمیر کاهش میزان کلروفیل‌ها در شرایط تنش مربوط به افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن در سلول است.



شکل ۱- میانگین اثر متقابل کود و تنش بر عملکرد دانه مرزه

Figure 1- Intraction between fertiliz and stress on grain yield of Savory

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن (P<۰/۰۵) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns with Duncan (P<0.05)

این رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردند (۳۸). کافی و رستمی (۲۱) نیز گزارش کردند که قطع آبیاری در مرحله تکمه‌دهی منجر به کاهش غلظت کلروفیل برگ در ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) شد. حیدری و همکاران (۱۹) اعلام کردند کود نیتروژن در شرایط شوری سبب افزایش مقدار کل کلروفیل در برگ می‌شود.

نشت یونی: اثر تنش خشکی بر روی نشت یونی معنی‌دار بود ($P<0/01$). نشت یونی در تنش خشکی افزایش یافت (جدول ۳). اثر کودها بر روی نشت یونی معنی‌دار بود ($P<0/01$). بیشترین نشت یونی مربوط به گیاهان شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با گیاهان در دیگر کودها داشت. کود گاوی کمترین نشت یونی را دارا بود. بین کود مرغی و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری دیده نشد ولی مقدار نشت یونی کود مرغی بیشتر از کود شیمیایی بود (جدول ۳). بین دو توده برای نشت یونی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<0/01$). توده محلی کرمان نشت یونی کمتری نسبت به توده محلی خوزستان داشت. تنش خشکی باعث افزایش نشت یونی نسبت به آبیاری کامل (بدون تنش) شد. تجمع گونه‌های فعال اکسیژنی که در طی تنش تولید می‌شوند به بسیاری از ترکیب‌های سلولی نظیر چربی‌ها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می‌زنند (۱۷) و در نتیجه پراکسیداسیون چربی‌ها به غشاء سلولی آسیب می‌زند. پور موسوی و همکاران (۳۰) در بررسی روی گیاه سویا (*Glycine max*) اعلام نمودند که در شرایط تنش شدید میزان نشت یونی در مقایسه با تنش ملایم و عدم تنش خشکی بیشتر بود. کودهای دامی باعث کاهش نشت یونی نسبت به گیاهان شاهد شدند که به نظر می‌رسد با استفاده از کود دامی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله ظرفیت نگهداری آب در خاک، گیاه کمتر با شرایط خشکی مواجه شده و تمایل کمتری به سرمایه‌گذاری برای افزایش پایداری غشاء نشان می‌دهد. سانوکا و همکارن (۳۵) دریافتند که در صورت تغذیه گیاهچه‌های علف نیزار (*Agrostis palustrisa* L.) با کود نیتروژنه، تیمار تنش خشکی باعث افزایش پایداری غشای سلول در مقایسه با شاهد می‌شود.

محتوای نسبی آب برگ: اثر تنش خشکی بر محتوی نسبی آب (RWC) فقط معنی‌دار بود ($P<0/05$) و تیمارهای کودی و نوع توده تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ شد (جدول ۳). بین کودها و دو توده و اثرات متقابل از نظر محتوای نسبی آب تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). ولی کودهای دامی به‌خصوص کود گاوی باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ در مرزه شد. تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ شد که به نظر می‌رسد گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره خود را از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد آنها شود که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش خشکی می‌گردد (۲۳). مونه و همکاران (۲۸) اثر حفاظتی توکوفرول را در گیاهان رزماری (*Rosmarinus officinalis*) و بادرنجبویه بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ روزماری را ۴۰٪ و بادرنجبویه را ۳۰٪ کاهش داد. با افزایش تنش رطوبتی، تعداد برگ‌های گندم کاهش پیدا می‌کند که به علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک می‌باشد (۳۷).

تعداد شاخه‌های فرعی: اثر تنش بر روی تعداد شاخه‌های فرعی مرزه معنی‌دار بود ($P<0/01$). تنش خشکی باعث کاهش تعداد شاخه فرعی نسبت به تیمار بدون تنش شد. تأثیر کودها بر روی تعداد شاخه فرعی تفاوت معنی‌داری را نشان داد و گیاهان در تیمار کود گاوی بیشترین تعداد شاخه فرعی را موجب شد که با گیاهان شاهد تفاوت معنی‌داری را داشتند. اگرچه کود مرغی و شیمیایی با شاهد تفاوت معنی‌داری را از این نظر نداشتند ولی باز هم نسبت به شاهد تعداد شاخه فرعی بیشتری داشتند (جدول ۳). توده کرمان شاخه فرعی بیشتری را دارا بود که احتمالاً به دلیل رشد بهتر، ارتفاع بیشتر و سازگاری توده کرمان نسبت به توده خوزستان می‌باشد (جدول ۳). آرزمجو و همکاران (۵) گزارش کردند که با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد (۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، از میزان ماده خشک تولیدی گیاه به میزان ۲۴/۶ درصد کاسته شد. این میزان کاهش برای ارتفاع بوته ۲۸/۹ درصد و برای تعداد ساقه در بوته ۲۱/۵ درصد بود. رضوانی مقدم و همکاران (۳۲) گزارش کردند که کودهای آلی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت به شاهد در گیاه مرزه می‌شود. محلول‌پاشی نیتروژن و به خاک اضافه کردن نیتروژن هر دو باعث افزایش شاخه فرعی نسبت به شاهد در گیاه مرزه شدند (۲). در شرایط یکسان محیطی فراهم آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شود. در آزمایشی مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی بابونه (*Matricaria chamomilla*) شد (۱۵).

درصد و عملکرد اسانس: بین هیچ‌کدام از تیمارهای اعمال شده با تیمار شاهد از نظر درصد اسانس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر تنش خشکی بر عملکرد اسانس مرزه معنی‌دار بود ($P<0/05$). تنش خشکی باعث کاهش عملکرد اسانس شد که این موضوع ناشی از پایین‌تر بودن عملکرد پیکر رویشی در تنش خشکی

می‌باشد. اثر کودها بر روی عملکرد اسانس معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار کود گاوی بود و کمترین عملکرد اسانس را شاهد داشت. کود مرغی و شیمیایی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ولی تفاوت کود مرغی با شاهد معنی‌دار بود و عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشت. کود گاوی باعث افزایش ۴۱ درصدی عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد. در این آزمایش دو توده از لحاظ عملکرد اسانس تفاوت معنی‌داری نداشتند. صفی خانی و همکاران (۳۴) گزارش کردند که با کاهش تنش خشکی عملکرد بیولوژیک و دانه و عملکرد اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) کاهش یافت. با توجه به تفاوت معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در اثر تیمارهای مختلف و ثبات نسبی درصد اسانس، عملکرد اسانس نیز دارای روندی مشابه با عملکرد پیکر رویشی بود. رضوانی مقدم و همکاران (۳۲) در مقاله خود بیان کردند که کودهای آلی باعث افزایش ارتفاع، شاخه فرعی، عملکرد و عملکرد اسانس در گیاه مرزه می‌شوند. کاربرد کودهای آلی در تولید رازیانه (*Foeniculum vulgare*) سبب افزایش عملکرد اسانس آن شد (۲۹).

عملکرد پیکر رویشی (عملکرد بیولوژیک): اثر تنش خشکی بر روی عملکرد پیکررویشی مرزه معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تنش خشکی باعث کاهش عملکرد پیکررویشی نسبت به سطح بدون تنش شد، که می‌تواند به دلیل کاهش ارتفاع و شاخه فرعی در شرایط تنش خشکی باشد. اثر کودها بر روی عملکرد پیکررویشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۱). بیشترین عملکرد مربوط به کود گاوی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. کود مرغی و شیمیایی با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی تفاوت کود مرغی با شاهد معنی‌دار بود و عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به شاهد داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها برخصوصیات کمی و کیفی گیاه مرزه

Table 3- Compare main effects of treatments on average quantity and quality savory

تیمار Treatment	درصد اسانس Oil percentage	تعداد شاخه فرعی Number of branches	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	نشت یونی EC (%)	محتوی نسبی آب R.W.C (%)	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد اسانس Oil yield (kg ha^{-1})
آبیاری Irrigation									
بدون تنش No stress	0.39 a	25.8 a	48.37 a	44.73 a	90.83 a	395.99 a	59.9 a	3689 a	13.72 a
تنش خشکی Drought stress	0.40 a	24.3 b	40.06 b	57.41 b	79.26 b	270.04 b	48.9 b	2179 b	9.04 b
کود Fertilizer									
گاوی Cows	0.38 a	27.5 a	45.75 a	46.60 c	87.28 a	463.16 a	58.7 a	4685 a	17.01 a
مرغی Hen	0.40 a	24.9 b	44.10 a	50.82 bc	83.36 a	324.24 b	54.9 b	2843 b	11.29 b
شیمیایی Chemical	0.42 a	25.2 ab	45.74 a	49.10 b	89.33 a	305.62 b	54.3 b	2399 bc	10.50 bc
شاهد Control	0.37 a	22.7 b	41.28 b	57.77 a	80.22 a	329.05 c	49.8 c	1809 c	6.72 c
توده Ecotypes									
کرمان Kerman	0.38 a	26.1 a	43.77 a	50.11 b	85.28 a	345.82 a	55.5 a	3048 a	11.71 a
خوزستان Khuzestan	0.41 a	24.0 b	44.66 a	52.03 a	84.81 a	320.21 b	53.3 b	2820 a	11.05 a

در هر ستون و برای هر تیمار، میانگین‌هایی دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column and for each treatment, followed by at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

بین دو توده از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. صفی خانی و همکاران (۳۴) حداکثر عملکرد سرشاخه‌های گلدار گیاه بادرشبو را ۴۰۷۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری بدون تنش گزارش کردند که با این نتیجه همخوانی دارد. کودهای آلی با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزادسازی تدریجی آنها باعث افزایش رشد گیاه شده و میزان بیوماس تولیدی را افزایش می‌دهند. کودهای دامی نیز با بهبود خصوصیات فیزیکی و حفظ رطوبت خاک باعث رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد گیاه و عملکرد بیولوژیک می‌شوند. صبور بیلندی (۳۳) نیز افزایش عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum*) را در صورت مصرف کود دامی نشان داده است. کودهای آلی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) می‌شود (۳۶).

همبستگی ساده بین صفات کمی و کیفی مرزه: نتایج همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد گونه دارویی مرزه تحت تأثیر سطوح مختلف کودی و تنش خشکی در جدول ۴ ارائه شده است. بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد پیکر رویشی همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. همچنین رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد اسانس، شاخص کلروفیل و محتوی نسبی آب وجود داشت. عملکرد دانه با نشت یونی همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. این امر به خوبی ارتباط بین کارآیی فتوسنتز و عملکرد دانه را نشان می‌دهد. گیاهان دارای عملکرد دانه بالا، مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود تجمع می‌دهند. همچنین می‌توان بیان کرد که با افزایش ارتفاع و شاخه فرعی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد (جدول ۴).

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات کمی و کیفی مرزه

Table 4- The correlation coefficient between quantitative and qualitative characteristics Savory

صفات	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield	محتوای نسبی آب R.W.C	نشت یونی EC	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	تعداد شاخه فرعی Number of branches	درصد اسانس Oil percentage	عملکرد اسانس Oil yield
ارتفاع بوته Plant height	1							
عملکرد دانه Grain yield	0.81001**	1						
محتوای نسبی آب R.W.C	0.8996**	0.6857**	1					
نشت یونی EC	-0.9254**	-0.8176**	-0.8996**	1				
شاخص کلروفیل Chlorophyll index	0.6573**	0.5500*	0.8791**	-0.7380**	1			
تعداد شاخه فرعی Number of branches	0.7445**	0.7273**	0.5172*	-0.6831**	0.4257 ns	1		
درصد اسانس Oil percentage	-0.004 ns	-0.150 ns	0.1821 ns	0.0558 ns	-0.0091 ns	-0.0823 ns	1	
عملکرد اسانس Oil yield	0.8275**	0.8643**	0.7379**	-0.7676**	0.5274*	0.7791**	0.2456 ns	1
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.8379**	0.9543**	0.7015*	0.7927**	0.5147*	0.7976**	-0.0556 ns	0.9285**

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم‌معنی‌دار.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای آلی نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد اندام‌های هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی مرزه داشت. کودهای آلی با تأثیر بر ساختمان خاک و حفظ و نگهداری رطوبت خاک و تغذیه مناسب خاک موجب بهبود خاک و در نتیجه احتمالاً کمک به پایداری تولید می‌نمایند. این در حالی است که استفاده از کودهای شیمیایی اثرات

معکوس بر صفات خاک داشته ولی در ارزیابی نهایی باید به این نکته توجه شود. بنابراین می‌توان با حداقل مصارف نهاده کود آلی به جای مصرف نهاده بالا از کودهای شیمیایی در راستای رسیدن به حداکثر عملکرد و حفظ منابع زیستی و محیطی و هدف نهایی که همان کشاورزی پایدار است رسید و کودهای آلی را جایگزین کودهای شیمیایی نمود. براساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد هرچند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد، تعداد شاخه فرعی و ارتفاع گیاه مرزه کاسته می‌شود اما با مصرف کود (به‌خصوص کود گاوی و مرغی) می‌توان تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر این گیاه کاست.در بین سه نوع کود مصرفی نیز بیشترین تأثیر بر اجزای عملکرد مربوط به کودهای دامی بود. لذا می‌توان عنوان کرد که در طی بروز تنش خشکی و کاهش میزان آب تا حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، کود دامی از بیشترین تأثیر مثبت بر گیاه مرزه برخوردار است.

References

1. Afsharmanesh, B., and Afsharmanesh, G. H. 2008. Effects of water stress and manure on yield, quality and characteristics Medicinal plant physiological (*Plantago ovata* Forssk). Journal of Modern Agriculture 2 (4): 228-236.
2. Alizadeh, A., Sahzabi, E., Sharifi Ashorabadi, A. H., Shiranirad, M., and Abaszadeh, B. 2007. The effects of different methods and levels of using nitrogen on some quality and quantity characteristics of *Satureja hortensis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23 (3): 416-431.
3. Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E., and Khalighi, A. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in (*Satureja hortensis* L.) cultivated in Iran. Academic Journals 4 (1): 33-40.
4. Antolin, M. C., Yoller, J., and Sanchez-Diaz, M. 1995. Effect of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen fixing alfalfa plants. Plant Science 107: 159-165.
5. Arazmjo, E., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Sciences (2) 12: 100-111.
6. Baher, Z. F., Mirza, M., Ghorbanli, M., and Rezaii, M. B. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in (*Satureja hortensis* L.). Flavour and Fragrance Journal 17: 275-277.
7. Brussard, L., and Ferrera-Cenato, R. 1997. Soil ecology in sustainable agricultural systems. New York: Lewis Publishers, USA. 168 p.
8. Chatterjee, S. K., and Svoboda, K. P. 1995. Water stress effect on growth and yield of (*Cymbopogon* sp.) Andit's alleviation by n-triacontanol. Acta Horticulture 390: 19-24.
9. Chaudhry, M. A., Rehman, A., Naeem, M. A., and Mushtaq, N. 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Science 16: 63-68.
10. Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J. E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agronomy Journal 96: 442-447.
11. Emam, Y. 2008. Water Relation in Plant. In: Koocheki, A. and Khaje Hosseini, M., Eds. Modern Agronomy. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, 163-187. (in Persian).
12. Farzaneh, A., Ghani, A., and Azizi, M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristics and essential oil content of improved sweet basil (*Osimum basilicum* L.). Journal of Plant Production 17 (1): 103-111.
13. Farzaneh, H. 1990. Agro Chemical.-Institute of Tehran University Press. Page 317.
14. Fernandez, R., Scull, R., Gonzales, J. L., Crespo, M., Sanchez, E., and Carballo, C. 1993. Effect of fertilization on yield and quality of (*Matricaria reculita* L.) (Chamomile). Aspects of mineral nutrition of the crop. Memorias 11th congreso latinoamericano de la ciencia del suelo, 2ed Congresso Cubcno de la Ciencia del Suelo, Berlin, Germany, 891-894.
15. Ghosh, P. K., Ajay, K. K., Bandyopadhyay, M. C., Manna, K. G., Mandal, A. K., and Hati, K. M. 2004. Comprative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bio resource Technology 95: 85-93.
16. Hassan pour aghdam, M. B., Tabatabaie, S. J., Nazemyieh, H., and Aflatuni, A. 2009. Effects of different concentrations of nutrient solution on vegetative growth and essential oil of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). Journal of Science agriculture 18 (1): 27-38.
17. Heidari, M., Bakhshande, M., Nadian, H., and Fathi, Gh. 2006. The effect of salinity and nitrogen on grain yield, osmotic regulators and sodium and potassium uptake in wheat. Chamran Journal of Agricultural Sciences Iran 37 (3): 501-510.
18. Hosseini, M., and Nasiri Mahallati, M. 1993. The relationship between water and land in crops. Translation-Publications Jihad University. Mashhad, page 560.
19. Jahan, M., and Koocheki, A. 2004. Effect of organic production of german chamomile (*Maricaria chamomilla* L.)

on its chemical composition. Journal of Pajouhesh & Sazandegi 61: 87-95.
20. Jiang, Y., and 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.
21. Kafi, M., and Rostami, M. 2007. Yield characteristic and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivar under drought stress in reproductive stage and irrigation whit salin water. Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 121-131.
22. Kalra, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. Journal of Organic Production of Medicinal, FAO 22: 586-592.
23. Khorshidi, M., Rahimzade, B., Mir Hadi, M., and Nor Mohammadi, Gh. 2002. Study of drought stress Effects in diferent growth stage of potato. Journal of Sciences Agronomic 4 (1): 48-54.
24. Kızılkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with (Azotobacter *chroococcum*) strains. Ecological Engineering 3 (3): 150-156.
25. Mallanagouda, B. 1995. Effects of N. P. K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
26. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press, Ltd. London.
27. Mona, Y., Kandil, A. M., and Swaefy Hend, M. F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences 4: 34-39.
28. Munne, S., and Alegre, L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed (Melissa *officinallis* L.). Journal of Plant Physiology 154 (5-6): 759-766.
29. Munne, S., Schwarz, K., Alegre, L., Horvath, G., and Szigeti, Z. 1999. Alpha-tocopherol protection against drought, induced damage in (Rosmarinus *officinalis* L.) and (Melissa *officinalis* L.) Journal of Plant Physiology. Proceedings of an International workshop at tata, Hungary, 23-26 August.
30. Pormosavi, S., Galavi, M., and Daneshyan, J. 2006. Assess the impact of manure on the stability of the cell membrane and chlorophyll content of soybean under drought stress. Proceedings of the 9th Congress of Crop Sciences. Abureyhan University. Tehran University. 41 (2):13-24.
31. Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161: 1189-1202.
32. Rezvani Moghadam, P., Bakhshai, S., Amin Ghafuri, A., and Khoramdel, S. 2009. Effect of biological fertilizer and vermicompost on quantity savory- Plants Pharmaceutical Industry Development Conference. Tehran. Page 236.
33. Saborbilandi, M. 2004. The effect of different levels of manure on the performance of cumin dry land in the city of Gonabad. Proceedings of the 1th National Conference of cumin. Islamic Azad University of Sabzevar, 88-89.
34. Safikhani1, F., Heydari sharifabad, H., Syadat, A., Sharifi ashorabadi, A., Syednedjad, M., and Abbaszadeh, B. 2007. The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23 (1): 86-89.
35. Saneoka, H., Moghaieb, R. E. A., Premachandra, G. S., and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in (Agrostis *palustris Huds*.). Environmental and Experimental Botany 52: 131-138.
36. Scheffer, M. C., and Koehler, H. S. 1993. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of (*Achillea millefolium*). Acta Horticulture 331: 109-114.
37. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B., and Morhinweg, D. W. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Science 28: 526-531.
38. Schutz, H., and Fangmier, E. 2001. Growth and yield responses of spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated Co_2 and water limitation. Environmental Pollution 114: 187-194.
39. Siddique, M. R. B., Hamid, A., and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bat. Bull. Acad. Scienes 41: 35-39.
40. Sinclair, T. R., and Ludlow, M. M. 1985. Who thought plant thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australia Journal Plant Physiology 33: 312-317.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 4, Winter. 2016, p. 675-686

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۶۸۶-۶۷۵

Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Essential Oil of Two Ecotypes of Savory (*Satureja hortensis* L.) under Normal and Drought Stress Conditions

O. Akrami nejad[1*]- M. Saffari[2]- R. Abdolshahi[3]

Received: 17-07-2013
Accepted: 16-11-2014

Introduction

Savory (*Satureja hortensis* L.) is an annual and aromatic plant from Labiatae family, which has plenty of essential oil and is important in medicinal, food, health and beauty industries (6). In comparison with chemical fertilizers, organic fertilizers especially manure have lots of organic material sources, and can be used as nutrients, especially Nitrogen, Phosphor and Potassium. Organic fertilizers also keeps more water in the soil (14).

Water deficit is one of the most important boundaries of production in arid and semi-arid regions. Drought stress reduces water content, limits plant growth and changes some physiological and metabolic activities (31). This experiment was conducted as there is a global interest for production of medicinal plants with sustainable agriculture system, and with low input and shortage of information about Savory reaction to fertilization in drought stress condition. The objective of this research was to compare the effects of chemical fertilizers and different organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of two ecotypes of savory under drought stress condition.

Materials and Methods

In order to study the effects of organic and mineral (N, P and K) fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of savory in drought stress condition, two separate split plot designs with three replications were carried out in 2012-2013 year, at the research field of Shahid Bahonar University of Kerman, Iran. In each design fertilizers including cow manure (30 ton per hectare), poultry manure (10 ton per hectare), chemical fertilizers (used equally with macro elements existing in both poultry and cow manure) and control (no fertilizer) were used as main factor. Kerman and Khuzestan ecotypes were sub-factor. One of the experiments was irrigated to 100% and the other to 50% of field capacity. Two experiments were analyzed as a combined design. The important characteristics of Savory such as plant height, grain and biological yield, chlorophyll index, ionic leakage, relative water content, number of branches, essence percentage and essence amount were evaluated. Data were analyzed with SAS and MSTAT-C software and mean comparison was done using Duncan test at %5 level.

Results and Discussion

The results showed that drought stress reduced plant height, number of branches, oil yield, relative water content, SPAD index and increased ion leakage. Meanwhile, it had no significant effect on the percent of oil. Fertilizers increased plant height, number of branches, yield, chlorophyll index and oil yield, while it decreased ion leakage in contrast with control. Baher *et al* (2002) have reported that drought stress reduced plant height, grain yield, and branches number of Savory. As nutrients deficit is one of the main factors in control of plant height and yield, plant that were treated with control had the lowest growth. Organic fertilizers provide appropriate plant growth via gradual release of nutrients during growth season and saving water. Two ecotypes had significant differences for yield, number of branches and ionic leakage. Kerman ecotype showed better yield performance. The results showed that water stress reduced yield, number of branches and plant height of savory. Meanwhile fertilizers (especially cow and hen manure) could reduce the effects of drought.

1- MSc. Student, Department of Agronomy, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
2- Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
3- Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
(*- Corresponding Author Email: omidakrami122@yahoo.com)

Conclusions

Generally, organic fertilizers, especially cow manure, produced higher yield and showed a better response to drought stress. It might be for higher moisture maintenance in contrast with chemical fertilizers. It seems that, using cow manure could be helpful to overcome the negative effects of drought stress.

Keywords: Drought stress, Essential oil, Fertilizer, Savory, Yield and yield components